

נוהל בדיקות כלכליות בתחום המים והביוב

דוח ביניים מס' 1

תוכן עניינים

#

5	רקע	1
5	רקע ומטרות העבודה	1.1
5	תכנית העבודה	1.2
7	סקירת משק המים	1.3
7	מבנה ארגוני	1.3.1
8	מאפייני הביקוש	1.3.2
15	מאפייני ההיצע	1.3.3
27	תקציב השקעות ועלויות	1.3.4
33	מדיניות, נהלים והנחיות ברשות המים	2
33	מדיניות משק המים	2.1
38	תכנית אב	2.2
44	תהליכים, נהלים והנחיות לקידום פרויקטים	2.3
49	נהלים כלכליים בתחומי תשתית אחרים	3
49	כללי	3.1
50	תחבורה	3.2
50	כללי	3.2.1
50	מתודולוגיה	3.2.2
52	ביקוש והיצע	3.2.3
54	תועלות והשפעות הפרויקט	3.2.4
56	הגנת הסביבה	3.3
56	עלות תועלת משדרוג איכות מי הקולחין	3.3.1
57	עלות תועלת של פרויקטים להשבת מים אפורים בישראל	3.3.2
58	אנרגיה – מתודולוגיה לבחינת התועלת הכלכלית של אנרגיות מתחדשות	3.4
58	כללי	3.4.1
59	מתודולוגיה	3.4.2
59	ביקוש והיצע	3.4.3
60	תועלות והשפעות הפרויקט	3.4.4
61	אנרגיה – מתודולוגיה לבחינת התועלת הכלכלית מהתקנת מערכת מניה חכמה בישראל	3.5
61	כללי	3.5.1
61	מתודולוגיה	3.5.2
62	ביקוש והיצע	3.5.3
64	תועלות והשפעות הפרויקט	3.5.4

67	בריאות	3.6
67	מבחני עלות תועלת בהתאם לחוק ביטוח בריאות ממלכתי	3.6.1
68	אמות מידה לקבלת החלטות	3.6.2
69	נוסחה כמותית לחישוב עלות תועלת	3.6.3
71	סקירה עולמית	4
71	כללי – מגמות בתחום בדיקות כדאיות	4.1
73	גופים ומדריכים בתחום המים והביוב	4.2
74	United Nations	4.2.1
78	U.S.A	4.2.2
84	OECD	4.2.3
86	The World Bank	4.2.4
89	היבטים שונים במתודולוגיות הבדיקה	4.3
89	ניתוח עלות-תועלת, Cost Benefit Analysis	4.3.1
90	תועלות והשפעות פרויקטים בתחום המים והביוב	4.3.2
91	ניתוחי עלות	4.3.3
92	קביעת שיעור ההיוון	4.3.4
93	ביקוש וגמישויות	4.4
94	דוגמאות לבדיקות כדאיות בעולם (CASE STUDIES)	4.5
94	מתקן טיהור שפכים בסקוטלנד	4.5.1
95	תועלות כלכליות למשק המים המוניציפלי והתעשייתי במטרופולין אטלנטה, ארה"ב	4.5.2
95	השפעת שינויים במדיניות רשות עמק טנסי, ארה"ב על התועלת הציבורית	4.5.3
96	שיפור מצב התשתיות בקרב האוכלוסייה הכפרית באזור בייג'ן	4.5.4
97	שיפור איכות המים בשמורת פלדאנג בקוריאה	4.5.5
98	REFERENCES	

רשימת תרשימים

10	תרשים 1: צריכת מים ממוצעת לנפש במשק הביתי משנות ה-60
13	תרשים 2: כושר נשיאת מחיר המים בחקלאות יחס לשטחי גידול אפשריים בישראל
16	תרשים 3: אגני החר המזרחי
17	תרשים 4: אגן הר הנגב והערבה
18	תרשים 5: אגן הגליל המערבי
19	תרשים 6: אגן הכרמל
20	תרשים 7: אגן הכנרת
21	תרשים 8: אגן החוף
23	תרשים 9: היקפי המילוי החוזר ביחס לכמות המשקעים בשנים נבחרות במלמ"ק
27	תרשים 10: נתוני השקעה ותחזית השקעות של חברת מקורות לשנים 2007-2018
35	תרשים 11: תהליך קביעת מדיניות משק המים
45	תרשים 12: תרשים הזרימה של התהליכים לבחינה, תכנון ואישור פרויקטים ברשות המים
53	תרשים 13: לדוגמא - תחזית נוסעים בתחבורה הציבורית בקו רכבת ירושלים ת"א לשנת 2040
54	תרשים 14: לדוגמא - תחזית נפח תנועה וגודש בכבישים לאחר הפעלת קו רכבת ירושלים ת"א
66	תרשים 15: מדדי כדאיות וניתוח רגישות – דוגמא משוק האנרגיה
74	תרשים 16: תחזית הפער בין היצע המים הקיים לביקוש 2030
75	תרשים 17: תחזית הגידול בביקוש למים 2005-2030
75	תרשים 18: חלופות לסגירת הפער החזוי בין הביקוש להיצע המים
76	תרשים 19: הדגמה של הכלים הכלכליים שפותחו במחקר
78	תרשים 20: התפתחות על פני הזמן של הערכת פרויקטים בתחום המים בארה"ב
79	תרשים 21: מפת פרויקטים בתחום המים בשנים 2007-2008 בארה"ב

רשימת לוחות

6	לוח 1 : תכנית עבודה ולוח זמנים לפרויקט
8	לוח 2 : הגופים עיקריים בתחום המים והביוב בישראל
12	לוח 3 : תעריפי המים לחלקלאות ביחס לאומדן* עלותם
22	לוח 4 : כמות המשקעים השנתית בישראל ב 20 השנים האחרונות
24	לוח 5 : מאזן ביקוש והיצע מים בשנים האחרונות
25	לוח 6 : קיבולת פוטנציאלית של מתקני ההתפלה
26	לוח 7 : סכום היצע שנתי ממוצע של משק המים בישראל
28	לוח 8 : תכנית השקעות למשק המים לשנים 2013 - 2017
29	לוח 9 : מתקני הטיפול בשפכים הגדולים
30	לוח 10 : סוגי מלאי התשתיות ועלותם
32	לוח 11 : ריכוז עלות התשתיות במשק המים וביוב לפי סוגי תשתית במיליארדי ₪, 2012
34	לוח 12 : מטרות ויעדי משק המים על פי תכנית האב למשק המים 2012 - מטרות פנימיות
34	לוח 13 : מטרות ויעדי משק המים על פי תכנית האב למשק המים 2012 - מטרות חיצוניות
35	לוח 14 : סוגיות עיקריות במשק המים בישראל
38	לוח 15 : פוטנציאל המים בישראל על פי תכנית האב
39	לוח 16 : תרחישים והנחות יסוד בתכנית האב
41	לוח 17 : הנחות היסוד בתכנית האב למאזן משק המים
43	לוח 18 : מאזן משק המים בתרחיש הבסיס
49	לוח 19 : המאפיינים העיקריים של בדיקות כדאיות בתחומי תשתית אחרים בישראל
54	לוח 20 : התועלות בבדיקות כדאיות בתחום התחבורה (נוהל פר"ת)
57	לוח 21 : החיסכון למשק כתוצאה מהפחתה של מ"ק שפירים בצריכה הביתית
57	לוח 22 : החיסכון מהפחתה של מ"ק שפירים בצריכה הביתית, המשמש לצרכי השקיה
58	לוח 23 : סיכום ניתוח עלות תועלת ממתקנים להשבת מים אפורים
60	לוח 24 : מרכיבי התועלות בבדיקות כדאיות בתחום האנרגיה
62	לוח 25 : צריכת החשמל השנתית
63	לוח 26 : התפתחות צריכת החשמל לפי מגזרים עיקריים
64	לוח 27 : יצור החשמל לפי אתרים וסוג הדלק
65	לוח 28 : מרכיבי התועלות בבדיקות הכדאיות של מונים חכמים בתחום האנרגיה
80	לוח 29 : שיפורים והרבות בבדיקות הכדאיות בתחום המים בגרסה 2009, ארה"ב
83	לוח 30 : דוגמאות למחקרים שאמדו תועלות של פרויקטים בתחום המים בארה"ב
93	לוח 31 : גמישות הביקוש להמחיר וההכנסה ממחקרים בשוק המים בארה"ב

1 רקע

1.1 רקע ומטרות העבודה

למים שימושים רבים ומגוונים החל מהיותם מקור חיים לחי ולצומח, גורם יצור בחקלאות ובתעשיות המזון וגורם קירור במפעלי תעשייה, גורם בריאות חשוב בניקוי ופינוי לכלוך וזיהום, גורם בהפקת אנרגיה, גורם בפעילויות פנאי ולמעשה מהווה תשתית ליכולת הקמת קהילות ישוב של בני האדם. פיתוח ושיפור תשתית המים והביוב בישראל תורמים לרווחה, בריאות, עלייה ברמת החיים ויכולת הצמיחה של המשק. מדינת ישראל על גופיה השונים אחראית לתכנון, פיתוח ואחזקת מערכות המים והביוב והיא מאשרת בכל שנה השקעות של מיליארדי שקלים מכספי הציבור למטרה זאת.

במסגרת עבודה זו יפותח נוהל להערכת כדאיות של פרויקטים בתחום המים והביוב אשר יסייע בתהליכי קבלת החלטות, ניהול יעיל ומיקסום הרווחה החברתית המשקית. הנוהל ייבנה תוך התבססות על מתודולוגיה מקובלת וניתוח של השפעות הפרויקט, מידת שילובו ותרומתו למערכות המים והביוב ומידת כדאיותו הכלכלית.

מטרתו העיקרית של הנוהל היא לאמוד כדאיות של פרויקט למשק הלאומי בהיבט הרחב של השפעתו הישירה והעקיפה על הגידול ברווחה, בריאות, רמת החיים והצמיחה של המשק. המתודולוגיה תסייע בקביעת הקצאה נאותה של המקורות ובתהליכי קבלת החלטות לגבי הפרויקטים המתוכננים במשק המים, עיתוי והיקף ההשקעה בהם.

לצד המטרה העיקרית של סיוע בהחלטה על קידום הפרויקט, לנוהל מטרות נוספות, ביניהן:

- זיהוי יעדי הפרויקט ומידת השגת היעדים.
- השוואה בין חלופות לישום הפרויקט.
- השגת אופטימיזציה בשילוב הפרויקט במקטעי ההפקה, האספקה וההולכה והפינוי הסביבתיים והארציים.
- שילוב מערכות בקרה.
- בדיקת ההשפעה והשילוב של הפרויקט ברשת המים.
- ריכוז של נתוני הפרויקט והשפעותיו במסמך מסכם אחד ליצירת שיח משותף של כל הגורמים המעורבים בקידום הפרויקט.
- מדדים לצורך קבלת החלטות לקביעת סדרי עדיפויות בין פרויקטים.
- מדדים לקבלת החלטות בנוגע להיקף ומשך החיים האופטימאלי של הפרויקט.
- הכנת מדדים להערכת היקף גידול האוכלוסין והגידול בצריכה לאורך חיי הפרויקט.

1.2 תכנית העבודה

תכנית העבודה לפרויקט כוללת ארבעה חלקים. בתום כל חלק יוגש דוח מסכם.

- ☐ **חלק 1** – סקירה של המצב הקיים במשק המים, בחינה של נהלים קיימים בתחום, סקירת ספרות בינלאומית וסקירה של בדיקות כדאיות שנעשות בישראל בתחומי תשתיות אחרים.
- ☐ **חלק 2** – פיתוח של המתודולוגיה הראשית בעבודה והגישות העיקריות לחישוב העלויות והתועלות. הדו"ח המסכם יכלול גם ניתוח מורחב של נתוני הביקוש וההיצע, תחזיות ומחירים בענף.
- ☐ **חלק 3** – בחלק זה יוגש דוח טיוטא של נוהל בדיקת הכדאיות ומודל ממוחשב להערות.
- ☐ **חלק 4** – עריכה סופית של נוהל בדיקת כדאיות מלא ומודל

הדו"ח להלן הינו דו"ח מסכם של חלק 1.

לוח 1: תכנית עבודה ולוח זמנים לפרויקט

בדיקות כדאיות כלכלית בתחום המים והביוב															לוח זמנים לפרויקט	
2015			2014													
3	2	1	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	משימות	שלב
															סקר מצב קיים	1 חלק
															בחינה של נהלים והנחיות ברשות המים	
															נהלים כלכליים בתחומי תשתית אחרים	
															סקר ספרות בינלאומי	
															דוח 1	
															עיקרי המתודולוגיה	2 חלק
															מתודולוגיה ראשית	
															עלויות הקמה תפעול ותחזוקה	
															הגישה העיקרית לחישוב התועלות	
															מדדי כדאיות	
															פרמטרים עיקריים בבדיקה	
															סקירת נתונים	
															נתוני ביקוש והיצע	
															ניתוחים סטטיסטיים	
															תחזיות ביקוש	
															מחירים	
															דוח 2	
															בנק נתונים	
															המגמות בעולם	3 חלק
															סיווג פרויקטים	
															המתודולוגיה הראשית	
															תועלות והשפעות הפרוייקט	
															סיכון ואי ודאות	
															הגדרת הפרמטרים ובנק הנתונים	
															פיתוח מודל	
															טיוטת נוהל מפורט ומודל	
															עריכת הערות	4 חלק
															נוהל סופי	
															פיתוח מודל	
															מודל	

1.3 סקירת משק המים

1.3.1 מבנה ארגוני

רשות המים וחברת מקורות הם הגופים העיקריים האמונים על ביצוע ויישום מדיניות משרד האנרגיה והמים והחלטות הממשלה בתחום המים והביוב.

רשות המים הוקמה בשנת 2007 והינה הזרוע הביצועית של הממשלה בתחומי מים וביוב. הרשות אחראית על ניהולו, תפעולו ופיתוחו של משק המים בישראל, לרבות שימור ושיקום מקורות המים הטבעיים, פיתוח מקורות מים חדשים ופיקוח על צרכני ומפיקי מים, במטרה לאפשר שירותי מים וביוב באיכות ובאמינות מרבית באופן יעיל תוך הגדלת הרווחה בת הקיימא של תושבי מדינת ישראל. הרשות הוקמה כדי ליצור גוף בעל ראייה כוללת של צרכי משק המים והביוב. רשות המים פועלת באמצעות מועצה (**מועצת הרשות**) שמורכבת מנציגי משרדי ממשלה בכירים ומנציגי ציבור. בסמכות מועצת רשות המים לקבוע כללים שונים ליישום המדיניות בנושאי מים וביוב, הסדרת משק המים, ביצוע מדיניות הממשלה, קביעת כללים, תעריפים, תקנים וכדומה.

חברת מקורות היא חברת המים הלאומית של ישראל הפועלת תחת אחריות שר האנרגיה והמים ומספקת כבר למעלה מ-75 שנה מים לתושבי מדינת ישראל: כ-80% ממי השתייה וכ-70% - מסך צריכת המים כולה. מערכת אספקת המים של מקורות מאחדת את מרבית מפעלי המים האזורי, את מערכת המוביל הארצי ואת מפעל ירקון נגב, ומשלבת מים מהכנרת, אקוות ההר ואקוות החוף, קידוחי מי ים ומים מליחים ומותפלים.

בעת האחרונה עבר משק המים הישראלי מהפך מבני ותשתיתי שכלל הקמת תאגידי מים וביוב במטרה לשפר ולתחזק את משק המים העירוני בצורה נאותה ולהקים מתקני התפלת מי ים ומפעלי השבת קולחין.

לוח 2: הגופים עיקריים בתחום המים והביוב בישראל

הפקת מים • "חברת מקורות" • תאגידי מים וביוב בתחום העירוני / רשויות מקומיות • אגודות מים פרטיות • מפעלי התפלת מי ים • מפעלי טיפול בשפכים – איגודי ערים לביוב, גופים פרטיים BOT • משרד החקלאות, הביטחון והאוצר	הקצאת המים • הרשות הממשלתית למים וביוב • משרד החקלאות • משרד התשתיות • משרד החוץ • רשויות מקומיות/תאגידי מים וביוב • וועדות בין משרדיות שונות: • הסכמים בינלאומיים, הסכמים עם שכנים, התפלה ועוד
הולכה וחלוקה • חברת "מקורות" • רשויות מקומיות ותאגידי מים • אגודות מים פרטיות בתחומי העיר והכפר • אגודות מים חקלאיות	איכות המים • משרד הבריאות • רשות המים • המשרד להגנת הסביבה
תמחור ורגולציה • מועצת רשות המים • הרשות הממשלתית למים וביוב • משרד הפנים • משרד האוצר • ועדת הכספים של הכנסת • משרד החקלאות • משרד התשתיות	

1.3.2 מאפייני הביקוש

כללי

משק המים והביוב בישראל כולל מספר סוגי מים לאספקה:

- מים שפירים – מים המשמשים לשתייה, לצריכה עירונית כגון עסקים, מוסדות, גינון ציבורי ולצריכה התעשייתית והחקלאית
- מים נחותים – מים בעלי ערכים שאינם מתאימים לשתייה אך מתאימים להשקיה בחקלאות, שימושים תעשייתיים, גינון ציבורי, הפעלת מערכות קירור וכדומה.
- מים מליחים – מים שאינם מתאימים לשתייה ומשמשים בדרך כלל להשקיה בחקלאות, שימושים שונים בתעשייה והתפלה לאיכות מי שתייה.
- מי קולחין – מי ביוב מטופלים לאיכויות שונות ומשמשים בעיקר להשקיה בחקלאות, גינון ציבורי ושימושים שונים בתעשייה, בעיקר הפעלת מערכות קירור.
- מי שפד"ן – מי ביוב בעיקר מגוש דן, מטופלים במתקן איגודן, מוחדרים לאקוויפר ונשאבים לצורך אספקה לנגב לשימוש להשקיה חקלאית.

הביקוש למים כולל חמישה מגזרים, בעלי מאפיינים ייחודיים:

- ☐ **משק הבית הישראלי** לרבות צריכה - עירונית, אחרת (עסקים), גינון, מוסדות ציבוריים, בתי חולים ועוד.
- ☐ **תעשייה** – צריכת מים המשמשת לייצור מוצרים לרבות מים המשמשים לתהליכי ייצור שונים.
- ☐ **חקלאות**
- ☐ **מים לטבע**
- ☐ **מים לשכנים** – בעיקר ממלכת ירדן והרשות הפלסטינית.

לכל אחד מהמגזרים מאפייני הביקוש ייחודיים, כמו גם ניהול מכסות צריכה הנקבעת על ידי רשות המים באופן שונה.

להלן ניתוח של המגזרים השונים.

המשק הביתי הישראלי

היקף הצריכה הביתי הוא כ- **700 מלמ"ק** כולל את התחום העירוני (רשויות מקומיות), הצריכה הביתית במגזר הכפרי, מוסדות שונים כגון: בתי חולים (מחוץ לעיר), בתי כלא, מחנות צבא וכל המים המשמשים לצריכה המסופקים על ידי חברת מקורות ומספקי מים אחרים.

הגידול בצריכת המים במשק הביתי מיוחסת לשתי סיבות:

- שינוי כתוצאה מהגידול הדמוגרפי.
- שינוי כתוצאה משינוי בצריכה לנפש עקב העליה ברמת החיים של האוכלוסיה.

הצריכה הביתית למגזרים מתנהגת כ פונקציה של מספר הנפשות וכמעט ללא מרכיב קבוע. די אם נציין כי צריכת המקלחות והשירותים מהווים יחד כ-70% מהצריכה הביתית. כשגם חלק מצריכת המים הנוספת הינה פונקציה של מספר הנפשות כמו כביסה, כיור אמבטיה המטבח (בעיקר) סה"כ כ- 25% מהצריכה לבית. הצריכה שאינה קשורה למספר הנפשות היא זו של הגינות הפרטיות המהווה בממוצע כ 5% מהצריכה הביתית

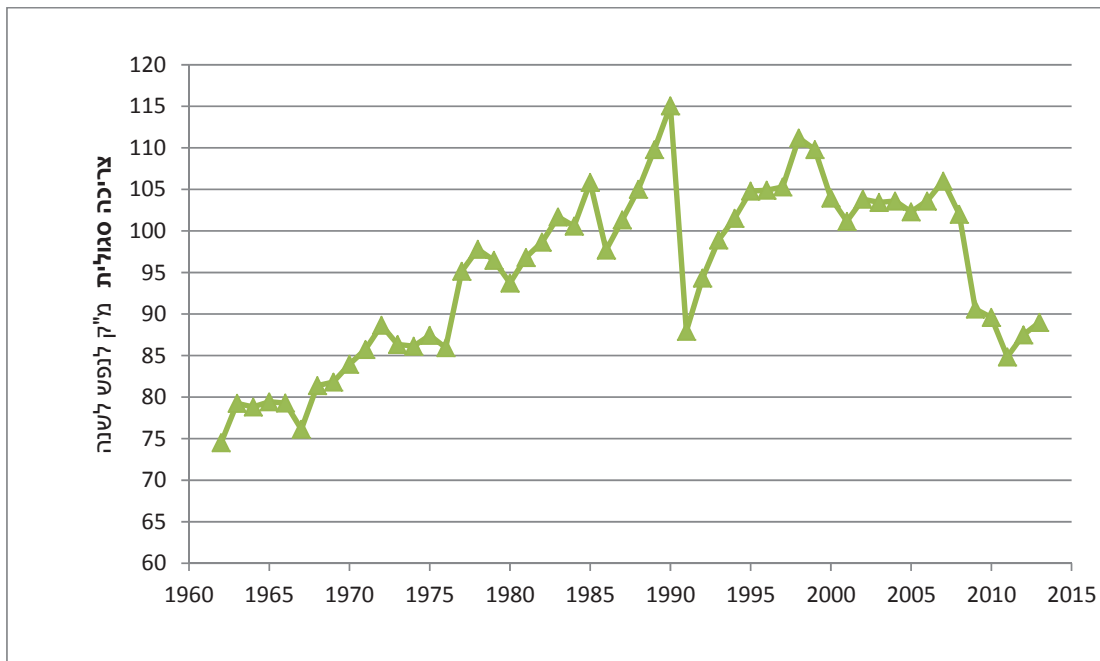
בשאר הצריכה הקשר מעט חלש יותר, עם זאת במקומות העבודה, בתי ספר ובתי חולים מדובר ביחס ישיר לכמות העובדים, התלמידים וכדומה, זאת לעומת הצריכה הציבורית המיועדת בעיקר לגינון ציבורי שאינו קשור בהכרח לגידול במספר התושבים בעיר..

לאור זאת, הגידול במספר הנפשות (בוודאי בטווח הארוך) יגדיל את היקפי צריכת המים במשק הביתי בשיעור דומה. שיעור גידול האוכלוסין במדינת ישראל עומד בשנים האחרונות על כ-1.8%. בהתאם לתחזיות הלמ"ס צפוי קיטון בשיעור הגידול לכ-1.4%.

השינוי בכמות הצריכה לנפש – החל משנות ה-60 ועד שנות ה-80 חלה עלייה ברמת הצריכה לנפש מכ 75 מ"ק לנפש לרמה של 105-100 מ"ק לנפש. החל משנות השמונים ועד 2008 לא נצפתה מגמה משמעותית של שינוי ברמת הצריכה הממוצעת למרות תנודתיות בין השנים. אולם, החל משנת 2009 חלה ירידה מהותית בהיקף הצריכה לנפש והצריכה ירדה לרמות של 80-90 מ"ק לנפש. צריכה זו נשמרת עד היום (תחזית הצריכה ל-2014 הינה 87 מ"ק לנפש בדומה ל-2013)

להלן גרף של רשות המים לצריכה במשק הביתי עד 2013 :

תרשים 1: צריכת מים ממוצעת לנפש במשק הביתי משנות ה-60



מקור: רשות המים

הסיבות האפשריות לירידה ברמת הצריכה לנפש הן :

- **עליית התעריפים במשק המים** - ב-2009 הוטל היטל צריכה עודפת שמשמעותו תוספת של 20 ₪ למחיר לקוב על צריכה שמעל 15 מ"ק לחודש למשק בית (לפי משק בית של עד 4 נפשות) לאחר מכן סכום הצריכה המינימאלית גדל. בשנת 2010 בוטל היטל הצריכה העודפת אך עם החלת הרפורמה בתעריפי המים וכניסת מתקני ההתפלה, חלה עלייה בתעריפי המים והביוב ביחס למחירי הבסיס בכ-30%.

- **קמפיין לחיסכון במים** לאור מצוקת היצע המים בישראל בשנים 2008-2010.

- **הקמת תאגידי המים** – הקמת התאגידים גרמה לצמצום פחת המים במגזר העירוני ויצרה מצב שבו צרכני המים משלמים תעריפי עלות בצריכת מים.

הירידה בצריכת המים לאור עליית המחירים מעידה על גמישות מחיר גבוהה של המגזר הביתי. כאמור, קשה לגזור בדיוק את היקף הגמישות בשל השפעות נוספות שחלו על הצריכה באותה תקופה.

להלן מספר היבטים המשפיעים על תחזיות הביקוש למים :

- יציבות מחירים והיעדר מחסור במים שעשויים להגדיל בחזרה את רמת הצריכה (גם אם באופן חלקי) לרמת הצריכה עד לשנת 2008.

- שיפורים טכנולוגיים שיביאו להמשך הקטנת הצריכה לנפש (דוגמת, טפטפות, דשא סינטטי, הדחת אסלות יעילה ושימוש במים אפורים), צמצום שטחי הגינון הציבורי ובניה לגובה במרחב העירוני הצפוף.

- עלייה ברמת החיים שתתבטא גם בהגדלת הצריכה לנפש.

הנחת אגף תכנון ברשות המים מניחה כי המגמות יאזנו זו את זו והצריכה לנפש תישאר יציבה. בתרחישים אחרים, הצריכה לנפש תעלה לאורך השנים בכ-0.5% לשנה.

צריכה בתעשייה

צריכת המים בתעשייה הינה כ-100 מלמ"ק בשנה.

מדובר בצריכת מים אשר משמשת כחומר גלם או חרושת לתעשייה בהיקף מהותי. במסגרת ההקצאה לתעשייה נכללים גם בתי מלון. במקרה כזה ניתנת הקצאה למפעל התעשייתי ובמקביל לכך מחיר מופחת. החל משנת 2015 יופסק המחיר המופחת לתעשיינים ובמקביל תופסק גם ההקצאה. הגם שהמים מהווים תשומה מהותית במפעלי התעשייה עלותם הכוללת בהליך הייצור היא כמעט תמיד שולית ביחס לכלל עלויות המפעל. לאור זאת סביר כי השפעת המחיר על הצריכה לא צפויה להיות מהותית.

בשנים האחרונות חלה ירידה מתונה בהיקף צריכת המים בתעשייה. גם כאן עומדים שיפורים טכנולוגיים מחד ומולם גידול בייצור שהאומד שלו אמור להיות הגידול בתוצר כ-4% בממוצע רב שנתי. הערכת רשות המים שהשינוי בצריכת המים בתחום התעשייה צפויה להיות אפסית.

חקלאות

כיום החקלאות מנוהלת באמצעות מכסות שנקבעות על ידי רשות המים. המכסה השנתית למים שפירים עומדת כיום על 1,800 מלמ"ק לשלוש השנים הבאות (ממוצע של 600 מלמ"ק לשנה), אם כי ההנחה היא שהצריכה תלך ותגדל עם השנים.

בשנת 2012 צריכת המים השפירים במגזר החקלאות עמדה על 430 מלמ"ק בלבד, כאשר שנה זו התברכה בגשמים שהתפרסו לאורך תקופת החורף כולו. מכסה נוספת של מי קולחין לחקלאות בהיקף של כ-450 מלמ"ק לשנה, ושל כ-170 מלמ"ק מים מליחים וכ-50 מלמ"ק מי שיטפונות.

תעריפי המים לחקלאות כיום, אינם משקפים את העלות הכוללת. הסכם החקלאים, שנחתם בין המדינה לנציגי החקלאים, קובע תהליך הדרגתי של השוואת תעריפי החקלאות עד לתעריף עלות, תוך התחשבות בכלל עלויות אספקת המים לרבות התפלה (תהליך שימשך עד שנת 2017). עוד נכתב בהסכם כי עלות המים השפירים תישא בסבסוד מים מליחים המשמשים לחקלאות, וכן כי מי השפד"ן לא יעלו על 1 ₪ למ"ק.

בעקבות מצב בו ההיצע צפוי לספק את משק המים בשנים הקרובות לאור המים ממתקני ההתפלה ושימוש במי קולחין, המכסה לחקלאות צפויה לגדול ותוגבל ליכולת האספקה בכל אזור, מאידך, עליית תעריף המים צפויה למתן הגידול בצריכה.

להלן פרמטרים עיקריים שצפויים להשפיע על היקף הביקוש השנתי בחקלאות:

- **מחיר המים** – כאמור תעריף המים לחקלאות עולה מדי שנה בהתאם למתווה שסוכם בין החקלאים לממשלה. ההערכה היא שכיום עלות המים לחקלאות הינה מעל 3 ₪, כאשר תעריף המים לחקלאות כיום הינו כ- 2.15 ₪ לקוב.
- **יציבות האספקה** – התנודתיות במכסות לחקלאים כפי שהתבטאה בשנים הקודמות גרמה להעדפה של גידולים חד שנתיים בעיקר גידולי שדה, על פני גידולים רב שנתיים כגון מטעים. הבטחת מכסות לאורך זמן עשויה לשנות את תמהיל הגידולים המקומי.
- **אקלים** – השפעת האקלים על הצריכה השנתית בחקלאות מהותית. בשנה גשומה, תקופת ההשקיה מתקצרת מחד, ומאידך עומדים לרשות החקלאים גם כמויות המים מתפיסת שיטפונות. כמו כן, יש לקחת בחשבון את המגמה של שינויי האקלים הגלובליים, המשפיעים על אורך תקופת ההשקיה.
- **שינוי ייעוד קרקעות וייעדי פיתוח של המדינה** – היקף השטחים שיוקצו לאורך זמן לחקלאות תלויים גם במדיניות הממשלה להקצאות קרקע לחקלאות, שינויי ייעוד קרקע לצרכים אחרים ומדיניות תמיכה כספית בחקלאית.
- **נגישות קולחין ואיכותם** – משק הקולחין הינו משק בהתהוות ולמרות שכיום יש כבר ניצולת של מעל ל-86%, יש התפתחויות שתשפיענה על מגמת הגידול. הראשונה קשורה בנושא איכות המים דבר שיאפשר נגישות של עוד גידולים למי הקולחין, והשנייה נוגעת לזמינות על ידי יצירת קווי הולכה בין מפעליים (ארוכים יותר) שמגיישים מי קולחין מהאזור העירוני הצפוף לאזורים מרוחקים.
- **שינויים טכנולוגיים** – תשומות המים מהוות מרכיב חשוב ויקר בחקלאות, כניסת טכנולוגיות לשימוש יעיל במים תצמצם את צריכת המים בחקלאות בעתיד.

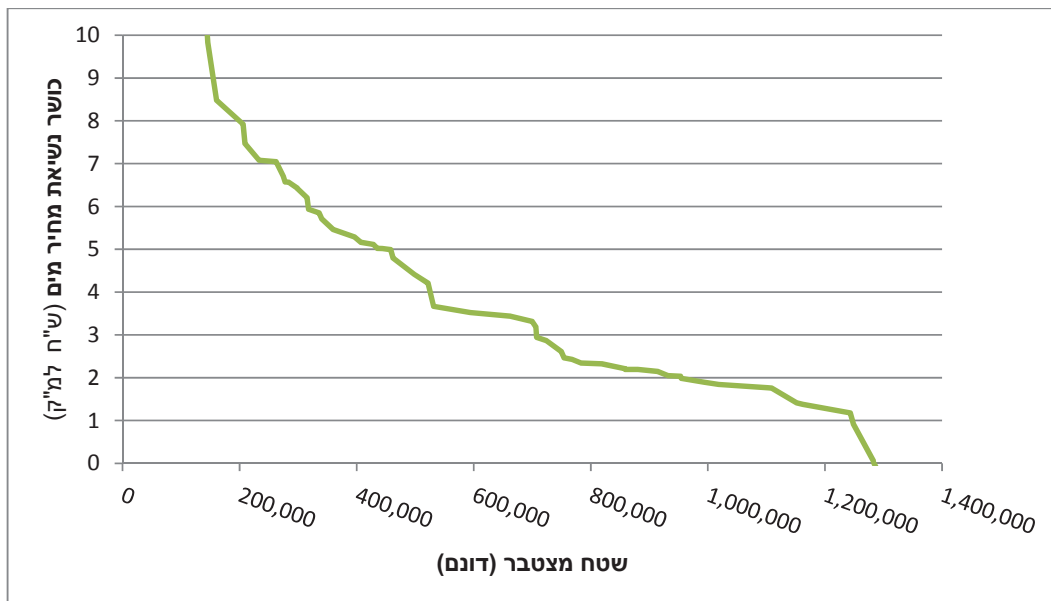
לוח 3: תעריפי המים לחקלאות ביחס לאומדן* עלותם

סוג השירות	כמות באלפי מ"ק	תעריף ממוצע (ש"ח למ"ק)	אומדן* עלות אספקת השירות (ש"ח למ"ק)	סבסוד אלפי ₪ לשנה
מים שפירים לחקלאות	286,600	2.15	3.17	291,448
שפד"ן	142,000	1.07	1.59	74,945
קולחין	63,000	0.94	1.30	22,669
מליחים	73,000	1.02	1.97	69,612
מים לטבע	25,000	0.08	1.18	27,625
סה"כ	589,600			486,299

הערות: האומדן חושב על ידי רשות המים

להלן גרף המציג את כושר הנשיאה הארצית של מחיר המים ביחס לשטחי גידול אפשריים (נתונים המבוססים על משרד החקלאות):

תרשים 2: כושר נשיאת מחיר המים בחקלאות יחס לשטחי גידול אפשריים בישראל



מקור: משרד החקלאות
התחשיב עליו מבוסס הגרף הוא למעשה כושר הנשיאה של גידול מסוים והיקף השטח בו הוא מגודל. ההנחה היא, שככל שמחיר המים יעלה מעבר לכושר הנשיאה של הגידול, החקלאות בשטח זה תיפסק.

כיום, כתוצאה מהגדלה של מכסות המים בשנתיים האחרונות ביחס לאלו שניתנו בשנים הקודמות, אין ניצול מלא של ההיצע המוקצה לחקלאות.

מים לטבע

אספקת המים לטבע כיום עומדת על כ-25 מלמ"ק.

שפיעת המים הטבעית נאמדת בכ- 200 מלמ"ק לשנה. המים לטבע מתומחרים כיום לפי עלותם השולית.

המחויבות של רשות המים היא להגדלה הדרגתית של הקצאת המים לטבע עד ל-50 מלמ"ק לשנה עד לשנת 2020.

מים לשכנים

מדינת ישראל מספקת מים לממלכת ירדן ולרשות הפלסטינית.

אספקת המים לירדן הינה חלק מהסכמי השלום עימה וכיום מסופקים בהתאם להסכם זה כ-50 מלמ"ק. קיים צפי להגדלת הכמות בעוד 20 מלמ"ק. רמת אספקת המים בירדן כיום נמוכה מאוד, קיימות תכניות להקמת מתקן התפלה בעקבה.

אספקת המים לפלסטינים הינה בהתאם להסדרים בין הצדדים, כשהעיקרון המנחה הוא שהפלסטינים נדרשים לשלם בגין המים עלות ריאלית מלאה. בשנת 2014 מדינת ישראל צפויה לספק לרשות הפלסטינית 61 מלמ"ק. כיום הפלסטינים מספקים ממקורות עצמיים שלהם כ-150 מלמ"ק. על פני הדברים נראה כי אין לפלסטינים מקורות לספק את הגידול בביקוש, כאשר צפי הגידול באוכלוסיה הוא כ-3.7% לשנה. כן, יתכן כי תיידרש החלפה של מקורות המים הקיימים במקורות מים חלופיים.

מהאמור לעיל נובע ששאלת אספקת המים לשכנים הינה סוגיה גיאופוליטית. מחד, לא מן הנמנע שהצרכים של שכנותינו יהיו כאלו שיידרשו הגדלה מהותית של כמויות האספקה מישראל. מאידך, ייתכן שהן בשל מגבלות היצע והן בשל מגבלות פוליטיות האספקה תהיה נמוכה משמעותית.

