

שימושי המים בתעשיות נבחרות -

אתגרים לתעשיות המים

דו"ח מסכם

ד"ר גלעד פורטונה

שירי פרוינד-קורן

דצמבר 2013

אין לשכפל כל חלק מפרסום זה ללא רשות מראש ובכתב ממוסד שמואל נאמן מלבד לצורך ציטוט של קטעים קצרים במאמרי סקירה ופרסומים דומים תוך ציון מפורש של המקור.
הדעות והמסקנות המובאות בפרסום זה הן על דעת המחבר/ים ואינן משקפות בהכרח את דעת מוסד שמואל נאמן

תוכן עניינים

1	תקציר	
2	הקדמה	.1
2	מחסור במים בעולם	1.1
6	המחסור במים בישראל כמנוע צמיחה	1.2
7	מסגרת העבודה	.2
7	מטרות העבודה	2.1
8	מתודת העבודה	2.2
9	סיכום ממצאי העבודה על הסקטורים השונים	.3
9	סקירה איכותית של הסקטורים	3.1
10	חלוקת הסקטורים לקבוצות לפי מאפייני סקטור	3.2
11	חלוקת הסקטורים לקבוצות לפי דיאגרמת המים	3.3
11	רשימת אתגרים כללית	.4
20	סקירת תעשיית המים הישראלית בראי התעשייה הגלובלית	.5
20	טבלה כללית	5.1
22	טבלת חלוקה לפי סוג חברה	5.2
23	שווקי יעד	.6
26	טבלת אנשי קשר באקדמיה	.7
35	סיכום והמלצות להמשך	.8

רשימת היועצים בפרויקט

אבי אביגדור - ביוטכנולוגיה כללית
Atlantium - אורלי גרינברג
PACT China - איבון שיה
Aqwise - אייל ארצי
Intel - אילן שמיר
אלה אופנברגר - המכון למחקר המים ע"ש גרנד, הטכניון
Annapurnalabs - אלי קורין
Israel Cleantech Ventures - אריאלה גרינברג
Israel Cleantech Ventures - ארנון גולדפרב
דב לנדמן - קוקה קולה ישראל
טלי סורסקי - TowerJazz
יצחק גורן - אהמסה ישראל
מיכאל לוריא - TowerJazz
מירב אביגדור - טבע תעשיות פרמצבטיות בע"מ
ניר סהר - איגוד ערים לשמירת איכות הסביבה (שרון-כרמל)
ד"ר פרי לבאון וד"ר מרים לבאון - The Levon Group LLC
רונית שחר - שטראוס
רותם ארד - Atlantium
פרופ' רפי סמיט - הפקולטה להנדסה כימית, הטכניון

תקציר

מסמך זה מהווה את הדו"ח המסכם לפרויקט "אתגרים גלובליים לתעשיית המים הישראלית בסקטורים תעשייתיים". הדו"ח מתאר את מתודולוגיית העבודה בפרויקט, מסכם את ממצאי העבודה בסקטורים השונים ומשווה ביניהם ומביא את האתגרים העיקריים בסקטורים שנסקרו.

כמו כן, הדו"ח מביא את רשימת החברות שמופו עד כה במסגרת הפרויקט וסיווגן לפי תחומי המיקוד שלהן, מביא רשימת חוקרים באקדמיה העוסקים בתחומי המחקר השונים בנושא הטיפול במים ובשפכים ולבסוף סוקר את שווקי היעד העיקריים בסקטורים התעשייתיים השונים.

זהו דו"ח שביעי במסגרת הפרויקט, בהמשך לדו"ח הראשון שסוקר את תעשיית הפקת הנפט והגז¹, הדו"ח השני שסוקר את תעשיית המכרות², הדו"ח השלישי שסוקר את תעשיית ייצור התרופות³ הדו"ח הרביעי שסוקר את תעשיית המזון ומשקאות⁴, הדו"ח החמישי שסוקר את תעשיית המיקרואלקטרוניקה⁵ והדו"ח השישי שסוקר את תעשיית המתכת⁶.

