



רשות המים



רשות המים אגף תכנון

מדיניות תכנון ההתפלה בישראל
מיקי זיידה, מו פרוביזור

האיגוד הישראלי למים

מרץ 2009

מטרות העבודה

✓ הערכת צרכי ההתפלה הדרושה

✓ ניתוח תרחישי שינוי היצע מקורות המים הטבעיים

✓ המלצות ושיקולים ביחס לתכנון ההתפלה וניהול משק המים

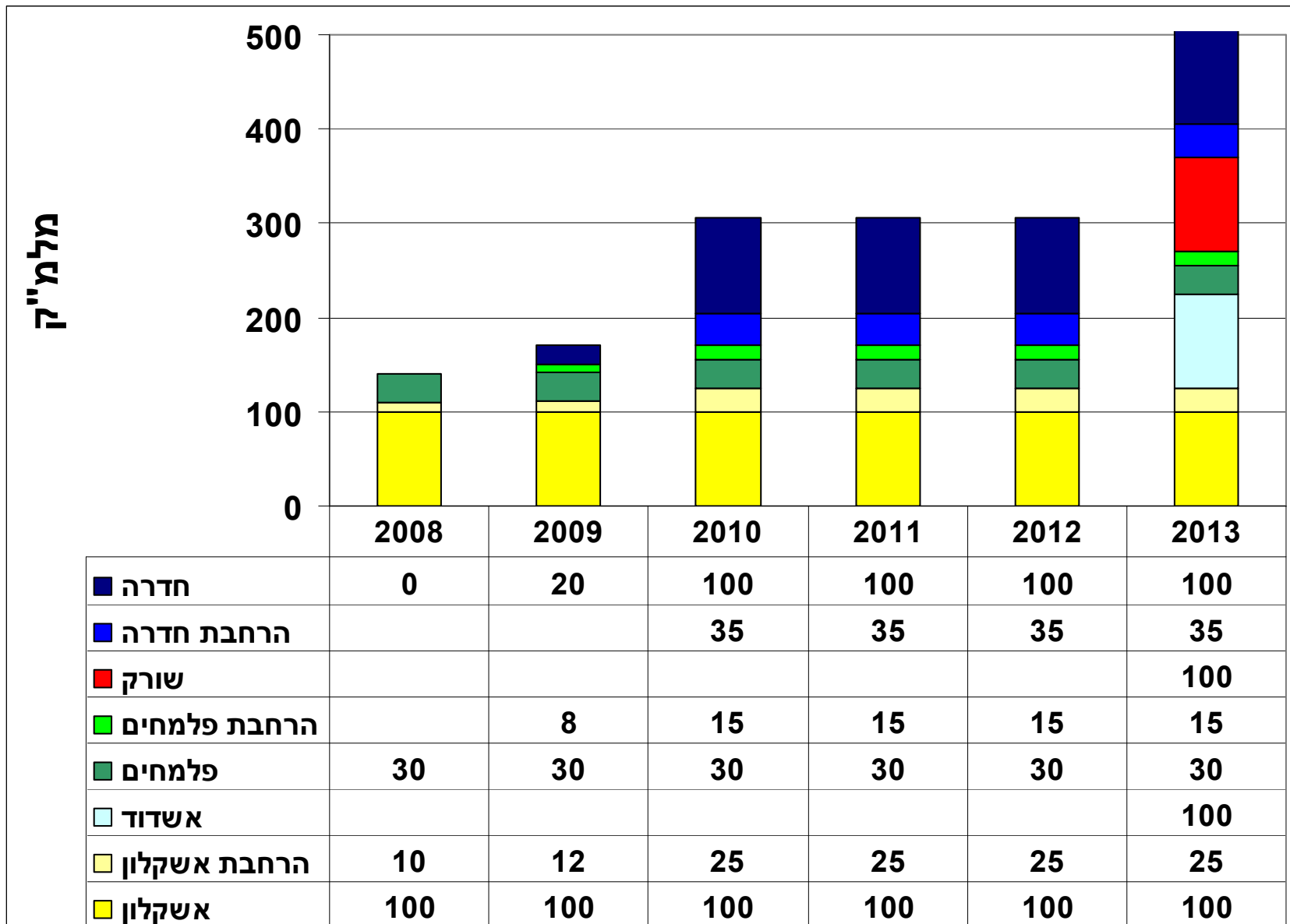
התפלה בפועל לעומת המוצע בתוכנית אב (מעבר) 2010 - 2002



מימוש המלצות אגף תכנון בעבר היה מונע את המשבר הנוכחי.
את המשבר הבא ניתן יהיה למנוע באמצעות יישום ההמלצות במסמך זה!