1.3.3 מאפייני ההיצע

מרכיבי ההיצע וסוגי התשתיות

היצע המים של ישראל כולל **שבעה אגנים ראשיים** (חלקם כולל מספר אגני משנה) ו**שני מקורות מים מעין תעשייתיים – מי ההתפלה והשבת הקולחין**.

האגנים

האגנים מהווים את המתחמים אליהם מתנקזים (או התנקזו) מקורות המים הטבעיים והם משמשים מעין מאגרי מים לשימוש שוטף. במקרים מסוימים, האגנים משמשים את סביבתם ומהווים את מקור המים הבלעדי באזורם ובמקרים אחרים האגנים משמשים חלקים נרחבים של המדינה (ומהווים על כן חלק מהמערכת הארצית).

שני מושגים עיקריים הדרשים להבנת יכולות אספקת המים של האגנים:

- **מילוי חוזר/ מילוי טבעי** – כמות המים שנקלטת באגן כתוצאה מהמשקעים שירדו במהלך תקופה נתונה, בד"כ שנה (לרבות כתוצאה מניקוז לתוך האגן).
- **אוגר** – מלאי המים הקיים ביום נתון באגן.

המילוי החוזר מהווה את המקור השנתי השוטף לשימוש במים. מטבע הדברים בשנה גשומה המילוי החוזר רב ואילו בשנה שחונה המילוי החוזר נמוך. האוגר מהווה מעין "רזרבה" בעת מחסור וכלי אגירה בעת עודפים. השימוש באוגר מהווה את אחד הכלים ליצירת איזון בין ההיצע המושפע מכמות הגשמים לבין הביקוש המושפע באופן הפוך מכמות הגשמים ומהיבטים אחרים.

שבעת האגנים בישראל הם:

1. אגן הכינרת
2. אגן החוף
3. אגן ירקון תנינים
4. אגן ההר המזרחי
5. אגן הגליל המערבי
6. אגן הכרמל
7. אגן הנגב והערבה

שני מושגים חשובים להבנת המים מערכת אספקת המים בישראל הם המערכת הארצית ואזורים מבודדים:

- **המערכת הארצית** – הינה מערכת הולכה לאזורים נרחבים בארץ ומאפשרת שימוש במים מאגנים מרוחקים לכלל הארץ. כך למשל אזור ההר בו חסרים מקורות מים נהנה מאספקת ממערכת ההולכה הארצית שמספקת מים מאגני החוף, ירקון תנינים והכינרת וממערכת ההתפלה.
- **אזורים מבודדים** – אזורים בהם הולכת המים מנותקת מהמערכת הארצית והיא נסמכת על כמות המים הקיימת באזור.

ישנם אזורים המסתמכים בעיקר על מערכת האגנים הקרובה עם זאת קיים חיבור למערכת הארצית למקרי עודף וחוסר מקומי.

להלן תיאור קצר של האגנים :

אגני ההר המזרחי

נמצאים בשטחי יהודה, שומרון, הבקעה והגליל התחתון. אגנים אלו מתנקזים מאזור שדרת ההר המרכזית לכוון מזרח וצפון מזרח. ארבעת האגנים המזרחיים הראשיים :

1. אגן ההר המזרחי.
2. האגן הצפון מזרחי.
3. אגן הגליל התחתון.
4. אגנים קטנים נוספים ממזרח לשומרון.

המילוי הטבעי הרב-שנתי של כלל האגנים נאמד ב- 365 מלמ"ש.

מי התהום באגנים זורמים בעיקר לכוון מזרח, שם הם מתנקזים באופן טבעי כמעיינות. המעיינות נובעים בשולי ים המלח, שולי הגליל, בעמקים הפנימיים, בבקעת הירדן וכמעיינות שעונים בהר. השפיעה השנתית הממוצעת של המעיינות מוערכת בכ- 237 מלמ"ק, מהם כ- 163 מלמ"ק מים מליחים וכ- 74 מלמ"ק מים שפירים.

באגן ההר המזרחי קיימות עדיין כמויות לא ידועות של מי תהום בלתי מנוצלים. בנפח של עשרות מלמ"ש אשר מרביתם מתנקזים בזרימה תת קרקעית מזרחה לעבר המעיינות המלוחים הנובעים בחוף ים המלח או בנביעות תת ימיות. ניצול מי תהום בשולי הבקעה מוגבל הן בשל סכנות המלחה והן בשל העלות הגבוהה של הובלת המים לאזורי הצריכה בהר. בגב ההר קיימות מגבלות ניצול עקב תפוקה יחסית נמוכה של קידוחים וההכרח לשאוב מעומק רב. האגנים משמשים כאמור בעיקר את אזור בקעת הירדן והגליל התחתון. מדובר באזורים המנותקים מהמערכת הארצית, שהאגנים הם מקור המים היחיד שלהם באזורים אלו.

תרשים 3: אגני ההר המזרחי

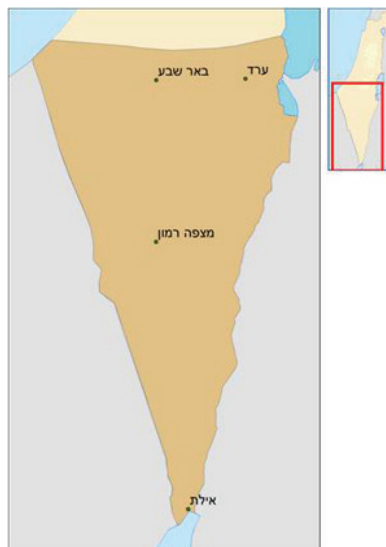


אגן הר הנגב והערבה

משתרע ממרחבי סיני בדרום עד צפון-מזרח הנגב והערבה. בדומה לאגני ההר המזרחי מערכת אספקת המים לאזור הנגב הדרומי והערבה מנותקת מהמערכת הארצית ומבוססת על סדרת קידוחים לאגן הידרולוגי זה. חלקו הצפוני והמערבי של הנגב קשור למערכת הארצית. קיימת תוכנית לחיבור כלל מרכיבי האגן למערכת הארצית.

באגן נכללות שלוש יחידות הידרולוגיות שמאופיינות במילוי חוזר נמוך בגלל הגשם המועט ושיעור ההתאדות הגבוה. מילוי שכן מתבצע הוא תוצאה של שיטפונות באזור. האקוויפרים מכילים גם מים עתיקים שגילם כ-30,000 שנים, שהצטברו בתקופות גשומות בעבר. שיעור המילוי נמוך מהותית משאיבת המים ועל כן האוגר הולך ופוחת. אוגר מי-התהום באקוויפר זה נאמד במאות מיליארדי מטרים מעוקבים ומשך זמן השימוש המוערך בהם הינו עשרות עד מאות שנים. מי תהום מליחים שחלקם בעומק רב, בטמפרטורות גבוהות והניצול שלהם מחייב טיפול מיוחד ויקר. מדובר במים מליחים הדורשים הליך התפלה ובעלי שימוש מוגבל למטרות בית. בשנים האחרונות השאיבה מאגן זה הינה כ-100 מלמ"ק/שנה.

תרשים 4: אגן הר הנגב והערבה



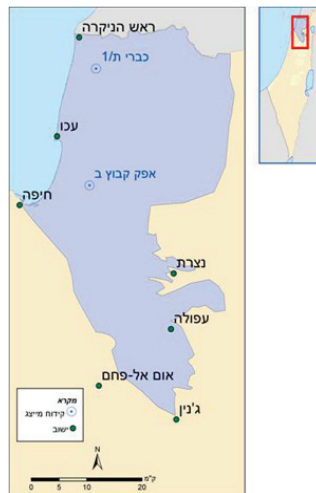
אגן הגליל המערבי

אגן הגליל המערבי מנקז את הרי הגליל המערבי אל עבר הים התיכון. האגן משתרע מחוף הים במערב ועד קו פרשת המים במזרח, ומעמק יזרעאל בדרום ועד גבול ישראל-לבנון בצפון.

המילוי החוזר של אגן הגליל המערבי נאמד בכ- 140 מלמ"ק בשנה בממוצע. המוצאים הטבעיים העיקריים של האגן הם מעיינות כברי ונעמן, אשר שפיעתם ההיסטורית הייתה כ- 85 מלמ"ש בנוסף לדליפה אל הים התיכון ולעמק יזרעאל. כיום מרבית המעיינות אחוזים והאגן מנוצל על ידי קידוחים רבים. בעשר השנים האחרונות נשאבו מהאגן כ- 85 מלמ"ק בשנה והשפיעה הכוללת של המעיינות קטנה לכדי כ- 35 מלמ"ש בממוצע.

אגן הגליל המערבי הינה מערכת חצי עצמאית, הוא אמור לספק את המים לאזור עם זאת הוא מחובר למערכת הארצית וקולט ממנה מים כדי לספק את הביקושים באזור.

תרשים 5: אגן הגליל המערבי



אגן הכרמל

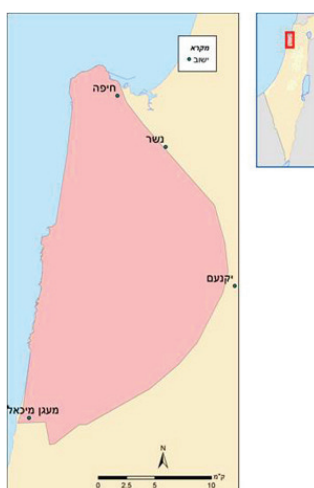
אגן הכרמל משתרע דרומית למפרץ חיפה, אורכו כ-30 ק"מ ורוחבו נע בין 5 ק"מ בצפונו ובדרומו לבין 17 ק"מ במרכזו.

רכס הכרמל מתנשא לגובה של כ-500 מטר מעל פני הים ומשתפל בתלילות אל הים התיכון במערבו ואל עמק יזרעאל במזרחו. המילוי החוזר לאקוויפר מוערך בכ-41 מלמ"ש, התפוקה הממוצעת מאגני הכרמל היא כ-34 מלמ"ש, כ-5 מלמ"ש ממנה הינה שפיעת מעיינות.

באזור המערבי ביותר, חוף הכרמל, איכות המים נמוכה ומאופיינת בריכוזים גבוהים של כלוריד, בשנים האחרונות הוקמו בשל כך מתקני התפלה במעגן מיכאל, בעתלית ובמעייין צבי, אשר מטפלים בלמעלה מ-12 מלמ"ש ומנצלים ביעילות מים אלו.

גם אגן הכרמל הינו מעין אזור חצי מנותק הוא מספק את המים בעיקר לתחומי, עם זאת קיים חיבור שלו אל המערכת הארצית.

תרשים 6: אגן הכרמל



אגן הכנרת

אגן הכינרת מוגדר כמכלול של כל תת-אגני מי התהום, אשר הניקוז הטבעי המשותף שלהם הוא אגם הכנרת.

האגן משתרע מרכס החרמון בצפון עד לכינרת בדרום. הגבול המערבי הינו קו פרשת מי התהום הארצית בגליל. הגבול המזרחי נקבע בגולן, בגבול אגן היקוות הירדן.

מקורות המילוי החוזר הם משקעים ישירים (גשם ושלג) וכן זרימה צידית מאגנים שכנים מעבר לגבול. בניגוד ליתר האגנים, באגן זה מנוצלים בעיקר מים עיליים בשאיבה ישירה מן הכינרת, וכן מנחלים ומעיינות במעלה.

מי תהום מנוצלים בהיקף קטן בלבד. עד שנות ה-90 נשאבו במוצק כ-35 מלמ"ק בעיקר באזור הגליל העליון המזרחי (כ-20 מלמ"ק). החל משנות ה-90 גדל היקף ההפקה לכ-60 מלמ"ק, כתוצאה מפיתוח קידוחים בגולן (כ-10 מלמ"ק) ובגליל התחתון, ממערב לכינרת (כ-30 מלמ"ק). איכות המים המופקים טובה מאד.

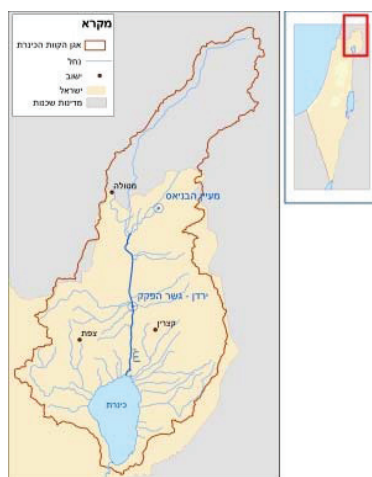
מקורות המים לכינרת הם נהר הירדן העליון (תורם לאגם כ- 440 מלמ"ק בשנה בממוצע), הגשם הישיר על פני האגם (כ- 65 מלמ"ק בשנה), נחלים המתנקזים לאגם מרמת הגולן ומהגליל המזרחי (כ- 80 מלמ"ק בשנה בממוצע) ומעינות (40-30 מלמ"ק בשנה). ההתאדות השנתית הממוצעת מהאגם מסתכמת בכ- 230 מלמ"ק. כלומר מילוי חוזר נטו של כ-390 מלמ"ק (מקדם השתנות של 61%).

השונות הגבוהה של התקבולים מן המקורות באה לידי ביטוי במקדם שינוי גבוה של המים הזמינים. מפלס הכנרת תלוי בכניסות ויציאות המים הטבעיים ממנה ומשאיבות שהיקפן נקבע על פי החלטות תפעוליות ברשות המים. אתר השאיבה המרכזי מהכנרת נמצא בחופה הצפון-מערבי (אתר "ספיר של חב' "מקורות") והוא מספק למערכת המוביל הארצי שמספקת את מי הכנרת לאזורים שונים בארץ.

המים מהאגן מובלים בתוך האזור במערכת סגורה (שלמעשה לא יכולה לקבל מים מהמערכת הארצית עם זאת כמות המים באגן גדולה ואין צורך בחיבור למערכת הארצית).
הכינרת עצמה כאמור מחוברת למערכת הארצית ומהווה מקור מים מהותי שלה.

הכינרת מהווה מעין מאגר תפעולי גדול ומהווה את ה"רזרבה" הגדולה לאיזון בין פערי היצע וביקוש. זאת הן בשל האוגר הגדול והן לאור גמישות ההפעלה היחסית גדולה של המערכת ביחס למתקני ההתפלה.

תרשים 7: אגן הכנרת



אגן החוף

אקוויפר החוף הינו מאגר מי תהום המשתרע בתת הקרקע מישור החוף בישראל. האקוויפר משתרע בתוואי של סלעי חול וכורכר על פני שטח של כ-1800 קמ"ר, מהכרמל בצפון ועד חבל עזה בדרום ולרוחב רצועה הנמשכת מקו החוף במערב ועד 20-7 ק"מ מזרחה. המילוי החוזר הטבעי לאקוויפר זה מוערך בכ-232 מלמ"ק בשנה, והוא מנוצל במלואו במאות קידוחים הפרוסים בכל שטחו.

למרות שמבחינת מילוי חוזר הוא השלישי לאחר אקוויפר ההר (ירקון תנינים) והכינרת, אקוויפר זה מהווה מאגר תפעולי חשוב מכיוון שהוא היחיד היכול לאגור נפח מים גדול לתקופה רב-שנתית. ואכן, בשנים ברוכות מוחדרים לאקוויפר בנקודות שונות מים הנאספים ממאגרים אחרים בארץ בנוסף למי שיטפונות.

תרשים 8: אגן החוף



אגן ירקון תנינים (אקוויפר ההר)

האגן משתרע בין רכס הרי יהודה ושומרון במזרח ובין חוף הים התיכון במערב. בצפון, גובל האגן בעמק יזרעאל ובשולי המורדות הדרומיים של הכרמל. בדרום, גובל האגן בסיני. בחלקו המערבי, מונח אגן ירקון-תנינים מתחת לאגן החוף ומופרד ממנו על ידי סלעים אטימים.

הערך הממוצע הרב-שנתי של המילוי הטבעי נאמד בכ-332 מלמ"ק לשנה עם מקדם השתנות של 31%. תחת גוף המים המתוק באגן ירקון-תנינים מצוי גוף מים מלוח במגע חד. ניצול מוגבר של אגן ירקון-תנינים עלול לגרום, בין היתר, לעליית המים המלוחים לשכבות שהיום רוויות במים מתוקים. בצפון האגן, נצפתה תופעה זו כתוצאה משאיבת יתר בקידוחים הממוקמים לרגלי שדרת ההר. בצפון האגן שואבים משני גופי המים (המתוק והמלוח) במקביל על מנת למנוע את התפשטות המים המלוחים צפונה.

סוגי תשתיות

- קיימים סוגי תשתיות שונים ליצור, אספקה וטיפול במים כדלהלן:
- ייצור והפקת סוגי המים בהם: מתקני התפלה לייצור מים, קידוחי מים להפקת מים, מתקני טיפול בשפכים שהינם ספקי המים למפעלי הקולחים.
 - הולכת מים במערכת הארצית – בעיקר תשתית חברת מקורות הכוללת צינורות, מתקני שאיבה, מאגרים תפעוליים ובריכות.
 - הולכת מים במערכת אזורית או מקומית – בעיקר תשתיות מים בתחום העירוני והכפרי ומערכות חלוקת מים פרטיות בחקלאות.
 - מערכות איסוף שפכים – בעיקר תשתיות עירוניות ובין אזוריות לאיסוף והולכת שפכים.
 - מערכות טיפול בשפכים – מט"שים.
 - מפעלי השבת קולחים – קווי אספקה, תחנות שאיבה ומאגרים לאיגום קולחים.

כמות הגשם והשפעתה על המילוי החוזר

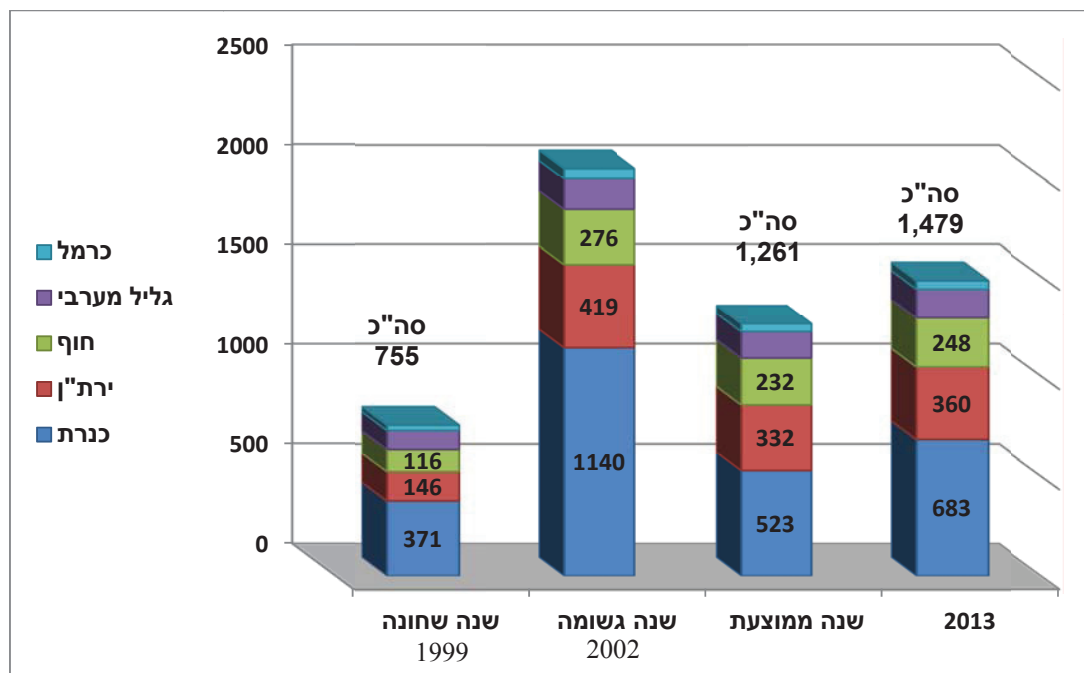
עונתיות ותלות בגשמים הם הגורמים בעלי השפעה מרכזית להיצע המים. בטבלה להלן מוצגת כמות הגשם השנתית ב-20 השנים האחרונות וניתן לראות את השונות הרבה במשקעים בין השנים. היקפי המילוי החוזר מושפעים מכמות הגשמים השנתית.

לוח 4: כמות המשקעים השנתית בישראל ב 20 השנים האחרונות

משקעים	שנת חורף	
426	1993	1994
556	1994	1995
535	1995	1996
571	1996	1997
460	1997	1998
210	1998	1999
421	1999	2000
492	2000	2001
636	2001	2002
823	2002	2003
422	2003	2004
212	2004	2005
425	2005	2006
504	2006	2007
359	2007	2008
338	2008	2009
524	2009	2010
308	2010	2011
609	2011	2012
507	2012	2013
467	ממוצע	
145	שונות	

להלן דוגמא של מספר שנים המשקפות את היקפי המילוי החוזר ביחס לכמות המשקעים.

תרשים 9: היקפי המילוי החוזר ביחס לכמות המשקעים בשנים נבחרות במלמ"ק



מקור: רשות המים

ניתן לראות כי ניהול התפעול של משק המים הינו משימה מאתגרת לאור העובדה שהצריכה השנתית די קבועה לעומת היקף המילוי החוזר שמתאפיין בשונות גבוהה בין השנים. רצף שנים שחונות גורר שינויים בשיגרת האספקה, עצירת הפקה באזורים מסויימים ואספקת המים מאזורים מרוחקים ואחרים או ממתקני ההתפלה. שונות זו גוררת עלות עודפת בתשתית ההולכה הארצית לשינוע מים מאזור לאזור וכן שונות גבוהה בצריכת האנרגיה של המשק הארצי. צמצום ההפקה מחייבת שינויים במכסות השנתיות לצורך הגנה על מקורות המים הטבעיים.

מאזני היצע וביקוש בעת האחרונה

להלן לוח המתאר את מאזן הביקוש והיצע המים:

לוח 5: מאזן ביקוש והיצע מים בשנים האחרונות

2013	2012	2011	2010	
1526	822	419	297	אוגר בסיום שנה
1650	1390	1060	1175	היצע מים טבעיים
376	312	293	255	התפלת מי ים
35	28	22	22	התפלת מליחים
2061	1730	1375	1452	סה"כ היצע
700	685	647	660	בית
87	87	86	86	תעשייה
440	430	400	430	חקלאות
25	20	15	9	טבע
105	105	105	105	שכנים
1357	1327	1253	1290	סה"כ ביקוש

מקור: רשות המים

מהנתונים עולה מצב משק המים בסוף שנת 2009, בה נקבע היטל צריכה עודפת וצמצום מהותי של הצריכה בשנה זו. בנוסף ניתן לראות את השיפור הדרמטי של ההיצע בשנים 2012 ו 2013 עם השלמת הקמת מתקני ההתפלה וגידול בהיצע מים טבעיים. הפער בכמות הגשמים בין שנה שחונה לשנה גשומה נאמד בכ – 600 מלמ"ק ובממוצע בכ- 400 מלמ"ק, פער זה יושלם בגידול בהיקף ההתפלה כפי הנראה.

מי התפלה

תפקידם של מי ההתפלה הוא לא רק לאזן את המערכת אלא להעמיד את האוגר ברמה מניחה את הדעת, להשיב מים לטבע ולמנוע מחסור במים עתידי באזור אגן הר הנגב והערבה.

לצורך כך במדינת ישראל פועלים כיום 4 מתקני התפלת מי ים (בנוסף למתקן התפלה אילת): באשקלון, פלמחים, חדרה ושורק. מתקנים אלו פועלים בשיטת אוסמוזה הפוכה (SWRO) ומספקים מים באיכות מעולה למערכת המים הארצית. מתקן התפלה נוסף באשדוד מצוי בשלבי סיום הקמה. מתקן ההתפלה באשדוד צפוי להתחיל לספק 100 מלמק"ש בשנת 2014.

להלן טבלה המתארת את פוטנציאל יכולת ההתפלה של המתקנים :

לוח 6: קיבולת פוטנציאלית של מתקני ההתפלה

מקום המתקן	שם הזכיון	שלב הביצוע	כמות מים שנתית (מלמ"ק)	מועד תחילת אספקת המים
אשקלון	VID	תפעול	120	אוגוסט 2005
פלמחים	Via Maris	תפעול	45	יוני 2007
הכפלת פלמחים	Via Maris	תפעול	45	אוגוסט 2013
חדרה	H2ID	תפעול	145	דצמבר 2009
שורק	SDL	תפעול	150	נובמבר 2013
אשדוד	מקורות ייזום	הקמה	100	2014
סה"כ			605	

מקור : רשות המים

השבת מי קולחין

במדינת ישראל מיוצרים מדי שנה כ- 490 מיליון מ"ק שפכים. מרבית השפכים מטופלים ומשמשים לאחר מכן לשימוש חוזר בעיקר להשקיה בחקלאות.

טיפול בשפכים מבוצע במכונים לטיפול בשפכים (מט"ש), איגום והולכה של המים המטופלים לשימוש חוזר בחקלאות.

שיעור השבת הקולחין בישראל עומד על כ- 86%, מרביתם לשימוש חקלאי. מדובר בשיעור ההשבה הגבוה בעולם. ההשבה מתבצעת באמצעות כ- 135 מפעלים המספקים כ- 490 מיליון מ"ק בשנה. כמות זו מהווה כ- 35% מסך המים המסופקים לחקלאות וכ- 20% מסך המים המסופקים במדינה לכל השימושים.

בהתאם לתוכניות משק המים, בתוך כ- 5 שנים ינוצלו כ- 95% ממי הקולחין לשימושים השונים. תשתית מפעלי השבת הקולחין אזורית תוך יצירת תשתיות לניוד מים בין אזורים שונים ליצירת איזון בין ההיצע הקיים ביישובים העירוניים לביקושים הקיימים באזורים החקלאיים.

סיכום ההיצע

להלן טבלה מסכמת של ההיצע השנתי הממוצע של המים בישראל:

לוח 7: סכום היצע שנתי ממוצע של משק המים בישראל

מקור	מים שפירים	סה"כ מים
אגן מזרחי	80	365
אגן הר הנגב והערבה	-	-
גליל מערבי עמקים	85	85
כרמל	41	41
אגן כינרת	450	450
אגן חוף	232	232
ירקון תנינים	332	332
התפלה (2015)	605	605
קולחין		490
סה"כ היצע המים	1,825	2,315

מקור: רשות המים
הערות: הנתונים הם ההיצע השנתי הממוצע לאחר השלמת הקמת מתקן ההתפלה החמישי באשדוד.

כיום קיים עודף היצע במשק המים עקב הקמת יכולת ייצור משמעותית מהתפלה בשנים האחרונות. חלק מעודף ההיצע נועד לייצוב האוגרים לרמה נדרש, חלקו נועד לאספקת ביקושים שיגדלו בעתיד.

המטרה כיום בתחום ההיצע היא להגדיל את אספקת הקולחין ל-95% מפוטנציאל המים להשבה. מטרה זו תושג על ידי השקעה במפעלי ההשבה.

בתחום ההתפלה, קיימת תכנית להקמת מתקן התפלה נוסף באזור שמרת לאספקת ביקושים בצפון המדינה.

1.3.4 תקציב השקעות ועלויות

השקעות ותקציב

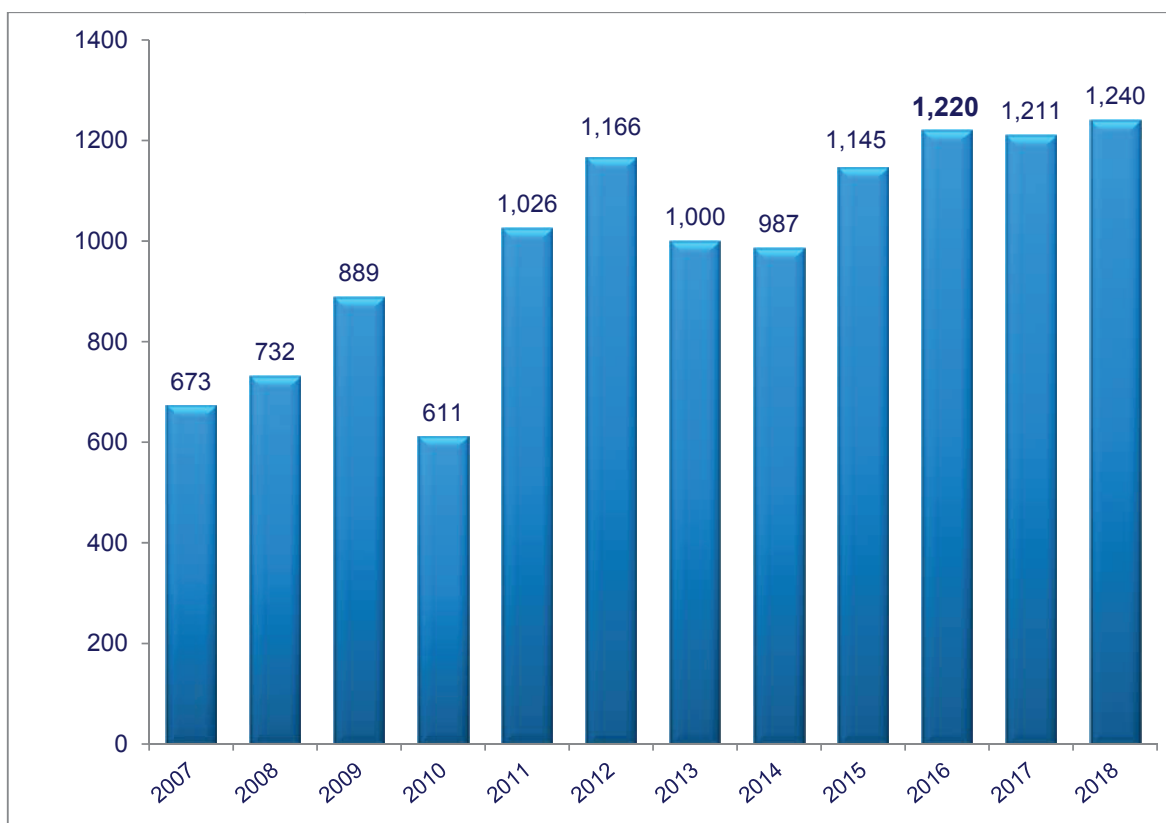
להלן נתונים ותחזית השקעות של חברת מקורות לשנים 2007-2018.

ההשקעה הממוצעת בשנים 2011 ואילך גבוהה בממוצע בכ - 50% מההשקעה השנתית הממוצעת בשנים 2007-2010 ואף יותר מכך.

ניתן לראות כי היקף ההשקעה צמח מכ- 600 מיליוני ₪ לשנה ל 1.1 – 1.2 מיליארד ₪ לשנה. בשנת 2007 החליטה הממשלה כי תעריפי המים יישאו בעלות הכוללת של ההשקעות במשק כולל כיסוי עלות הקמת מתקני ההתפלה. להיקף ההשקעה הכולל של חברת מקורות השפעה על התעריף לצרכן.

תרשים 10: נתוני השקעה ותחזית השקעות של חברת מקורות לשנים 2007-2018

במיליוני ש"ח לשנה, מחירים שוטפים



מקור : חברת מקורות

עיקר ההשקעות הינן תגבור אספקה במערכת הארצית לצורכי המשק הביתי וחקלאות.

להלן טבלה המרכזת את תכנית ההשקעות למשק המים לפי סוג הפיתוח:

לוח 8: תכנית השקעות למשק המים לשנים 2013 - 2017

באלפי ש"ח

סה"כ	2017	2016	2015	2014	2013	
575,305	100,860	76,667	47,481	90,182	260,116	חיבור מתקני התפלת מים וקליטתם
3,066,856	669,153	785,731	781,265	544,005	286,704	מענה לצרכי א.מ. לצריכה ביתית
456,209	87,736	79,754	42,939	93,203	152,576	תוספת מים שפירים למערכת
920,084	227,900	177,155	173,280	192,970	148,779	תגבור אספקת מים לחקלאות
152,233	24,234	22,600	56,018	32,261	17,120	איכות מים
294,759	80,890	69,131	49,090	53,811	41,838	אמינות
5,465,446	1,190,772	1,211,037	1,150,072	1,006,432	907,133	סה"כ
666,692	90,167	113,895	171,005	172,450	119,175	חידושים ושיפורים
6,132,139	1,280,939	1,324,933	1,321,077	1,178,882	1,026,308	סה"כ

מקור: רשות המים
הערות: הפער בין התרשים לנתונים בטבלה נובעים מכך שתחזית ההשקעות נתונה לשינויי רגולציה והחלטות מועצת רשות המים.

בשנים האחרונות חברת מקורות מבצעת מספר מגה פרויקטים. העיקריים בהם הינם:

- חיבור מתקני ההתפלה – המטרה היא שינוי מערכת ההספקה הארצית מאספקה מצפון הארץ דרך המוביל הארצי, לאספקה ממערב לכיוון מזרח ואזורי הצריכה. היקף ההשקעה הכולל של חיבור מתקני ההתפלה נאמד בכ – 2.5 מיליארד והוא צפוי להסתיים בשנים הקרובות כמוצג בטבלה מעלה.
- מגה פרויקט נוסף בהיקף של מעל 2 מיליארד ₪ הינו המערכת החמישית לירושלים, שעיקרו התקנת צינור 100 צול שחלקו עובר באזור ההר במנהרה.

עלויות הפקת המים

בטבלה להלן מפורטים עלויות הפקת המים לפי מקור המים. עלות ההתפלה גבוהה כמעט פי 3 מעלות הפקת מים ממקורות טבעיים. עלות הולכת מי קולחין גבוהה בכ 50% מהפקת מים מאגנים תת קרקעיים.

מקור	עלות ש"ח למ"ק	הערות
הפקת מים מהאגנים התת קרקעיים	1.00	
הפקת מים מאגנים עיליים לחקלאות	0.25	
הפקת מים מאגנים עיליים לבית	1.17	עיקר העלות הינה הליך סינון המים הנדרש במים לבית ממקור עילי
עלות התפלה	3.00	
עלות הולכת מי קולחין	1.45	עלות הטיפול מוטלת על המזהם. לפי העלויות של חברת מקורות (ממוצע שפד"ן ויתר הקולחין)
עלות הפקה והובלה הממוצעת של מקורות למים שפירים לפתח העיר	3.5	

מקור: רשות המים

עלות התשתיות

מתקני הפקה:

- א. **מפעלי התפלת מי ים** – מאז שנת 2005 החלו בפעולתם מפעלי התפלת מי ים. עד כה הוקמו 4 מפעלים על ידי המגזר הפרטי בשיטת BOT ועוד מתקן מוקם בימים אילו על ידי חברת מקורות ייזום (חברה בת של חברת מקורות), התפוקה השנתית של מתקני ההתפלה לאחר שכל המתקנים יופעלו במלואם תעמוד על כ- 600 מלמ"ק בקירוב.
עלות הקמת חמשת מתקני ההתפלה מוערכת בכ- 6 מיליארד ₪.
- ב. **קידוחים** - קידוחי מים מהאקוויפר הם בבעלות חברת מקורות וספקים מקומיים שונים ביניהם תאגידי מים וביוב, אגודות מים, רשויות מקומיות ובעלי קידוחים פרטיים. סך הקידוחים הפעילים במשק המים מסתכמים בכ- 1,300.
- עלות קידוחי הפקה במגזר העירוני מוערכת ב- 0.5 מיליארד ₪.
 - עלות קידוחי הפקה בבעלות חברת מקורות מוערכת ב- 5.5 מיליארד.
 - עלות הקידוחים הפרטיים במגזר הכפרי והחקלאי אינה ידועה ומוערכת בכ- 0.5 מיליארד לפחות.
- ג. **מתקני טיפול בשפכים** – מתקני הטיפול הינם מעין מתקני הפקה למי קולחין המשמשים בעיקר לחקלאות.
- היקף השפכים המיוצרים בישראל: 490 מלמ"ק בשנה.
 - אחוז תושבי ישראל המחוברים לביוב: כ- 95%. אחוז ההתבייבות בישראל גבוה ביחס לעולם.
 - כל השפכים המבוייבים מטופלים בכ- 376 מכוני טיהור שפכים, כאשר 86% מהשפכים מטופלים ב-85 מטי"שים גדולים.
 - כ- 25% מכלל השפכים בארץ מטופלים במתקן אחד: השפד"ן, ועוד 25% מטופלים ב-7 מתקנים גדולים נוספים, להלן מתקני הטיפול הגדולים והיקפי הטיפול בהם.