העבודה נעשתה במטרה להעמיק את ההבנה של תפקיד המים בתעשיות הגלובליות שנבחרו, ולזהות אתגרים עסקיים ארוכי טווח, מתוך רצון לקדם הזדמנויות עסקיות עבור חברות המים הישראליות.

עבודה זו מהווה בסיס חשוב לתוכניות העבודה של Israel NewTech, מכון היצוא ומערך הנספחים המסחריים בשנים הקרובות.

בפרק 1 אנו מביאים הקדמה קצרה על נושא המחסור במים, בפרק 2 מתארים את מסגרת העבודה והמתודולוגיה ובפרק 3 מובא סיכום ממצאי העבודה על הסקטורים השונים. בפרק 4 מרוכזת רשימת האתגרים הכללית שזיהינו בסקטורים התעשייתיים השונים, בפרק 5 ניתנת רשימת החברות שמופו במסגרת הפרויקט עד כה וכן סווגן לפי תחומי העיסוק, בפרק 6 פירוט שווקי היעד, בפרק 7 טבלת אנשי הקשר באקדמיה ובפרק 8 סיכום העבודה והמלצות להמשך.

1 הקדמה

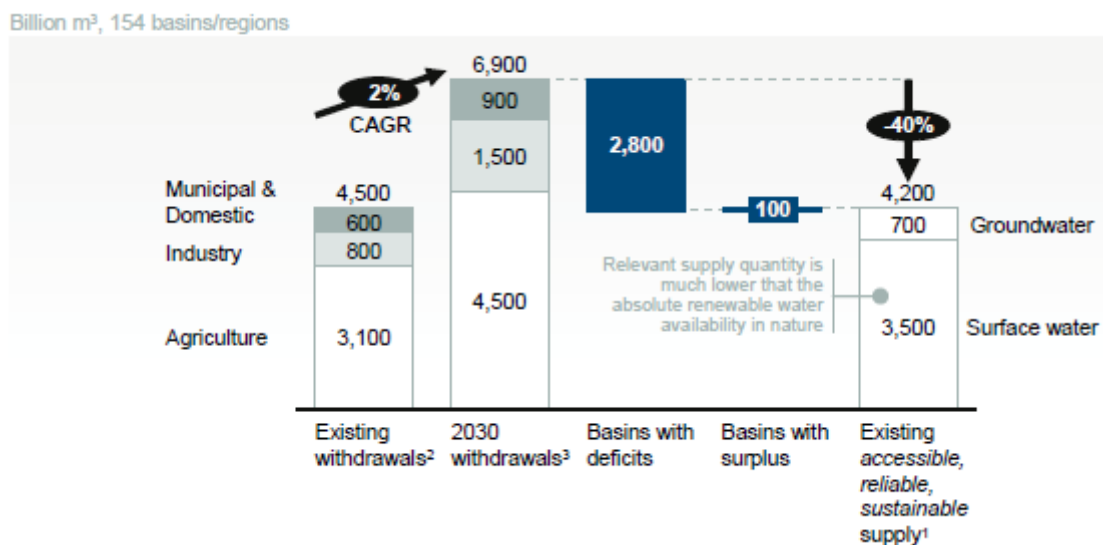
1.1 מחסור במים בעולם

"העוני במים" הוא אחת הבעיות הקשות ביותר עימם יצטרך העולם להתמודד במהלך העשורים הקרובים. כאשר הנפגעים העיקריים שייכים לאוכלוסייה הכפרית ברחבי העולם, או אוכלוסייה חדשה בערים שנדדה מהכפר לעיר. כבר היום ארגון הבריאות העולמי מעריך כי ליותר מ-1.5 מיליארד איש בעולם אין גישה זמינה וסדירה למים נקיים וכי 2.4 מיליארד נפש בעולם צורכים פחות מ-500 מ"ק מים לנפש לשנה - כמות שהוגדרה ככמות מינימלית של מים הדרושים לקיום בסיסי של אדם מבחינת בריאות וסניטציה; עד שנת 2025 מוערך שמספרם יעלה ל-3.4 מיליארד. ההערכה היא כי לפחות 25 אלף אנשים מתים מדי יום ממים מזוהמים או מחוסר מים ראויים לשתייה, רובם ילדים.