תוכנית ההתפלה הבסיסית

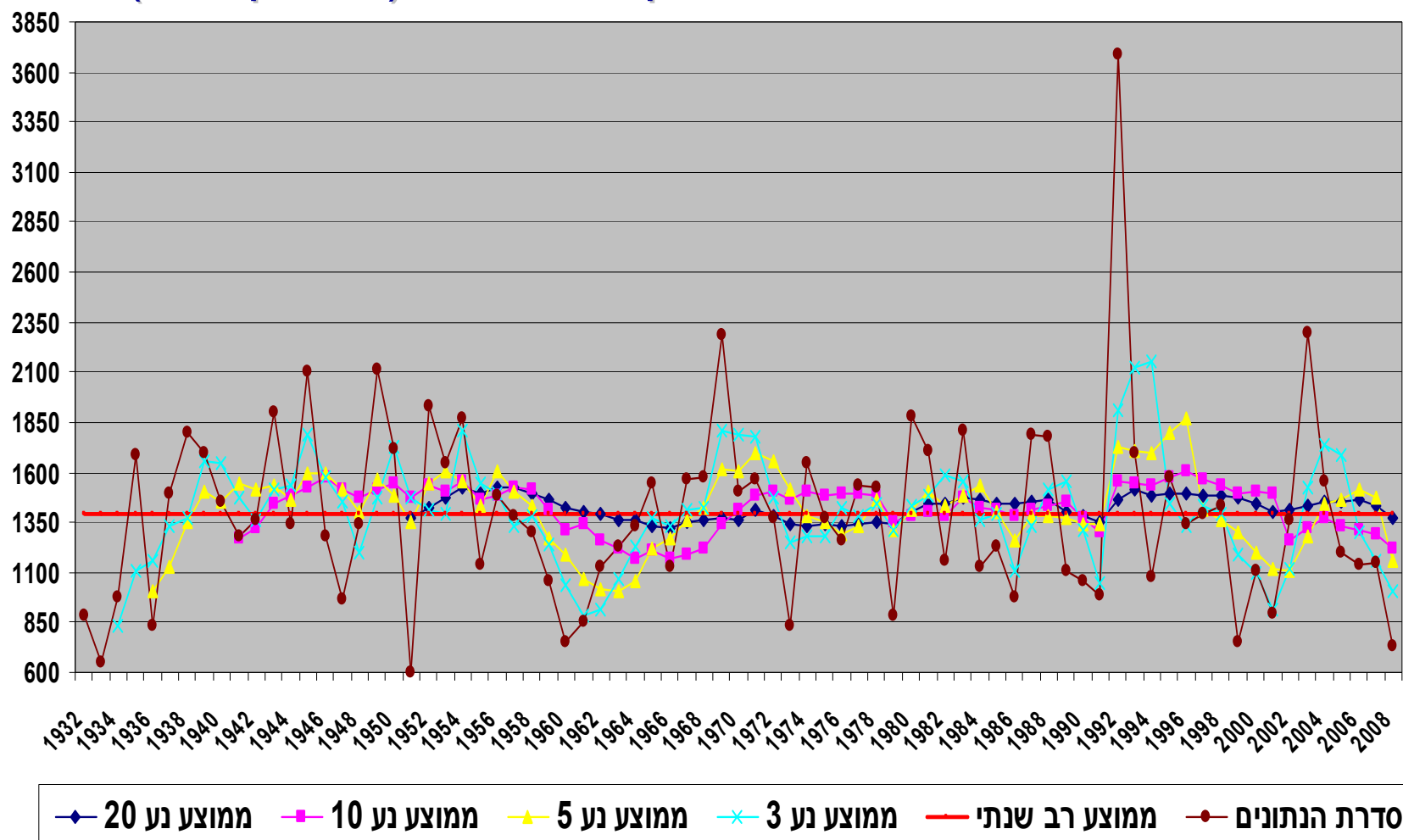
(ע"פ הידוע בתחילת 2008)



הערות: 1. לפני קבלת החלטת הממשלה האחרונה: 600 מלמ"ק ב- 2013 ו 750 ב - 2020

2. כל פיתוח מעבר ל 500 מלמ"ק הובא בחשבון שיתווסף החל מ- 2015

היצע מקורות המים הטבעיים במערכת התלת אגנית ממוצע נע של נתוני העשרה בתקופות שונות (מלמ"ק\שנה)



המים הזמינים העומדים לרשותנו במערכת התלת אגנית:
 - ממוצע מים זמינים: 1390 מלמ"ש בממוצע (1,250 בניכוי איבודים)
 - הקטנת היצע של 10% - כ- 1,100 מלמ"ש בממוצע בלבד.

תחזית צריכה למים שפירים בתחומי המערכת הארצית (2008-2050)

הערות	2050	2030	2020	*2008	
1.7% בשנה	14.2	10.1	8.5	7	אוכלוסיה (מיליון)
0.7% בשנה עד 2020 (אח"כ <u>קבוע</u>)	115	115	115	105	צריכה לנפש (מ"ק / נפש / שנה)
מכפלת אוכלוסייה בצריכה לנפש	1,635	1,166	980	749	בית (מלמ"ש)
	350	350	350	454	חקלאות (מלמ"ש)
1% גידול בשנה	120	101	94	85	תעשייה (מלמ"ש)
ע"פ החלטת ממשלה	50	50	50	7	טבע ונוף (מלמ"ש)
אספקה נטו לאחר ניכוי ההפקה מהירמוך 35 מלמ"ק	50	50	50	50	ממלכת ירדן (מלמ"ש)
כ 4% לשנה	425	194	131	80	רש"פ (מלמ"ש)
	2,630	1,911	1,655	1,425	סך ביקוש (מלמ"ש)
	1,205	486	230		תוספת ביקוש מ- 2008 (מלמ"ק)

הפער השנתי (2008) השוטף בין צריכה להיצע טבעי (לו היה ממוצע): 315 מלמ"ק (-1,110 - 1,425).