לוח 9 : מתקני הטיפול בשפכים הגדולים

מתקני הטיפול הגדולים	היקף השפכים המטופלים בשנה (מלמ"ק)
שפד"ן	126
מטי"ש חיפה	31.5
מטי"ש שורק (ירושלים)	28.2
מטי"ש איילון	16
מטי"ש באר - שבע	14

מקור: מילת"ב רשות המים

אחוז הקולחים המיוצרים בישראל בכל רמת טיפול (2013 – הערכה):
שלישוני – 41%, שניוני – 55%, ראשוני – 2%, ללא טיפול – 2%

העלות הכוללת של המטי"שים בישראל מוערכת בכ- 5 מיליארד ₪.
בשנים הקרובות עד 2016 – 2017 ישודרגו המטי"שים בהיקף השקעה מוערך של כ- 3.5 - 4 מיליארד נוספים.

המערכת הארצית

מלאי תשתיות המערכת הארצית (חברת מקורות) – נחלקות להשקעות שבוצעו במימון מדינה מקום המדינה ועד שנת 1979 (נקראים "נכסי המפא"ר") וכן תשתיות שהוקמו במימון חברת מקורות (במימון תעריף המים) לאחר שנת 1979.

לוח 10: סוגי מלאי התשתיות ועלותם

(מלש"ח, מחירי 12/12)

סוג מתקן	רכוש	רכוש מלפני 1979	מענקים	סה"כ
קו	11,191	4,891	387	16,469
תחנה	4,119	1,300	95	5,514
קד"ציוד	2,432	619	26	3,076
קד"קדיחה	1,875	670	6	2,551
בריכה	1,425	483	110	2,019
מאגר	1,021	199	0	1,221
סינון וטיפול	646	36	15	697
מתקני התפלה	497	29	0	526
פיקוד ובקרה	404	59	3	465
אחר	631	461	14	1,106
טיפול במים	191	8	1	201
חיבורי צרכן	57	26	36	119
מיגון	48	3	1	51
סה"כ	24,538	8,783	694	34,015

מקור: חברת מקורות
הערה - הטבלה כוללת מתקני קידוח השייכים לחברת מקורות.

במסגרת הרכוש של חברת מקורות נכללת תשתית אספקת מי קולחין שמסופקים על ידי חברת מקורות בתשעה מפעלי קולחין העיקרי ביניהם מפעל השפד"ן שמספק כ - 150 מלמ"ק מי שפד"ן לשנה .

תוכנית הפיתוח של משק המים הארצי, מתבצעת בראייה ארוכת טווח לעשרות שנים קדימה (20-30 שנה בד"כ). נושאי המדיניות בפיתוח משק המים, אשר תכליתם הינם עיצוב משק מים מודרני ויעיל נדונים בעיקר במסגרת תוכנית האב למשק המים.
בתום החומש הבא לקראת 2018 – 2019 יגדל היקף ההון במערכת הארצית בכ - 5 - 6 מיליארד ₪ נוספים (על פי התכנון).

המערכת העירונית

- א. **תשתיות אספקת מים ואיסוף שפכים בתאגידי מים וביוב** - עלות תשתיות מים וביוב בכלל התאגידים המשרתים סך של כ- 190 רשויות מקומיות (עד כה לא התאגדו 38 רשויות מקומיות):
- **תשתיות מים** - עלות תשתיות מים במגזר העירוני מוערכת בכ- 11 מיליארד ₪, מזה צינורות בהיקף של כ- 7.5 מיליארד ₪, תחנות שאיבה ללא קידוחי הפקה בהיקף של כ- 0.5 מיליארד ₪.
 - **תשתיות ביוב** - עלות תשתיות ביוב ללא מכוני טיפול בשפכים מוערכת ב- 10 מיליארד ₪, מזה צינורות בהיקף של כ- 8 מיליארד ₪.
- ב. **תשתיות מים וביוב במגזר הכפרי** - אגודות המים הן שאחראיות במגזר הכפרי לאספקת מים לבית ומים לשימוש החקלאות, מרבית המים מתקבלים מהמערכת הארצית (למעט אזורים מנותקים).
- העלות של מערכות חלוקת המים במגזר הכפרי מוערכת בכ- 3-4 מיליארד ₪, לא בוצע סקר נכסים במגזר הכפרי.
 - בתחומי המגזר הכפרי מערכת לאיסוף שפכים הינה בבעלות ובהפעלת המועצות האזוריות בתחומי היישובים.
 - עלות מערכת לאיסוף שפכים במגזר הכפרי מוערכת בכ- 5-7 מיליארד ₪, לא בוצע סקר נכסים במגזר הכפרי.
- ג. **מפעלי קולחין - נחלקים למפעלי קולחין ביזמות פרטית ומפעלי קולחין השייכים לחברת מקורות**
- מפעלי קולחין ביזמות פרטית - הוקמו בעיקר על ידי אגודות מים חקלאיות או התאגדויות שנוצרו לצורך כך.
 - מפעלי קולחין השייכים לחברת מקורות, בעיקר:
 - a. מפעל השפד"ן - המספק את מי השפכים המטפלים במערכת האיגודן (מערכת לטיפול בשפכי גוש דן).
 - b. מפעל הקישון - מספק בעיקר קולחין ממט"ש חיפה ומט"שים בעמק יזרעאל.
 - c. מפעל איילון ומפעלים נוספים בארץ, סה"כ 11 מפעלי קולחין בבעלות חברת מקורות.
- ההשקעות הכוללת במשק הקולחין הפרטי בוצעו בעיקר במימון מדינה על ידי מענקים ייעודיים ובהשקעת הון עצמי המוערך בכ- 30 עד 40 אחוז.
- סך ההשקעות במשק הקולחין הפרטי מוערכות בכ- 3.2 מיליארד ₪ כאשר 2 מיליארד ₪ הינם מענקי מדינה והשקעות קק"ל.

לוח 11: ריכוז עלות התשתיות במשק המים וביוב לפי סוגי תשתית במיליארדי ₪, 2012

סוג תשתית	חברת מקורות	תאגיד מים או רשות מקומית חייבת תיאגוד	אגודות מים מרחב כפרי מועצות אזוריות **	מגזר פרטי איגודן ואיגודי ערים לביוב	מפעלי קולחין פרטיים	סה"כ בקירוב
קווי צינורות מים	16.5	7.5	3.0		1.5	28.5
תחנות שאיבה למים	8.6	0.5	0.3		0.5	9.9
בריכות ומגדלים	2.1	1.0	0.2			3.3
מאגרים	1.2				1.2	2.4
קידוחים בארות	5.6	0.5	0.5			6.6
סינון וטיפול	0.9	0.05				1.0
פיקוד ובקרה	0.465	0.03				0.5
שונות	1.1	0.2				1.3
חיבורי צרכן ומוני מים	0.12	0.5	0.1			0.63
קווי צינורות ביוב		8.0	4.0			12.0
תחנות שאיבה לביוב		0.8	0.3			1.1
מערכות איסוף אזוריות		0.2	0.2			0.4
מט"ש		***3.0	****2.0			5.0
מתקני התפלה	0.5		***6.0			6.5
סה"כ עלות מוערכת של תשתיות מים וביוב במשק הישראלי (מעוגל)						
80.0						

מקור: מקורות ורשות המים (מילת"ב, ממונה על התאגידים, אגף סיוע, חטיבת כלכלה)
הטבלה היא במחירי עלות מתואמים ל 2012. נתוני התאגידים מבוססים על סקרי נכסים בשנים 2008-2009 מתואמים למחירי 2012.

** המרחב הכפרי - הערכת שווי תשתיות

*** כולל מתקן התפלה אשדוד בהקמה

**** צפי השקעות לשנים הקרובות בהתאמת מתקני הטיפול לתקנות ענבר - 3.5 - 4 מיליארד

2 מדיניות, נהלים והנחיות ברשות המים

2.1 מדיניות משק המים

מדיניות משק המים בישראל הוגדרה בתוכנית האב של רשות המים במסמך מדיניות מחודש אוגוסט, 2012. מסמך המדיניות אושר על ידי מועצת רשות המים ביולי 2011 ועבר תהליך מקיף של דיון מקצועי בסוגיות נבחרות כולל שימוע ציבורי.

מדיניות משק המים היא בת-קיימא, עונה על מגמות מתקדמות בניהול תשתיות ממלכתיות בכלל ובניהול משקי מים בפרט, תוך הכללת שיקולי הנדסה, כלכלה ויעילות לצד שיקולי סביבה וחברה, תוך שאיפה לאיזון מיטבי. המדיניות המוצעת היא פתוחה ומשלבת ומיועדת לאזן בין המטרות כאשר הן מתחרות ביניהן.

חזון משק המים מנחה את מדיניות משק המים ויוצר את התשתית למדיניות.

מים הם מוצר קיומי בסיסי לאדם ולסביבה. משק המים מהווה תשתית אסטרטגית של מדינת ישראל וגורם חיוני לפיתוח ולמימוש יעדיה הלאומיים כמדינה יהודית ציונית ודמוקרטית. ביניהם פיתוח ושימור החקלאות, ההתיישבות, שימור קרקעות, חיזוק הפריפריה ופיתוח הכלכלי של המדינה. ניהול ופיתוח בר-קיימא של משק המים ייעשו במקצועיות, ביעילות, בהוגנות ובשקיפות ועל פי אמות מידה מתקדמות, להשאת רווחת הציבור ושמירת בריאותו. מקורות המים הטבעיים ישוקמו וישמרו. משק המים הישראלי יהווה מרכז ידע עולמי לטכנולוגיות לניהול משאבי מים בתנאי מחסור ולחדשנות במקצועות המים

מרכיבי החזון הם אבני היסוד של מדיניות רשות המים. מן החזון נגזרת מטרות-העל:

להבטיח אספקת מים, מתן שירותי ביוב וייעוד קולחים וניהול נגר וניקוז - באיכות, בכמות ובאמינות נאותים וביעילות כלכלית לפיתוח המדינה ומימוש יעדיה הלאומיים, להשאת הרווחה בת הקיימא של כלל הצרכנים

- מטרות ויעדי רשות המים מחולקות למטרות פנימיות ומטרות חיצוניות הנגזרים מהחזון וממטרת העל:
- ☐ 'מטרות פנימיות' - שהינן באחריות ישירה ו/או בסמכות החלטה של הגורמים הממשלתיים במשק המים
 - ☐ 'מטרות חיצוניות' - שהן בגדר יעדים לאומיים הדורשים הכוונה והנחיה ברמת המדיניות הממשלתית על מנת לשמר את הצרכים האסטרטגיים הרחבים של מדינת ישראל.

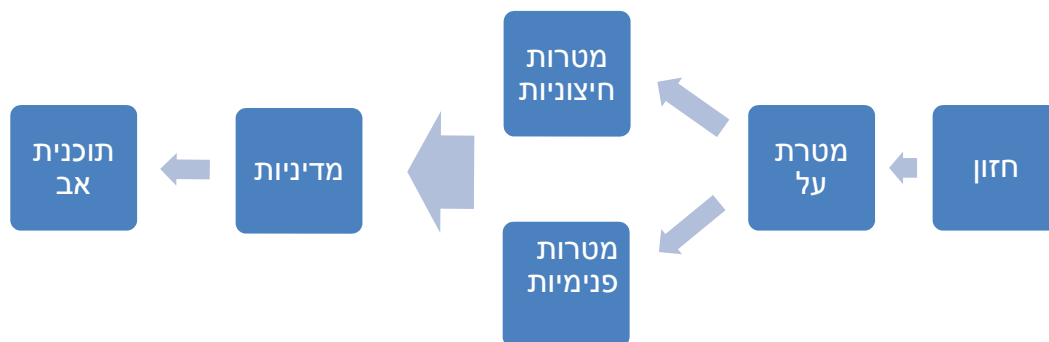
לוח 12: מטרות ויעדי משק המים על פי תכנית האב למשק המים 2012 - מטרות פנימיות

מטרות	פרוט
אמינות	אספקת מים באמינות גבוהה וקבועה לכל מטרות השימוש - בית, תעשייה, חקלאות, טבע ונוף וגורמי חוץ - בכמות, איכות ואמינות נאותים על פי אמות המידה המאושרות/ הסכמים לכל סוג שימוש. במסגרת זאת, הבטחת אספקתם של מים לצריכה ביתית לכל התושבים כעדיפות ראשונה.
שימור מקורות המים הטבעיים	שיקום ושימור מקורות ומאגרי המים הטבעיים כתשתית אסטרטגית.
ביטחון מים	הבטחת אספקת מים בעת מצבי חירום.
הוגנות	הוגנות ברמת הזמינות, האיכות והמחיר, בכל תחומי הפעילות.
שימוש יעיל במים	הבטחת שימוש יעיל במים וחיסכון בניצול המשאבים הטבעיים והמלאכותיים, לרבות השבת קולחים, בכל תחומי הפעילות של משק המים.
ניהול יעיל של מקורות המים	ניהול מקורות המים הטבעיים והמלאכותיים והתשתיות, תוך מזעור עלויות והשאת התועלת המשקית.
ניהול יעיל של תשתיות	הבטחת קיומן, תחזוקתן ופיתוחן של התשתיות הלאומיות בתחומי המים, השפכים והקולחים - במקצועיות וביעילות לאורך זמן.
שפכים וקולחים	מתן שירותי ביוב הכולל איסוף וטיפול בכל השפכים ומקורות הזיהום עד לרמת איכות המבטיחה את בריאות הציבור, גמישות השימושים ומניעת סיכונים לסביבה ולמקורות המים הטבעיים.
ניהול נגר וניקוז	ניהול הנגר למניעת שיטפונות ונזקים, לשיפור ניקוז הקרקעות ומצב הסביבה העירונית והנחלים, לשימור יכולת החלחול של מי גשם והעשרת מקורות מי תהום ולהגדלת היצע המים הטבעיים.
ניהול מקצועי	ניהול משק המים על ידי מיטב כוח האדם המקצועי והאמצעים המדעיים והטכנולוגיים הקיימים, תוך קידום ופיתוח משאבי האנוש, הידע המקצועי ויישומו.
אסדרה נבונה	יצירת מנגנונים וכלים להבטחת מתן שירות מיטבי לצרכנים מחד, תעריפי מים סבירים ופיקוח על מפיקי וספקי המים ועל גורמי הטיפול בשפכים ואספקת הקולחים, תוך שמירת יציבותם, מאידך

לוח 13: מטרות ויעדי משק המים על פי תכנית האב למשק המים 2012 - מטרות חיצוניות

מטרה	פרוט
נושאים גיאופוליטיים	הבטחת האינטרסים של מדינת ישראל בנושאי האחריות של משק המים, בהסכמים קיימים ועתידים עם שכנותיה.
התיישבות ותעשייה	הבטחת אספקת מים ותשתיות ביוב לפיתוח ההתיישבות והתעשייה, על פי החלטות הממשלה ותמיכה ביישובי הפריפריה.
חקלאות	הבטחת כמויות ואיכויות מים מתאימות לצורכי פריסת החקלאות, שמירת קרקעות, שימור פוריות הקרקע, גמישות בחירת הגידולים וביטחון המזון.
בריאות	הספקת מים לכלל השימושים תוך אבטחת בריאות הציבור
סביבה ומים לטבע	הבטחת מים לשיקום ולשימור הטבע והנוף. הטמעת עקרונות סביבתיים בפיתוח תשתיות, כולל מזעור הפגיעה בשטחים ציבוריים פתוחים, שאיפה לצמצום פליטת מזהמים, הקטנת השטח הדרוש לתשתיות, ועוד.
שימור אנרגיה	קידום חיסכון באנרגיה והקטנת זיהום אוויר וזיהום סביבתי כתוצאת לוואי ממערכות המים והביוב.
תעשיית המים	תמיכה בתעשיית המים הישראלית וקידומה לטובת משק המים ומעמדה של התעשייה בעולם.
יחסי חוץ	שימור וחיזוק מעמדו של משק המים הישראלי בעולם ותרומה לארצות המוגבלות ביכולתן בתחומי המים השונים

תרשים 11: תהליך קביעת מדיניות משק המים



המטרות הפנימיות והמטרות החיצוניות גובשו לכדי 16 סוגיות שונות המקיפות את כלל הנושאים בענף המים והביוב בעת הזו.

לוח 14: סוגיות עיקריות במשק המים בישראל

מדיניות	סוגיה/נושא	
❖ משק המים ישמש כגורם תומך במימוש יעדים לאומיים של מדינת ישראל (פיתוח והתיישבות, תעשייה, חקלאות, טבע ונוף, הסכמים אזוריים וכו').	מימוש יעדים לאומיים	1
❖ מועצת רשות המים תנחה את יעדי הפיתוח אליהן יש להיערך בפיתוח משק המים ואופן מימוש יעדים לאומיים, לצורך ביצוע מדיניות הממשלה הנחיתתה והחלטותיה.		
❖ מוצע להקים ועדה לתאום תשתיות לאומיות (מים, גז, תחבורה, חשמל ועוד).		
❖ חיזוק ושינוי מבני של רשות המים על מנת שתוכל לבצע את תפקידה כרגולטור כלכלי ומקצועי שיאפשר פעולה ע"פ אמות מידה מתקדמות וברורות לצורך ביצוע החלטות ממשלה.	משילות	2
❖ משק המים ינוהל על בסיס הכללת העלויות בתעריפי המים.	אסדרה כלכלית	3
❖ תהיה שאיפה למזעור עלויות ולהחלת שיקולים חברתיים באסדרת משק המים כפי שתקבע ע"פ מדיניות הממשלה.		
❖ יצירת מנגנוניים מימוניים כך שיאפשרו יציבות הפיתוח על ציר הזמן (במסגרת זאת יבחנו מסגרות תקציביות לחידוש הון, ותקציב רב שנתי ייעודי לפיתוח משק המים בתחומים מסויימים).		
❖ יצומצם הסבסוד הצולב בין המגזרים השונים בקביעת תעריפי המים.		
❖ יוקמו מנגנונים למתן שירות נאות לציבור תוך הבטחת האיזון בין האינטרס הציבורי לפרטי.		

4	ניהול משק המים בתנאי אי-ודאות	❖ משק המים יערך, במידת הסביר, לתרחישי קיצון בכל תחומי פעילותו, בתחום ההיצע, הצריכה ופיתוח התשתיות.
5	ניהול מקורות המים הטבעיים	❖ מקורות המים הטבעיים ישוקמו וישמרו כערך אסטרטגי. ❖ יוגדרו קווי תפעול ויעדי אוגר לכל אגני המים הטבעיים. ❖ ניהול ההפקה ממקורות המים הטבעיים המתחדשים יהיה בר-קיימא תוך הימנעות מכריית יתר (וירידה מ'קווים אדומים').
6	ניהול מערכת המים השפירים	❖ ניהול משולב: משק המים ינהל את מקורות המים הטבעיים והמלאכותיים באופן משולב (באמצעות מערכת ארצית מרכזית). ❖ הכנרת: תיועד בעיקר לאספקה לצפון הארץ, אך תישאר מחוברת למערכת הארצית. ❖ האספקה למרכז הארץ ויתר האזורים: תתבסס על מתקני התפלת מי ים כמקור משלים למקורות המים הטבעיים. אמינות אספקה: אמינות האספקה תישמר ואף תוגדל על ידי בניית מערכות טבעיות, חיבור ערים מכמה מקורות מים, החלפת מערכות צנרת, פיתוח והרחבת איגום מקומי ואזורי, שימור מערכות ההפקה המקומיות ועוד.
7	ניהול מערכת השפכים והקולחים	❖ ייעוד הקולחים הינו בעיקר למיגור החקלאי (ולטבע במקומות מסויימים ומאושרים). ❖ במקרים מסויימים (כאשר אין יעוד חקלאי לקולחים וקיים אישור משרד הבריאות) יאושר קידום פרויקטים של "מים אפורים". ❖ תינקט פעולה נמרצת לחיבור מירב יצרני השפכים למט"שים. ❖ האיסוף והטיפול יעשו בעדיפות למתקנים מרכזיים ובהתייחס לתכניות ההשבה. ❖ תועלה איכות הקולחים לערכי 'ועדת ענבר' במהלך העשור הקרוב ובהמשך התאמת איכות הקולחים לצרכי משק המים בכפוף לניתוח עלות-תועלת ותיקון תקנות.
8	איכות המים	❖ מקורות מים טבעיים ששימשו בעבר הלא רחוק לשתייה יחזרו להיות באיכות מי שתייה כפוף לניתוח עלות-תועלת. ❖ לצד יעדים כמותיים לשיקום האוגר יוגדרו למקורות המים הטבעיים יעדי איכות, כמו גם אמות מידה לאיכות מים באספקה לכל מגזרי הצריכה. ❖ פעולות נוספות: 1. קידום אספקת מים דלי מלחים לישובים העירוניים. 2. המשך קידום הורדת מליחות מי הכנרת. ❖ טיוב מקורות המים הטבעיים באמצעות סילוק מזהמים ואמצעים נוספים.
9	ניהול הצריכה ('ניהול ביקושים')	❖ אספקת כל כמות המים הנדרשת לאזרחים לכל השימושים. ❖ ניהול הצריכה מהווה מרכיב שווה-ערך בחשיבותו לניהול ההיצע. ❖ הצבת יעדי צריכה שנתית לנפש נמוכים יותר ביחס לעבר. ❖ ינקטו אמצעי התייעלות לחסכון במים בכל מגזרי הצריכה (טכניים, כלכליים, חוקיים והסברתיים).
10	מים וחקלאות	❖ החקלאות הנה יעד לאומי בעל חשיבות התיישבותית, חברתית וסביבתית. ❖ משק המים יתאים את עצמו לקידום יעד זה (על בסיס תוכנית אב לחקלאות מאושרת בממשלה), תוך הבאת כלל שיקולי משק המים בחשבון. ❖ כמויות המים שתסופקנה תהיינה על פי החלטות הממשלה ו'הסדר המים עם החקלאים'. כמויות נוספות מעבר לכך תסופקנה, ככל שיידרש, על בסיס כיסוי עלויות מלאות. ❖ הקולחים יסולקו בעיקר באמצעות השבה לחקלאות.

❖ יגובשו מנגנונים כלכליים ואסדרתיים לייעול השימוש במים בחקלאות (בין היתר יבחנו מנגנוני ניהול אזוריים וניוד מכסות אזוריות).		
11	ניהול נגר וניקוז	❖ הנגר הוא משאב ולא מטרד. ❖ יוכנו תכניות אב אגניות, בהן תהיה אינטגרציה בין ניהול הנגר האגני לניהול הנגר העירוני. ❖ תישקל העברת האחריות לניהול נגר וניקוז ביישובים העירוניים לידי התאגידים למים וביו. ❖ תקודם בנייה משמרת מים.
12	סביבה ומים לטבע	❖ הטבע הוא צרכן חשוב, שיקבל מים על פי צרכיו בכפוף להיצע וליכולת. ❖ השיקום והשימור של המערכות האקולוגיות התלויות במים יעשה בעיקר באמצעות שיקום מקורות המים הטבעיים. ❖ צרכי טבע למים יוגדרו ויכומתו בתוכנית אב לטבע אשר המלצותיה יאושרו במועצת רשות המים כפוף לשימוע ציבורי רחב וע"פ חוק. ❖ יוטמעו עקרונות סביבתיים בעת פיתוח תשתיות במשק המים. ❖ עלויות חיצוניות, יילקחו בחשבון בניתוח עלות-תועלת של חלופות לביצוע פרויקטים.
13	משק מים עירוני	❖ יצומצם מספר התאגידים. ❖ התאגידים יחוזקו מקצועית וכן הרגולציה כלפיהם. ❖ ישוקמו וישודרגו מערכות אספקת המים העירוניות ומערכות המדידה. ❖ יובטח מתן שירותים ברמה נאותה לצרכנים על ידי התאגידים.
14	מים ואנרגיה	❖ יוגבר התאום בפיתוח תשתיות בין משק המים למשק האנרגיה.
15	הסדרי מים אזוריים	❖ היערכות להסדרי שלום עתידיים ולפעולות חד-צדדיות. ❖ הפרדת מערכות אספקה בין ישראל והרש"פ. ❖ מוביל הימים יקודם כפרויקט בינלאומי כתלות בבדיקת היתכנות והחלטות ממשלה.
16	כח אדם ומו"פ	❖ תוכן תוכנית להערכת היקף הכשרת כח האדם הנדרש בתחומים השונים של משק המים כמו גם ברשות המים. ❖ תוגדל באופן משמעותי ההשקעה במו"פ.

2.2 תכנית אב

תכנית האב של רשת המים הגדירה את פוטנציאל המים בישראל כדלהלן:

לוח 15: פוטנציאל המים בישראל על פי תכנית האב

פוטנציאל	פרוט
פוטנציאל המים הטבעיים	הדיון בפוטנציאל המים ההידרולוגי כולל כמה היבטים, ביניהם: מקדמי חידור מי גשם, מקורות המים המתחדשים, מאזני מים ההידרולוגים שחלקם אינם סגורים בוודאות עד היום, איכות המים וכו'. פוטנציאל המים לצרכי תכנון ותפעול שונה מפוטנציאל המים הנגזר ממאזן ההידרולוגי של מקורות המים כיוון שקשת השיקולים רחבה יותר מכתביה מה ניתן לנצל מהמקורות. אלו כוללים אילוצים גיאוגרפיים, הקצאות מים לטבע, התייחסות לקשיי ההפקה ועלותה, ועוד. ההנחה המרכזית בתוך התוכנית היא כי פוטנציאל המים הטבעיים בגבולות המדינה מוצה כמעט עד תום (יש האומרים תוך ניצול יתר) הפעלת כלל השיקולים התכנוניים על פוטנציאל המים ההידרולוגי מובילים לפוטנציאל מים של כ-1,200 מלמ"ש לצרכי תכנון משק המים.
נגר עילי	בנגר עילי יש פוטנציאל חציוני של שיטפונות בהיקף כולל של כ- 200 מלמ"ש. כבר כיום חלק מהשיטפונות מנוצל אם כי יותר באזורי הפריפריה ומחוץ לגוש דן (מאגרי רמת הגולן, בערבה, נחלי מנשה, נחל שקמה ועוד). יש להדגיש כי מדובר על מלוא הפוטנציאל כאשר חלקו אינו בר ניצול בשל שיקולים סביבתיים. הבעיה המרכזית בהגדלת פוטנציאל השימוש היא בחוסר הישימות בהקמת יכולת אגירה ו/או מציאת כושר החדרה בעיקר באזור המרכז וזאת מסיבות כלכליות (ערך הקרקע) או כתוצאה מחסמים סטטוטוריים. במסגרת שלב התכנון של תוכנית היישום תקודם תוכנית אב לניהול נגר וניקוז שתתייחס לניהול הנגר ברחבי אגן ההיקוות ולבניה משמרת מים.
מים אפורים	מדינת ישראל משיבה קולחים לחקלאות ברמה הגבוה ביותר בעולם (כ- 86% מהשימוש העירוני). למרות זאת יש מקום להתייעלות נוספת. בין השאר מדובר על מחזור 'מים אפורים'. אשר מקורם בשימוש ביתי - מי כיורי המטבח, מי מקלחת, מכונות כביסה, תוך הבדלה מ'מים שחורים' אשר מקורם בהדחת מי אסלות. עם העלייה במחסור במים ישנה מגמה הולכת וגוברת בעולם לעשות שימוש במים אפורים. למים אפורים ישנם שני שימושים מרכזיים: א. שימוש ביתי – לטובת הדחת אסלות ובכך דחיית שימוש במים שפירים (פוטנציאל לחיסכון של כ- 100 – 150 מלמ"ש) כיוון שהיקף החדירה יתבצע רק בבנייה חדשה יתכן ונוכל להגיע לפוטנציאל של של 50 מלמ"ש בסוף תקופת התכנון (2050). ב. שימוש עירוני ציבורי- השקיה בגינון ציבורי (פוטנציאל נוכחי של 30 מלמ"ש)- שוב ההנחה כי מדובר על פוטנציאל הרבה יותר קטן כיוון שרק חלק מהפארקים יוכלו לעבור להשקיה במים ממוחזרים. החסמים לשימוש במים אפורים כיום הינם בעיקר רגולטורים: מצד משרד הבריאות אשר חושש לבריאות הציבור מחיבורים צולבים (בין מערכות המים השפירים והאפורים) וכן מכשל של הפיקוח והבקרה שיכול להיות למערכות מסוג זה המשמשות בפועל כמתקן טיפול בשפכים בתוך מבנים ו/או שכונות ציבוריות. בניתוח עלות תועלת שבוצע ע"י רשות המים (בשנת 2007, חב' פארטו) נימצא כי אין כדאיות כלכלית לביצוע פרויקטים מסוג זה בהיקפים קטנים לאור העלויות הכרוכות במרכיבים שונים הנגזרים ממימוש פרויקטים כאלה. אי לכך ולאור המחסור הקיים בקולחים- המדיניות המאושרת בנושא זה הינה כי רשות המים בטווח הקצר והבינוני תעודד את הגדלת היצע הקולחים ותייעדו לטובת החקלאות. עם זאת, לא תמנע מגופים שמעוניינים לבצע פרויקטים כאלה וקיבלו את כל האישורים לכך מהמשרדים הרלוונטיים (בעיקר משרד הבריאות). בטווח הארוך, עם הגדלת היצע הקולחים יש מקום לבדוק עמדה זו מחדש והנושא הזה יבחן בין השאר במסגרת תוכנית אב לביוב וקולחים היוצאת בימים אלה לדרכה.

תכנית האב נבנתה לאור עקרונות המדיניות, תוך התייחסות לתרחישים ולהנחות היסוד להלן.

לוח 16: תרחישים והנחות יסוד בתכנית האב

תרחיש/הנחת יסוד	פרוט
תכנון אסטרטגי לאומי כולל ביחס לפני מדינת ישראל בעתיד	הדרג המדיני מכווין את משק המים על ידי הגדרת מטרות ויעדים לאומיים המשפיעים על משק המים ודורשים היערכות הנדסית ותקציבית (היערכות גיאופוליטית, היקף ופרישת אוכלוסייה, היקף החקלאות הנדרשת ועוד). הכוונה זו קיימת באופן חלקי בלבד וצריכה להישאב מתוך החלטות ממשלה, תחזיות הלמ"ס, תוכניות מתאר ארציות והנחיה של הדרג המדיני. לאור מצב של הכוונה חלקית, על משק המים להיערך ברמה הארגונית ובכלים ושיטות להתמודדות עם היעדר הנחיות כוללות ומלאות ברוב הנושאים שעניינם מדיניות לאומית ולצורך הצגת משמעויות במצב שבו תינתן הכוונה לאומית. התרחישים שלהלן כוללים נושאי מדיניות תכנון לאומי, אשר בהיעדר הנחיה כזו (או הנחיה חלקית), מנוסחים כאן כדי לנתח במידת האפשר את השפעתם על משק המים ולאפשר התמודדות עמם.
מעורבות ממשלתית במשק המים	היערכות של רשות המים לרמת מעורבות הדרג המדיני, כפי שמתבצעת היום, גם בעתיד. זאת על אף שמתבקשת מעורבות ממשלתית גדולה יותר בהגדרת המדיניות ביחס ליעדים הלאומיים, תוך שמירת עצמאות מועצת רשות המים בקביעת מדיניות ניהול משק המים.
חוסן לאומי-כלכלי	ישראל, שהתקבלה לאחרונה לארגון ה-OECD, בעלת חוסן כלכלי גבוה יחסית. כמדינה מפותחת, עליה להיות בעלת יכולת לפתח את משק המים ללא מגבלות חיצוניות.
הסדרים מדיניים עם מדינות ורשויות שכנות	בשלב זה - בחינת חלופות להסדר קבע עם הרשות הפלשתינאית, בהנחה שהסדר הקבע בנושא המים ידמה למתכונת העקרונית של הסכם הביניים. באשר לממלכת ירדן, יש להיערך לפעילות משותפת בנוגע לפרויקט תעלת הימים ושיקום הירדן התחתון. היערכות להסדרים עם המדינות האחרות תהיה בינתיים רק ברמת התכנון העקרוני והמחקר
ביטחון מים	שיקולי התכנון יכללו את ההנחה שאזורנו אינו יציב מבחינה ביטחונית וגיאולוגית ולכן תשתיות המים נמצאות בסכנה ויש להיערך לסדרה של תרחישים בתחום זה
משאבי קרקע לפיתוח משק המים	יש להיערך למחסור בשטחים זמינים ולכן להקטנת ניצול הקרקע עבור תשתיות המים העתידיות. זאת, תוך תיאום התכנון עם תשתיות אחרות, קידום מנהרות תשתית ובדיקת היתכנות לביצוע חלק מכושר הייצור של המים המותפלים באיים מלאכותיים או במתקנים בים, או בתת הקרקע
פוטנציאל המים	הערכת פוטנציאל המים של מדינת ישראל, קרי סך היקף המים העומד לרשות משק המים, ידע שינויים לא מעטים לאורך השנים כפי שהדבר בא לידי ביטוי בדיווחים ובספרות מקצועית. קיימת ירידה בהערכת הפוטנציאל על ציר הזמן ועל כן יש להיערך לכך
שינויי אקלים	התייחסות לשינויי האקלים במסגרת היערכות לירידת היצע המים הטבעיים, ברמה הארצית וברמה האזורית. זאת בשל שינויים בכמות המשקעים, עליית הטמפרטורה בממוצע רב שנתי המגבירה את האידוי והדיות, שינויים בפרסת ימי הגשם ועוצמתו, עליית מפלס מי הים התיכון תוך דחיקת הפן הביניי? מזרחה ועוד
היקף אוכלוסייה ופריסת	הכנת תשתיות להתיישבות על פי המתוכנן בתמ"א 35 (בו אושר חזון פיתוח הנגב והגליל). באשר לפיתוח תשתיות מים - הנחת מקדם מימוש גבוה של

התמ"א לפיתוח האזורי, כלומר הבאה בחשבון כי פריסת האוכלוסייה תתממש על פי המתוכנן, הנחת מקדם מימוש נמוך של התמ"א ביחס לפיתוח במרכז. כלומר יש להביא בחשבון בתכנון מערכות האספקה כי האוכלוסייה באזור המרכז תמשיך לגדול על פי המגמות הנוכחיות	ההתיישובות
היקף החקלאות המושקית במים שפירים יהיה דומה להיקף ולפריסה הנוכחיים תוך מגמה לצמצום מסוים. צריכת המים השפירים בחקלאות תהיה דומה לנוכחית בפריסה המרחבית. יתר החקלאות תתבסס בעיקרה על קולחים ופריסתה לא תשתנה באופן מהותי, אף כי צפוי גידול בשטחים המושקים בקולחים בדרום הארץ	היקף ופריסת החקלאות
בטווח הארוך, הסתגלות מלאה למחירי מים משתנים בזמן המשקפים עלות מלאה והתייעלות החקלאות בהתאם	תלות החקלאות במחירי מים
בשנים האחרונות מתבצעות פעולות לשיקום ושימור מקורות המים הטבעיים יחד עם זאת נדרש להיערך להרעה נמשכת באיכות מקורות המים הטבעיים על אף מאמצי השיקום (סילוק מזהמים, נקז מזרחי, שיפור איכות הקולחים, ועוד)	איכות המים הטבעיים ומקורות
תכנית האב לוקחת בחשבון את ההשפעות האפשריות של התפתחויות טכנולוגיות, הן בצד ההיצע והן בצד הביקוש, למשל: מסלול של הורדת עלויות התפלה, שיטות מתקדמות לשדרוג איכות הקולחים, שכלול צנרת ומינהור, הורדת הצריכה הביתי באמצעות אבזרים ומכשירים חוסכי מים, חיסכון באנרגיה שאיבה באמצעות ציוד ובקרה מתקדמים. השינויים הטכנולוגיים כיום אינם משפיעים באופן מהותי על קבלת ההחלטות הדרושה כעת ויטופלו לפי ההתפתחויות בפועל ובהתאם לנושא, במסגרת העדכון התקופתי של תכנית האב	התפתחויות טכנולוגיות
עלויות המים תלויות בשיטות הטכנולוגיות לייצור והובלה, עלות חומרי הגלם, עלות שכר העבודה, עלות אנרגיה ועוד. שיפורים טכנולוגיים יוזילו עלויות, כמו גם ירידה מסוימת בעלות האנרגיה עם המעבר של משק החשמל לגז טבעי. לעומת זאת, חסמים של רגולציה, נושאים גיאוגרפיים, זמינות קרקע, עלות חומרי גלם ועוד עלולים להוביל לעלייה בעלויות הייצור. לא ניתן היום להעריך בוודאות את הכיוון הכולל של המגמה. בשל מגוון הגורמים המשפיעים על עלות המים המסופקים יש להחזיק את "היד על הדופק". זה יעשה כאמור במסגרת העדכון התקופתי של התוכנית	עלויות המים
משק האנרגיה הישראלי נימצא במגמת שיפור אדירה לאור התגליות הרבות של מקורות האנרגיה בגבולות המדינה. לאור זאת הנחת העבודה היא כי זמינות האנרגיה תובטח (למרות בעיות נקודתיות הצפות כיום), ברמת מחירים הדומה לנוכחית	תלות משק המים בזמינות אנרגיה
במסגרת שיקום ושמירת מקורות המים הטבעיים כערך אסטרטגי הוגדרו בשירות ההידרולוגי קווי תפעול (המהווים בפועל מגבלות הפקה) לכל אחד ממקורות המים הטבעיים הראשיים: הכינרת, אקוויפר החוף, אקוויפר ירת"ן, גליל מערב, כרמל ועין. הכוונה בעתיד לבצע הרחבה מבחינת הפריסה במרחב וברזולוציה של תאי אוגר שונים בכל אגן. הגדיר קווים אדומים (קו אדום - מפלס סף תחתון שירידה מתחתיו עלולה לגרום לנזק הידרולוגי) במרבית מקורות המים הראשיים. המדיניות היא כי קווים אדומים לא ייחצו עוד בעתיד. מפלסי המים באוגר ישוקמו על ציר הזמן עד הגעה ליעד אוגר של כ- 1.5 מיליארד מ"ק לפחות מעל הקווים האדומים.	מגבלות הפקה