המחסור במים אינו אחיד ברחבי העולם, הוא חמור יותר באזורים מסוימים, וחמור הרבה פחות, או אף לא קיים כלל, באזורים אחרים. מדינות מסוימות סובלות ממחסור חמור במים, לעומתו אחרות התברכו בשפע, אך לעיתים, באותה מדינה עצמה, יש אזורים ברוכים במים וכאלה הסובלים ממחסור (ברזיל למשל). המחסור במים איננו אופייני, בהכרח, רק לאזורים צחיחים, גם במדינות בהן קיים שפע של מים מתוקים, מונעים העוני וזיהום מקורות המים, לעיתים, גישה זמינה אליהם.

צריכת המים בעולם מואצת בשל גידול האוכלוסייה, העלייה ברמת החיים, תהליכי העיור, התיעוש המהיר ובעיקר כתוצאה מהשקיה אינטנסיבית (כ-70% מהמים הזמינים בעולם מיועדים עדיין לצורכי החקלאות) כדי לספק מזון לאוכלוסייה הגדלה.

לפי מחקר של Water resources Group (2009) שנעשה ע"י חברת הייעוץ מקינזי⁷, בצמיחה כלכלית ממוצעת, בשנת 2030, צריכת המים הגלובלית תגדל מ-4500 מיליארד מ"ק היום ל-6,900 מיליארד מ"ק, כפי שניתן לראות בתרשים. מדובר במספר שגבוה בכארבעים אחוזים ממה שזמין כיום. מספר זה הוא ממוצע ויגיע באזורים מסוימים לאף למעלה מחמישים אחוזים.



איור 1⁷

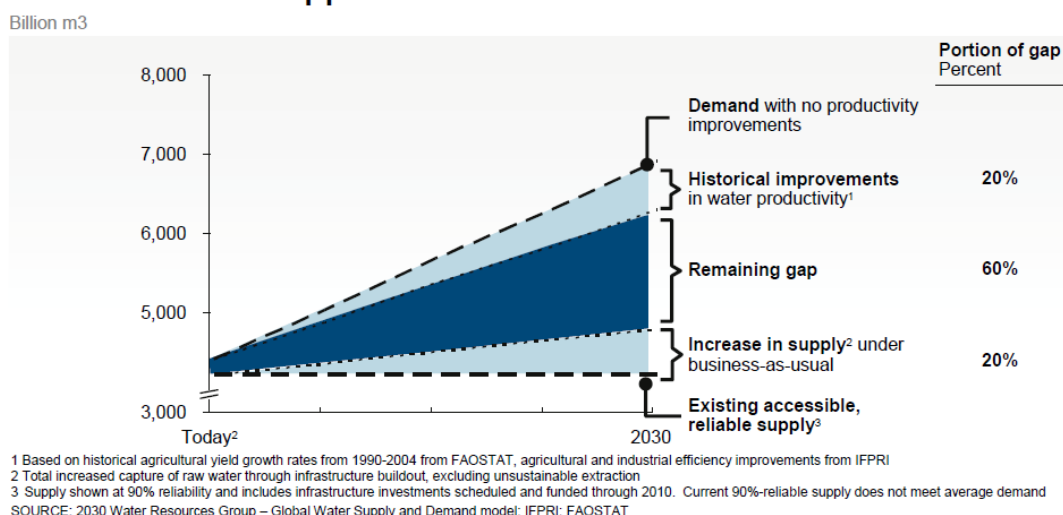
הצריכה החקלאית עומדת, כאמור, על כשבעים אחוזים מהצריכה הכוללת (3,100 מיליארד מ"ק בדו"ח מקינזי מ-2009), וללא התייעלות נוספת תגדל לשישים וחמישה אחוזים מהצריכה ב-2030 (4,500 מיליארד מ"ק), כלומר- בעיית המים קשורה באופן הדוק לאספקה וסחר במזון. הצריכה התעשייתית עומדת כיום על ששה עשר אחוזים מהצריכה הכללית (800 מיליארד מ"ק), ותגדל לעשרים ושתיים אחוזים מהצריכה הכללית ב-2030 (1,500 מיליארד מ"ק).