* נערך ע"פ תחזית שנעשתה במאי 2008

מדיניות פיתוח התפלה - הנחות עיקריות/ דגשים

- ✓ במצב אידיאלי: ההפקה ממקורות המים הטבעיים – בממוצע המילוי החוזר (בניכוי "אבודים"). כל תוספת מעבר לכך- באמצעות ניצול מקורות מים זולים יותר ולאחר מכן התפלה.
- ✓ בשנים הקרובות: חלק מרכיב ההתפלה מיועד לשיקום האוגר. התפלה היא עדיין מקור מים משלים להיצע המים הטבעי.
- ✓ הדילמה: פיתוח חסר מייצר מחסורים, נזק למקורות המים הטבעיים. פיתוח יתר גלישת מאגרים השקעת הון עודף. "נקודת האופטימום" הינה מדיניות.
- ✓ בתוכנית האב 2002 – 2010 הומלץ על מעבר ממדיניות 'הליכה על הסף' למדיניות פיתוח בר קיימא. (המשמעות היא: לא מתכננים על בסיס מילוי חוזר ממוצע).
- ✓ לא ניתן להתמודד עם רצף שנים שחונות עד פיתוח היקף ההתפלה הנדרש (2013).
- ✓ שיקולים רחבים נוספים מעבר לצרכי גישור בין היצע לביקוש. 
- ✓ הכנת משק המים הישראלי לפחות למצבי קיצון שקרו בעבר. 
- ✓ התפלה – חלופה לא זולה ביחס לחלופות האחרות, אך הפתרון הישים ביותר לצורך סגירת הגירעון השוטף.

מדיניות פיתוח התפלה - הנחות עיקריות/ דגשים - המשך

✓ 50% ממקורות המים הטבעיים נמצאים בסיכון מידי. רמת ההיערכות לירידת היצע - מדיניות.



✓ משק המים איבד את גמישותו בהתמודדות עם שנות מחסור. הדיוק בחישוב, קבלת ההחלטות ויישומן במועד, חשוב מאי פעם.

✓ אמינות אספקה: בקביעת הקריטריון לאמינות אספקה יש להתייחס ליכולת העמידה ברצף שנים שחונות (מחסור מצטבר).

✓ לאמינות גבוהה מחיר כלכלי - נדרש להציגו.

✓ מדיניות אמינות אספקה:

- נקבעו קריטריונים לרמות מחסור לשנים 2016 – 2020.

- קריטריונים המחמירים על ציר הזמן.

קריטריונים לאמינות אספקה

אמינות אספקה של 95% לפחות בשנים 2016 – 2020 (הסתברות של 5% למחסור).

מחסור מרבי מקסימאלי: 400 מלמ"ש ב 2016 ו - 250 מלמ"ק ב 2020.

חריגה מותרת מקריטריונים עד כ- 10%.

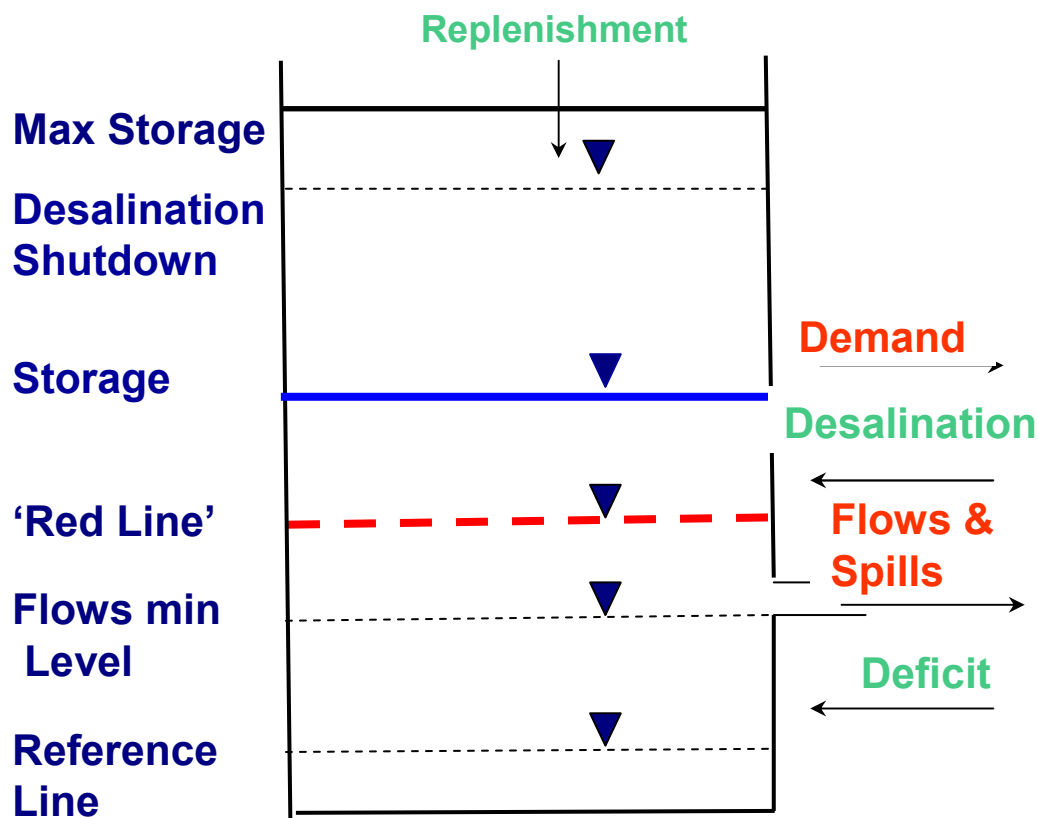
שיקום אוגר: כ- 1500 מלמ"ק מעל הקווים האדומים ב 2020 (קצב שיקום: 150 מלמ"ש).