תוכנית האב הוגדרה עד שנת 2050 והוכן מאזן משק המים לטווח התוכנית הכולל את הנחות היסוד הבאות:

לוח 17: הנחות היסוד בתוכנית האב למאזן משק המים

הנחות יסוד	פרוט
אופק התכנון	אופק התכנון הינו ארוך טווח (עד 2050) – כאשר טווחי הביניים בטבלת המאזן: שנת 2010 כמצב מוצא, 2020, 2030 כטווחי ביניים
מקורות מים שפירים טבעיים	מקורות המים השפירים הטבעיים יהיו את בסיס האספקה ומקורות המים המלאכותיים יהיו מקור משלים. נתוני ההיצע הטבעי בכל תחומי מדינת ישראל מראים על שינוי משמעותי כלפי מטה ביחס למה שנחשב עד לפני עשור כפוטנציאל הניתן לשימוש. ניתוח נתונים מוביל לכך שקיימים לשימוש בממוצע כ- 1,100 מלמ"ש בלבד. בהנחה כי ניתן יהיה להשמיש כ- 100 מלמ"ש מתוך המים המוגדרים כמליחים סך היצע המים הטבעיים העומדים לרשות משק המים הישראלי נאמד כיום בכ- 1,200 מלמ"ש (מיליון מ"ק לשנה) בלבד, זאת בהתאמה להסכמי המים הקיימים עם הרש"פ (ביחס לניהול אקוויפר ההר על כל חלקיו). בנוסף לכך, הובאה בחשבון ירידה הדרגתית של כ-15% בהיצע הטבעי ביחס לממוצע ההיסטורי (1993-2009), עד שנת 2050, בשל גורמים שונים (שינוי אקלים, הידרדרות נוספת באיכות המים, עיור, הגדלת איבודים כתוצאה משיקום אוגר ונושאים גיאופוליטיים). מתוכננת התפלת מים מליחים במקומות שונים בארץ בהיקף של כ- 70 מלמ"ש. קיים פוטנציאל נוסף להפקה ולהתפלה של מים בנגב ובמקורות אחרים (בעיקר מים פוסיליים שאינם מתחדשים מדי שנה). כדאיות הפקת מים אלו (כולל סילוק הרכז) צריכה להיבחן בהמשך היות והיא הולכת ויורדת עקב העלות האלטרנטיבית - התפלת מי ים לאורך חופי הים התיכון. לפיכך, כמויות אלו טרם הוכללו במאזן המים הנוכחי.
שיקום אוגר טבעי	האוגר הטבעי התפעולי ישוקם להיקף ממוצע של כ-1,500 מלמ"ק מעל הקווים האדומים (או כ-2,000 מלמ"ק מעל קווים שחורים) עד לשנת 2020 (היקף האוגר המוצע לעיל צריך להימדד בסוף הסתיו).
אוכלוסייה	נכון לסוף 2008, האוכלוסייה הכוללת מנתה קרוב ל- 7.5 מיליון תושבים. הונח קצב גידול קבוע של 1.8% בשנה. קצב זה אופייני למגמה המדווחת ע"י הלמ"ס בשנים האחרונות. בניתוח התרחישים בהמשך הובא בחשבון גם קצב גידול נמוך יותר (ירידה הדרגתית עד ל- 1.3% בשנה).
צריכה עירונית וציבורית לנפש	הונח לצרכי ניתוח מגמות הצריכה העתידיות כי הצריכה השנתית הממוצעת לנפש תמשיך להיות קבועה סביב רמה של 100 מ"ק/נפש/שנה בשנת 2010 ותעמוד על 95 מ"ק/נפש/שנה בשנת 2050, למרות הגידול הצפוי ברמת החיים. אז זה לא קבוע אם זה יורד ל- 95. הירידה ל- 95 מ"ק/נפש/שנה ב- 2050 מביאה בחשבון יעול שימוש במים ושילוב קולחים בגינון עירוני. עם זאת, ירידה יציבה בצריכה לנפש לרמות אלה תושג רק אם יושקעו המשאבים המתאימים לחיסכון בשימוש במים. ערכים אלה מייצגים מגמות כלליות ברמה הארצית לצרכי תכנון מערכות אספקה (חישוב קטרים וכו'). יש להביא בחשבון, מעבר לערכים אלה, מקדמי אמינות אספקה, בהתאם לרמת התוכנית.
צריכה תעשייתית	תוספת שנתית קבועה של כ- 0.5 מלמ"ק (כ-0.5% מצריכת המים השפירים הנאמדת ב- 90 מלמ"ש בשנת 2010), עד שנת 2050, המשקפת את ההתרחבות הצפויה של הפעילות התעשייתית. הונח כי התעשייה תגדל בשיעור גבוה יותר אך תתייעל בתחום צריכת המים, קרי מחזור ושילוב מים שוליים באספקה
צריכה חקלאית	ירידה בצריכת מים שפירים מכ- 500 מלמ"ש בשנת 2010 בכל הארץ לכ- 450 מלמ"ש בשנת 2050. ניצול מרבי של מצאי הקולחים המושבים באיכות גבוהה. חשוב לציין כי ירידה מעבר ל- 450 מלמ"ש מותנית בפתרונות שיוצעו

לאזורים נעדרי חלופת המרה כיום, הסרת מגבלות בנושאי רדיוסי מגן והעלאת רמת איכות הקולחים כך שתאפשר חקלאות בלתי מוגבלת.	
היקף הקולחים נגזר ממכפלת מקדמי השבה בביקושים על ציר הזמן (0.6 במגזר הביתי ו-0.2 במגזר התעשייתי). היעוד העיקרי של הקולחים יהיה לחקלאות והיתרה תיועד לטבע ולנוף ולשימושים נוספים כגון להשקיית גינון ציבורי ולתעשייה.	היקף הקולחין
כמות המים לטבע ונוף, המתייחסת לכמות היורדת מהמאזן של משק המים ומסופקת ישירות למטרה זאת, תעלה מ-10 מלמ"ש כיום ל-50 מלמ"ש בשנת 2020. בנוסף לכך, אספקת עוד כ-30 מלמ"ש לפחות של קולחים ברמה גבוהה יחסית, בעיקר לנחלי ירקון ושורק. (הטבע והנוף יהנו מעבר להקצאות הישירות גם משפיעות מים טבעיות במעיינות, עקב שיקום האוגר הטבעי).	מים לטבע
כוללת אספקת מים מהמערכת הישראלית לממלכת ירדן ולרשות הפלסטינית (כולל הפקה עצמית של הרש"פ). אספקת מים לירדן מבוססת על הסכמים קיימים.	אספקת מים אזורית
נושא הכללת אספקת המים לרשות הפלסטינית, חלקה או כולה, ברמה אופרטיבית, כפוף להסדרים מדיניים עתידיים. אי הוודאות ביחס להיקף ועיתוי אספקת המים בעתיד גדולה. אי לכך הונחה תחזית שעיקרה המשך גידול צרכי האספקה האזורית ע"פ הידוע בשנים האחרונות (מופיע בטבלה 1 בעמודה 'בצ"מ'). במידה ויוקמו מתקני התפלה ייעודיים לטובת אספקת המים לרש"פ (בשטחי הרש"פ) ולהסדרים אזוריים עתידיים, השלמת הפער בין הביקוש להיצע תהיה קטנה יותר מהמוצג בטבלת המאזן בהמשך	צרכי אספקת מים בלתי צפויה מראש

להלן מאזן משק המים בתכנית האב בתרחיש הבסיס.

לוח 18 : מאזן משק המים בתרחיש הבסיס

אוכלוסיה וצריכה סגולית:

שנה	אוכלוסיה ארצית (מיליון נפש)	צריכה לנפש (מ"ק/נפש/שנה)
2010	7.6	100
2020	9.1	99
2030	10.9	98
2050	15.6	95

מקורות מים (מלמ"ק):

שנה	שפירים טבעיים	מליחים	קולחים (כולל שפד"ן)	התפלת מליחים	התפלת מים יבוא	השלמה דרושה	סה"כ היצע
2010	1,200	174	450	23	280	4	2,131
2020	1,140	150	573	50	750	9	2,672
2030	1,080	140	685	60	750	50	2,765
2050	1,020	130	930	70	750	671	3,571

צריכת מים (מלמ"ק):

שנה	עירוני	תעשייה			חקלאות				אזורי	שיקום אזור	טבע ונוף		סה"כ צריכה
		שפירים	מליחים	סה"כ	שפירים	מליחים	קולחים	סה"כ			שפירים	סה"כ	
2010	764	90	30	120	500	144	400	1,044	143	-	10	60	2,131
2020	902	95	30	124	490	120	528	1,138	143	200	50	95	2,672
2030	1,064	99	30	129	470	110	645	1,225	143	-	50	90	2,765
2050	1,482	108	30	138	450	100	900	1,450	143	-	50	80	3,571

מקור: רשות המים
*חלק מהקולחים המשמשים לטבע ונוף הם קולחים לא מנוצלים שבפועל זורמים בנחלים

2.3 תהליכים, נהלים והנחיות לקידום פרויקטים

כללי

בחלק זה יוצגו בקצרה הנהלים והמדריכים הקיימים ברשות המים הקשורים לקידום פרויקטים.

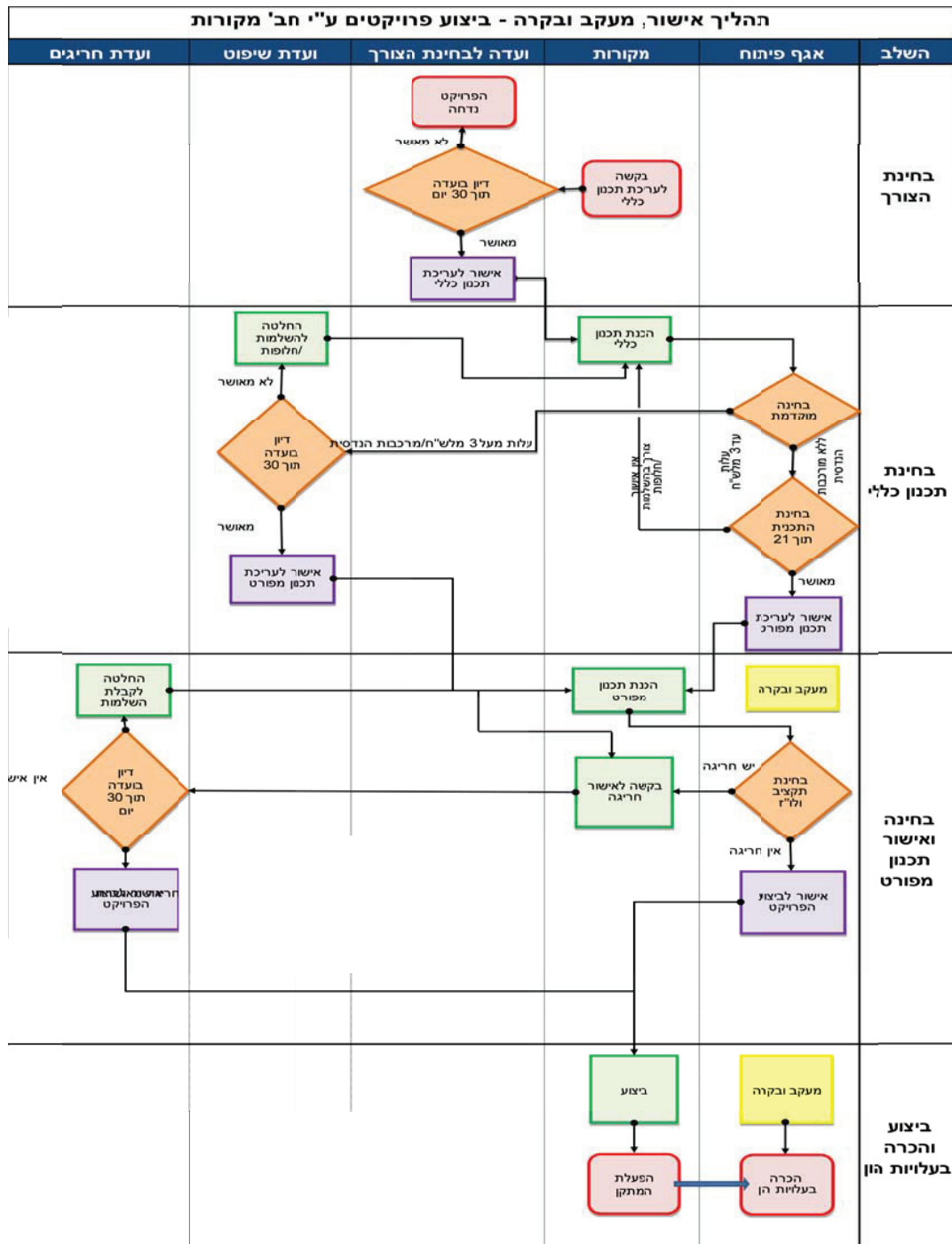
במסגרת תהליכי אישור, מעקב ובקרה של פרויקטים ברשות המים, קיימים תהליכים מובנים (כפי שיוצגו בתרשים הזרימה) הכוללים מספר שלבים:

- בחינת הצורך
- בחינת תכנון כללי
- בחינה ואישור לתכנון המפורט
- ביצוע והכרה בעלויות ההון

במסגרת שלבים אלו, נוסחו מספר נהלים ברשות המים אשר מטרתם להסדיר את תהליכי העבודה, כפי שהוגדרו:

- **נוהל בחינת הצורך** - מטרתו הינה לקבוע מסגרת לבחינת הצורך בהקמת מפעלי מים או פיתוחים אחרים במשק המים, ולקידום תכנונם הכללי של מפעלי מים והרחבות של מפעלים קיימים
- **נוהל הגשת תוכניות לועדת שיפוט** (בחינת תכנון כללי) – מטרתו הינה להביא לאחידות באופן ההגשה של התכנון הכללי לועדת השיפוט.
- **נוהל הגשת נתוני צריכה ותחזיות** לאישור חטיבת האסדרה לצורך הכנת תוכניות פיתוח למשק המים – מטרתו הינה להסדיר את אופן הגשת הנתונים הנוגעים לצריכה ותחזיות שהם משתנים חשובים בבחינת הצורך ובחינת אופן הפרויקט.
- **נוהל לבחינת בקשות לאישור חריגה מאישור לעריכת תכנון מפורט** או מאישור ביצוע, להגשתן ולאישורן – מטרתו הינה לקבוע מסגרת לבחינת בקשות להכרה בחריגים (תקציבים ולוחות זמנים לביצוע) שחלו במשך ההכנה של התכנון המפורט יחסית לאישור לעריכת תכנון מפורט שניתן בועדת שיפוט או שחלו בזמן ביצוע העבודה יחסית לאישור הביצוע שניתן לפרויקט.

תרשים 12: תרשים הזרימה של ההליכים לבחינה, תכנון ואישור פרויקטים ברשות המים



נוהל בחינת הצורך

הנוהל נכתב ב- 01/01/2011 ועודכן ב- 9/5/2011 כאשר מטרתו הינה לקבוע מסגרת לבחינת הצורך בהקמת מפעלי מים או פיתוחים אחרים במשק המים, ולקידום תכנונם הכללי של מפעלי מים והרחבות של מפעלים קיימים.

הנוהל מבדיל בין שני סוגי פרויקטים:

- פרויקט יזם – הקמה או הרחבה של מפעל מים, הנגזרת מתוכנית אב ארצית או תוכנית אב אזורית, או שיזמה רשות המים או יזם, ככל שאינה נוגדת תוכניות אלה ושיש בה ממשק או השפעה אפשרית מפעל מקורות.
- פרויקט מקורות – הקמה או הרחבה של מפעל מים, הנגזרת מתוכנית אב ארצית או תוכנית אב אזורית, או שיזמה רשות המים או חברת מקורות ככל שאינה נוגדת תוכניות אלה.

הנוהל מגדיר את המסמכים הנדרשים להגשה לרשות המים לשם בקשת לעריכת תכנון כללי:

- מסמך מלווה – אשר כולל בין היתר את פרטי התוכנית, מצב קיים, מטרת התוכנית, נושא, רמת דחיפות, התועלת מן הפרויקט, מגבלות במימוש, השפעות צולבות מול תוכניות אחרות, אומדן עלויות ועוד.
- הנחיות לתכנון כללי – הנחיות היזם למתכנן שיבחר על ידו ביניהן: תחום וגבולות התוכנית, תיאור מצב קיים, תוכניות משיקות, מטרת העבודה, גישת העבודה, מקורות מים, אופק התכנון, צרכנים, הנחות בסיס, חלופות והשוואתן, נתוני תכנון, מערכת מוצעת, תוצרים, לוח"ז ועוד.
- מפת התמצאות וסימון מצב קיים

תפקיד הועדה, אשר מונתה על ידי מנהל הרשות הממשלתית למים וביוב, הוא לבחון את הבקשות לעריכת תכנון כללי ואת קיומו של הצורך לביצוע פרויקטים אלו על ידי מקורות. הועדה תידון גם בבקשות של יזמים אחרים המבקשים להקים פרויקטים ולבחון את הצורך בביצועם במטרה לבדוק התאמתם לצרכי משק המים או לצורך מתן רישיונות או צווים.

בקשה לעריכת תכנון כללי תדון בוועדה בתוך 30 ימים מהמועד בו הוגשה. היה והחליטה הוועדה כי קיים צורך מובחן בביצוע הפרויקט, מגיש הבקשה הוא הגורם המבצע והבקשה עומדת בקריטריונים של הנוהל, תיתן הוועדה אישור לעריכת תכנון כללי לפרויקט. האישור יופץ למקורות או ליזם, לא יאוחר משבועיים ממועד הדיון.

נוהל הגשת תוכניות לוועדת שיפוט (בחינת תכנון כללי)

הנוהל נכתב ביוני, 2003 במטרה להביא לאחידות באופן ההגשה של התכנון הכללי לוועדת השיפוט. הנוהל מכיל את המידע הדרוש בכל הנוגע להגשת פרויקטים לשיפוט בנציבות המים, ואת המרכיבים המינימליים הנדרשים לשם בדיקת התוכנית וזאת לפי רשימה המוגדרת מראש. הנוהל מתייחס לכלל הפרויקטים המוגשים ללא תלות באופיים.

הנוהל מפרט את אופן הגשת מסמכי התכנון, כאשר ביניהם ניתן דגש על הגשת:

1. טופס ריכוז נתונים ועלויות של הפרויקט – אשר יכלול את כל המידע הנדרש לגבי הפרויקט, מרוכז בטבלה אחת.
2. תוכן עניינים שיפרט את כל נושאי הפרויקט החל מנושאים כלליים כגון: רקע, מצב קיים, מקורות מים וצרכנים ועד לנושאים העיקריים כגון: הולכת מים, שאיבה, איגום, טיפול במים וכד'
3. סקירה כללית של המיקום הגיאוגרפי והרקע, שכנים ושילוב הפרויקט במערכת האזורית
4. תיאור מצב קיים, מתקנים קיימים ואופן פעולתם.
5. מקורות מים וצרכנים – תיאור זה יעשה על פי נתונים שהתקבלו מהאגף לניהול צריכה בנציבות המים.

6. מטרת הפרויקט והפיתרון ההנדסי המוצע.
7. חלופות – חובה להגיש חלופות ויש להציג השוואה ביניהן, הן מבחינה הנדסית והן מבחינה כלכלית על טבלה הכוללת את כל הנתונים הנדרשים. יש לציין את החלופה המועדפת על המתכנן ולפרט את הנימוקים שהביאו אותו להחלטה זו.
8. דגש על הצגת התכנון בצורה ברורה ומפורטת מספיק לשם הבנת החומר (למרות שלא מדובר עדיין בתכנון מפורט).
9. **כדאיות כלכלית** – יש להציג חישוב כלכלי בצורה ברורה ונכונה. יש להציג אומדן השקעות לפי כתב כמויות, אומדן עלות שנתית, החזר הון, קביעת שיעור ריבית, הוצאות אנרגיה, התייחסות למחירי החשמל ותעריף הפעלה, הוצאות תפעול ואחזקה, עלות המים. עלויות אלו צריכות להיות מוגשות לפי הערכת המתכנן ובהשוואה למחירי המחירון הנורמטיבי.
10. יש להגיש מפות, תסריטים, סכמות ותוכניות של המתקן

חשוב לציין כי הנחיות הניתוח הכלכלי בנוהל מתייחסות להצגת עלויות והשוואת עלויות בין חלופות ואינן מתייחסות לבחינה של עלות תועלת כלכלית של הפרויקט וכדאיות הקמתו למשק.

במסגרת בחינת תכנון כללי נדרשת הצגה של נתוני צריכה ותחזיות, לשם כך קיים גם **נוהל הגשת נתוני צריכה ותחזיות לאישור חטיבת האסדרה לצורך הכנת תוכניות פיתוח למשק המים.**

כל תוכנית פיתוח של מפעלי מים מתבססת על נתוני צריכת מים קיימת וצפויה, על מגמות צריכה בשילוב מדיניות פיתוח ועל מימוש יעדים ואילוצים. חטיבת האסדרה מפקדת בין היתר על ניהול הצריכה על היבטיה השונים והיא הגורם המוסמך מטעם מנהל רשות המים לאישור נתוני צריכה קיימת וצפויה.

במסגרת הנוהל קיימת חלוקה של הנדרש מהמתכנן והנחיות רלוונטיות לפי סוגי פרויקטים שונים: מגזר חקלאי, מגזר תעשייתי ומגזר ביתי, כאשר ישנה הפרדה בין ריכוז נתוני צריכת מים נוכחית ועתידית.

על המתכנן לפרט את מטרת התוכנית, אופק התכנון (2050 עם התייחסות ליעדי ביניים: 2030 ו- 2040 ובמידת הצורך גם 2020), יש לפרט גם את הקריטריונים לאיתור צרכנים פוטנציאליים בתוכנית.

על המתכנן להגיש את תחזית צריכת המים בהתאם להנחיות המפורטות בנוהל ולהסביר את ההנחות שעומדות בבסיס התוכנית.

במסגרת בחינה ואישור של תכנון מפורט, קיים **נוהל לבחינת בקשות לאישור חריגה מאישור לעריכת תכנון מפורט או מאישור ביצוע, להגשתן ולאישורן.**

נוהל זה נכתב ב- 1/1/2011 ועודכן ב- 21/7/2011 במטרה לקבוע מסגרת לבחינת בקשות להכרה בחריגים (תקציבים ולוחות זמנים לביצוע) שחלו במשך ההכנה של התכנון המפורט יחסית לאישור לעריכת תכנון מפורט שניתן בועדת שיפוט או שחלו בזמן ביצוע העבודה יחסית לאישור הביצוע שניתן לפרויקט.

בנוהל זה הוגדרו שתי חריגות:

- חריגה באומדן התקציבי – כל חריגה יחסית לאישור התכנון המפורט. זאת כאשר מקורות סיימה את הכנת התכנון המפורט ועלויות המבנה חורגות מעבר לאומדן שאושר בוועדת השיפוט ושצוין באישור לעריכת תכנון מפורט (כולל 30% בצ"מ, תכנון, פיקוח, הוצאות כלליות)
- חריגה בעלויות הביצוע או בלוחות הזמנים שנקבעו לסיום הביצוע:
 - כאשר מקורות מאתרת במשך התקדמות הביצוע חריגה מעבר לתקציב שאושר וצוין באישור הביצוע (כולל 10% בצ"מ בביצוע), או כאשר מקורות צופה חריגה מעבר לשיעור זה.
 - כאשר מקורות צופה במשך התקדמות הביצוע חריגה מלוח הזמנים לסיום הביצוע כפי שנקבע באישור הביצוע

הנוהל מגדיר את המסמכים אשר נדרש לצרף לבקשה:

- מסמך מלווה – יכלול את פרטי הפרויקט, פרטי המקטע, אישור רלוונטי, מהות החריגה והיקפה, סיבת החריגה, אופן הערכת עלויות השינוי, עלות המבנה ביחס לפרויקט, שינויים נוספים, משמעות משך זמן ביצוע כתוצאה מהשינוי, משמעות אישור/דחיית החריגה, פרטים נוספים
- תקציב תכנון מפורט או תקציב ביצוע (לפי העניין) – פירוט של הפעילויות ועלותן כגון: רכישת חומרים, עבודות קבלנים, חיבור חשמל, עבודות מרחב, מקרקעין, הוצאות תכנון, ניהול פרויקט ופיקוח, סיכומי דיונים, החלטות, הסכמים והבנות עם גורמים שונים, תוצאות מכרז, סיכומי מחירים עם שח"מ ועוד
- מסמכים נלווים – לצורך מתן הסבר ביחס לחריגים יצורפו אסמכתאות כגון: מסמכים מעת ועדות תכנון ובניה או גופים חיצוניים, מסמכים מעידים בנושא זכות מעבר צנרת במקרקעין פרטיים, פיצויים ששולמו לחקלאים או גוף אחר, מסמכים משפטיים, פסיקות בית דין בנוגע לתשלומים לגורמי חוץ, מסמכים להבהרת מהות החריגה, מיפוי, תוכניות הנדסיות ועוד

הנוהל מגדיר שאם זיהתה מקורות חריגה במבנה אחד בפרויקט בעל מספר מבנים (באופן שאינו משפיע על כלל המסגרת התקציבית של הפרויקט או על לוחות הזמנים) – חייבת מקורות לדווח אך לא תחויב בהגשת בקשה לוועדת חריגים.

היה ותהיה חריגה במבנה אחד מתוך מספר מבנים ומקורות לא תדווח ותוכיח כי החריגה לא תביא לחריגה תקציבית או שינוי בלוחות הזמנים – תחויב חברת מקורות בהגשה לוועדה לבחינת חריגים.

בקשה לאישור חריגה תידון בוועדה בתוך 30 ימים מהמועד בו הוגשה.

3 נהלים כלכליים בתחומי תשתית אחרים

3.1 כללי

בישראל נערכות בדיקות כדאיות של מגוון פרויקטים בתחום התשתיות, כאשר לרוב הבחינה מתבצעת מנקודת ראות של הגוף האחראי או המממן של הפרויקט. במרבית המקרים שבחנו, מתודולוגיית הבדיקה נערכת באופן יחודי לפרויקט הנבדק על ידי עורכי הבדיקה, ולא מוגדרת במדריך פורמלי לבדיקות כדאיות לפרויקטים בתחום. בחלק גדול של הפרויקטים הנבדקים נערכת בדיקה מסוג Life Cycle Cost (LCC) או Cost Effectiveness שבעיקר משוות בין חלופות שונות על בסיס עלויות או חיסכון בעלויות כאומדן לתועלת של החלופה.

בפרויקטים בתחום **התחבורה** מונהג מדריך פורמלי של משרד התחבורה והאוצר, נהל פר"ת 2012. המדריך קובע כללים לעריכת בדיקת כדאיות למשק הלאומי של פרויקטים בתחום התחבורה. בדיקת הכדאיות מתבססת על גישת עלות-תועלת (CBA) ושילוב של השפעות מאקרו כלכליות ב CBA. התוצאות מוצגות גם בצורה של מדדי כדאיות כלכליים וגם כלוחות סיכום של מדדים עיקריים לצורך ראייה רחבה יותר של השפעות הפרויקט.

בתחום הבריאות בישראל יש מדריך הכולל הנחיות לבחינת הכללת תרופות או טכנולוגיות חדשות בשרותי הבריאות. בהנחיות מוצע למגישי ההצעות לכלול יחסי יעילות ויחסי עלות תועלת אלא שאין מדובר בהכרח לשם קבלת הטכנולוגיה לסל והטכנולוגיות לא נשפוט בהכרח לפי יחס זה.

המשרד להגנת הסביבה עורך בדיקות כדאיות של פרויקטים בתחומים שונים הקשורים לשמירה על הסביבה או הפחתת נזקים, אך לא קיים מדריך פורמלי עם מתודולוגיה. בסקירה להלן יוצגו דוגמאות לבדיקות כלכליות שהמשרד להגנת הסביבה ערך לפרויקטים בתחום המים.

בתחום האנרגיה נערכו בדיקות כדאיות למספר פרויקטים באמצעות גופים שונים. בסקירה להלן נציג בדיקות עלות-תועלת שנערכו בתחום אנרגיות מתחדשות והתקנת מערכות מניה חכמות. לא קיים מדריך עם הנחיות פורמליות בתחום.

לוח 19: המאפיינים העיקריים של בדיקות כדאיות בתחומי תשתית אחרים בישראל

תהליך קבלת החלטות				
מדרג רשמי	נהל פר"ת 2012	אנרגיה – Smart Grid	איכות סביבה	
גוף מבצע	משרד התחבורה	האיגוד הישראלי לאנרגיה חכמה	המשרד לאיכות הסביבה	לא קיים
גוף מממן של הפרויקט	משרד התחבורה משרד האוצר עיריות	אין	-	
פרויקטים להם מבוצעת בדיקה כלכלית	כל פרויקט תשתית תחבורה יבשתית מעל 3 מיליון ₪	פריסת מונים חכמים בישראל בעלות מצטברת של כ- 7 מיליארד ש"ח	פרויקטים לצמצום השפעות סביבתיות	
סיווג פרויקטים	תח"צ/כבישים בדיד/מערכת	פרויקט יחיד	פרויקט יחיד	

3.2 תחבורה

3.2.1 כללי

נוהל פר"ת 2012 הינו המדריך הפורמלי לבדיקות כדאיות כלכלית בתחום פרויקטים תחבורתיים במדינת ישראל. הנוהל הוכן על ידי משרד התחבורה והאוצר ובשיתוף המשרד להגנת הסביבה.

ממשלת ישראל, ככל הממשלות במדינות המתוקנות, אחראית לתכנון, להקמה, אחזקה ותפעול של חלק ממערכת התחבורה. המדינה משקיעה סכומים משמעותיים על פיתוח ואחזקת רשת התחבורה היבשתית. כמו כן, הממשלה יוזמת ומכוונית השקעות של המגזר הפרטי במערכת התחבורה. יש חשיבות רבה להקצאה נכונה, כלכלית ויעילה של תקציבים אלה כך שתופק מהם התועלת המירבית, תוך התחשבות בשיקולים סביבתיים וחברתיים. יש להבטיח הקצאה נאותה של המקורות תוך התייחסות לשאלות המפתח:

- באילו פרויקטים להשקיע?
 - באיזה עיתוי?
 - כיצד להימנע מהשקעות שאינן כדאיות?
- מטרתו של נוהל פר"ת היא לספק את הכלים וההנחיות לבדיקת כדאיות של פרויקטים תחבורתיים, המספקים מענה לשאלות אלו.

בשנת 1996 פרסם משרד האוצר את הגרסה הראשונה לנוהל פר"ת. הנוהל שימש לבחינת כדאיות של פרויקטים תחבורתיים עד לשנת 2006, בה פרסמו משרד התחבורה ומשרד האוצר גרסת עדכון חדשה של נוהל פר"ת 2006. נוהל פר"ת 2006 הציג מתודולוגיות חדשות לטיפול בגודש ולבחינה של מרכיבי התועלות, כמו גם שיטת דיווח סטנדרטית המציגה את השפעות הפרויקט ותורמתו בצורה אחידה ובהירה. **הגרסה הנוכחית, נוהל פר"ת 2012** הינו נוהל חדש, מקיף וכולל מגוון רחב של נושאים, המבוססים על מחקר רחב היקף.

מאפיינים חשובים של נוהל פר"ת:

- הנוהל מתבסס על עקרונות בדיקות הכדאיות המקובלים בעולם עם התאמה לתנאים ולצרכים של ישראל.
- הנוהל כולל התייחסות לכל סוגי הפרויקטים התחבורתיים: כבישים ומסילות, תחבורה עירונית ובין עירונית, תחבורה ציבורית ופרטית, פרויקטים קטנים וגדולים, במימון ממשלתי, פרטי או מעורב. במסגרת פרויקטים תחבורתיים נכללים גם נושאי מדיניות כגון מדיניות חניה, אגרות גודש ועוד. הוא כולל מגוון תרחישים בניתוח של פרויקטים מסוגים שונים כדי לתת מענה לתכונות ומאפיינים מיוחדים.
- הנוהל מבחין בין פרויקטים בדידים לפרויקטים בעלי השפעה מערכתית, בין פרויקטים קטנים לגדולים, ובין פרויקטים עצמאיים ופרויקטים בעלי תלות בפרויקטים אחרים וכו'.
- מטרתו העיקרית של הנוהל היא לסייע למקבלי ההחלטות בהחלטה אם לקדם ביצוע פרויקט מוצע. בנוסף, הנוהל מיועד לספק בסיס להשוואה ולבחירה בין פרויקטים. לכן, יש להקפיד כי ההנחות המשפיעות על אומדן כדאיות הפרויקטים תהיינה אחידות.
- הבדיקה מתייחסת למגוון מדדים לביצועי הפרויקט. ריכוז מדדי הכדאיות העיקריים והשפעות אחרות של הפרויקט מרוכזים בלוח סכום סטנדרטי.

3.2.2 מתודולוגיה

הבסיס התאורטי של בדיקות הכדאיות בנוהל פר"ת הינו תאוריית הרווחה (Welfare Theory). המטרה של פרויקט תחבורתי היא מקסום הרווחה החברתית תוך התחשבות בהיבטים של שוויוניות וחלוקת משאבים. מנקודת ראות תחבורתית מקסום הרווחה החברתית יכול לבוא לידי ביטוי בהקטנת זמן הנסיעה, שיפור הניידות והנגישות, שיפור הבטיחות והפחתת הזיהום. יחד עם זאת במקסום התועלת החברתית יש להביא בחשבון אילוצים של משאבי תקציב מוגבלים כמו גם קרקע ואנרגיה וזאת תוך התחשבות בגורם אי-הודאות לגבי העתיד.

בדיקת הכדאיות מתבססת על גישת Cost Benefit Analysis (CBA) ושילוב של השפעות מאקרו כלכליות ב CBA. התוצאות מוצגות גם בצורה של מדדי כדאיות כלכליים וגם כלוחות סיכום של מדדים עיקריים לצורך ראייה רחבה יותר של השפעות הפרויקט. נהל פר"ת 2012 מבוסס על ניתוח כלכלי בגישת CBA ושילוב של Multi Criteria Analysis (MCA) בצורת סיכום של מדדים אינדיקטיביים כמותיים ואיכותיים להשלמת תמונת השפעות הפרויקט ללא שקלול של המרכיבים. הנוהל משלב הערכה של פיתוח כלכלי בגישה מאקרו כלכלית, כמרכיב במסגרת שיטת CBA.

גישת עלות תועלת אומרת שיש להקצות את המשאבים בין פרויקטים שונים כך שתוספת הנטו של הרווחה החברתית שלהם היא הגדולה ביותר. במסגרת זו נוהל הערכת פרויקטים מספק כללים המבוססים על תיאורית הרווחה ומתאר את מידת הגדלת הרווחה המושגת על ידי השקעת משאבים ציבוריים בפרויקט ציבורי, או לחילופין מספק מידע המסייע למקבלי ההחלטות לצורך החלטה על הקמת או דחיה של הפרויקט.