צריכת המים לשימוש ביתי העומדת על ארבע עשרה אחוזים היום (600 מיליארד מ"ק), צפויה להיות שנים עשר אחוזים מהצריכה ב-2030 (900 מיליארד מ"ק). כלומר – התעשייה צורכת כמות מים גדולה יותר מהסקטור העירוני (למרות מגמת העיור בעולם) ועומדת להכפיל את כמויות המים הנצרכות. פניה לפתרון אתגרים בסקטור התעשייתי, אם כך, חשובה כחלק מהמאמץ לסגירת הפער בין הצריכה לביקוש.

1.1.1 מחסור במים והתעשייה הגלובלית

קצב השיפור בשימוש במים בחקלאות בין 1990-2004 היה בערך אחוז אחד (באזורים גשומים ובאזורים מושקים), קצב דומה נרשם בתחום התעשייה. כפי שניתן לראות בגרף של Water Resources Group, שיפור בקצב דומה ללא התייעלות דרסטית נוספת (כלומר, בגישת "עסקים כרגיל") יהווה ב-2030 הקטנה של 20% בלבד מהפער בין זמינות המים לצריכה. גידול באספקת מים בקצב דומה להיום יוסיף 20% נוספים, מה שצפוי להותיר פער של 60%.

Business-as-usual approaches will not meet demand for raw water



איור 2⁷

במבט לאחור רוב המדינות ניסו להתמודד עם בעיית המים באמצעות מציאת דרכים להגדלת אספקת המים, בעיקר באמצעים צורכי אנרגיה כמו למשל התפלה. אולם במקרים רבים, התפלה יקרה יותר מתשתית מערכת אספקת המים שגם היא בתורה, יקרה מאמצעי ניהול יעילים שלמים (למשל, השקיה בטפטפות). התפלה מחיבת קיום מקורות מים מליחים, כמו גם צורכת אנרגיה על כל השלכותיה מבחינת צריכת המים. בנוסף – לא כל ההשלכות של צריכת מים

מותפלים ברורות עד תומן. כלומר—אין ביכולתה של התפלת מים בלבד לפתור את בעיות המאקרו הגלובליות בנושא המים.

על מנת לסגור את הפער יהיה על סקטורים תעשייתיים מסוימים לעשות שינוי דרסטי בדרך הטכנולוגית שבה הם מפיקים את המוצר, כלומר— לא ע"י שינוי מדורג, אלא באמצעות שינוי פורץ דרך. דוגמא לכך היא ההשקיה בטפטפות שצוינה, שאפשרה לחקלאות להמשיך ולהגדיל את תפוקתה תוך כדי הקטנת השימוש במים. אם כן, המחסור במים מהווה אתגר שיאלץ את התעשייה למצוא וליישם פתרונות חדשניים בתחום זה. הבעיה מתחדדת בעיקר במדינות / אזורים בהם התעשייה אינה ממוקמת ליד מקורות מים.