ההשבתה של מתקני ההתפלה בתקופה 2016 – 2020 תשאף להיות נמוכה ככל האפשר.

עמידה בקריטריונים ורק לאחר מכן בחירת החלופה הכלכלית ביותר.

שיטת העבודה

'המודל האגרגטיבי' – תכונות, יכולות ומגבלות
(פותח בתה"ל בהזמנה וליווי של רשות המים)



◀ תא אחד, מודל רב שנתי

◀ מים שפירים – מערכת תלת אגנית.

◀ היצע: הרצה רב – סדרתית

או מעטפת תרחישי העשרה

(Ensemble Forecasting)

◀ ניתוח סטטיסטי

◀ ניוון שיקולי המערכת הפיזית,

שיקולי איכות מים.

◀ ניתוח של עלות – תועלת

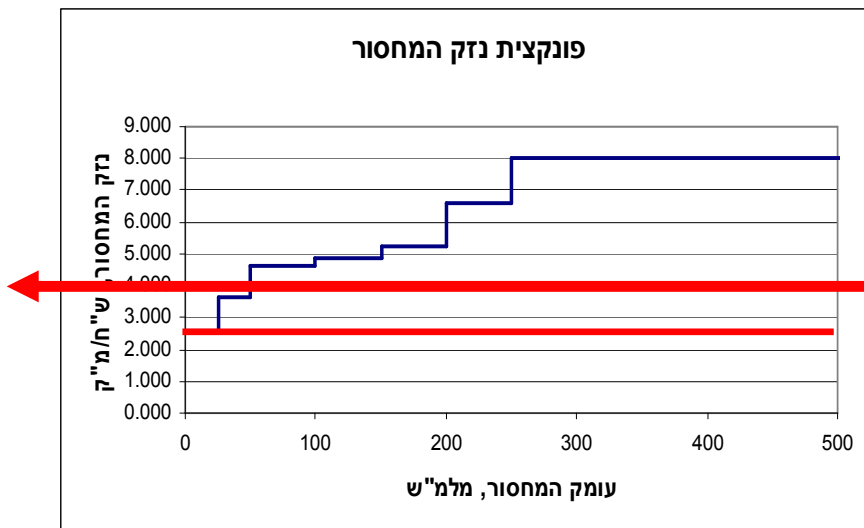
◀ ניתוח חלופות: השוואת תרחישים

◀ אופטימיזציה באמצעות סימולציה

ניתוח עלות – תועלת (ברמת כלל המשק)

נזקי מחסור מעודכנים
ששימשו בפועל בהרצות

נזק המחסור	עומק המחסור
ש"ח/מ"ק	מלמ"ש
4.95	25
5.12	50
5.36	100
5.86	200
6.58	320
7.47	470
13.20	1000



נזק המחסור	עומק המחסור
ש"ח/מ"ק	מלמ"ש
2.595	25
3.64	50
4.61	100
4.89	150
5.25	200
6.60	250
8	>250

1. נזקי מחסור (ע"פ נתוני יעקב גדיש ז"ל, 2004)

3. ערך המים באוגר

ערך המים באוגר בסוף תקופה (2020): ערך יורד (ליניארית) מערך העלות השולית (התפלה) בתנאי אוגר ריק לערך 0 ש"ח/מ"ק כאשר המאגר מלא. ערכים אלו הווננו לערך נוכחי (ריבית 6%, מקדם היוון 0.47).

4. שיפור איכות מים מסופקים

0.4 ש"ח למ"ק (ע"ב עבודה של א.ד.ן.)

הערה: ערכי נזק המחסור וערך המים באוגר שונים מהערכים שהורצו בעבר. יש לעשות על כך עבודה מסודרת.