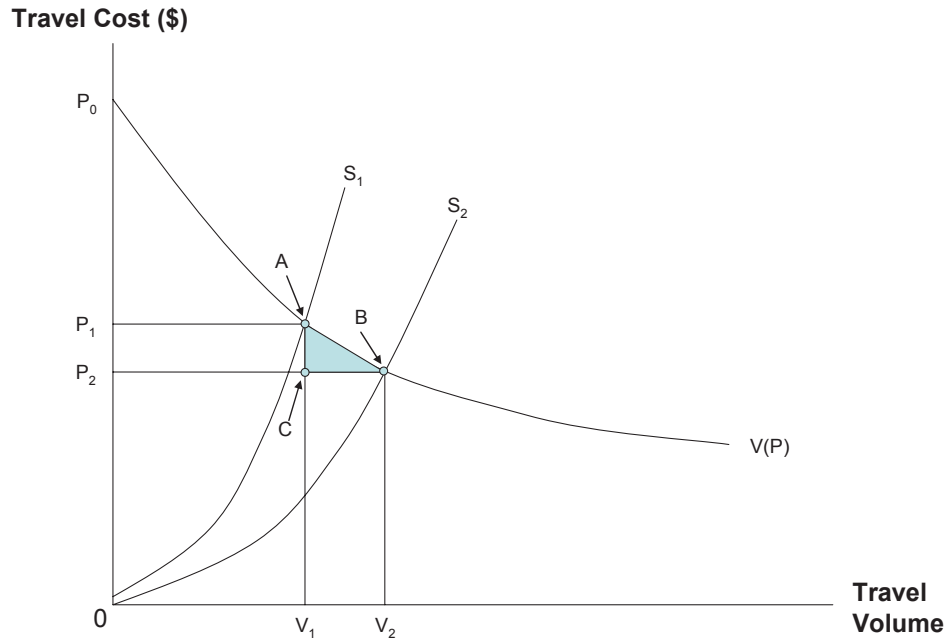
השינוי ברווחה החברתית בנוהל פר"ת 2012 ΔSW מוגדר על ידי:

$$\Delta SW = \Delta CS + \Delta PS + \Delta E$$

כאשר,

ΔCS - Consumer surplus בעודף הצרכן
 ΔPS – Producer surplus שינוי בעודף היצרן
 ΔE – Externalities שינוי בהשפעות החיצוניות

הביטוי הראשון במשוואה משקף את השינוי בעודף הצרכן שהוא המדד המקובל ביותר למדידת התועלת של פרט מסוים מהשקעה מסוימת. אנליטית, הביטוי הזה מבוטא בשטח מתחת לעקומת הביקוש המוגבלת במחיר השירות לפני השינוי ואחרי השינוי המוצע, שהוא השטח ABP1P2 בתרשים להלן.



הבסיס לרעיון של עודף הצרכן הוא מושג הנכונות לשלם (Willingness to Pay WTP) המבטא את הסכום המקסימלי שפרט מוכן לשלם עבור השיפור בשרות.

3.2.3 ביקוש והיצע

תחזיות הביקוש לתחבורה נעשות באמצעות מודלים תחבורתיים מורכבים למדי, הדורשים כמות רבה של סקרים ונתונים ועלות פיתוחם גבוהה מאוד (בתחום של כמה מיליוני דולרים לכל מודל). בישראל נעשה שימוש במודלים תחבורתיים מהמתקדמים ביותר בעולם כיום. המודלים העיקריים התומכים בהערכת פרויקטים תחבורתיים הם מודלים של ביקוש לתחבורה. במודלים אלו נתן להבחין בשני סוגים עיקריים של מודלים: מודל 4 הצעדים (**Four Steps Model**) שהינו המודל המקובל ברוב העולם היום. מודל מתקדם יותר המוכר כמודל מבוסס פעילויות (**Activity Based Models**) פועל כיום כבר בת"א ומודל כזה נמצא גם בשלבי פיתוח בירושלים. המודלים החדשים הם מודלים דיסאגרגטיביים המסבירים טוב יותר את התנהגות הפרט ובכך ניתן באמצעותם להבין בצורה מיטבית את תגובת הנוסעים לאמצעי תחבורה חדשים, שינוי במדיניות, בחירת אמצעי נסיעה וכדומה

תחזיות הביקוש לנסיעות במודלים נעשות ל:

- מספר שנות יעד (2020, 2030, 2040, 2050..)
- מספר תקופות יום (שעת שיא בוקר, אמצע יום, שיא אחר צהריים..)
- למספר אמצעי נסיעה: רכב פרטי, תחבורה ציבורית, אוטובוסים, רכבות, הליכות..

המודלים לביקוש לתחבורה הם ברמת המאקרו של הכלל, כאשר ההצבה נעשית על כלל רשת הדרכים ואינה מטפלת בהיבטים מקומיים של הנדסת תנועה. בפרויקטים בהם לתכנון התנועה עשויה להיות השפעה על ביצועי הרשת, (לדוגמא קו רכבת קלה על פני הקרקע בציר ראשי עם העדפה ברמזורים), משתמשים גם במודלים של **מיקרו-סימולציה**. מודלים של מיקרו-סימולציה מדמים את התנועה באופן

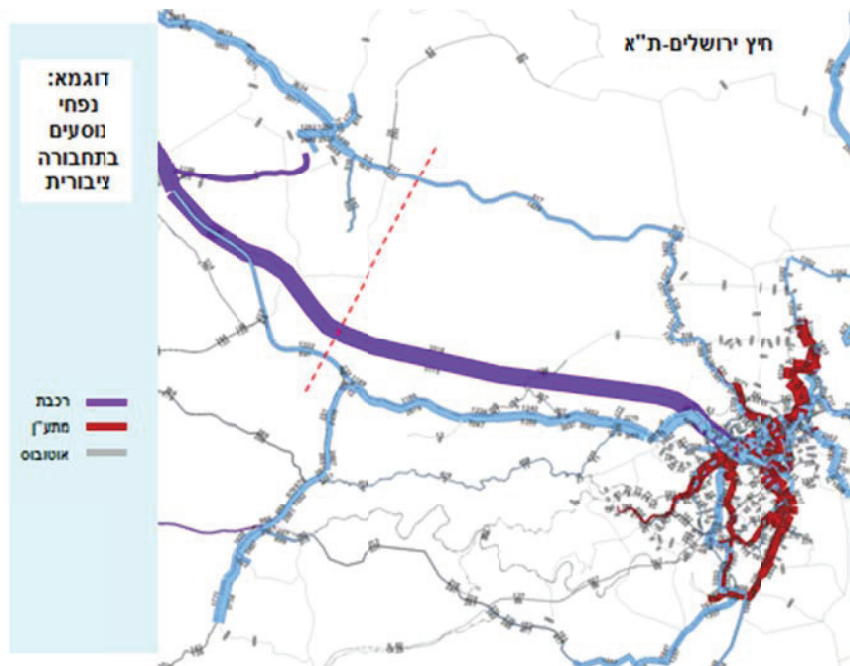
מפורט ודינמי ומאפשרים בחינה ואיתור של בעיות שלא ניתן לבחון במודלים של ביקוש לתחבורה ברמת המאקרו.

ההיצע התחבורתי במודלים מתואר באמצעות רשת הדרכים והתחבורה הציבורית:

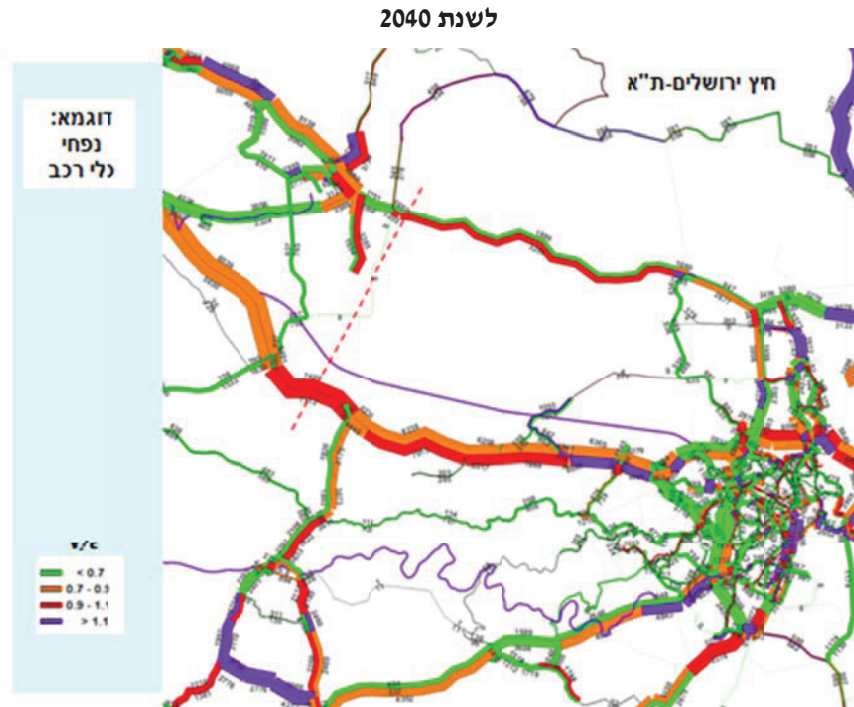
- רשת הכבישים מתוארת באמצעות קטעים, צמתים ומחלפים בהתאם לסוג הדרך (מהירה, מקומית וכו'), מאפייני הקטע (מספר נתיבים, חניה וכו'), מאפייני וסוג הצמת, מהירות תקן וכו'
- מדיניות חניה ואגרות גודש
- רשת התחבורה הציבורית מתוארת באמצעות:
 - תשתית - מסילות, תחנות, נתיבים לתחבורה ציבורית, מסופים, חניוני חנה וסע.
 - קווים – רשת הקווים
 - רמת שרות – מהירות, תדירות הקווים וכו'
 - מדיניות תעריפים

התחזיות במודל מתוארות באמצעות נקודת שווי משקל של המשתמשים במערכת המושגת באמצעות הצבה של הביקוש וההיצע במודל התחבורתי. התוצאות והתחזיות מתוארות באמצעות קבצים ומפות כדלקמן:

תרשים 13: לדוגמא- תחזית נוסעים בתחבורה הציבורית בקו רכבת ירושלים ת"א לשנת 2040



תרשים 14: לדוגמא - תחזית נפח תנועה וגודש בכבישים לאחר הפעלת קו רכבת ירושלים ת"א



3.2.4 תועלות והשפעות הפרויקט

בנוהל פר"ת נערכו מחקרים רבים ובמשך ולאורך מספר שנים לצורך זיהוי, כימות והגדרת מתודולוגיה מתאימה של תועלות מביצוע פרויקט תחבורתי.

בלוח להלן סיכום של התועלות הנכללות בנוהל פר"ת 2012 ומאפייניהם העיקריים:

לוח 20: התועלות בבדיקות כדאיות בתחום התחבורה (נוהל פר"ת)

מרכיב תועלת	ערך	מאפיינים עיקריים
חיסכון בזמן נוסעים	כספי	זמן נסיעה מוגדר לפי 3 מטרות נסיעה ערך הזמן מבוסס על שכר ממוצע במשק התועלת מחושבת על בסיס חישובי זמן במודל התחבורתי
עלויות תפעול כלי רכב	כספי	תועלות של פרויקט תחבורתי נמדדות בין היתר בשיפור מהירות הנסיעה ובשינוי במרחקי הנסיעה (נסועת רכב). בנוהל פר"ת פונקציות עלות תפעול לפי סוג רכב, אמצעי נסיעה ומהירות הנסיעה
בטיחות	כספי	פרויקטים תחבורתיים משפיעים על הבטיחות בדרכים ועלות התאונות למשק הלאומי. בחישוב נערך אומדן של היקף התאונות לפי חומרתן ועלותם

למשק הלאומי לרבות עלות הרוגים ופצועים, טיפולים רפואיים, נזקי רכוש, עלויות אדמיניסטרציה וכו'.		
סביבה	כספי/כמותי איכותי	זיהום אויר ורעש מחושבים בערך כספי. יתר ההשפעות על הסביבה (פגיעה בשטחים פתוחים, פגיעה נופית וכו'), באמצעות ניתוח כמותי/איכותי
חיסכון בחניה	כספי	אחת המטרות המרכזיות בביצוע של פרויקט מערכתי בתחום התחבורה הציבורית הינה מעבר נוסעים מרכב פרטי לתחבורה ציבורית. לתוצאה זו נלווית תועלת נוספת שמקורה בחסכון בהקמה של מקומות חניה במרכזים המטרופוליניים. חישוב החיסכון מבוסס על אומדנים מהמודל התחבורתי ועלות חניה במרכזי הערים.
פיתוח כלכלי/אורבני	כספי	מתודולוגיה לאמידה של תועלות מצבירה, הנוצרת מהיכולת של פרויקטי תחבורה ציבורית גדולים להגדיל את הקיבולת למרכזי המטרופוליניים ובכך להשפיע על פריון שוק העבודה.
ערך בתחבורה הציבורית האופציה	כספי	מרכיב חשוב בתועלות הוא הערך האופציונאלי של פרויקטים תחבורתיים. הערך האופציונאלי הוא הערך שיש לפרט מפרויקט מסוים גם אם אינו משתמש בו, ויכול לבוא לידי ביטוי במוכנות של הפרט לשלם עבור קיומו של הפרויקט עבור האופציה להשתמש בו, גם אם הוא לא משתמש או ישתמש באופציה זו בפועל.
שוויניות וצדק חברתי	כמותי	בבחניה של פרויקט תחבורתי חשוב לא רק לכמת את תועלות ועלויות הפרויקט, אלא גם לבחון באיזו מידה התועלות והעלויות מתחלקות באופן צודק בין התושבים. נוהל פר"ת מציע מתודולוגיה להכללת שיקולים של צדק חברתי בבדיקת הכדאיות של פרויקט.
הפרעות במהלך ההקמה לתנועה	כספי	במהלך הקמת פרויקט תחבורתי נגרמות הפרעות ועיכובים לתנועה. בנוהל פר"ת מתודולוגיה לחישוב ערך כלכלי של העיכוב לתנועה הנוצר במהלך ההקמה של הפרויקט.
אמינות זמן הנסיעה	כספי	אמינות זמן הנסיעה הינו מרכיב חשוב בתועלות של פרויקטים תחבורתיים, בעיקר של כבישים מהירים ומערכות מסילתיות המאפשרות תכנון טוב יותר של זמני הנסיעה והגעה ליעד ללא תלות בגודש.

3.3 הגנת הסביבה

המשרד להגנת הסביבה עורך בדיקות כלכליות לפרויקטים בתחום מדיניות סביבתית ופרויקטים שמטרתם הקטנת השפעות על הסביבה.

להלן נציג את המתודולוגיה ששמשה לניתוח כדאיות כלכלית של פרויקטים בתחום המים שנערכו על ידי המשרד להגנת הסביבה הסביבה:

□ ניתוח עלות תועלת משדרוג איכות מי הקולחין בישראל (המשרד להגנת הסביבה, 2004)

□ ניתוח עלות תועלת של פרויקטים להשבת מים אפורים בישראל (המשרד להגנת הסביבה, 2007)

3.3.1 עלות תועלת משדרוג איכות מי הקולחין

הבחינה נערכה במסגרת ועדה לבחינת תקן חדש לאיכות הקולחין בישראל. הבחינה הכלכלית נועדה לבחון חלופות לתקן לאיכות הקולחין לשנת 2010 ואילך.

בתרחיש "עסקים כרגיל" נערך אומדן של איכות הקולחין בהתבסס על מקורות המים הקיימים והצפויים בשנים הקרובות ואת הביקושים הצפויים. אומדן רמת איכות המים נערכה בחלוקה של 10 אזורים ארציים.

במסגרת המתודולוגיה פותחו חלופות לתרחיש "עסקים כרגיל", הכוללות אפשרויות החל מהשאת המצב הקיים ועד לשרוג האיכות עד לרמה של מים שפירים. לכל חלופה חושבו העלויות הכוללות והעלויות השוליות.

חישוב התועלות של מעבר ממתקן סניטרי בסיסי לבינוני כלל את התועלות להלן:

- תועלת ממגוון הגידולים החקלאיים - השיפור באיכות מי הקולחין יאפשר לחקלאי לעבור לגידולים רווחיים יותר. התועלת נאמדה כהפרש בתרומה בין הגידולים הרווחיים לגדולים הפחות רווחיים. כמו כן, חושבה התרומה של כלל הגידולים המצויים כיום, לעומת התרומה של הגידולים שניתן לקבל בחלופה זו.
- הקטנת הצורך באמצעי סינון.
- הקטנת בלאי מערכת ההשקיה.
- עלות תוספת חומרים לשימור הצנרת.
- ירידה באורך החיים של הצנרת.
- תוספת שטחים חקלאיים.

חישוב התועלות של מעבר ממתקן סניטרי בינוני לממיר כלל את התועלות להלן:

- צמצום עלויות האחזקה במאגרים
- השפעה על איכות מי התהום.
- הפסד תועלת מהפחתת חנקות.
- חיסכון בשטיפת מסננים.

חישוב התועלות מטיפול במלחים כלל את התועלות להלן:

- שימור הקרקע – חיסכון מהפחתת הצורך של שטיפת הקרקע.
- תועלות מהפחתת בורון.
- מניעת ירידה בתפוקת היבולים.
- הורדת המליחות באקוויפרים.

תוצאות המחקר הראו כי במבחן של עלות תועלת כדאי לשדרג את רוב מי הקולחין לרמת התקן המוצעת.

עלות השידרוג לרמה המומלצת תגיע לכ - 0.1 דולר לקו"ב קולחין במוצע, לעומת תועלת ממוצעת בטווח של 0.4-0.55 דולר לקו"ב (עד פי 5 מהעלות).

3.3.2 עלות תועלת של פרויקטים להשבת מים אפורים בישראל

המשרד לאיכות הסביבה ערך ניתוח של הכדאיות הכלכלית הישירה למשק בשימוש במתקנים להשבת מים אפורים. מתקנים להשבת מים אפורים מאפשרים לעשות שימוש חוזר במים, שמשמעותו חיסכון בצריכת השפירים.

בחינת הכדאיות הכלכלית התבססה על השוואת הערך הכלכלי של החיסכון הפוטנציאלי במים לעלות הנדרשת לצורך התקנת המתקנים.

בניתוח התועלות נבחנו העלויות השונות הכרוכות באספקת מים שפירים לצרכן הביתי, במטרה לאמוד את התועלת הנובעת מהפחתה של מ"ק בצריכת מים שפירים:

- עלות יצור המים
- עלות ההולכה והאספקה לצרכן
- עלות האיסוף והטיפול בשפכים

במחקר נמצא שסך החיסכון למשק כתוצאה מהפחתת צריכה של מ"ק מים שפירים עומד על 5.36 ₪ למ"ק כאשר מדובר על שימושים בהם המים נאספים למערכת הביוב ועל 3.49 ₪, כאשר מדובר במים המיועדים להשקיה.

לוח 21: החיסכון למשק כתוצאה מהפחתה של מ"ק שפירים בצריכה הביתית

סעיף עלות	עלות (₪ למ"ק)	החיסכון למשק כתוצאה מהפחתת צריכה של מ"ק (בש"ח)
עלות מים מותפלים	2.52	2.80
עלות השבחת מים	0.02	0.02
עלות הולכה לשער העיר (אנרגיה)	0.16	0.17
עלות אספקת המים לתושבי העיר, איסוף השפכים והולכתם: עלויות טיהור שפכים	1.51	1.51
עלויות תפעול - לפי רמת הטיפול הנוכחית	0.80	0.48
תוספת עבור שדרוג לאיכות ענבר	0.63	0.38
סה"כ		5.36

לוח 22: החיסכון מהפחתה של מ"ק שפירים בצריכה הביתית, המשמש לצרכי השקיה

סעיף עלות	עלות (₪ למ"ק)	החיסכון למשק כתוצאה מהפחתת צריכה של מ"ק (בש"ח)
עלות מים מותפלים	2.52	2.80
עלות השבחת מים	0.02	0.02
עלות הולכה לשער העיר (אנרגיה)	0.16	0.17
עלות אספקת המים לתושבי העיר	0.50	0.50
סה"כ		3.49

בניתוח העלויות נבחנה העלות למ"ק מים נחסכים, עבור מספר שימושים שונים וטכנולוגיות שונות. העלויות התבססו על נתונים שנמסרו מחברות העוסקות בתחום, וכללו עלויות הקמה ועלויות טיפול שוטף. העלויות בדוגמאות שנותחו נמצאו בטווח של 2.81-8.83 ₪ למ"ק.

לוח 23: סיכום ניתוח עלות תועלת ממתקנים להשבת מים אפורים

השקייט גינות ציבוריות ממי בניינים - מערכות אקולוגיות	השקייט מתקני ספורט - מערכות אקולוגיות	השקייט מתקני ספורט - מתקני טיפול ביולוגיים מכאניים	השקייט גינות פרטיות	הדחת אסלות בבנייני מגורים	
3.49	3.49	3.49	3.49	5.36	תועלת
5.30	2.81	5.82	8.50	8.83	עלות
-1.8	0.7	-2.3	-5.0	-3.5	תועלת נטו

לסיכום, רק בדוגמא אחת, השקייט מתקני ספורט, נמצא כי ישנה כדאיות להשבת מים אפורים.

3.4 אנרגיה – מתודולוגיה לבחינת התועלת הכלכלית של אנרגיות מתחדשות¹

3.4.1 כללי

ההסדר הקיים במשק האנרגיה ביחס לתמרוץ אנרגיות מתחדשות הוא הסדר של תעריף הזנה (Feed in tariff), המבוסס על עלות נורמטיבית בתוספת תשואה להון הנורמטיבי. בעל המתקן מוכר למשק החשמל את כלל האנרגיה שהוא מייצר לתקופה של 20 שנה.

שיטה זאת מסירה את אי הוודאות מהיזמים אך מציבה מספר בעיות עיקריות:

- הממשלה מגדירה עלות לכל טכנולוגיה כך שבפועל נגרמים עיוותים בתמהיל העלויות, זאת כיוון שבאופן כזה העלות נקבעת ע"י גורמי מממשל ולא ע"י גורמי השוק.
- המודל מחייב הערכה נכונה של עלויות נורמטיביות. בשוק דינמי העלויות עשויות להשתנות מהותית עקב שיפורים טכנולוגיים ללא עדכון מתאים של הרגולטור.
- המודל מניח טכנולוגיה נתונה ואינו מתמרץ פיתוח טכנולוגיות חדשות, לכן יכול לעודד "חוסר יעילות".
- מודל המכסות מהווה תמריץ שלילי לחדשנות. המכסות מתייחסות רק לטכנולוגיות מוכחות וותיקות (ולכן גורר העדפת יצרנים זרים ומנוסים על-פני חברות חדשניות, בחלקן ישראליות).
- מנגנון המכסות בשילוב יעד כמותי כולל לכל הטכנולוגיות מוביל את התחרות למקום בו יזמים מנסים להקשות על יכולת יזמים מטכנולוגיות אחרות. זאת במקום שתשרור תחרות על איכות ומחיר.
- הסדרי המכסות והתעריף, בהיותם נתונים ללחצים פוליטיים, יוצרים אי-וודאות לטווח הארוך ולכן מייצרים רתיעה של יזמים חדשים להיכנס לתחום עקב העמימות.

¹ לפי המלצות ועדה ממשלתית בראשות פרופ' יוג'ין קנדל

3.4.2 מתודולוגיה

המתודולוגיה לבחינת התועלת הכלכלית של אנרגיות מתחדשות מתבססת על העקרונות הבאים:

- ❑ הצורך בנוסחה כללית - המתודולוגיה מתמקדת במדיניות ארוכת טווח ולכן אין היא חותרת לכימות תועלת כלכלית כמספר יחיד אלא היא מייצרת תחשיב של "המחיר ההוגן" שנכון לשלם ברמת המשק באינטרוול זמן מסוים (בד"כ שנה). השימוש בנוסחה קבועה מראש מאפשר מתן וודאות מסוימת לתעריפים העתידיים היות וניתן לחזות אותם מתוך המגמות בפרמטרים המרכזיים של הנוסחה. כמו כן, ניתן לבצע עדכון בתעריף בהתאם לשינויים בתנאים העולמיים והמקומיים במשק האנרגיה.
- ❑ הצורך בנוסחה צופה פני עתיד - שמירה על העיקרון של תעריפי הזנה ידועים מראש לטווח ארוך, וזאת בכדי לספק וודאות ליזמים. לצורך זה אין להסתפק בהערכת התועלת בנקודת הזמן הנוכחית אלא לשקלל תחזיות שונות כדי להעריך את התועלות בעתיד.
- ❑ הצורך בהתחייבות ארוכת טווח - הנחת הבסיס היא שיצרני וצרכני החשמל הינם שונאי סיכון ומעדיפים את התוחלת של המשתנה הבלתי ודאי (עלויות יצור החשמל) על פני תוצאות המשתנה במציאות. במלים אחרות, גם היצרנים וגם הצרכנים מוכנים לשלם עבור ביטול שונות התוצאות העתידיות שלהם. בתחום של אנרגיות מתחדשות, שימוש בחוזים ארוכי טווח מאפשר נטרול כמעט מוחלט של השונות.
- ❑ פילוח לפי שעות יצור - אנרגיות מתחדשות תלויות בתהליכים חיצוניים המאפשרים לייצר חשמל בשעות מסוימות בלבד. מכאן שיש היגיון רב בביסוס התגמול ליצרני האנרגיה המתחדשת ע"פ השעות בהן מסופקת האנרגיה.
- ❑ התחשבות באמינות ובתנודתיות פרופיל היצור - במשק החשמל יש חשיבות לרמת האמינות והתנודתיות של הטכנולוגיה. ככל שמתקנים הם "בני שיגור" (Dispatchable) הם מאפשרים אמינות יותר גבוהה ולכן זכאים לתגמול מתאים.
- ❑ התחשבות במקום היצור - עלויות הולכה ואיבודי חשמל הן תועלות שליליות של מקורות אנרגיה מתחדשים, לכן יש לתמרץ ייצור מוגבר של חשמל בסמוך למקורות הצריכה.
- ❑ התחשבות בהיקף החדירה של אנרגיות מתחדשות - התועלת משילוב אנרגיות מתחדשות משתנה כפונקציה של היקף החדירה של האנרגיות מתחדשות ורמת התמהיל של האנרגיות השונות. לאור זאת, המנגנון הכלכלי הנכון לשילוב אנרגיות מתחדשות קשור להגדרת התועלת הפוחתת של החשמל ממקורות אלו, כך שתיווצר נקודת איזון משקית לשילוב כל טכנולוגיה.
- ❑ קשר בין מנגנון התשלום והתועלת הכלכלית - חלק מהתועלות המשקיות הן כלליות ואינן מתאימות להיכלל במסגרת העלויות המוכרות בתעריף החשמל. במקרים אלה יש צורך למצוא גורם מימוני אחר, כך שהתגמול יתחשב הן בעלויות היצור והן בתועלות.

לאור העקרונות הללו, הוועדה מצאה שהמתודולוגיה הנכונה היא הערכת התועלת הכלכלית הנובעת למשק משילוב אנרגיות מתחדשות, הצבת מחיר כלכלי, הפסקת הסבסוד במובן הרחב שלו ובניית מנגנון תמריצים על פי התועלות.

3.4.3 ביקוש והיצע

הביקוש וההיצע של האנרגיות המתחדשות נגזר מתוך מדיניות הממשלה המתבטאת במכסות לכל סוג אנרגיה, ובחובת הרכישה של חברת החשמל לכל היצור במסגרת המכסות. המשמעות היא שחברת החשמל קונה את כל הכמות המיוצרת, בעוד שההיצע מוגבל לתקרת המכסות.

3.4.4 תועלות והשפעות הפרויקט

לוח 24 : מרכיבי התועלות בבדיקות כדאיות בתחום האנרגיה

מרכיב תועלת	ערך	מאפיינים עיקריים
חיסכון בצריכת דלקים	כספי	ייצור חשמל תוך שימוש באנרגיות מתחדשות מפחית את היקף הייצור בתחנות כוח המופעלות בפחם ובגז טבעי ומקטין את מרכיב עלות הדלקים במחיר החשמל.
השקעות במתקני יצור קונבנציונליים	כספי	היקף היצור המתוכנן של האנרגיות המתחדשות מהווה שיקול בתכנון תוספת בניית כוח חדשות. המודל מחשב את העלות הנחסכת כפונקציה של שיעור חדירת האנרגיות המתחדשות, ומציב רף שמעליו החיסכון מתאפס.
צמצום נזקים סביבתיים	כספי-תועלת בריאותית וסביבתית	הפחתת פליטות מזהמים בשל הקטון בשריפת דלקים. צמצום נזקים הכרוכים בהטמנת פסולת יצור חשמל.
ביטחון אנרגטי של מדינת ישראל	איכותי-תועלת מערכתית, ביטחונית	אנרגיות מתחדשות מפחיתות את התלות ביבוא דלקים, מקטינות את הסכנה לאי רציפות האספקה, ותורמות להפחתת עלות הגיבוי המערכתית הנדרשת. הדברים אמורים בעיקר לגבי תרחישים של סגירת נמלים עקב מצב ביטחוני, עיכובים בהגעת הגז הטבעי, ותקלות במערכת הולכת הגז הטבעי.
פיתוח אזורי, כלכלי ותעסוקתי	איכותי/כמותי תועלת חברתית, תעסוקתית	מרבית האנרגיות המתחדשות מותקנות באזורים פריפריים. יש לכך השפעה ישירה על יצירת מקומות עבודה ברי קיימא באזורים בעלי מיעוט חלופות תעסוקתיות. שיפור כושר ההשתכרות של העובדים ע"י פיתוח מקורות תעסוקה, והגדלת שיעור ההשתתפות בכוח העבודה של אוכלוסיות המאופיינות בשיעור השתתפות נמוך.

3.5 אנרגיה – מתודולוגיה לבחינת התועלת הכלכלית מהתקנת מערכת מניה חכמה בישראל

3.5.1 כללי

רשת חכמה הינה אחד ממנועי הצמיחה העיקריים של רשתות האנרגיה העולמיות. מרבית המדינות המפותחות הגדירו יעדים כמותיים ואבני דרך לפריסה עד שנת 2020 ו- 2030, תוך הקצאת תקציבים ומשאבים ליישום.

בישראל קיים מצב "מעניין". מצד אחד, חברת החשמל התקינה מערכות בקרה ושליטה מתקדמות במקטעי ההולכה וההפצה ומצד שני, ישראל מפגרת מאוחר בכל הקשור לרכיבים המותקנים אצל צרכן הקצה.

האיגוד הישראלי לאנרגיה חכמה (ISEA), לקח על עצמו להכין מסמך המנתח את האספקטים השונים של פריסת מונים חכמים בישראל – מבחינה טכנולוגית, הנדסית, רגולטורית, משפטית, שיוקית וכלכלית. אנו נתמקד בהצגת פן הניתוח הכלכלי של העבודה.

מטרת עבודה זו הינה לסייע בקבלת החלטת השקעה מושכלת בדבר פריסת מערכת מונים חכמים "מועשרים" בישראל. לשם כך נבנה מודל עלות-תועלת אובייקטיבי מנקודת ראות של המשק הלאומי, במטרה לבחון האם קיימת הצדקה כלכלית לפריסת מונים חכמים בישראל. ניתוח עלות-תועלת, Cost Benefit Analysis נעשה תוך מתן אומדן קוהרנטי לעלויות והתועלות הניתנות לכימות בלבד.

השימוש במונח "מועשר" מצביע על תכולת המערכת הכוללת: (1) מונים חכמים, (2) מערכת תקשורת דו כיוונית בזמן אמיתי בין הצרכן והתשתיות ומרכזי הבקרה והשירות, (3) מערכות תוכנה תומכות לרבות מערכת גביה, (4) שימוש בטכנולוגיות המאפשרות משוב ("Feedback") אקטיבי מן הצרכן, (5) מבני תעריפים מתקדמים וחדשניים המאפשרים לגלם את הפוטנציאל של שינוי בדפוסי הצריכה. במסגרת המודל נבחנה פריסת מונים חכמים ב: (1) משקי הבית, (2) עסקים קטנים וחברות בינוניות (Small-Medium enterprise). אוכלוסיה זו צפויה לכלול כ- 2.54 מיליון מונים בנקודת הזמן המוערכת לתחילת המודל, 1.1.2015.

3.5.2 מתודולוגיה

הערכת כדאיות הפרויקט בוצעה באמצעות ניתוח עלות-תועלת (CBA) אשר בו נבחנו כלל עלויות הפרויקט עבור 15 שנים (השקעה ראשונית, עלויות תפעוליות והשקעות חוזרות בחידוש ציוד). מדד ההחלטה בו נעשה שימוש הוא ערך נקי נוכחי (NPV), כאשר בוצעו ניתוחי רגישות על מדד זה, לשם זיהוי המשתנים להם ההשפעה המירבית על התוצאות ולשם קבלת הערכה של "טווח" תוצאות אפשרי.

עיקרי המתודולוגיה:

- ניתוח כלכלי מנקודת מבט לאומית, כלומר, חישוב מידת ההשפעה של פריסת מונים חכמים בישראל על הרווחה הכוללת של האוכלוסייה (כלומר, השינוי בגודל העוגה). אין התייחסות לנושאים כגון אופן חלוקת הרווח או צדק חלוקתי.
- ניתוח העלויות והתועלות בוצע תוך בחינת הערכים התוספתיים (Marginal) ביחס למצב הקיים ("Business as usual"). כלומר, (א) כל עלויות המצב הקיים לאורך משך החיים של המודל תופחתנה מן העלויות של פריסת המונים החכמים. (ב) עלויות נמנעות תחשבה כתועלות.
- בשל מחסור במקורות מידע מישראל וכדי לבצע אומדן קרוב ככל הניתן, בוצע שימוש בבחני ביצועים ("Benchmarks") המבוססים על 20 ניתוחי עלות-תועלת ולמעלה מ- 70 דוחות ומחקרים הנוגעים לפיילוטס, בחינות טכנולוגיות ופריסת מונים חכמים באופן כללי.
- התבססות על מידע ונתונים מקומיים היכן שקיימים.

3.5.3 ביקוש והיצע

נתוני ביקוש החשמל במודל נלקחו מאומדני צריכה עתידית של חברת החשמל (דין וחשבון סטטיסטי) ואומדני צמיחה של הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה.