בעיה נוספת טמונה בנושא טיב המים. נושא זה גם הוא נמצא על סדר היום של הציבור ושל הרשויות וקשור בסוג ורמת הטיפולים אותם נדרשת התעשייה לבצע בטרם פליטת המים המטופלים לסביבה או העברתם לטיפולים נוספים. יחד עם מודעות זו, ושכלול בטכנולוגיות לגילוי של חומרים שונים בריכוזים נמוכים מאוד, הרגולציה העולמית הולכת ומתהדקת לגבי סוג וכמות החומרים המורשים להיפלט מחוץ למפעל.

כלומר, ההתמודדות עם נושא המים צריכה להיות מורכבת ממספר גורמים – הפחתת כמויות המים הנצרכות בתהליך הייצור, הגדלת ההשבה לתהליך הייצור ובמקביל, הפניית המים היוצאים לטיפולים מתאימים (כדאיים כלכלית) ומשם למחזור לשימושים נוספים ו/או לפליטה מורשית לסביבה. מערך שיקולים זה מורכב ולעיתים סותר (הקטנת צריכת מים, למשל, מייצרת שפכים מרוכזים יותר) ומחייב חשיבה יצירתית ושילוב טכנולוגיות חדשניות בפתרון המוצע.

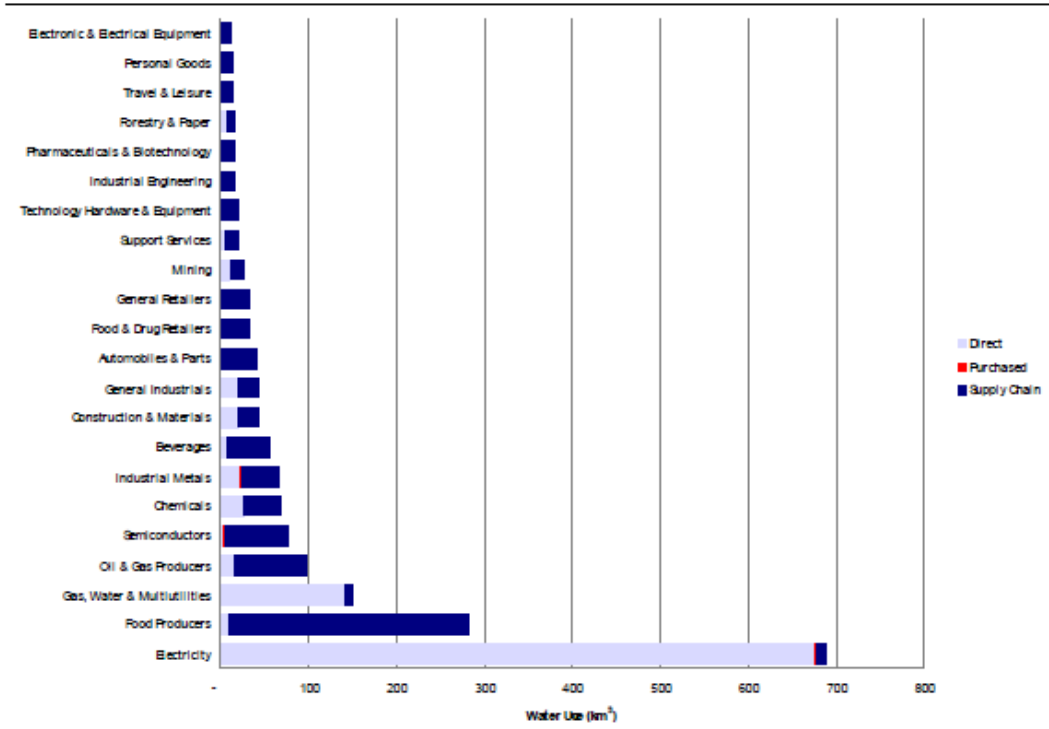
העולם, כאמור, עובר תהליך של תיעוש מואץ, בתהליך זה, המחסור במים מהווה חסם לצמיחה, במיוחד עבור חברות בתעשיות שצורכות כמויות מים גדולות ו/או כאלה הפועלות ושהשווקים ו/או שרשרת האספקה שלהם ממוקמים באזורים בהם קיים מחסור במים.