2. עלויות התפלה

עלות משתנות	עלות כוללת	ש"ח/מ"ק
אשקלון	1.27	2.86
פלמחים	1.77	3.11
חדרה	1.82	2.68
אשדוד	1.27	3.20
שורק	1.27	2.90
הרחבת אשקלון	1.27	2.86
הרחבת פלמחים	1.77	3.11
הרחבת חדרה	1.82	2.68
תוספת*	1.82	2.90

תוצאות – דוגמא

נבדקו 4 תרחישי ירידה בהיצע הטבעי: (ללא שינוי, -5%, -10%, -15%).
 נבדקו רמות שונות של פיתוח התפלה: 32 חלופות בסה"כ.
 המשמעות: מעבר להיקף התפלה נידרש מקבלים את המשמעות (גם הכלכליות)
 הנגזרות מבחירת תוכנית הפיתוח. בנוסף מה יקרה אם התרחיש לא יתממש.

תרחיש 1: בסיס												היקף היצע נגרע (מלמ"ק)	מקדם העשרה
												0	1
תוספת עלות ביחס לחלופה הזולה ביותר	ערך נוכחי	השבחה מקסימאלית	ממוצע איבודים	אוגר מעל קו אדום	מחסור מקסימאלי פעם ב 20 שנה (אמינות 95% אספקה)	מחסור מקסימאלי (2016-2020) פעם ב- 77 שנה					היקף התפלה ב 2015 *	שם חלופה	מס' חלופה
2008-2020	2008-2020	2016-2020	2016-2020	2020	2016-2020	2020	2019	2018	2017	2016			
מלש"ח	מלש"ח	מלמ"ש	מלמ"ש	מלמ"ק	מלמ"ש	מלמ"ש	מלמ"ש	מלמ"ש	מלמ"ש	מלמ"ש	מלמ"ש		
5	9,778	0	120	600	499	802	779	757	735	714	200	בסיס 200	1
0	9,773	0	140	1073	171	702	679	657	635	614	300	בסיס 300	2
363	10,136	112	194	1541	0	414	345	291	316	392	400	בסיס 400	3
638	10,411	328	211	1782	0	232	209	186	165	217	450	בסיס 450	4
944	10,718	505	228	2011	0	9	0	46	115	94	500	בסיס 500	5
1437	11,210	605	254	2384	0	0	0	0	0	0	600	בסיס 600	6
1701	11,474	655	266	2509	0	0	0	0	0	0	650	בסיס 650	7
1971	11,744	705	277	2609	0	0	0	0	0	0	700	בסיס 700	8
2243	12,016	755	287	2699	0	0	0	0	0	0	750	בסיס 750	9

סיכום הרצות

ניתוח - עלות - תועלת	נצילות מתקני התפלה	אמינות אספקה			תוכנית פיתוח		תרחיש ירידת היצע	
		יעד אוגר	95% אמינות	מחסור מרבי	התפלה 2015 (מלמ"ש)	חלופה	תרחיש	מ"ס
	√				200	1	ללא שינוי היצע	1
√	√				300	2		
		√	√	√	400	3		
		√	√	√	450	4		

סיכום הרצות - המשך

ניתוח עלות - תועלת	נצילות מתקני התפלה	אמינות אספקה			תוכנית פיתוח		תרחיש ירידת היצע	
		יעד אוגר	95% אמינות	מחסור מרבי	התפלה 2015 (מלמ"ש)	חלופה	תרחיש	מ"ס
	√				300	19	ירידת היצע 10% - 140 מלמ"ש	3
√	√				400	20		
	√				500	21		
	√	√	√	√	600	23		
		√	√	√	650	24		