נתונים עיקריים בהם בוצע שימוש:

- תחזית גידול באוכלוסיה של הלמ"ס
- צריכת חשמל – לפי סוג מונה, לפי סוג אוכלוסיה, לפי תעריף – נתוני חברת החשמל
- נתוני ביקוש בשעות שיא ושפל של חברת החשמל
- טווח תחזיות: 2030

להלן לוח המציג את צריכת החשמל השנתית לפי סוג צרכנות (דין וחשבון סטטיסטי, חברת החשמל, 2011):

לוח 25: צריכת החשמל השנתית

צריכת החשמל השנתית לפי סוג הצרכנות

30 א'

מליוני קוט"ש

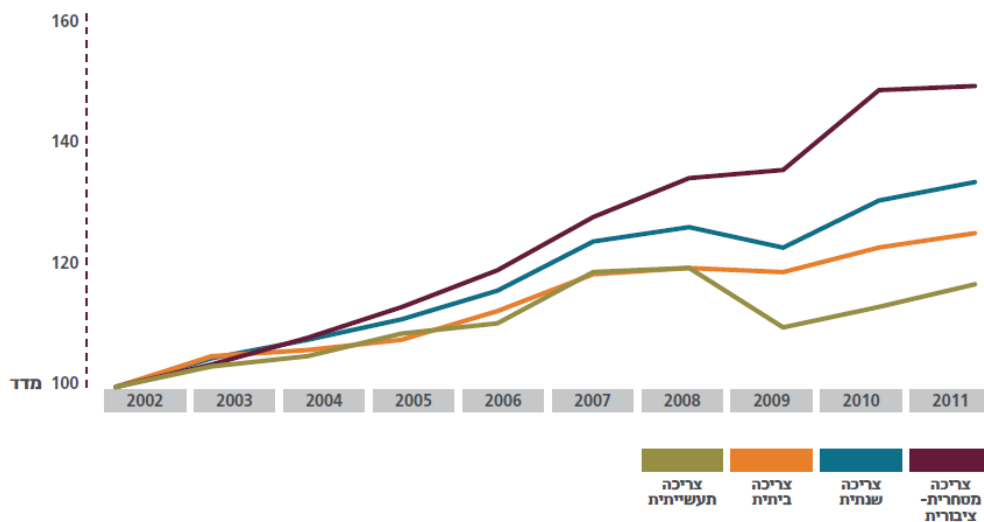
השנה	ביתית	מסחרית ציבורית	ישובים חקלאיים	תעשייתית	שאיבת מים	מזרח ירושלים והרש"פ	סה"כ
2002	12,747	11,586	1,621	9,423	2,242	2,300	39,920
2003	13,365	11,999	1,674	9,728	2,501	2,454	41,721
2004	13,517	12,508	1,701	9,880	2,728	2,598	42,933
2005	13,719	13,083	1,699	10,237	2,708	2,863	44,309
2006	14,313	13,785	1,755	10,387	2,838	3,097	46,175
2007	15,049	14,766	1,852	11,178	3,021	3,457	49,323
2008	15,201	15,499	1,827	11,218	2,749	3,666	50,161
2009	15,117	15,625	1,690	10,329	2,404	3,783	48,947
2010	15,591	17,132	1,614	10,647	3,029	3,966	51,977
2011	15,909	17,202	1,731	10,987	3,015	4,225	53,067

להלן לוח המציג את ההתפתחות בצריכת החשמל השנתית לפי סוג צרכנות (דין וחשבון סטטיסטי, חברת החשמל, 2011):

לוח 26: התפתחות צריכת החשמל לפי מגזרים עיקריים

התפתחות צריכת החשמל לפי מיגזרים עיקריים, 2002-2011
(100=2002)

32



תחזיות ההיצע מהוות בסיס לבניית אומדני ייצור עתידי של חברת החשמל (דין וחשבון סטטיסטי, חברת החשמל). יכולת הייצור המקסימלית הצפויה חושבה לפי ממוצעי צמיחה ביכולת הייצור. נתונים עיקריים בהם בוצע שימוש:

- תחזיות חברת חשמל
- זמינות אמצעי ייצור לפי חברת החשמל
- צריכה לפי סוגי תעריפים

להלן לוח המציג את ייצור החשמל השנתי לפי תחנות כח וסוגי הדלקים (דין וחשבון סטטיסטי, חברת החשמל, 2011):

לוח 27: ייצור החשמל לפי אתרים וסוג הדלק

ייצור החשמל לפי אתרים וסוג הדלק¹

5

מליוני קוט"ש

תחנת הכח	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002
חיפה	-	127	562	1,501	1,562	1,739	1,430	1,576	1,838	1,709
רדינג	978	2,026	1,923	2,812	2,485	1,765	1,703	1,761	1,926	1,581
אשכול	3,140	3,800	4,331	6,650	5,587	5,532	6,445	5,598	3,786	3,794
אורות רבין	18,551	18,409	18,051	18,518	19,595	19,709	19,186	19,256	19,222	18,654
רוטנברג	16,715	15,858	16,306	16,869	17,652	16,027	16,942	17,197	16,833	16,418
טורבינות גז	2,726	2,243	1,114	1,018	986	814	910	296	395	1,085
מחזור משולב	15,035	13,640	10,776	7,027	5,631	4,674	1,651	1,204	1,512	520
סה"כ כולל	57,145	56,102	53,062	54,394	53,498	50,260	48,267	46,888	45,512	43,761
מזה:										
בגז	18,315	20,527	17,298	14,158	10,569	9,085	5,597	4,248	-	-
בפחם	35,266	34,243	34,302	35,387	37,247	35,658	36,127	36,453	36,055	35,072
במוזט	947	492	642	1,618	1,720	2,880	3,981	4,687	7,550	7,084
בטולר	2,617	840	820	3,231	3,962	2,621	2,561	1,500	1,907	1,605

1 ללא יצרנים פרטיים

3.5.4 תועלות והשפעות הפרויקט

במסגרת זיהוי וכימות התועלות הנובעות מפריסת מוני חשמל בישראל, בוצע מיקוד אך ורק בתועלות אשר ניתנות לכימות. לאור זאת תוצאות המודל אינן כוללות את מלוא התועלות הנצברות, אולם בשל עיקרון השמרנות (תוצאות מוטות לשלילה עדיפות על תוצאות מוטות לחיוב) נבחרה דרך זו.

התועלות הנובעות מן הפרויקט נחלקו למספר קטגוריות:

- תועלות הנובעות מקריאת מונים מרחוק
- תועלות הנובעות מאופטימיזצית רשת
- שיפורים במנגנון הגבייה
- שיפורים תפעוליים אחרים
- תועלות משינוי באופי הצריכה ("תגובה-ביקוש")

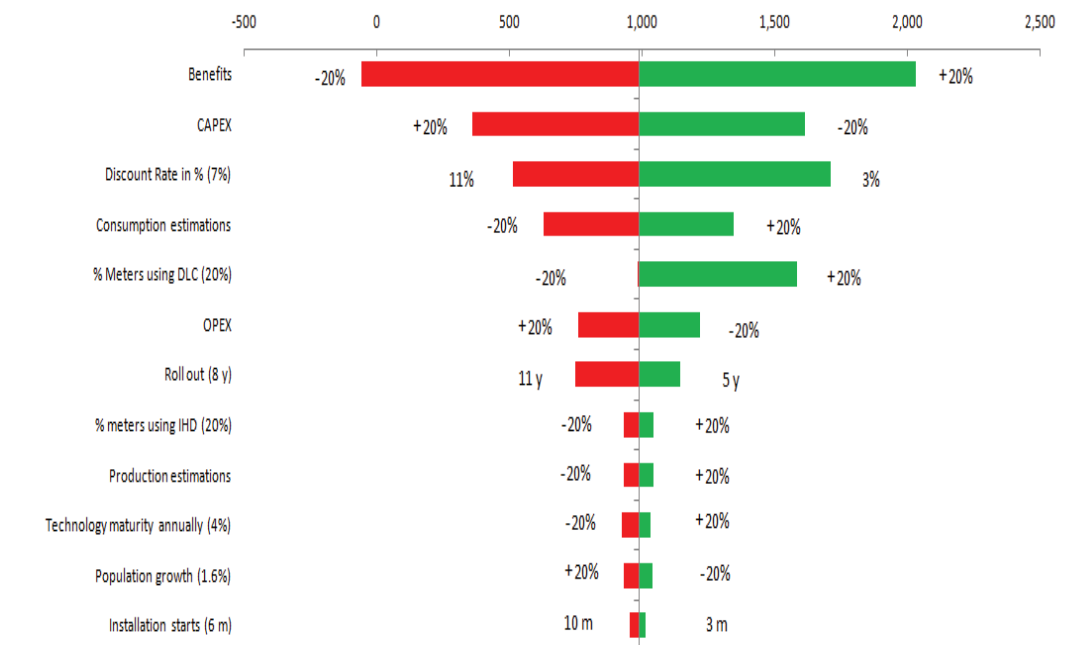
להלן סיכום של התועלות הנכללות במסגרת הניתוח שבוצע:

לוח 28: מרכיבי התועלות בבדיקת הכדאיות של מונים חכמים בתחום האנרגיה

מרכיב תועלת	ערך	מאפיינים עיקריים
עלויות נמנעות בקריאת מונים שוטפת, מיוחדת, חיבור וניתוק מונים	כספי	האפשרות לקרוא מונים ולשלוט במונה מרוחק מייתרת את הצורך להגיע פיזית אל המונה.
שיפור בביצועי השקעות ברשת החשמל	כספי	רשת חשמל חכמה צופה פני עתיד באופן מדויק יותר ומאפשרת לייעל את ההשקעות המבוצעות ברשת
קיטון בהפסדי הולכה	כספי	מידע בזמן אמת מאפשר איתור ותיקון תקלות מהיר יותר, ובמקרים רבים מניעתן מראש.
קיטון בדקות אבודות ללקוח	כספי	מידע בזמן אמת על מערכת החלוקה והאספקה מאפשר לצמצם את הפסקות החשמל, ובמקרים רבים מניעתן מראש.
קיטון בגניבת חשמל	כספי	זיהוי מוקדם של גניבות חשמל, קיצור זמן הניתוק.
קיטון בחובות אבודים ומנגנון השירות לצרכן	כספי	זיהוי מוקדם של לקוחות שאינם משלמים, קיטון צפוי בתלונות צרכנים
עלויות נמנעות בתחזוקה, החלפה ופריסה של מונים ישנים	כספי	כתוצאה מהפסקת פריסה ושימוש במונים אנלוגיים
קיטון בצריכת חשמל	כספי ובריאותי	מנגנוני תעריפים חדשניים ומתקדמים, פידבק צרכנים ואמצעי אוטומציה לשליטה מרחוק על מכשירי חשמל מביאים לקיטון בצריכה והפחתת מזהמים מתחנות הכוח הקונבנציונליות.
הסטת צריכה משעות השיא (פיק)	כספי	מנגנוני תעריפים חדשניים ומתקדמים, פידבק צרכנים ואמצעי אוטומציה לשליטה מרחוק על מכשירי חשמל מביאים להקטנת מספר תחנות הכוח הנדרשות בתקופת הפרויקט.

להלן דוגמא לניתוחי רגישות שנבחנו בפרויקט. משתני ההחלטה וההנחות המרכזיות הושוו אל מול תוצאת מדד ה – NPV וניתן להבחין איך סטייה בהערכת כל משתנה משפיעה על התוצאה הסופית:

תרשים 15: מדדי כדאיות וניתוח רגישות – דוגמא משוק האנרגיה



3.6 בריאות

3.6.1 מבחני עלות תועלת בהתאם לחוק ביטוח בריאות ממלכתי

חוק ביטוח בריאות ממלכתי קובע, בין היתר, את השירותים הרפואיים הנכללים ב"סל שירותי הבריאות", אותם זכאים לקבל מבוטחי קופות החולים בישראל, השירותים הרפואיים הכלולים בסל השירותים כוללים אלפי תרופות, אביזרים רפואיים, פרוצדורות ועוד. כל זאת על מנת לשמר ולקיים תשתית בריאות רחבה של תושבי מדינת ישראל.

יש צורך בעדכון כלל תחומי שירותי הבריאות, כפי שהוגדרו בחוק במסגרת סל הבריאות עם חקיקתו (ואלה אינם כוללים רק שירותי בריאות "מצילי חיים" או "מאריכי חיים"). השאיפה הינה ליצור סל שירותי בריאות שייתן מענה מאוזן לחברה בכללותה, באופן שיבטיח קיומה של תשתית רחבה להענקת טיפול רפואי הולם ומענה רחב לצרכים השונים והרבים הקיימים בחברה, תוך הקצאת המשאבים המוגבלים הקיימים באופן היעיל ביותר.

החוק קובע מנגנון המאפשר עדכון, הרחבה ושינוי של סל שירותי הבריאות מעת לעת, בהתאם להתפתחויות טכנולוגיות כאלו ואחרות. המנגנון כפוף לסדרי העדיפויות של הממשלה בתקציב המדינה, בהתחשב, בין היתר, בסך הצרכים והמשאבים העומדים לרשות הממשלה, ובכפוף ליכולת המימון הנגזרת מהמצב הכלכלי במשק. אחת לשנה, וככל שנקבע ע"י ממשלת ישראל תקציב לצורך הוספת טכנולוגיות רפואיות חדשות לסל, מתווספות תרופות וטכנולוגיות רפואיות אחרות לסל השירותים בהתאם לגובה התקציב שנקבע.

לאורך השנים התעורר הצורך לגבש מנגנון שיסייע לממשלה לגבש החלטות לגבי אילו טכנולוגיות ספציפיות יש להוסיף לסל שירותי הבריאות. כמענה לכך, הוחלט על הקמת ועדה ציבורית מיוחדת "**הועדה הציבורית להרחבת הסל**" או "ועדת הסל". ועדה זאת ממליצה על סל השירותים שיתווסף לסל הבריאות. להלן הפרמטרים לפיהם נבחנות הטכנולוגיות החדשות.

בפני הועדה מובאות בקשות להכללת טכנולוגיות אשר נמצאות מחוץ לסל (מופץ מדי שנה קול קורא להגשת בקשות להכללת טכנולוגיות ותרופות חדשות בסל שירותי הבריאות). המציעים נדרשים להציג מחקרים הכוללים בין היתר את המידע הבא:

הוכחות ליעילות הטכנולוגיה - עבודה מדעית כולל עבודות מבוקרות אקראיות, המתבססות על ספרות מקצועית הכוללת:

- תיאור של המחלקה שהטכנולוגיה המבוקשת מיועדת לטפל בה ומהלך הטיפול המקובל כיום.
- האפידמיולוגיה של המחלקה:
- הימצאות המחלה (Prevalence) – סך החולים החיים כיום בישראל:
- שכיחות המחלה (Incidence) – מספר מקרים חדשים בשנה (בישראל ובעולם):
- היקף ניצול הטכנולוגיה הצפוי (מספר החולים שישתמשו בטכנולוגיה בפועל).
- נתונים אודות האפידמיולוגיה של המחלקה במדינות אחרות.
- פרוט תוצאות של מחקרים קליניים רלוונטיים המלמדים על יעילות ובטיחות הטכנולוגיה בטיפול במחלקה, כולל פרוט תופעות לוואי (קלות וחמורות) ושכיחותן.
- סיכום תוצאות מחקרים המשווים את השימוש בטכנולוגיה המוצעת לחלופות טיפוליות אחרות המשמשות לאותה מטרה.
- סקירת מאמרים המעריכים את התוצרים (outcomes) הקליניים כגון: מדדי תחלואה, תמותה, איכות חיים, היבטים של עלות תועלת.

ניסיון בשימוש בטכנולוגיה בארץ ובעולם:

- מספר החולים אשר טופלו עד כה בטכנולוגיה.
- פרוט תוצאות הטיפול בשימוש בטכנולוגיה.

- מהו הניסיון הקליני המצטבר בשימוש בטכנולוגיה.
- האם הטכנולוגיה המבוקשת כלולה בסל בריאות של מבטחים ציבוריים במדינות שונות בעולם (באילו מדינות ומה שיעורי ההשתתפות העצמית).

השינוי הצפוי בעקבות הכללת הטכנולוגיה החדשה בסל השירותים:

- כיצד עשויה להשתנות הגישה הטיפולית באמצעות הטכנולוגיה.
- מהו מספר החולים שסביר להניח שיטופלו בטכנולוגיה במקום בחלופות הקיימות.
- מהם המאפיינים של החולים שסביר להניח שיטופלו בטכנולוגיה.
- מתוך החולים המתאימים לטיפול בטכנולוגיה, מה היקף אוכלוסיית החולים הספציפית עבורם אין תחליף לטיפול בטכנולוגיה, ומה מאפייניהם
- מהי ההיענות (compliance) הצפויה לטיפול? מדוע? (בהשוואה להיענות לטיפול – טרם הכללתו בסל).
- ההשפעה על החולים:
- השפעה על הישרדות החולים (באחוזים או בשנות /חודשי חיים).
- השפעה על איכות חיי המטופל.
- השפעת השימוש בטכנולוגיה (צורת המתן, מיקום הטיפול וכד') על המטופל ועל ההיענות לטיפול (באחוזים).
- מהם יתרונות השימוש בטכנולוגיה, בהשוואה לחלופות הקיימות

תמחור והערכה כללית:

- הערכת עלות השימוש בטכנולוגיה לחולה הבודד ב- ש, לטיפול לשנה.
- **חלופות טיפוליות** – (מהן חלופות הטיפול העיקריות הקיימות כיום בארץ לטיפול במחלה).
- אופן חישוב העלות והעלות האלטרנטיבית – חישוב העלות כולל את הטיפול כתוצאה ממצבו של החולה, ועל כן, מעבר לעלות הטכנולוגיה החדשה ביחס לשיטת הטיפול הקיימת, יש לקחת בחשבון את מצבו המתפתח של החולה. לדוגמא, תרופה המרפאת חולה ממחלה כנגד שיטת טיפול המאטה את המוות אזי הטיפול החדש מתבצע בתקופה קצרה כנגד עלות הטיפול הקיימת שמתפרסת על פני תקופה ארוכה. בבדיקה של תרופה המשפרת סיכוי להירפא, יש להראות את החיסכון בטיפולים כפול שיעור הנרפאים וכן הלאה.

3.6.2 אמות מידה לקבלת החלטות

הוועדה הציבורית אמורה לקיים דיונים בטכנולוגיות השונות המועמדות באותה שנה להכללה בסל, בהתבסס על עקרונות היסוד הקבועים בחוק בטוח בריאות ממלכתי ותוך שהיא מתייחסת לאמות מידה אלה:

תרומתה של הטכנולוגיה להשגת ערכי בריאות, לרבות אלה:

- מניעת תמותה, תחלואה ונכות.
- הצלת חיים (הארכת חיים לתקופה ממושכת או הבראה מלאה).
- הארכת חיים (לתקופה קצרה או לתקופתה משמעותית).
- איכות חיים, בהיבט של הפחתת כאב וסבל.
- איכות חיים, שיפור תפקודי או עצמאות תפקודית.
- מניעה וקיום אורח חיים בריא.

בהערכת התרומה ביחס לכל ערך בריאותי שפורט לעיל, יובאו בחשבון היבטים נוספים, לרבות אלה:

- רמת ההוכחות הרפואיות לגבי התועלת הקלינית הנגזרת מהטיפול בחולה בטכנולוגיה המועצת;
- עלותה של הטכנולוגיה לפרט – תוך התייחסות להיבטים של עלות נמוכה לפרט, לעומת עלות גבוהה לפרט המחייבת עזרה הדדית (מימון ציבורי על ידי כלל האוכלוסיה).
- הקטנת הנטל הכלכלי לחברה (החזרת חולים למעגל העבודה, הקטנת הוצאות ציבוריות הנובעות מתחלואה).
- החלופות הקיימות לטכנולוגיה הנדונה.
- מספר החולים בצפויים להשתמש בטכנולוגיה.
- היקף הניסיון בארץ ובעולם בשימוש בטכנולוגיה.
- האם הטכנולוגיה בעלת יעילות כלכלית (למערכת הבריאות או לחברה בכלל) בטווח הארוך או הקצר.
- יכולת הטמעת הטכנולוגיה במערכת הרפואית.
- תופעות הלוואי שעשויות להיות כתוצאה מטיפול בטכנולוגיה והמשמעות הבריאותית והכלכלית שלהן.

אמות המידה שעל פיהן תעבוד הוועדה אינן היררכיות ואינן זהות בחשיבותן. **אמות המידה משמשות כהנחיה איכותית (ולא כמותית) להחלטות הוועדה.** הוועדה רשאית לשקול אמות מידה נוספות, ככל שהדבר עולה בקנה אחד עם הסוגיות הנדונות על ידה.

תוצר הוועדה הוא כאמור רשימה מומלצת של תוספות לסל הבריאות לפי סדר חשיבות ועלותן הצפויה.

3.6.3 נוסחה כמותית לחישוב עלות תועלת

כאמור בישראל אין בדיקה מפורשת או נוסחה של עלות תועלת.

במדינות אחרות (כדוגמת אנגליה אוסטרליה וגרמניה) קיימת נוסחת עלות-תועלת, הבוחנת את הכדאיות של הכללת טכנולוגיה חדשה בשרות הבריאות. הנוסחה לוקחת בחשבון:

- השיפור במצב הבריאותי שמייצרת הטכנולוגיה ביחס למצב הקיים
- משך הזמן בו השיפור במצב הבריאותי נמשך
- העלויות הנדרשות לשיפור במצב

המדד ההשוואתי נקרא **ICER** – **יחס העלות השולית לתועלת** והוא נמדד באופן הבא:

- **תועלת ההתערבות** – מצבו הבריאותי של האדם נמדד בין 0 (מוות) ל-1 (בריא לחלוטין) ותועלת ההתערבות היא השיפור במצב המטופל כתוצאה מהליך הטיפול (אם מצבו הבריאותי היה לפני הטיפול 0.2 ולאחריו 0.6 אזי התועלת היא 0.4).
- תועלת ההתערבות מוכפלת בשנים בהן הטיפול משפיע - התוצאה היא שנת חיים מתואמת איכות (QUALY או QALY).
- **עלות ההתערבות** – עלות הטיפול להשגת התוצאה הרפואית.

להלן דוגמא ליישום התחשיב (הדוגמא בשורה השלישית, כאשר בשורה השנייה מוצגת הנוסחה):

יחס העלות השולית לתועלת של ההתערבות - ICER	עלות ההתערבות	QUALY מדד השיפור לאורך זמן	זמן ההשפעה בשנים	תועלת ההתערבות	מצב החולה לאחר התערבות	מצב החולה לפני התערבות
$6/5=7$	6	$3*4=5$	4	$2-1=3$	2	1
25,000	50,000	2	5	0.4	0.5	0.1

באופן כזה מוגדר יחס יעיל המגדיר סף כניסה של טכנולוגיה לסל. שיקולים נוספים להכנסה לסל כוללים גם:

- מידת האי ודאות של חישוב ה-ICER.
- מידת החדשנות של התרופה או הטכנולוגיה המועמדת.
- המאפיינים הספציפיים של מצב החולים המועמדים לעשות שימוש בתרופה או בטכנולוגיה.
- ככל הניתן, התייחסות לעלויות ורווחים חברתיים נוספים הקשורים למחלה ולטיפול בה באמצעות התרופה/טכנולוגיה.

בהנחיות משרד הבריאות בישראל מוצע למגישי ההצעות לכלול יחסי יעילות ויחסי עלות תועלת אלא שאין מדובר בהכרח לשם קבלת הטכנולוגיה לסל וכן הטכנולוגיות לא נשפטות בהכרח לפי יחס זה.

4 סקירה עולמית

4.1 כללי – מגמות בתחום בדיקות כדאיות

בדיקות כדאיות החלו להתפתח בשנות ה-60 של המאה הקודמת ככלי להערכת פרויקטים בתחום התשתיות. במשך השנים חל שיפור במתודולוגיות הבדיקה: נכללו יותר מרכיבי תועלות ובדיקות הכדאיות הוטמעו כהליך מקובל להערכת פרויקטים בתחומי תשתיות רבים כגון תקשורת, תחבורה, אנרגיה, מים וכדומה.

להלן עיקרי ההתפתחויות והמגמות בתחום, המאפיינים את הפיתוחים המתודולוגיים בעשור האחרון:

- התבססות הולכת וגוברת על תיאוריה כלכלית של הגדלת הרווחה החברתית, עודף הצרכן והיצרן, נכונות הציבור לשלם וכד.
- שינוי הדגש מפרויקט בודד להתייחסות מערכתית ושילוב הפרויקט במערכת הכוללת.
- שילוב בדיקת הכדאיות בתהליכי קבלת החלטות בגופים המעורבים בכל הדרגים.
- הכללת השפעות חיצוניות (Externalities) של הפרויקט כגון השפעה על איכות סביבה.
- התפתחויות ביכולת והמתודולוגיות להערכת השפעות בריאותיות.
- שילוב הסקטור הפרטי והשפעת אופן מימון הפרויקט.
- השפעה של הפרויקט על שיווניות וצדק חברתי בהיבט של יצור וחלוקת המשאבים בצורה הוגנת

בדיקות כדאיות כיום מנסות לכסות כמה שיותר השפעות חיצוניות ומבוססות יותר ויותר על תאוריות כלכליות ועל הנכונות לשלם.

קיימות מספר שיטות עיקריות להערכת פרויקטים והשוואה בין חלופות. השיטות העיקריות הן:

ניתוח עלות-תועלת (Cost Benefit Analysis, CBA) בוחן את העלויות והתועלות של כל חלופה. כל העלויות והתועלות מתורגמות לערך כספי, ועל סמך ערכים אלו מחשבים מדדי החלטה. מדדי ההחלטה העיקריים הם ערך נוכחי נטו (NPV), יחס תועלת/עלות (BCR), ושיעור תשואה פנימי (IRR). מדדים אלו מסייעים לקבלת החלטות על ביצוע בחירה מושכלת בפרויקט יחיד (NPV גבוה מ-0), או בחירה בחלופה המיטבית בין מספר חלופות (החלופה בעלת ה-NPV הגבוה ביותר). הקושי העיקרי בשיטה זו הינו בד"כ להעריך ולכמת את כל התועלות כך שניתן יהיה לתת להם ערך כספי. הערכת העלויות הינה יחסית פשוטה יותר ובעלת מרכיב אי ודאות נמוך יותר, אך בצד התועלת יש תועלות רבות שאין להם בהכרח "שוק" או מחיר וקשה לכמת אותם, ועוד יותר קשה לתת להם ערך כספי.

בהתאם לכך, חלק גדול מהמאמץ בתחום הינו בפיתוח שיטות ומתודולוגיות להערכת תועלות שקשות לכימות. שיטות אלו כוללות: סקרי צרכנים, ניתוחי עקומות הביקוש (היכן שניתן), התבוננות בפעולות הצרכנים בפועל ונכונות הצרכן לשלם, שיטת העלויות המותנות ועוד. מגמות נוספות נוגעות להחלת מרכיבי סיכון ואי-ודאות במודל, בחינת השפעות צולבות של הפרויקט על שווקים אחרים ומחירי מוצרים. המגמות והשינויים בתחום זה יידונו בהרחבה בפרק זה.

גישה רבת קריטריונים (Multi-Criteria Analysis, MCA) – גישה זו מכירה בקושי להביא את כל העלויות והתועלות למכנה משותף ולפיכך נקבעים סדרה של מדדים/קריטריונים להערכת הפרויקט ונקבע ציון ומשקל לכל מדד (השיטה משמשת בעיקר להשוואה בין חלופות).

ניתוחי עלות כגון: ניתוח עלות מיטבית, Cost Effectiveness, ניתוחי תזרים, ניתוח עלויות לאורך מחזור חיי הפרויקט, LIFE CYCLE COST (LCC) ועוד. ניתוחים אלו מתמקדים בצד העלויות ולרוב

נעשים כאשר התועלת הינה קבועה (מתוך רצון לצמצם למינימום את העלויות), או כאשר לא ניתן להעריך ולכמת את התועלת. שיטת הערכה זו נפוצה מאוד עבור פרויקטים המוגדרים כהכרח (ממשלתי) ויישומם חייב להתבצע.

גישה מאקרו-כלכלית בה מנסים להעריך את השפעות הפרויקט על בסיס הגדלת הפרודוקטיביות באזור ההשפעה, למשל באמצעות נוסחאות Production function.

שיטת עלות תועלת (CBA) הינה השיטה המקובלת והמומלצת להערכת פרויקטים בתחום המים והביוב. המגמה הרווחת כיום בבדיקות כלכליות בתחום תשתיות, מתמקדת בגישה מיקרו כלכלית בשיטת CBA כגישה העיקרית תוך שילוב של השפעות מאקרו כלכליות כמרכיב בתוך בדיקת ה CBA. חלק מהמדינות מנחות להציג גם מדדים נוספים או כחלק מ MCA או כתוספת ל CBA, כחלק מהצגת הפרויקט והשפעותיו בראיה רחבה למקבלי ההחלטות.

4.2 גופים ומדריכים בתחום המים והביוב

להלן נציין בקצרה את רשימת הגופים העיקריים שפתחו סט מדריכים והנחיות לבחינה של פרויקטים בתחום המים והביוב.

בהמשך הפרק נפרט את המרכיבים והמאפיינים העיקריים של המדריכים והמסמכים העיקריים.

1. United Nations:

- Charting our water future – Economic frameworks to inform decision-making, 2030 Water Resources Group, 2009.

2. U.S.A:

- Principles and Guidelines for evaluating federal water projects, US army corps of engineers, 2009.
- Evaluation economic and financial feasibility of municipal and industrial water projects, U.S department of interior – Bureau of reclamation, 2009.

3. OECD:

- Handbook for appraisal of environmental projects financed from public funds, 2007.

4. The World Bank:

- Toolkit for monitoring and evaluation of agricultural water management projects, 2008.
- A guide to the formulation of water resources strategy, 1994.
- A guide to water and sanitation sector impact evaluations, 2006.
- Tariff setting guidelines – A reduced discretion approach for regulators of water and sanitation services, 2009.

אפשר לציין גם מספר דוגמאות למדריכים ברמה של מדינה או אזור:

- מדריך דני להערכת פרויקטים במים וביוב (DANIDA) 2007
- הערכת פרויקטים במשק המים הסקוטי 2000
- הערכת השפעות אזוריות בעמק טנסי בארה"ב 2003
- תועלות כלכליות למשק המוניציפלי והמסחרי במטרופולין אטלנטה אשר נכתב בשנת 2003

במרבית המקרים, הגופים הגלובליים העוסקים בפיתוח תחום המים הביוב, מגדירים מסמכי מדיניות אסטרטגיים, כאשר המרכיב הכלכלי או הערכת הכדאיות מופיע כפרק בתוך המסמך הכללי. מספר גופים הוציאו מדריכים שעוסקים בעיקר בהערכת פרויקטים בתחום המים והביוב.

United Nations² 4.2.1

בשנת 2009 פרסם ארגון האומות המאוחדות דו"ח אסטרטגי עולמי המתייחס לבעיית משאבי המים לשנת היעד 2030. הדו"ח הינו סכום של מחקר בהיקף רחב בהשתתפות מאות מומחים.

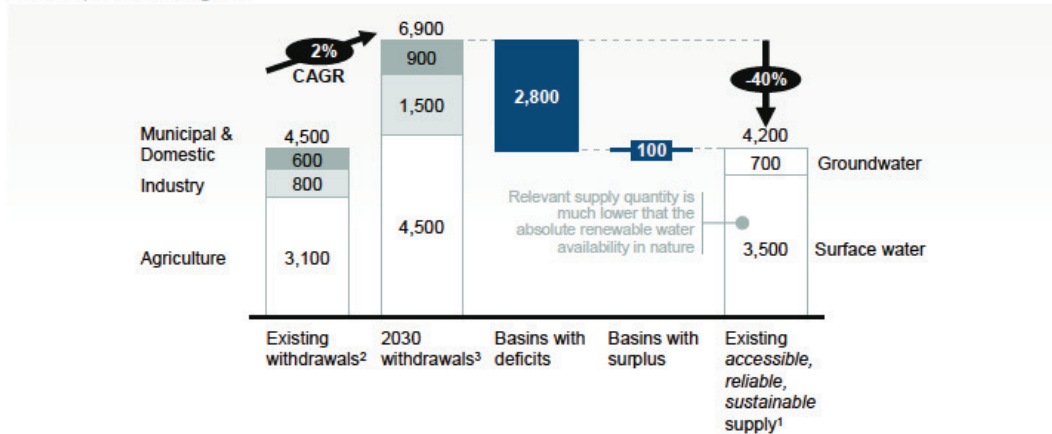
הדו"ח מסכם שהגידול באוכלוסייה ובכלכלה בשילוב השינויים האקלימיים גורם כבר היום למחסור במים באזורים ומדינות רבות בעולם.

הדו"ח פיתח כלים כלכליים חדשניים לניתוח משק המים העולמי והפערים הצפויים להיווצר בעולם בין הביקוש וההיצע של מים, הן ברמה גלובלית, הן ברמה יבשתית/אזורית ועד לרמת מדינה.

תרשים 16: תחזית הפער בין היצע המים הקיים לביקוש 2030

Aggregated global gap between existing accessible, reliable supply¹ and 2030 water withdrawals, assuming no efficiency gains

Billion m³, 154 basins/regions



1 Existing supply which can be provided at 90% reliability, based on historical hydrology and infrastructure investments scheduled through 2010; net of environmental requirements

2 Based on 2010 agricultural production analyses from IFPRI

3 Based on GDP, population projections and agricultural production projections from IFPRI; considers no water productivity gains between 2005-2030

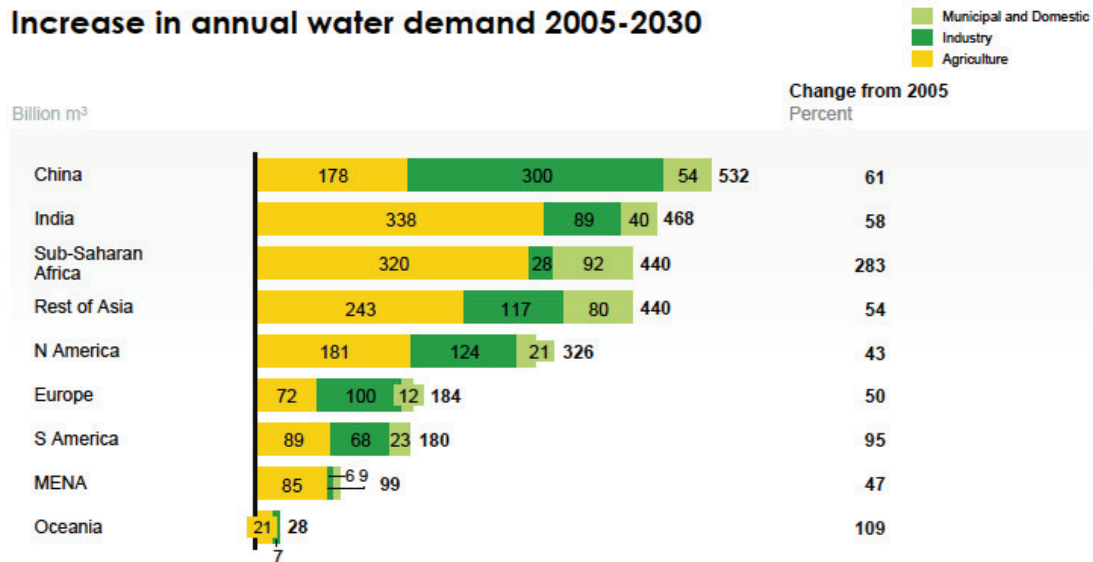
SOURCE: Water 2030 Global Water Supply and Demand model; agricultural production based on IFPRI IMPACT-WATER base case

הדו"ח מציג על בסיס ניתוח כלכלי אנליטי תחזית של מחסור כלל עולמי בהיקף של כ- 40% בין הביקוש העולמי החזוי לשנת 2030 להיצע המים העולמי הקיים בשנת 2010. הדו"ח מעריך שתרחיש פיתוח "עסקים כרגיל" לא יוכל לגשר על הפער בין הביקוש להיצע בשנת 2030.

Charting our water future – Economic frameworks to inform decision-making, 2030 Water Resources Group, ² The United Nations, 2009.

תרשים 17: תחזית הגידול בביקוש למים 2005-2030

Increase in annual water demand 2005-2030



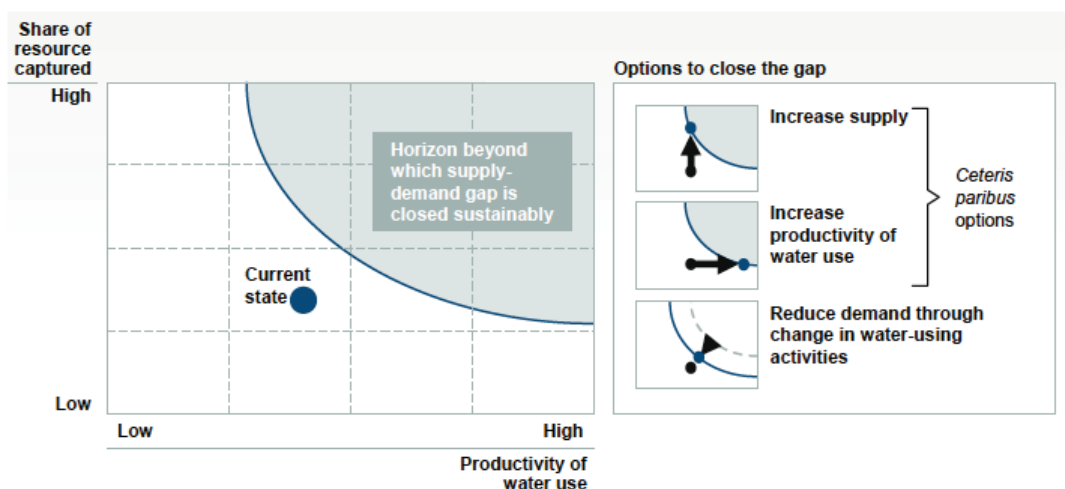
SOURCE: 2030 Water Resources Global Water Supply and Demand model; baseline agricultural production based on IFPRI IMPACT-WATER base case

הדו"ח מציין שלוש חלופות לסגירת הפער בין הביקוש החזוי להיצע:

- פרויקטים שנועדו להגדלת ההיצע
- שיפורים טכנולוגיים או שיפורים ביעילות
- הקטנת הביקוש באמצעי מדיניות ועל ידי שינוי הפעילויות הכלכליות

תרשים 18: חלופות לסגירת הפער החזוי בין הביקוש להיצע המים

Three options for closing the supply-demand gap



SOURCE: 2030 Water Resources Group

עורכי התכנית פיתחו כלים חדשים להערכת חלופות לגישור הפער בין המקורות הקיימים לביקושים החזויים:

- **עקומת עלות שולית של מים** המעריכה את הפוטנציאל והעלות של סט אמצעים לסגירת הפער בין הביקוש להיצע באזור או מדינה מסוימת.
- **עקומת החזר** המעריכה את התמורה של כל אמצעי כנגד עלותו.