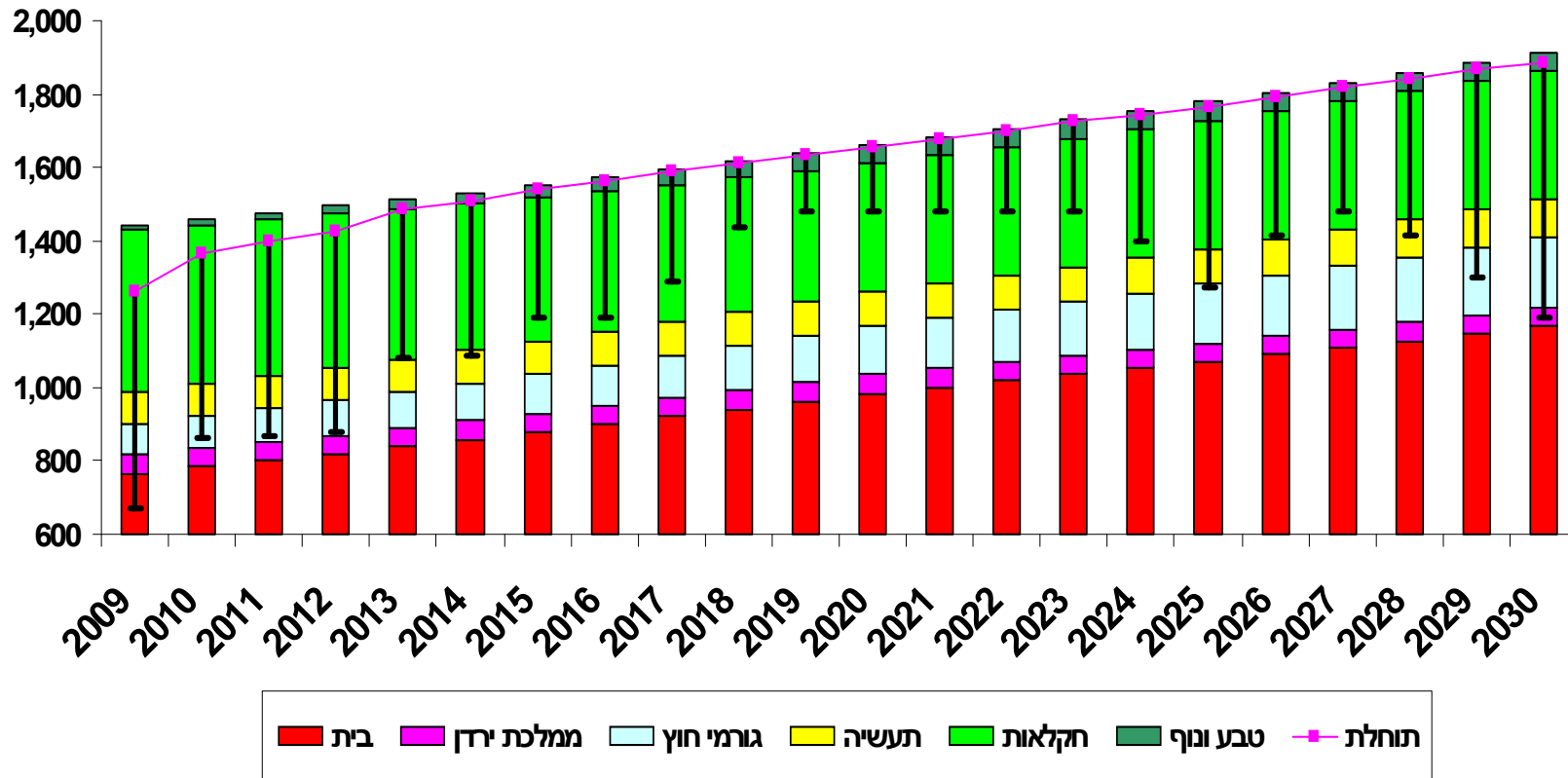
סיכום הרצות - המשך

מ"ס	תרחיש	התפלה 2015	תוספת סך העלות ביחס לחלופת בסיס (2008 – 2020)	תוספת עלות למ"ק מסופק	תוספת עלות לתוספת מים מותפלים
	מלמ"ש	מלש"ח	נ"ה מ"ק	נ"ה מ"ק	נ"ה מ"ק
1	בסיס (אין שינוי)	400	0	0.78	0
2	-5% בהיצע	500	1,433	1.11	14.3
3	-10% בהיצע	600	2,820	1.01	14.1
4	-15% בהיצע	650	4,196	1.13	16.8

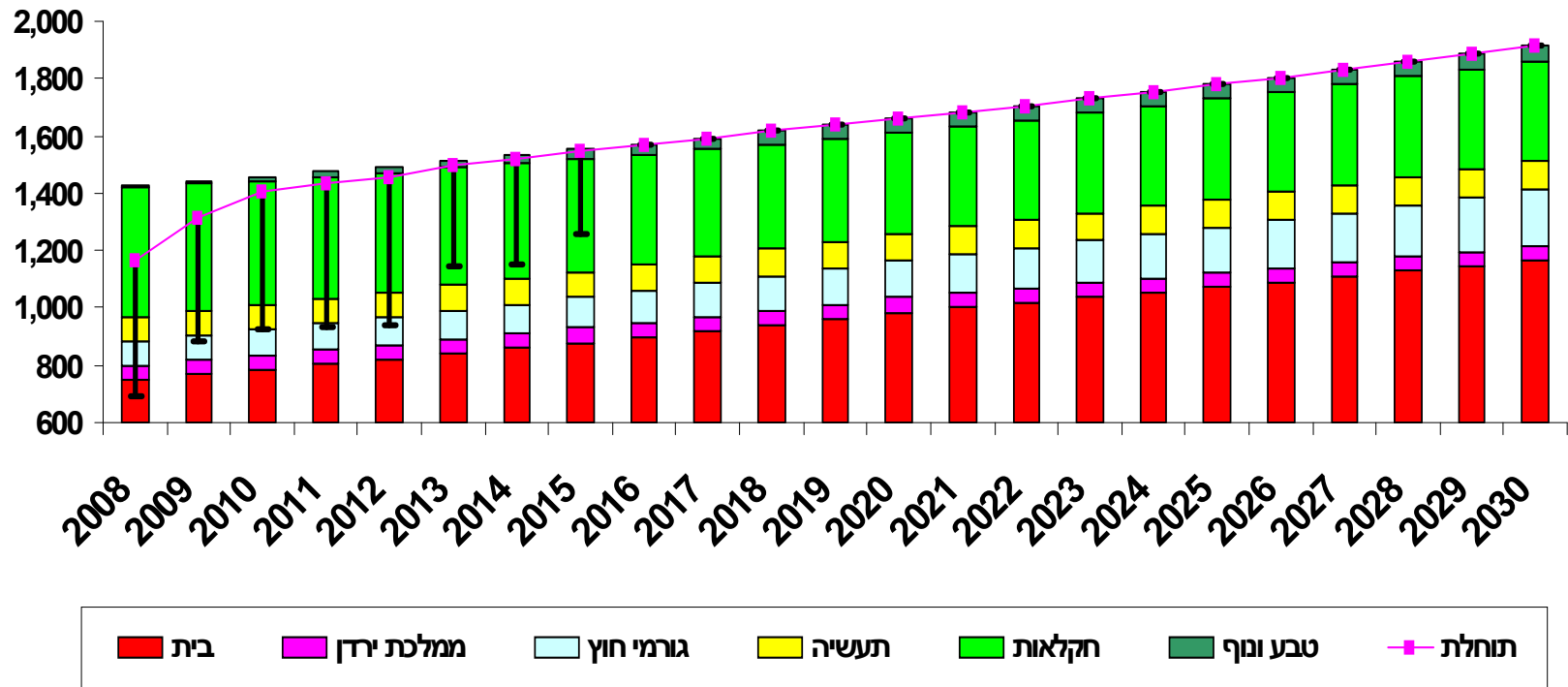
הערה: 1. חלופת בסיס כ - 10 מיליארד שקל בערך נוכחי.

2. לא מדובר בתוספת עלות למחיר בפועל.

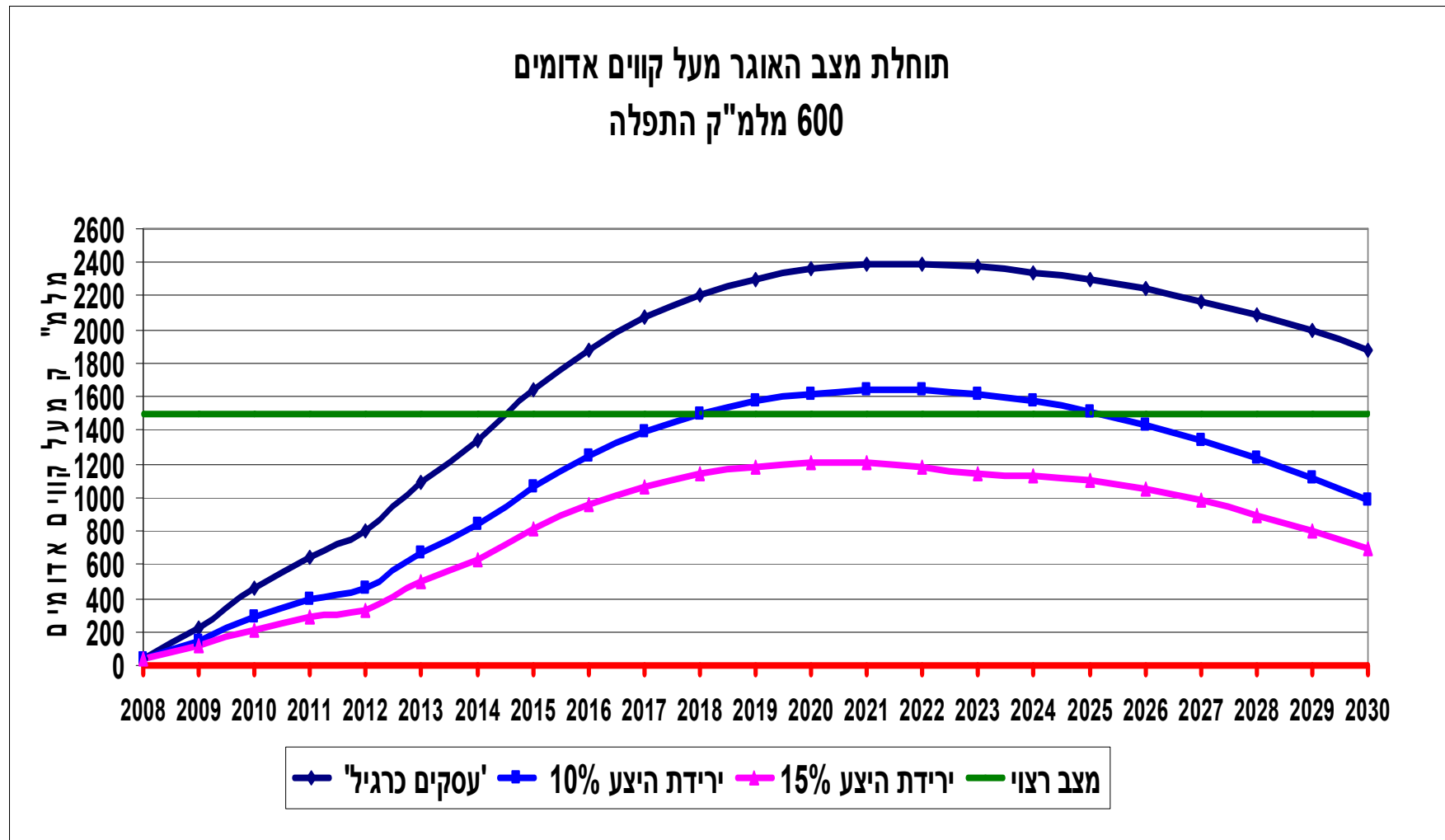
תרחיש 3: שינוי היצע (-10%) התפלה 600 מלמ"ק ב 2015
מחסור קיצוני (הסתברות 1.3%)