תרשים 19: הדגמה של הכלים הכלכליים שפותחו במחקר

Economic tools

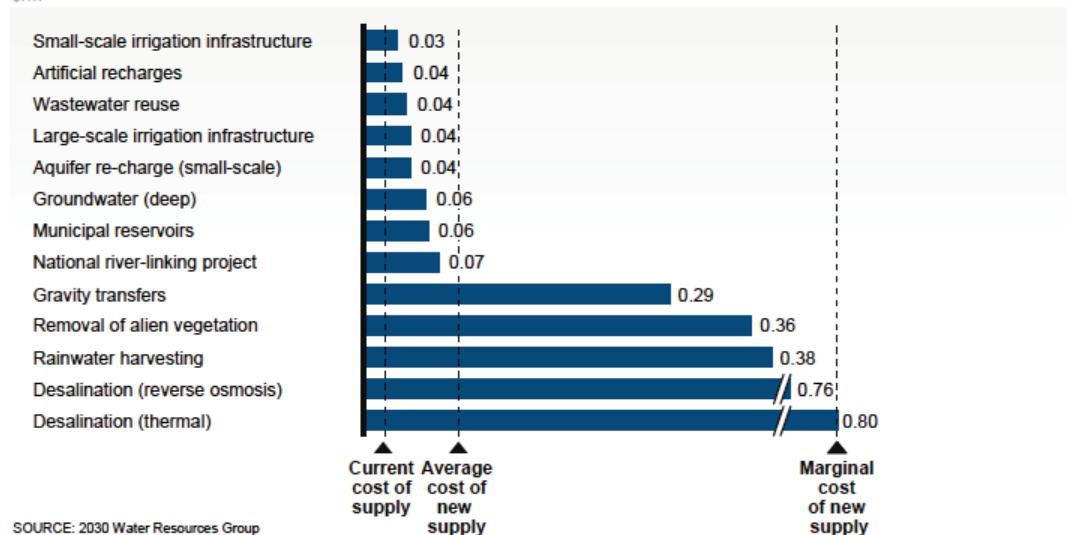
We also developed two tools to aid understanding of the economics of water resources:

- A **cost-curve of incremental water availability** to assess the potential and costs of a set of measures to close the projected deficit between water supply and water requirements in a given country or basin.
- A **"payback curve"** to evaluate the returns that any given measure would generate against the capital needed to fund it as perceived by the end user or adopter of a measure.

Supply measures face a steep marginal cost curve

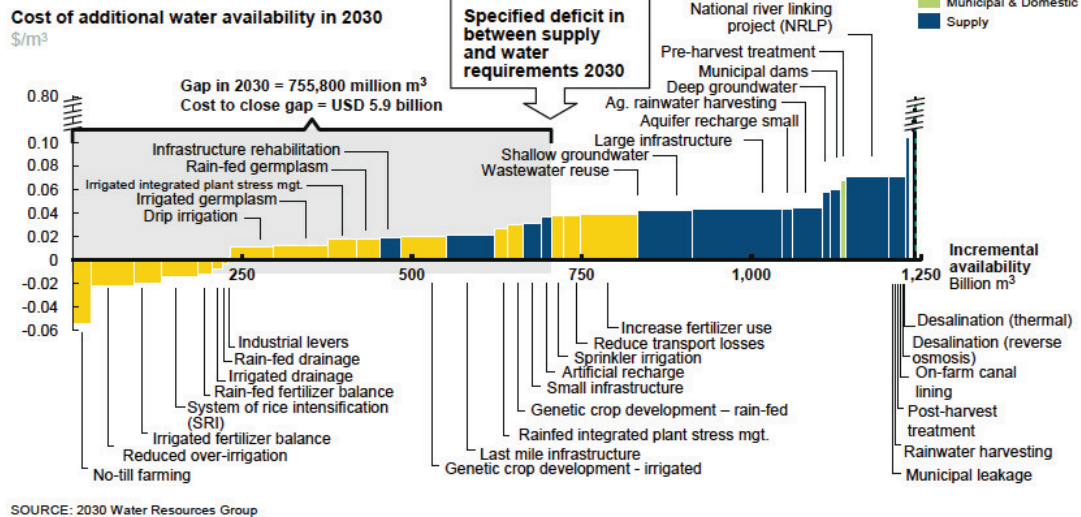
INDIA EXAMPLE

Cost of measure
\$/m³



נוהל בדיקות כלכליות בתחום המים והביוב
דו"ח 1 – מצב קיים וסקירת ספרות בינלאומית

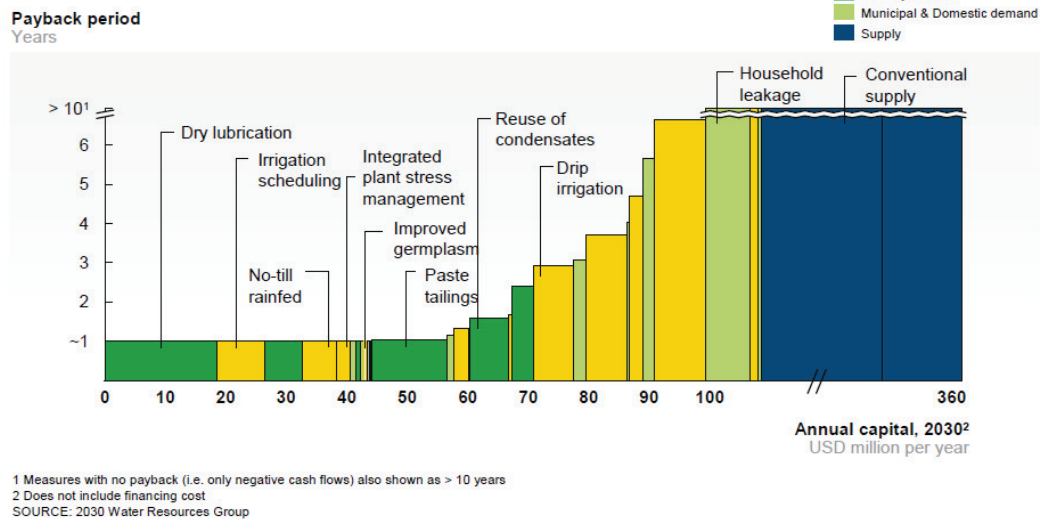
India – Water availability cost curve



דוגמא לעקומת עלות שולית

כל בלוק בגרף מייצג חלופה לפיתרון הבעיה
רוחב כל בלוק מייצג את התוספת השולית של מים כתוצאה מיישום החלופה
גובה כל בלוק מייצג את עלות החלופה

End-user payback curve



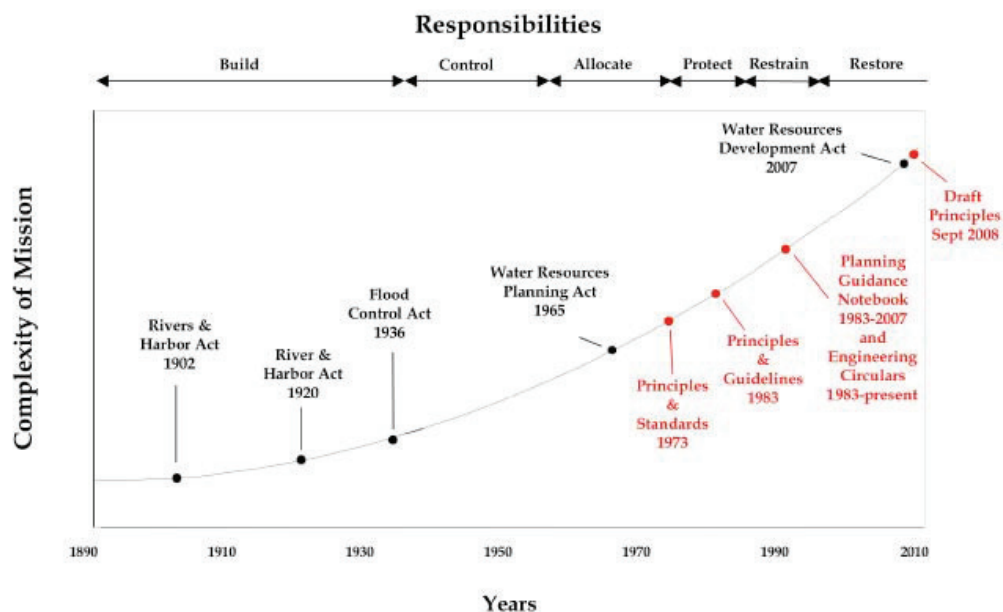
דוגמא לעקומת החזר

ציר ה- X מראה את דרישות ההון המצרפיות (הן להשקעה והן לתפעול)
ציר ה- Y מראה את תקופת ההחזר מנקודת מבטו של הצרכן הנהנה מיישום הפתרון (חקלאי, משק בית או חברה מסחרית)

U.S.A 4.2.2

מסמך ההנחיות ראשי ברמה הפדרלית לבחינת פרויקטים בתחום משאבי המים בארה"ב פורסם לראשונה בשנת 1983.³ מסמך ההנחיות העדכני נכתב בשנת 2009 על ידי קבוצת מומחים מאוניברסיטת וושינגטון ויועד עבור הקונגרס האמריקאי. המסמך מציג סט הנחיות מעודכן לקובץ ההנחיות המקורי משנת 1983.

תרשים 20: התפתחות על פני הזמן של הערכת פרויקטים בתחום המים בארה"ב



בדיקת הכדאיות מבוססת על ניתוח עלות-תועלת (CBA), כאשר במשך השנים התווספו ניתוחים נוספים והרחבות לסט ההנחיות הראשוני שפורסם בשנת 1983. סט ההנחיות כולל פרוט של התועלות והעלויות הנכללות בבדיקה.

המסמך מציג סדרה של 100 פרויקטים בתחום המים בשנים 2007-2008 המועמדים להקמה כדי לבחון האם המתודולוגיה החדשה הינה בהלימה עם הפרויקטים הנדונים.

³ Water Resources Council. (1983) Economic and Environmental Principles and Guidelines for Water and Related Land Resources Implementation Studies. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office.

תרשים 21: מפת פרויקטים בתחום המים בשנים 2007-2008 בארה"ב

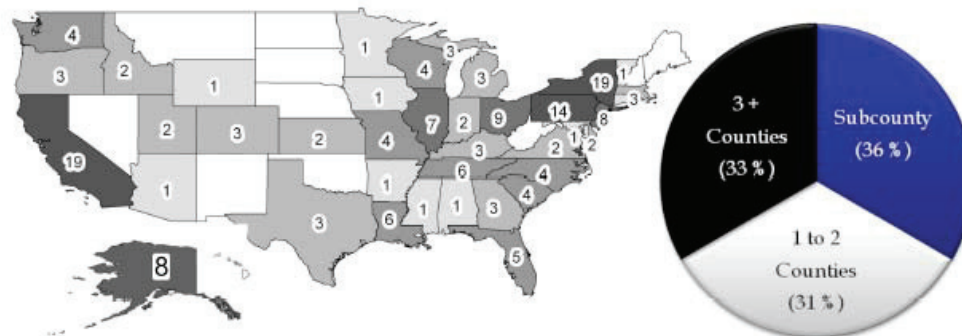


Figure 3. Location and Extent of Proposed Projects. The map indicates the location of projects. Projects located in more than one state are counted in each state. Five regional projects, not included in the state project count on the map, were specified to be in the John Glen Great Lakes Basin, Southwest, Lake Erie Region, Northeast, and New England States. One project was also located in Puerto Rico.

בתרשים להלן רשימת מטרות כפי שהוגדרו לפרויקטים האמורים, כאשר האחוז מצוין את כמות הפרויקטים בהם המטרה הספציפית הוגדרה כמטרה יחידה או כאחת מסל המטרות של הפרויקט. בכ 50% מהפרויקטים הופיעו המטרות של שמירה על מערכות אקולוגיות והגברת השליטה בהצפות.

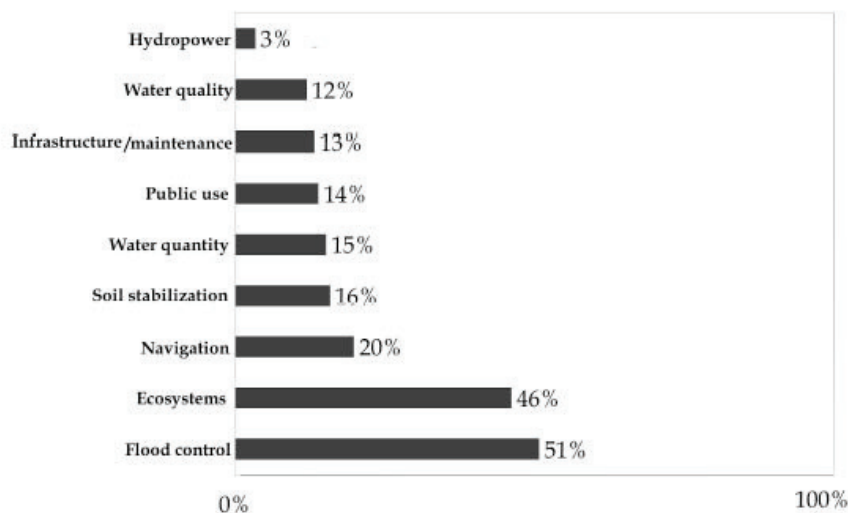


Figure 4. Proposed Project Goals. Of the total projects, 56% were categorized under a single goal. The remaining 44% had an average of 3 goals, but 10 projects had goals that fit into 5-6 categories. Five projects did not specify goals appropriate to be categorized, and therefore were excluded from these calculations.

ההרחבות והשיפורים בגרסת ההנחיות משנת 2009 כוללים סדרה רחבה של נושאים כמתואר בקצרה בלוח הסכום להלן.

לוח 29: שיפורים והרחבות בבדיקות הכדאיות בתחום המים בגרסה 2009, ארה"ב

Issues with the existing P&G that critics suggest should be revised or included in an update include:

- (1) **Regional vs. National Accounts:** Whether to consider regional benefits separately from national benefits.
- (2) **Planning Area:** How to select a planning area that captures the potential area affected.
- (3) **Ecosystem Services:** How to consider ecosystem services and other non-monetary environmental values.
- (4) **Public Safety:** How to more explicitly include public safety in the analysis.
- (5) **Uncertainty:** How to manage the uncertainty in estimates of costs and benefits.
- (6) **Output Pricing:** How to better capture project costs.
- (7) **Floodplain Risk:** How to evaluate and compare structural and nonstructural alternatives and options.

להלן פירוט של השיפורים וההרחבות בגרסה 2009:

השפעות כלכליות (עלויות ותועלות) ברמה הלאומית מול הרמה המקומית:

□ משקל יתר להשפעות לאומיות מול מקומיות – מסמך העקרונות נבנה כך שההשפעות הכלכליות ברמה הלאומית הינן תוצאה של סך ההשפעות ברמה המקומית. תוצאה זו כוללת גם את האזור המקומי בו מבוצע הפרויקט ולכן, לכאורה, אין צורך לבצע ניתוח נפרד להשפעות ברמה המקומית. כתוצאה מכך ניתן בנייתו משקל יתר לבחינת ההשפעות הלאומית תוך מתן משקל חסר להשפעות המקומיות.

○ במענה לביקורת זו מוצע להגדיל את המשקל הניתן להשפעות המקומיות בקריטריון ההחלטה.

□ שיווין אינו קריטריון החלטה בנייתו הלאומי – בנושא זה עולות שתי סוגיות מרכזיות: הראשונה – האם זה שיוויוני להשתמש במשאבים לאומיים לשם השקעה באזורים אשר יטיבו עם אוכלוסייה קטנה? והשנייה – האם הציבור יקבל בהבנה השקעה באזורים עניים אשר סך התועלות בהם לא תעלה על העלויות?

○ במענה לביקורת זו מוצע לבחון את נכונות הציבור לשלם ("Willingness to pay") בגין פרויקטים מקומיים, להקטין את משקל עלות-תועלת לכשעצמו בקבלת ההחלטה, ולבחון פורטפוליו של פרויקטים כדי להבין טוב יותר את העלויות והתועלות הנצברות לציבור.

□ שילוב אינטרסים מקומיים ולאומיים יכול להביא לאטרנטיבות של חלוקה בעלויות, לכן מוצע לכלול אינפורמציה העוסקת בהפחתת הסיכון.

אזור התכנון:

- ☐ אין מענה מספק להגדרת הגבולות הגיאוגרפים התחומים אזור של פרויקט.
- ☐ מענה אינו מספק להכללת השפעות ישירות, עקיפות או מצטברות של הפרויקט על משאבים אחרים, אשר מצויים באזורים גיאוגרפיים שמחוץ לאזור התכנון.
- ☐ תקציבים מוגבלים יכולים להביא לתכנון בתחום מוגבל.

- במענה לביקורות אלו מוצע לבצע תכנון בראייה רחבה תוך הכללת השפעות צולבות על המשאבים השונים אשר אינם באזור התכנון המקומי, אך מושפעים ממנו.

המערכת האקולוגית והשפעות סביבתיות:

- ☐ אין מענה מספק באשר לכימות השפעות סביבתיות – לא ברור איך לשקלל בחשבון הלאומי השפעות אשר ניתן לכמת במונחים כספיים והשפעות שאינן ניתנות לכימות. אלה האחרונות מעוותות את הניתוח.
- ☐ כיוון שהשפעות מסוג זה יכולות להיות מכומתות בדרכים שונות, קשה לבצע השוואה בין לבין עצמן, או בין לבין השפעות אחרות.

- במענה לביקורת זו מוצע לבצע ניתוחי הערכה כמותיים היכן שניתן, או במידה שישנה בעיית זמן או כסף, ניתן להשתמש במחקרים קודמים ולהתאימם לאופי הפרויקט הנדון. אפשרות נוספת היא לבצע מחקרים אלטרנטיבים כגון: מחקר איכותני, סקרי נכונות הצרכן לשלם או ניתוחי טווח תוצאה (אם ידועים תרחישי הקיצון לטוב ולרע).

ביטחון הציבור

- ☐ אין התייחסות בניתוח הקיים לביטחון הציבור. המסמך הקיים לא מציע שיטה איך לכמת השפעות ותועלות כספיות משיפור בביטחון הציבור, כגון קיטון במספר החיים שיאבדו או תוחלת חיי אדם כתוצאה מבטיחות מוגברת.

- במענה לביקורת זו מוצע להשתמש בכלים שפותחו בשנים האחרונות לשם מדידה וכימות של השפעות על ביטחון הציבור כגון "ערך חיים סטטיסטיים". ניתן לגזור ערכים אלו מהתבוננות בעלותם של מוצרים "מפחיתי סיכון" כגון קסדות, אביזרי בטיחות ברכב, או כפרמיה בשכר העבודה אשר משולם עבור עבודות בעלי פרופיל סיכון מוגבר.

אי ודאות

- ☐ רבים מן הערכים אשר באים לידי ביטוי במודל נתפשים בצורה טובה יותר כטווח. המדריך הקיים מתמקד במתן ערכים נקודתיים. בצורה זו, סיכון ואי ודאות אינם מקבלים את הביטוי הראוי.

- במענה לביקורת זו מוצע להתייחס לאי ודאות במחירי הבסיס של המודל (לדוגמא: האפשרות לשינוי מדיניות, או האפשרות לשינויים בשוק אחר שישפיעו בעקיפין על השוק הנבחן), להשתמש בניתוח "מונטה קרלו" בכדי להקל על הערכת המשקלות לתרחישים השונים וכן, להציג טווחי תוצאה כפיזור ולא כערכים נקודתיים.

תמחור תפוקות

□ במדריך הנוכחי קיימת התייחסות למחירי מוצרים או שירותים שונים לפי מחיר השוק שלהם. לא קיימת התייחסות למצבים בהם מחירי המוצרים והשירותים השונים מושפעים מיישום הפרויקט ובכך בעצם משנים את התועלת ממנו.

○ במענה לביקורת זו מוצע להכליל השפעות על מחירי מוצרי היעד כתועלות מן הפרויקט וכן, לבצע ניתוחי גמישות ביקוש למוצרים אלו כדי להבין את ההשפעה הצפויה על הכמות הנצרכת.

סיכון וסיכון שיווי

□ במדריך לא קיימת התייחסות מספקת לסיכון השיווי. נושא זה חשוב ביותר לאור השינויים באקלים ובמקומות בהם נתונים היסטוריים לאו דווקא חוזים ביעילות את פני העתיד.

□ שינויים שאינם מבניים (כגון שינוי מדיניות, רגולציה וכו') אינם נשקלים באופן שווה יחד עם שינויים מבניים.

○ במענה לביקורת זו מוצע לשפר את דרך הערכת הסיכון ושילובו בפרויקט, לבצע מחקרים אקס-פוסט בכדי לאמת דיוק של מודלים קיימים, להתחשב באירועים כגון הצפות כסיכון שיווי, ולהתייחס לחלופות שאינן מבניות.

מסמך הנחיות נוסף ברמה המקומית מתייחס לפרויקטים בתחום המים לשימוש ביתי עירוני ותעשייתי, פורסם על ידי משרד הפנים האמריקאי ב 2009⁴. מטרת המשרד היא לנהל, לפתח ולשמור על מקורות המים והמשאבים הקשורים, תוך התייחסות לגורמים סביבתיים וכלכליים לטובת הציבור האמריקאי.

המסמך מגדיר את העקרונות והשיטות לבחינת היתכנות של פרויקטים בתחום המים, הן ברמה הכלכלית והן ברמה הפיננסית.

בעוד ניתוח כלכלי עוסק בבדיקת עלויות מול תועלות, הניתוח הפיננסי עוסק ביכולת הצרכנים לשלם בגין השיפורים והתועלות אשר נוצרות מן הפרויקט. ייתכן ופרויקט יהיה בעל כדאיות כלכלית, אך צרכנים לא יוכלו לשלם עבורו (אין כדאיות פיננסית) ולהיפך – פרויקט בעל כדאיות פיננסית אך לא כלכלית.

ניתוח עלויות הפרויקט הוא יחסית פשוט, לעומתו, ניתוח התועלות, אשר נחלקות לתועלות ישירות לצרכני המים ותועלות בלתי ישירות לחברה עצמה, מורכב יותר. ברמה התועלות הישירות, קל יותר למדוד תועלת של צרכנים תעשייתיים ומסחריים.

⁴ Evaluation economic and financial feasibility of municipal and industrial water projects, U.S department of interior – Bureau of reclamation, 2009

לוח 30: דוגמאות למחקרים שאמדו תועלות של פרויקטים בתחום המים בארה"ב

Table 2 – Examples of Previously Completed Water Supply Benefit Studies

Geographic Area	Concern	Annual Benefit Estimate	Source of Estimate
West Virginia	Rural water quality	\$320 – \$1,090	Collins and Steinback (1993)
Pennsylvania	Giardia	\$67 – \$402	Laughland, et al (1993)
Pennsylvania	Groundwater contamination	\$252 – \$383	Abdalla (1990)
North-Central U.S.	General water quality	\$65 – \$84	Dahl (1992)
Colorado Front Range	Supply reliability (WTP)	\$12 – \$96	Howe and Smith (1994)
Colorado Front Range	Supply reliability (WTA)	\$54 – \$193	Howe and Smith (1994)
Georgia	Improved quality	\$66 – \$193	Jordan and Elnagheeb (1993)
Massachusetts	Groundwater protection	\$64 – \$125	Powell and Allee (1990)
New Hampshire	Groundwater protection	\$40 – \$129	Shultz and Lindsay (1990)
Montana	Reliability/future supply	\$49 – \$138	Piper (1998)
Western U.S.	Reliability/future supply	\$53 – \$207	Piper and Martin (1997)

OECD 4.2.3⁵

ארגון ה OECD פרסם מדריך רשמי להערכה של פרויקטים סביבתיים במימון ציבורי בשנת 2007. מטרת המדריך לספק אמות מידה להערכה, תכנון ישום ובקרה של פרויקטים סביבתיים. בתחום זה נכללים מגוון פרויקטים, ביניהם פרויקטים בתחום המים והביוב.

המדריך מכיל פרקים העוסקים באופן בחירת הפרויקטים, ותהליך המעקב והבקרה בשלב ישום הפרויקט.

המדריך עוסק בעיקר בניתוח פיננסי והנחיות הקשורות בזיהוי ההוצאות לצד ההכנסות, כאשר ההערכה הכלכלית מהווה מרכיב בדיקה הכוללת. לצורך ההערכה הכלכלית של החלופות, המדריך מעדיף שימוש בהערכה כלכלית בשיטת Cost Effectiveness.

השקעות בתשתיות סביבתיות הן חלק אינטגרלי מאסטרטגיה ומדיניות כוללת ברמה הלאומית. תכנית אפקטיבית צריכה להיות מבוססת על ניתוח שיווקי, כלכלי ופיננסי ולהציב סדרי עדיפויות ברורים. התוכנית גם מאפיינת קריטריונים לקביעת סדרי עדיפויות לפרויקטים.

לצורך ענייננו התרכזנו בתהליכי קבלת ההחלטות והקווים המנחים לבצוע הערכה כלכלית של הפרויקט. הבחינה נעשית מנקודת ראותו של המממן הציבורי, הנדרש לקבל החלטות לגבי העדפת פרויקטים המוצעים לו ע"י היזמים.

להלן עיקרי הניתוח הנדרש:

- **מקורות המימון** – תקציב ממשלתי, עירוני, ציבורי, השתתפות הסקטור הפרטי, מענקים בגובה המימון הפרטי, Soft loans, סובסידיה במרכיב הרבית, ערבויות ממשלה.
- **מקורות הכנסה** – מקורות הכנסה של פרויקט תשתית סביבתי מורכב ממימון ישיר, ומהכנסות חיצוניות הנובעות מתשלומים בגין נזקים סביבתיים. המודל הנפוץ הוא תשלום אגרות וקנסות בגין זיהום אוויר, זיהום מים, ושפכים. היתרון במנגנון זה הוא היותו חופף לנזק הסביבתי, החיסרון הוא בחיזוי התקבולים ולעתים אף באכיפת התשלומים. כך לדוגמא בפרויקט ניהול והגנה על מאגרי מים בפולין שתוקצב ב 364 מיליון דולר, 27.8% מומנו מחיובי עירויות, מפעלים ופרטיים בגין זיהום. בסלובקיה הקרן הלאומית להשקעות סביבתיות (32.4 מיליון דולר) ממומנת ב- 62% מהיטלי זיהום.
- **הערכת עלויות** – הגישה המוצגת במאמר מתייחסת לתכנון פיננסי. תזרים המזומנים הוא הכלי המרכזי בבדיקת כדאיות השקעות סביבתיות. למטרה זאת מסווגות ההוצאות כדלקמן:
 - הוצאות קבועות (לא במשמעות החשבונאית המקובלת) - הוצאות שאינן ניתנות לדחייה דוגמת שכר עבודה, תשלומי קבלני משנה, ריבית וכד'.
 - תחזית החזר הלוואות
 - תחזית רכישת נכסים קבועים
 - מקורות מימון זמינים והתפלגותם על ציר הזמן.

המדריך מחייב לקבוע סדרי עדיפויות ומדיניות, כאשר ישנה התייחסות ספציפית לנושאים להלן:
□ **השקעות גדולות מול קטנות** – השוואת תועלות בין פרויקט אחד גדול לבין מגוון השקעות קטנות בהיקפן.

□ **פרויקטים מסחריים** (שמחזירים עצמם במספר שנים) **לעומת פרויקטים לא מסחריים** (תקופת החזר ארוכה אך, בעלי ערך ציבורי חברתי).

⁵ Handbook for appraisal of environmental projects financed from public funds, OECD, 2007.

- **השקעות חדשניות** - השקעות בטכנולוגיות חדשות שמטבען נושאות סכון רב, לעומת השקעות חוזרות של טכנולוגיות המותקנות בשטח.
- **השקעות בפרויקטים חדשים** לעומת **שדרוג** מתקנים קיימים.

The World Bank⁶ 4.2.4

הבנק העולמי פרסם מספר מסמכים עיקריים בנושא הערכות כדאיות במשק המים והביוב.

בשנת 1994 הבנק העולמי הוציא את המדריך :

A Guide to the Formulation of Water Resources Strategy The World Bank Technical Paper number 263

שנועד לעזור למדינות ומוסדות שלטון בבניית אסטרטגיה של ניהול משאבי מים לטווח הבינוני והארוך. במסגרת זו המדריך עוסק במספר נושאים רלוונטיים להערכת פרויקטים, אך יש לזכור שהוא פורסם לפני כעשרים שנה ונועד למדינות מתפתחות. למרות זאת, מספר נושאים רלוונטיים נכונים גם היום ונסקור אותם בקצרה.

המדריך מעלה את השאלה באיזו מידה מחיר המים משקף את כל תועלות השימוש והאם המים הם מוצר ציבורי או פרטי בהתייחס למחיר ולרגולציה. מתוך שאלות אלה עולה חשיבותו של הניתוח הכלכלי בפני עצמו וכמרכיב יסודי בהתווית האסטרטגיה הכוללת.

המדריך מציין את הנושאים השונים שיש לקחת בחשבון בבחינת כדאיות פרויקטים של מים:

- בדיקת זמינות המידע, יכולת המדינה לאיסוף המידע וארגונו. לדוגמא מחירי מוצרים, עלויות עבודה, עלות יחסית של המים בענפי החקלאות והתעשייה.
- תחזיות ביקוש והיכולת הקיימת לביצוע התחזיות, כתנאי מוקדם לבחינת תרחישים שונים. הפרמטרים העיקריים בתחזית הם גידול האוכלוסייה, פיתוח עירוני, מדיניות בתחום החקלאות, רמת אספקת המים לשימור והגנת המערכת האקולוגית.
- הערכת מידת היעילות הכלכלית של משק המים במצבו הנוכחי, ויכולת המדינה לאכוף הקצאות מים ומדיניות כוללת.
- בחינת השיטות האנליטיות המשמשות היום את מקבלי ההחלטות.
- בחינה של מידת השפעת מחירי המים ושיעורי תשואה על יישום מטרות משק המים.
- מידת הזמינות וההיתכנות של מימון מוסדי ומימון פרטי לבצוע השקעות.
- בחינה של המעטפת החוקית והרגולטורית.

המדריך מתייחס לקביעת **הערך הכלכלי של המים**. ערך המים נמדד כערך ישיר בהיות המים מוצר צריכה, וכערך עקיף בהיותו חומר גלם למוצרים אחרים. **הערך משתנה לפי איכות, סוג השימוש, מיקום, זמן ועונתיות.**

בשווקים תחרותיים (בדרך כלל שווקים מקומיים) ניתן לקבוע ערך. לדוגמא, העלות השולית של שאיבת מים מאקוויפר פתוח בהנחה שהמשתמשים שואבים עד הנקודה בה הערך השולי של המים שווה להוצאה השולית של השאיבה. בתנאים אלה התהליך המתואר יכול להוות אינדיקטור בקירוב טוב לערך השולי של המים.

בשוק הביתי ניתן לאמוד את הערך ע"י סקרים של נכונות הצרכנים לשלם, לדוגמא כמה הצרכן מוכן לשלם במעבר מאיסוף ממקור רחוק למים המגיעים בצנרת לביתו.

⁶ Toolkit for monitoring and evaluation of agricultural water management projects, 2008.

A guide to the formulation of water resources strategy, 1994.

A guide to water and sanitation sector impact evaluations, 2006.

Tariff setting guidelines – A reduced discretion approach for regulators of water and sanitation services, 2009.

בתחום ההשקיה הפרמטר הנכון לקביעת ערך המים הוא ההחזר השולי על יבולים (הכנסה ברוטו פחות כל ההוצאות ותשואה מסוימת על ההון למעט ההוצאה על מים). זהו בדרך כלל הגבול העליון של הערך והוא ישים למצבים של מכסות או מגבלות אחרות בשימוש.

המסמך משנת **A Guide to Water and sanitation Sector Impact Evaluations 2006** עוסק בתהליך הכנת הערכת ההשפעה של פרויקטים במשק המים והסניטציה.

המדריך מדגיש את החשיבות של הערכת פרויקטים של מים וסניטציה כדי להראות את ההשפעה של פרויקטים אלה על שיפור הבריאות והפחתת העוני, כדי לבחון באילו תנאים יושגו מירב התועלות, ומה יביא להצלחת פרויקטים, ובכלל להרחבת ההבנה של התועלות מפרויקטים של מים.

המדריך מגדיר את הצעדים הכלליים לבצוע הערכת השפעה:

- החלטה האם לבצע את ההערכה - ביצוע הערכת השפעה היא מסובכת וכרוכה בעלויות גבוהות. התועלות של הערכת השפעה עשויות להיות גבוהות כשמדובר בפרויקט חדשני (ניסוי של ציוד חדש, שיטות אספקה חדשות וכד'), בפרויקט אשר ניתן להרחבה או בר שכולל לתחומים נוספים וצורך משאבים גדולים. פרמטר חשוב שעשוי להיות אף תנאי מוקדם בתהליך ההחלטה הוא מידת התמיכה הפוליטית והפיננסית. ככל שאלו קיימים ובעצמות גבוהה, כך סיכויי ההערכה להתממש גבוהים יותר. להערכת השפעה יש תועלת רבה כאשר הפרויקט שנוי במחלוקת, מאחר והיא מהווה כלי נוסף לבחינה וקבלת החלטות.
- הגדרת מטרות ההערכה – יש מטרות שהן אינהרנטיות לתחום המים והביוב ויש מטרות נלוות כגון השפעה על משתנים סביבתיים: בריאות הציבור, פיתוח עסקי, שיפור מצב העוני. אחת הדילמות היא האם להגדיר את המים והביוב כמוצר הסופי, או כמוצר ביניים בדרך להשגת שיפור רווחת הציבור. הבנק העולמי ממליץ לבחור את הנושא מתוך ראיית המים והביוב כמוצר הסופי. אחד השיקולים הוא היכולת המעשית למדוד את תוצרי המים והביוב לעומת מדידה מסובכת של המשתנים הנגזרים.
- בדיקת זמינות המידע ותכנון תהליך ההערכה
- שלב היישום - איסוף המידע, ניתוח, דיווח על תוצאות ויישום המסקנות.

הדוח מדגיש את החשיבות של איסוף נתונים כמותיים ואיכותיים כאחד. כאשר נתונים איכותיים נמדדים לעתים קרובות בעזרת סקלת ליקרט (לדוגמא טעם המים שנאסף בסקרי משקי בית). הדוח מפרט מקורות נתונים לכל אחד מהאינדיקטורים המצוינים בהמשך.

הערכת השפעה מודדת את הצלחת הפרויקט באמצעות **אינדיקטורים ברורים המתייחסים ישירות למטרות הפרויקט**. לדוגמא:

- האינדיקטור צריך להיות רלוונטי למטרות הפרויקט (צריכת מים לנפש)
- האינדיקטור משתנה בהתאם לאזור, לסוג הצרכנות ורגיש לשינויים במדיניות (שעות אספקת מים)
- אינדיקטור שאינו ניתן בקלות לשינוי (בורות ספיגה)
- אינדיקטור שניתן למעקב (פונקציונליות של צנרת הולכה)

תפוקות הפרויקט במונחי הערכת השפעה הם השינויים המהותיים בהתנהגות, בידע ובפעילות המשתתפים כתוצאה מהפרויקט. הערכת ההשפעה מתייחסת לפרמטרים חיצוניים (Externalities) שאינם בהגדרת מטרות הפרויקט אלא מתייחסים למידת השינוי בשביעות הרצון כתוצאה מיישומו. בין אלו ניתן למנות:

- שיפור מצב אוכלוסיית המטרה במונחי זמינות מים
- שיפור הביוב
- שיפור בבריאות הציבור
- שיפור בתעסוקה ומצב העוני

• פיתוח עסקי

הערכת ההשפעה מתייחסת גם למידת ההשפעה לאורך זמן ולמידת ההוגנות של הפרויקט מבחינת היותו נגיש לכל סוגי האוכלוסיות.

האינדיקטורים לבצוע ההערכה הם משני סוגים – ישירים ועקיפים:

□ אינדיקטורים ישירים - איכות המים במונחי צלילות, ריח, טעם, כמות חדשה מסופקת, המרחק הממוצע בין מקור המים לבית האב, זמינות המים ברמה שעתית, צריכה לנפש, רמת הסניטציה הביתית והרמה הסביבתית.