תרחיש 1: אין שינוי היצע (עסקים כרגיל) התפלה 600 מלמ"ק ב 2015
מחסור קיצוני (הסתברות 1.3%)



אוגר מעל קווים אדומים



היקף ייצור מים מלאכותיים בטווח הארוך- אمدן ראשוני

הערות	היקף התפלה (מלמ"ש)	שנה
ב- 2010 נהיה פעם ראשונה במצב של תחילת שיקום (אם תהיה שנה ממוצעת ללא שינוי היצע)	300	2010
ע"ב החלטת ממשלה קיימת	600	2015
70% מהיקף צריכה העירונית - מים מותפלים	800	2030
מדינת ישראל מסתמכת בעיקר על התפלה לכלל השימושים	1,100	2040
	1,550	2050
	3,000	2075

* או מים מלאכותיים

תוצאות והמלצות

- ✓ בהסתכלות היסטורית : יש שינוי לרעה בעשורים האחרונים, אך ביחס לסדרה ארוכה יחסית אין שינוי מהותי בנתוני העשרה.
- ✓ יש להכין את משק המים הישראלי לפחות למצבי קיצון (מחסור מצטבר) כפי שקרו בעבר.
- ✓ ללא מימוש תרחיש ירידת היצע, ניתן להסתפק ב 400 מלמ"ש ב 2015 עם תוספת נוספת (50) עד 2020.
- ✓ כתוצאה מאיומים שונים על היצע מקורות המים הטבעיים מוצע להיערך בפועל לירידה של 10% בהיצע. ברמת התכנון יש להיערך למרחב איומים רחב ולעדכן ההמלצות במידת הצורך.
- ✓ היקף ההתפלה המומלץ (לתרחיש -10%) : 600 מלמ"ש ב- 2015.
- ✓ ללא הרעה נוספת בתרחיש ההיצע תידרש התפלה בהיקף של 750 מלמ"ש רק לאחר שנת 2025.

מימוש המלצות בעבר היה מונע את המשבר הנוכחי.
20 את המשבר הבא ניתן יהיה למנוע באמצעות יישום ההמלצות במסמך זה.

תוצאות - ניתוח עלות-תועלת

- ✓ תוספת העלות (ברמת המשק) לתקופה 2008–2020 (בערך נוכחי) בתרחיש 'עסקים כרגיל' התפלת מי ים בהיקף של 400 מלמ"ש ומים מליחים בהיקף 50 מלמ"ש עד 2015 נאמדת בכ- 10 מיליארד ₪.
- ✓ היערכות לירידת היצע ע"פ ההמלצה (10% -) משמעותה תוספת עלות של 2.8 מיליארד ₪ (בערך נוכחי).
- ✓ אימוץ תרחיש ירידת היצע של 15% מצריך היקף התפלה של 650 מלמ"ש כבר ב-2015 ומצריך תוספת עלות נוספת של 1375 מלש"ח לתקופה (סה"כ - 4,195 מלש"ח).
- ✓ פיתוח התפלה בהיקף של 400-650 מלמ"ש, משמעותו תוספת עלות של 0.78-1.13 מלמ"ק מסופק בהתאמה.
- ✓ בכל התרחישים יש להביא בחשבון תוספת השקעה כ- 3,200 מלש"ח במערכת הארצית.

מימוש המלצות בעבר היה מונע את המשבר הנוכחי.

21 את המשבר הבא ניתן יהיה למנוע באמצעות יישום ההמלצות במסמך זה.

שיקולים המשפיעים על הקמת מתקני התפלה

מדיניות ניהול משק המים:

- ✓ **אמינות אספקה (שיקום אוגר)**
- ✓ **היקף, שינויי היצע טבעי, עיתוי**
- ✓ **פריסה: במרחב**
- ✓ **ישימות: ביחס לפתרונות אחרים (טכנולוגיה, משך הקמה, שטח)**
- ✓ **איכות מים: - שיפור איכות המים המסופקים: מיהול, ריכוך (חיסכון באנרגיה)**
- **איכות הקולחים - שמירה על מקורות המים הטבעיים, מתן חופש בחירה מקסימאלי לצרכנים, השמשת מים נחותים).**
- **איכות מי תהום- שטיפת מזהמים מהאוגר**
- ✓ **תפעול: ניצול מקסימאלי מול השבתות, איבודים וגלישות**
- ✓ **רגולציה: אופן ההקמה, רמת מעורבות המדינה, מנגנוני תימחור וכו'.**
- ✓ **ניהול הצריכה: רמת קשיחות הצריכה, כושר תשלום של הצרכנים**
- ✓ **פיתוח: מוכנות המערכת לקליטה והובלת המים**
- ✓ **סביבה: עלויות חיצוניות, קידום שחרור מים לצרכי סביבה טבע ונוף.**
- ✓ **שיקולים גיאופוליטיים ואסטרטגיים: פתרונות בינאזוריים, בטחון מים, תלות באנרגיה וכו'.**
- ✓ **טכנולוגיות: חידושים טכנולוגיים (משך ההתקשרות עם היזם, עלות)**



העשרה (סטייה מצטברת)