□ אינדיקטורים עקיפים - מדדים היגייניים, מודעות האוכלוסייה, מכלול משתנים סוציאליים ומגדריים כגון תפישת המגדר הנשי לרמת הפרטיות כתוצאה מהגישה לאמצעי סניטציה ותפישת מידת הביטחון שבשימוש במים, גישה של אוכלוסייה ענייה, פגיעה ומיעוטים למים וסניטציה, השפעה על הצריכה, על ההוצאה למים ולסניטציה ועל ההכנסה לנפש. משתנים רפואיים כגון תכיפות מחלות מוגדרות, משתנים נשימתיים, והתפתחות מסת הגוף של תינוקות עד גיל חמש. הערכת השפעה נעשית גם על אוכלוסיות שכנות שנהנות בעקיפין משיפור מערכות המים והביוב אצל שכניהן. כך לדוגמא ההשפעה נגזרת מהחלק העודף של ההשפעות שמשליך על הסביבה כולה ועל זאת הקרובה בפרט (לדוגמא הפחתת רמת מחלות מדבקות לכלל בתי אב עקב ירידתן באוכלוסייה המטופלת).

הדוח מתייחס גם לנושאים של שוויוניות וקיימות - בנושאים של שוויוניות הדוח ממליץ לבחון את התועלות השונות לפי קבוצות אוכלוסיה, בעיקר לפי רמה סוציו-כלכלית, מיעוטים או אזורים גיאוגרפים.

הדוח מתייחס לשיטות שונות להערכת תועלות בעיקר על גישות שונות לסקרים להערכת תועלות ותכנונם ומפרט שיטות סקרים שונות כולל סקרי נכונות לשלם אך לא ממליץ על גישה ברורה ומסודרת. באופן כללי הדוח מתייחס לנקודות רבות אך לא נותן ולא ממליץ על מתודולוגיה מסודרת להערכת פרויקטים בתחום המים והסניטציה.

4.3 היבטים שונים במתודולוגיות הבדיקה

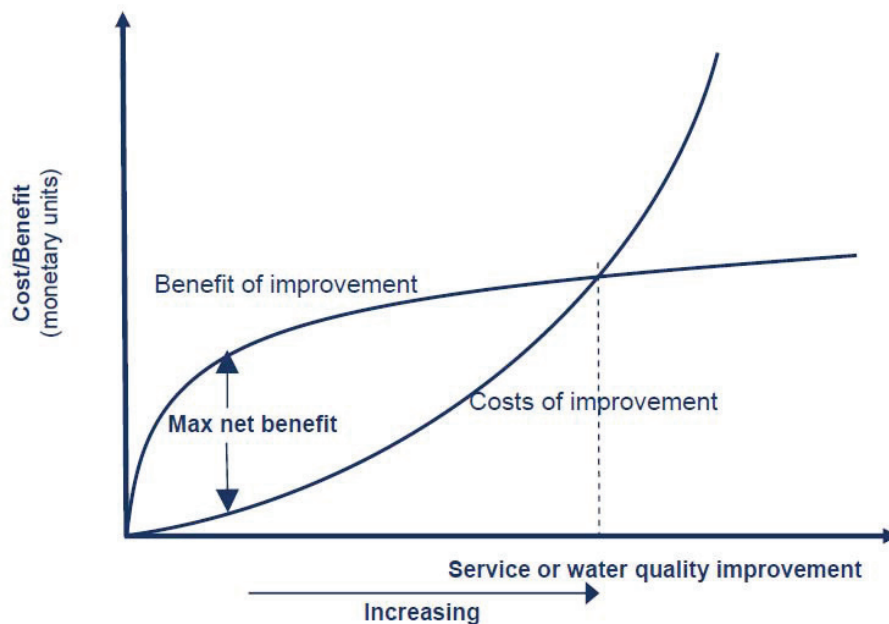
4.3.1 ניתוח עלות-תועלת, Cost Benefit Analysis

ניתוח עלות-תועלת מעריך את מגוון התועלות והשפעות הפרויקט לעומת העלויות של הפרויקט. הניתוח מתייחס להשפעה על המשק הלאומי או על כל חברי הקהילה ואינו מתמקד בקבוצת אוכלוסייה כזו או אחרת. מטרת הניתוח היא להעריך את כלל העלויות והתועלות – כולל השפעות חיצוניות.

אלמנטים מרכזיים בניתוח עלות-תועלת:

- עריכת השוואה בין חלופות על בסיס משותף, בד"כ כספי.
- שימוש במונחים כספיים אחידים, כלומר – מונחים כספיים עתידיים יהוונו.
- עלויות ותועלות להן אין ערך כספי ברור צריכות להיות מיוצגות ע"י התנהגות הצרכנים ובחירותיהם.
- הערכה החלופות צריכה לכלול חלופת "מצב קיים" או "do minimum" כברירת מחדל.
- שימוש בקריטריון החלטה, לרוב (NET PRESENT VALUE) NPV או (BENEFIT) BCR (COST RATIO).
- ניתוח עלות תועלת מאפשר לנתח את כדאיות הפרויקט, השוואה בין חלופות, עיני ההשקעה, טווח הזמן לכיסוי ההשקעה וכו'.

ניתוח עלות-תועלת מאפשר למצוא את החלופה היעילה ביותר, כמודגם בתרשים להלן.



4.3.2 תועלות והשפעות פרויקטים בתחום המים והביוב

אומדן התועלות של פרויקטים בתחום המים הינו מורכב יותר מאומדני העלות ומסיבה זו גופים רבים מסתפקים בניתוחים שעיקרם השוואת עלויות של חלופות לפרויקט כגון LCC. תועלות הפרויקט נחלקות לתועלות ישירות לצרכני המים, ותועלות והשפעות חיצוניות בלתי ישירות לחברה עצמה.

קיימות מספר מתודולוגיות להערכת תועלות מפרויקט:

1. **גישת העדפות מוצהרות (Stated Preferences)** – מבוססת על סקרי צרכנים והנכונות המוצהרת של הצרכן לשלם, כאשר קיימות שתי שיטות עיקריות לעריכת המחקרים – שיטת הערכת החלופות המותנות (Contingent Valuation Analysis) ומחקר משותף (Conjoint Analysis).
2. **גישת העדפות נגלות (Revealed Preference)** – מבוססת על התנהגות הצרכנים בפועל וניתוח הביקושים. בשיטה זו ניתן לבחון כמה תרחישים של מחיר-כמות בכדי להעריך את עקומת הביקוש. ככל שיהיו בידינו יותר מדגמים, נוכל לקבל עקומת ביקוש מדויקת יותר. עקומת ההיצע בתחום המוניציפלי לרוב קרובה להיות שטוחה, כלומר – העלות השולית לייצור עוד מ"ק הינה קבועה (תקף בעיקר במקורות גדולים היכן שיתרונות לגודל מנוצלים). יש לקחת בחשבון שעקומת ביקוש מצרפית מסוג זה הינה בערכים ממוצעים ועל כן לא תשקף בהכרח את הביקוש באזור מסוים. דבר נוסף שיש לזכור – כאשר מחיר המים המוכתב הינו נמוך מהמחיר שהיה מתקבל בשיווי משקל, הרי שהתצפיות שנקבל (יחס מחיר-כמות) יהיו מוטות ולא ייצגו נקודות על עקומת הביקוש.
3. **גמישות הביקוש** – ניתוח הגמישות יכול ללמד על התועלות אשר מפקים הצרכנים מן הפרויקט. היכן שקשה או בלתי אפשרי להעריך את עקומת הביקוש, ייתכן ואפשר יהיה להעריך את גמישות הביקוש בנקודת מחיר-כמות מסוימת. על ידי כך, נוכל לחזות איך שינוי במחיר (כתוצאה מן הפרויקט) ישפיע על הצריכה העתידית.
4. **גישת העברת התועלות** – שימוש בתוצאות של מחקרי הערכת תועלת אחרים שבוצעו והתאמתם לנושא הנדון. גישה זו רלוונטית כאשר ישנם קווי מתאר ומשתנים משותפים בין אוכלוסיית המחקר והאוכלוסייה הנדונה. הבעייתיות בשיטה זו עולה כאשר ישנם מאפיינים סוציו-אקונומיים שונים בין האזורים או כאשר כל אזור סובל מבעיות היצע מים מסוג שונה. על אף שיפורים שבוצעו במתודולוגית מחקר זו בשנים האחרונות, הדיוק שלה עדיין מוטל בספק.
5. **עלות האלטרנטיבה הטובה ביותר** – בחינת העלות של החלופה הטובה ביותר אשר תיושם במידה והפרויקט הנדון לא ייצא לפועל, כאשר לא ניתן לקבל ערך של נכונות הצרכן לשלם. בכדי להצדיק שימוש בשיטה זאת, שצריכים להתקיים שני תנאים: האם גוף פרטי יספק אותו התוצר, במידה ואין אף חלופה אפשרית אשר נשקלת, והאם לא ניתן להעריך את התועלות הכלכליות ממחיר השוק או משינוי בהכנסה נטו. השימוש בשיטה זאת חייב להיעשות רק כאשר קיימת חלופה אשר תיושם בפועל. הגבלה זו אמורה למנוע שימוש במתודולוגיה זאת כאשר קיימת חלופה מאוד יקרה (ולא ישימה).

לכל אחת מן הגישות הנ"ל ישנם יתרונות וחסרונות הנוגעים למורכבות היישום ודיוק התוצאה. כאשר אנו מנסים להעריך את נכונות הצרכן לשלם, הרי שיש לשים לב שנכונות זו נובעת ממצבו הסוציו-אקונומי, כך שכלל שהיא גבוהה יותר, כך יוכל לשלם יותר על אותם השירותים.

ממצא זה יכול להביא לקונפליקט בערכי השוויון (Pearce, 1994). בעייתיות נוספת בהערכת הנכונות לשלם הינה הקושי להשיג אינפורמציה באשר לנכונות הצרכן לשלם על איכויות שונות של מים ורמות שונות של מהימנות אספקה, כמו גם חוסר התחרותיות של חלק ממשקי המים. כל אלו מקשים על גזירת עקומת הביקוש למים.

יש להדגיש שכאשר בוחנים פרויקטים בהם מוכתבת מראש רמת האמינות או האיכות של המים, הרי שניתוח עלות אפקטיבית יכול להוות כלי מתאים. אולם, כאשר לא הוגדרו סטנדרטים בפרויקט, או

כאשר החלופות שונות במהות ההשפעות שלהן, עדיף לבחון את העלויות והתועלות גם יחד בשיטת CBA.

יש לציין, שקיימת ביקורת לגבי השימוש בשיטות השונות להערכת נכונות הצרכן לשלם. הערכה שמבוססת על העדפות צרכנים אינה מדויקת מספיק ויכולה להיות מוטת ומוערכת בחסר באשר להשפעות על הדורות הבאים (אשר אינם נלקחים בחשבון בתשובות הצרכנים). קיימות גם שאלות אתיות באשר לניסיון להעריך באמצעים כספיים את בריאות הציבור או חיי אדם, או השפעות סוציאליות וסביבתיות שונות.

4.3.3 ניתוחי עלות

לרוב מאפיינים את עלויות הפרויקט בחלוקה הבאה:

- ❑ **עלויות הקמה** – המרכיב העיקרי בדרך כלל בפרויקטי תשתית הוא מרכיב עלות ההקמה. מרכיב זה כולל בדרך כלל עלויות הנדסיות של הקמת התשתית, רכישת ציוד, עלות הקרקע, פיצויים לגורמים שונים, העתקת תשתיות וכו'.
- ❑ **עלויות הפעלה** – עלויות ההפעלה מתייחסות לעלויות השוטפות של הפעלת המתקן ויש לקבוע הנחיות לגבי הכללת מרכיבי עלויות ההפעלה, כיצד לשלבן בתזרים העלויות והתועלות וכיצד להתייחס לשינוי בעלויות הפעלה כתוצאה מהפרויקט.
- ❑ **עלויות תחזוקה** – לרמת התחזוקה של המתקן השפעה על אורך החיים של המתקן, על איכות התוצרים שלו ועל רמת התחזוקה העתידית שתידרש למתקן.

במסמך ה-OECD משנת 2007 בדבר הערכת פרויקטים סביבתיים הממומנים מכספי ציבור, מוצגת גישה המתייחסת לתכנון פיננסי, לפיה תזרים המזומנים הוא הכלי המרכזי בבדיקת כדאיות השקעות סביבתיות.

אינדיקטורים שונים לחישוב עלויות וכדאיות:

קיימת אבחנה מרכזית בין עלויות סטטיות ודינמיות.

העלויות הסטטיות הן:

- עלות יחידת השקעה (Unit investment cost – UIC) - היחס שבין עלות ההשקעה לבין האפקט הסביבתי בשנה הראשונה. היתרון בגישה זאת היא פשטותה. כנגד הפשטות עומדים מספר חסרונות: הנוסחה אינה רגישה לשינויים לאורך זמן של האפקט הסביבתי. אין התייחסות לתקופת התפעול מעבר לשנה הראשונה. אין התייחסות להוצאות תחזוקה, שמהוות במספר מקרים פקטור מרכזי בקבלת ההחלטה לגבי חלופת ההשקעה המועדפת.
- עלות יחידת תפעול (Unit operating cost – UOC) - היחס שבין סה"כ ההוצאה התפעולית לבין האפקט הסביבתי בשנה הראשונה.

העלויות הדינמיות הן:

- יחידת עלות שנתית (Unit Annual Cost- UAC) - סה"כ היוון ההשקעות והוצאות תפעול ותחזוקה לאורך חיי הפרויקט מחולקות בממוצע האפקט הסביבתי. זה מדד אמין המאפשר דירוג של מספר חלופות, ככל שיש אחידות בתועלת הסביבתית, בין האלטרנטיבות השונות. הבעיה המרכזית של המדד היא בצוע הערכה מדויקת של מדד האפקט הסביבתי, ולשם כך מקובל להשתמש בבוחר ביצועים בהשוואה למדדים מתוך מאגרי מידע היסטוריים

- עלות יצור דינמית (Dynamic generation cost- DGC) - היחס שבין עלויות ותועלות מהוונות לאורך כל חיי הפרויקט. זה מדד המקביל במהותו ל Cost benefit analysis, מדד זה נחשב לאמין ביותר מאחר והוא רגיש לשינויים של האפקטיביות הסביבתית על ציר הזמן.

4.3.4 קביעת שיעור ההיוון

במסמך ה-OECD ממליצים לבחון את השיקולים לקביעת שער ההיוון של השקעות תשתית סביבתיות, מאחר ומדובר בהשקעות ארוכות טווח בהן נוצרים פערים משמעותיים בין התוצאות הנובעות משימוש בשערי היוון שונים.

ככלל, שער ההיוון מבטא את ההעדפה בין השקעה או צריכה נוכחית ובין עתידית. בחלק מהמדינות שער ההיוון מוכתב על ידי הממשלה או הגוף המממן.

שער ההיוון משקלל ארבעה גורמים: מחיר הכסף בשוק משוכלל, שיעור האינפלציה, פרמיית נזילות, (פונקציה של תקופת ההשקעה) ופרמיית סיכון.

ברמה ה"פילוסופית" שער היוון נמוך מבטא גישה "חברתית", כי הוא נותן משקל רב לתועלות עתידיות ושומר על "האינטרסים" של הדורות הבאים. שער מסוג זה מאפיין בדרך כלל השקעות ממשלתיות ציבוריות בעוד שהשקעות של הסקטור הפרטי נבחנות בשערי היוון גבוהים יותר.

4.4 ביקוש וגמישויות

ניתוח הביקוש הינו מרכיב מרכזי בהערכת הכדאיות של פרויקטים. חלק מהמחקרים מציע לאמוד את הביקוש על בסיס מחקרים וגמישויות ביקוש מהספרות. במסמך הנחיות של (U.S department of interior, 2009) מוצע לערוך אומדן של פונקציית הביקוש על מחקרים של גמישויות, במצבים בהם אין מספיק מידע, זמן או תקציב לערוך אמידה ספציפית של פונקציית הביקוש לפרויקט מסוים.

בלוח להלן ריכוז של מחקרים אודות גמישות הביקוש למים.

לוח 31: גמישות הביקוש להמחיר וההכנסה ממחקרים בשוק המים בארה"ב

Table 1: Price and Income Elasticities From Previous Water Supply Studies

Author(s)	Date	Price Elasticities	Income Elasticities	Geographic Region
Agthe and Billings	1980	-0.179 to -0.358	1.33 to 2.77	Tucson, AZ
- short run		-	-	
- long run		-0.266 to -0.705	-	
Agthe, Billings, Dobra, Raffiee	1986	-0.125 to -0.624	-	Tucson, AZ
- long run		-0.019 to -0.364	-	
- short run		-0.200 to -0.710	0.31 to 0.36	Tucson, AZ
Billings and Day	1989	-0.51	-	U.S.
Espey, Espey, and Shaw	1997	-	-	U.S.
Foster and Beattie	1979	-0.226	0.627	
- Rocky Mountains		-0.122	0.627	
- Southwest		-0.656 to -0.680	0.277 to 0.895	Kansas
Gottlieb	1963	-0.231	-	U.S.
Howe and Linaweaver	1967	-0.14 to -0.44	0.40 to 0.55	Denver, CO
Jones and Morris	1984	-0.32 to -0.70	-	Columbia, SC
Martin and Wilder	1992	-0.17 to -0.45	0.04 to 0.16	U.S.
Nieswiadomy	1992	-0.002 to -0.460	0.07 to 0.20	Denton, TX
Nieswiadomy and Molina	1989	-	-	U.S.
Nieswiadomy and Cobb	1993	-0.64	0.57	
- increasing block rate		-0.46	-	
- decreasing block rate		-0.32	0.12	U.S.
Piper	2003	-	-	Southern CA
Renwick and Archibald	1998	-0.33	-	
- all water users		-0.53	-	
- less than \$20,000 income		-0.21	-	
- \$20,000 to \$59,999 income		-0.22	-	
- \$60,000 to \$99,999 income		-0.11	-	
- over \$100,000 income		-0.16 to -0.20	0.25	California
Renwick, Green, McCorkle	1998	-0.110 to -0.262	-	Columbus, OH
Schneider and Whitlatch	1991	-0.234 to -0.918	-	
- residential		-0.112 to -0.438	-	
- commercial		-0.202	-	Oakland, CA
- industrial		-0.05 to -1.09	-	U.S.
Weber	1989	-	-	U.S.
Williams	1985	-0.294 to -0.485	.638	
Williams and Suh	1986	-0.141 to -0.360	-	
- long run residential		-0.438 to -0.735	-	
- long run commercial		-	-	
- long run industrial		-	-	
Wong	1972	-0.530	1.025	Chicago area
- Cities over 25,000 people		-0.817	0.840	
- 10,000 to 24,999 people		-0.463	0.476	
- 5,000 to 9,999 people		-0.257	0.576	
- less than 5,000 people		-0.41 to -0.60	-	Tucson, AZ
Young	1973	-	-	

Source: U.S Department of Interior, 2009

4.5 דוגמאות לבדיקות כדאיות בעולם (Case Studies)

4.5.1 מתקן טיהור שפכים בסקוטלנד⁷

משק המים בסקוטלנד עבר רה-ארגון בשנת 1996, במסגרתו עברה האחריות לטיפול במשק המים והביוב, מן הרשויות המקומיות אל רשויות המים. בעקבות דירקטיבה מטעם האיחוד האירופי, אשר דרשה הגדלה של סטנדרטים של איכות המים וטיהור שפכים, נדרשה סקוטלנד לבצע השקעות הולכות וגוברות במשק המים והביוב. במסגרת המאמר, מבוצע ניתוח של מקרה בוחן באשר למתקן טיהור שפכים בסקוטלנד ותוך כדי כך מציג את הבעיות העומדות בפני תעשיית המים ומעלה שאלות לגבי התועלת לציבור.

לצורך הבחינה, מושוות עלויות בנייה של שני מפעלי טיהור שפכים. האחד ב – FIFE במזרח סקוטלנד ומולו מושווה המפעל ב – CUPAR שהנו פרויקט טיפוס לסקוטלנד. נבנה מודל השקעות והוצאות תפעוליות עבור כל אחד מן הפרויקטים למשך 15 שנים והתוצאות הוונו לפי שיעור של 6%. בוצעה השוואה של מבנה העלויות לאורך שנים אלו והצוות עמד על השינויים הטכנולוגיים בין שני המפעלים ואיך הם משפיעים על מבנה העלויות. באופן טבעי נתמקד פחות בחלק של מבנה העלויות היות והוא ברור יותר ונוגע באי ודאות פחותה.

החלק המסובך יותר בתהליך הנו השלב השני – ניסיון לזהות ולכמת את התועלות מן הפרויקט, בין התועלות אותן מנסים לשלב בתוך תהליך ההשוואה יכללו:

- טיוב האדמה
- שימור בתי גידול והסביבה
- יעילות אנרגטית
- שמירת הטבע
- תיירות – ניסיון לכמת את ההכנסה היומית מתייר והאם לפרויקט יש יכולת למשוך תיירים נוספים לאזור. ניסיון לקשור בין ההשפעות הסביבתיות של מט"ש לתפישת הסביבה על ידי תיירים
- נועם ודיור – ניסיון לכמת את השפעת הקרבה למט"ש על מחירי הדיור באזור (הריח המופץ צפוי להפחית מחירים)
- דין וחשבון סוציאלי – כותבי המאמר טוענים בביקורתיות שהשינוי המבני שעבר משק המים בסקוטלנד הגביר את אי-התלות הפוליטית של רשויות המים ולכן רשויות אלו צפויות להשיא ערך נמוך יותר עבור סכום ההשקעה. לאור זאת, ממליצים כותבי המאמר להחיל דין וחשבון סוציאלי שבו יאמדו העלויות והתועלות לציבור מן הפרויקט.
- השפעות מימון - באירופה קיימת מדיניות של הלוואה בתנאי ריבית מועדפים לפרויקטים אשר בהם השפעות סביבתיות באות לידי ביטוי. לכן, חשוב להכליל השפעות אלו בבחינת הפרויקט לשם הוזלת עלויות המימון שלו.

בוצע ניסיון לכמת, היכן שניתן, את התועלות הללו בכדי לשלב את ההשפעה הכלכלית שלהן במודל עלות-תועלת. לשם הדוגמא, במאזן הסוציאלי הופחתה העלות הרעיונית של פארק טבע באזור הפרויקט והתווסף למאזן ההכנסות כוח הקנייה של בין 5,000-100,000 תיירים נוספים שיפקדו את האזור.

⁷ Project appraisal and capital investment decision making in the Scottish water industry
Paul coleshill and James W. Sheffield, 2000

4.5.2 תועלות כלכליות למשק המים המוניציפלי והתעשייתי במטרופולין אטלנטה, ארה"ב⁸

מקרה הבוחן הנדון הוא אגם לנייר (LAKE LANIER), אשר מצוי בשמורת טבע בחלקה הצפוני של ג'ורג'יה בארצות הברית. נהר זה מהווה מקור ראשי לאספקת מי שתייה לתושבי מטרופולין אטלנטה וכמו כן, מהווה את אחד ממוקדי הביולוגיה והפנאי המשמעותיים ביותר בארה"ב. לכן, כל עוד לא נמצאו חלופות כלכליות לשם מענה על צרכים אלו – ארצות הברית חייבת לשמר את כמות ואיכות המים של נהר צ'טהווקי אשר זורם ממנו. המאמר מבוסס על מחקר שנערך בשנת 2001 ע"י קבוצת חוקרים מאטלנטה ובוחן את התועלות מאספקת מים אמינה למטרופולין אטלנטה.

הניתוח הכלכלי של תועלות ברמה הלאומית מבוסס על שני עיקרים:

- עלות המים – עלות אספקת מים חלופית או של תוכניות שיקטנו את הצורך בחלופות היצע של מים.
- עלות מחסור – עלויות תוכניות לניהול בצורת – אגירת מים וטיוב, רווחים אבודים – קיטון במכירת מים וקיטון בעודף הצרכן, הפסדים הנגרמים לאזור כתוצאה ממחסור במים.

לא קיימת התייחסות למקורות מים חלופיים כי אין כאלה בנמצא באזור הבדיקה.

מוצגות מספר גישות להערכת התועלת ממקור המים:

1. עלות האלטרנטיבה – מהי העלות של החלופה הטובה ביותר, לדוגמא: כמה יעלה לייבא מים לאזור לעומת עלות הנזק של שאיבת יתר.
2. נכונות לשלם – סקרי צרכנים לשם כימות נכונות הצרכנים לשלם בעבור אספקת מים אמינה וקבועה.
3. פונקצית הביקוש הנצפית – המחיר בפועל מצביע על המינימום אותו הצרכנים מוכנים לשלם. שימוש בגמישות הביקוש כדי ללמוד על עודף הצרכן.

במקרה זה, בוצע שימוש בהערכת שווי מותנית בכדי להעריך את התועלת מאספקת מים אמינה וסדירה. בוצע גם שימוש בשיטת העדפות נגלות בכדי לכמת את ערכי התועלת מאספקת מים אמינה בעבור צרכנים עירוניים.

4.5.3 השפעת שינויים במדיניות רשות עמק טנסי, ארה"ב על התועלת הציבורית⁹

מאמר זה נכתב בשנת 2003 ע"י Energy and Water Economics, חברת ייעוץ המתמחה בתחום המים והאנרגיה, בכדי לבחון איך שינויים במדיניות של ה-TVA (Tennessee Valley Authority) משפיעים על רכיבי התועלת הציבורית, כגון – פעילות עסקית, הכנסה ונתוני תעסוקה, תוך בחינת חלופות שונות לפעולה.

באזור העמק של טנסי, נמצא כי מחירי חשמל ומחירי תובלה ימית הינם מרכיבים מרכזיים בפיתוח התעשייתי של האזור. קיטון במחירי התובלה ימית הנו בעל השפעה רוחבית על תעשיות רוכשות ותעשיות מוכרות באזור. לעומתם, מיגור הצפות הנו בעל השפעה גדולה על פוטנציאל האזור ליהנות מהכנסות הנובעות מתיירות ונופש.

בסך הכל, נמצאו חמישה משתנים אשר מושפעים ממדיניות ה-TVA ולהם השפעה ישירה על הכלכלה ועל תועלת הציבור:

⁸ Economic Benefits of Municipal and Industrial Water Supply Reliability for Metropolitan Atlanta February, 2003

⁹ Regional Economic Impacts - Appendix to TVA reservoir operations study, William W. Wade, Energy and Water Economics, 2003

- אספקת חשמל
- עלויות תובלה ימית
- אספקת מים
- נופש
- ערך נכסים

לשלושת המשתתפים הראשונים השפעה רבה על היצרנים באזור ועל מידת התחרותיות שלהם מול תעשייה אזורית מתחרה (שינויים בעקומת ההיצע). למשתנה הראשון והשניים האחרונים, השפעה על רמת הוצאת הצרכנים על מוצרים ושירותים באזור (שינויים בעקומת הביקוש). תשומת לב על בחינת הערך הכלכלי נטו של ההשפעות באזור, כלומר – נבחן את השינוי נטו בכלכלה האזורית, כאשר נתעלם מהשפעות של הפצה מחדש בתוך האזור (שרשרת הפצה). בכדי להתמודד עם סיכון ואי-ודאות, נעזרים כותבי המאמר בשתי חלופות – גבוהה ונמוכה, כאשר חלופות אלו נבנו באופן סטטיסטי כך ש – 90% מהתוצאות החזויות יפלו בתוך טווח זה. שבע חלופות מדיניות נבחנו והושושו בכדי לכמת את השפעתם על משתנים ראשוניים ומשניים כגון – עלייה בפעילות הנופש בשמורה, קיטון במחירי הובלה ימית או קיטון במחירי החשמל. שש חלופות מתוך שבע נמצאו כמקסימום את ערך התוצר המקומי הגולמי ואת ההכנסה של הציבור מעבודה. אלטרנטיבה אחת נמצאה כמפחיתה גם את מחירי התובלה הימית וגם את מחירי החשמל.

4.5.4 שיפור מצב התשתיות בקרב האוכלוסייה הכפרית באזרבייג'ן¹⁰

מסמך הבנק העולמי עוסק במימון פרויקטים שמטרתם לשפר את מצב התשתיות באזורים הכפריים באזרבייג'ן, בין היתר בתחומי שיקום דרכים, חשמל, מרפאות, מוסדות חינוך ועוד. אנו נתמקד במקרה הבוחן הנוגע להשקעה בתחום המים והביוב, אף שזו אינה מבוצעת בהיקפים גדולים. מקרה הבוחן מנותח מזווית ראייה כלכלית לצד בדיקת היתכנות מהירה לשם אספקת פיתרון יעיל עבור השקעות קטנות.

הבנק העולמי בחר להגדיר את התועלת מן הפרויקט בשלוש רמות שונות:

1. תועלת לפרט – העלאת רמת החיים של הפרט, על ידי מתן גישה לתשתיות משופרות שיאפשרו יצירת הזדמנויות עסקיות חדשות.
2. תועלת לקהילה – העצמת מוסדות הקהילה על ידי שיתופם בהליכי התכנון, הקמה ותחזוקה של הפרויקט. בטווח הארוך – יצירת היכולת לייזום עצמי בקהילה.
3. תועלת לגופים מוסדיים – מוסדות אלו ייחשפו לביזור בתהליך קבלת ההחלטות ומכאן ליתר שקיפות ואחריותיות.

פרויקט המים אשר נבחן כלל שאיבת מי באר וחלוקתם בצנרת לכל בתי האב באזור כפרי ובו כ – 700 בתי אב.

התועלות הכמותיות שנצפו בפרויקט היו:

- חיסכון של 50% בעלות לליטר מים
- תועלות שונות הנובעות מעלייה צפויה בצריכת המים

התועלות שאינן ניתנות למדידה כמותית בפרויקט היו:

- שיפור במצב הבריאות
- חיסכון בטיפול במים (הרתחה, הוספת כימיקלים וכו')
- העלאת האטרקטיביות של הכפר להשקעות עתידיות
- עלייה ביכולת הקהילה לפתור את בעיותיה

¹⁰ Project Appraisal Document On A proposed Credit to the Azerbaijan republic For Rural Investment Project. (2004) Document of the World Bank.

פרויקט זה הניב תשואה של 15.7% על ההשקעה לפי ההנחות הבאות (עיקריות בלבד):

- אורך חיי ההשקעה – 20 שנה
- ללא שינוי באספקת המים במשך התקופה
- שער חליפין קבוע
- זמן איסוף המים קטן ב – 75%
- התועלות הסביבתיות יתקזזו עם ההשפעות השליליות על אוכלוסיות שכנות
- החיסכון הנובע מהרתחת מים והוספת כימיקלים לא חושב מאחר וקשה לכמתו

ניתוח הרגישות שבוצע מלמד על רגישות רבה לשינויים בזמן איסוף המים הידני. המסקנה עבור הערכת פרויקטים אחרים היא שיש להביא בחשבון את המרחק הפיזי של האוכלוסייה ממקור המים בכל מודל עתידי של ניתוח. נתון זה יכול לשמש א-פריורי כמדד להשערה לגבי כדאיות הפרויקט. מסקנות נוספות מן הפרויקט הינן שיש לזהות את השותפים לפרויקט (ברמה המקומית), נדרש קיום של מפרט טכני מקובל, יישום ברמת מחירים סבירה, תמיכה מימונית ואי-פגיעה בסביבה. את כל המשתנים הללו יש לשקלל במסגרת הניתוח הכלכלי.

4.5.5 שיפור איכות המים בשמורת פלדאנג בקוריאה¹¹

צ'ו וקים (2004) השתמשו בניתוח עלות-תועלת בכדי לבחון שיפורים באיכות המים (3rd class to 1st class) בשמורת פלדנג (Paldang) שבקוריאה. בכדי להעריך את נכונות הצרכנים לשלם, בוצע שימוש בשיטת הערכת שווי מותנית (Contingent Valuation). נערך סקר ובו הוגש שאלון למשתתפים אשר חקר את יחסם לשיפור באיכות המים בשמורה וניסה לבחון אילו משתנים השפיעו על הנכונות לשלם. הנכונות לשלם של צרכן מייצג הוערכה (2 דולר ארה"ב בקירוב בעת כתיבת המאמר) ואז בוצע שימוש בנתון בכדי להעריך את התועלת של כל הקהילה. תועלת זו הושוותה לסכום העלויות בפרויקט לפי החלופות השונות. אורך החיים של ההשקעה הוערך לפי 20 שנה ואז נבדק אל מול שערי היוון שונים, להלן:

Discount Rate	Cost (Won)	Benefit (Won)	Net Benefit (Won)
0.04	1,678,538	2,060,397	381,859
0.05	1,717,384	1,965,029	247,645
0.06	1,757,198	1,880,539	123,340
0.07	1,798,001	1,805,634	107,633
0.08	1,839,813	1,739,199	100,613

כיוון שהתועלות עלו על העלויות, אפילו בשערי היוון הולכים וגדלים, הוחלט לבצע את ההשקעה.

¹¹ Framework for operational cost benefit analysis in water supply/TECHNEAU, July 2007

References

1. תוכנית אב ארצית ארוכת טווח למשק המים, חלק א' – מסמך מדיניות, אגף תכנון - רשות המים, מהדורה 4, 2012.
2. נוהל הגשת נתוני צריכה ותחזיות לאישור חטיבת האסדרה לצורך הכנת תכניות פיתוח למשק המים, חטיבת האסדרה- רשות המים, 2013.
3. נוהל הגשת תוכניות לוועדת שיפוט, משרד התשתיות הלאומיות - נציבות המים, 2003.
4. ועדה לבחינת הצורך – נוהל לבחינת בקשות למתן אישור לעריכת תכנון כללי, להגשתן ולאישורן, אגף פיתוח מפעלי מים – רשות המים, 2011.
5. ועדת חריגים – נוהל לבחינת בקשות לאישור חריגה מאישור לעריכת תכנון מפורט או מאישור ביצוע, להגשתן ולאישורן, אגף פיתוח מפעלי מים – רשות המים, 2011.
6. נוהל פרי"ת 2012, הנחיות לבדיקת כדאיות פרויקטים תחבורתיים, משרד האוצר ומשרד התחבורה, 2012.
7. מתודולוגיה לבחינת התועלת הכלכלית של אנרגיות מתחדשות מתוך המלצות ועדה ממשלתית בראשותו של פרופ' יוג'ין קנדל.
8. ניתוח עלות תועלת למשק הלאומי משדרוג איכות מי הקולחין בישראל, פארטו הנדסה בע"מ המשרד להגנת הסביבה, 2004.
9. עלות תועלת למשק הישראלי של השבת מים אפורים בישראל, פארטו הנדסה בע"מ ועדת המשנה של צוות המנכ"לים לפיתוח בר קיימא בנושא מים אפורים וחיסכון במים, המשרד להגנת הסביבה, 2007.
10. הנחיות לבדיקות כדאיות כלכלית במערכות הבריאות, משרד הבריאות.
11. Road map for smart grid implementation in Israel, The Israeli smart energy association, 2013.
12. A guide to the formulation of water resources strategy, The World Bank, 1994.
13. A guide to water and sanitation sector impact evaluations, The World Bank, 2006.
14. Appraisal of water and sanitation projects, Denmark, 2007.
15. Project appraisal document to the Azerbaijan republic for rural investment project, The World Bank, 2004.
16. Principles and Guidelines for evaluating federal water projects, U.S army corps of engineers, 2009.
17. Framework for operational cost benefit analysis in water supply, TECHNEAU, 2007.
18. Evaluation economic and financial feasibility of municipal and industrial water projects, U.S department of interior – Bureau of reclamation, 2009.
19. Rutgers Law review, "Breaking the golden rule: Judicial review of federal water project planning", 2012.

20. Handbook for appraisal of environmental projects financed from public funds, OECD, 2007
21. Paul Coleshill and James W. Sheffield, "Project appraisal and capital investment decision making in the Scottish water industry", 2000.
22. Tariff setting guidelines – A reduced discretion approach for regulators of water and sanitation services, The World Bank, 2009.
23. Toolkit for monitoring and evaluation of agricultural water management projects, The World Bank, 2008.
24. William W. Wade, Energy and water economics, "Regional economic impacts, Appendix to TVA reservoir operations study", 2003.
25. William W. Wade & Brian Roach, "Economic Benefits of Municipal and Industrial Water Supply Reliability for Metropolitan Atlanta", 2003.
26. Charting our water future – Economic frameworks to inform decision-making, 2030 Water Resources Group, The United Nations, 2009.