דו"ח האו"ם לפיתוח מים בינ"ל מעריך שכבר עכשיו המחסור במים מתחיל להגביל את הצמיחה הכלכלית בקליפורניה, סין, אוסטרליה והודו.

בסקר שנערך ע"י המחלקה למחקר השקעות ב-UBS נבדק השימוש הכולל במים בסקטורים תעשייתיים שונים:

Identifying Water Intensive Sectors

Total water usage by ICB sectors and subsectors, 2009 (cubic km)



Source: Trucost, UBS

איור 83

חישוב סיכון המים עבור תעשייה מסוימת מורכב יותר מזיהוי כמות המים המשמשת באופן ישיר לתהליכים המתבצעים. על חישוב כזה להביא בחשבון גם את סוג התעשייה ומהן צריכות המים בה, כמו כן, יש להביא בחשבון את צריכות המים בשרשרת האספקה (למשל בתעשיית המזון – מים המשמשים לאספקת סחורות חקלאיות), את המיקום הספציפי של האתר – האם הוא במדינה עניה במים? האם אלה מים שיש להעביר אותם תהליכים מקדימים? יש מדינות גדולות שמתחלקות לאזורים עשירים ואזורים עניים במים (אוסטרליה, ארה"ב, יפן, ברזיל, הודו), במדינות כאלה יש לבדוק היכן נמצא אתר ספציפי מבחינת זמינות מים. כמו כן יש לקחת בחשבון את ההשלכות הסביבתיות של פעילות התעשייה באתר בו היא נמצאת.

בנוסף לכל אלה, חברות שונות, ולעיתים אף אתרים שונים מתייחסים לנושא ניהול המים בדרכים שונות מבחינת ניהול הסיכון, גם לכך יש לתת את הדעת.

בחרנו להתמקד בשישה סקטורים תעשייתיים – כולם כלולים בתרשים – בהם אתגרי המים מהווים חסם צמיחה ופקטור כלכלי מהותי, ומחייבים, לכן, פתרונות חדשניים – מזון ומשקאות, ייצור פלדה, מוליכים למחצה, הפקת גז ונפט, ייצור תרופות ומכרות.

1.2 המחסור במים בישראל כמנוע צמיחה

בישראל, במאה וחמישים השנים האחרונות, עלה הביקוש למים על היצע המים הזמינים באופן מדי. בין הסיבות לכך אפשר למנות את הגידול באוכלוסיה, העלייה ברמת החיים וכן בצורת ברצף של שנים באקלים שהוא צחיח מלכתחילה.

מתוך אלה, התפתחו בישראל שיטות מגוונות להפקת מים (הפקה בעומקים גדולים), ניהול יעיל של מים (השקיה בטפטפות, זריעת עננים) וייצור מים (התפלה, טיפול והשבה של שפכים).

כתוצאה מאילוצים אקלימיים נוצר פיתוח מרחיק לכת שמביא את ישראל ליתרון היחסי הדרוש לה כדי לבסס את עצמה כמובילה עולמית בנושאים רבים בתחום טכנולוגיות המים.

ישראל התמודדה בהצלחה עם האתגר של משק מים במחסור. אתגר זה הופך לאתגר גלובאלי עולמי והניסיון הנצבר בישראל ניתן למינוף עסקי במדינות רבות.

בישראל פועלות כ-350 חברות העוסקות בתחום המים מתוכן כ-60 חברות הזנק ויש לה בעולם בעיית תדמית של מדינה יצירתית בעלת יכולות מחקר, המצאה, פיתוח, יזמות ויישום שכבר היום נחשבת מובילה עולמית בתחום הקמת מתקני התפלה, מערכות השקיה, השבת קולחים וניהול ובקרה על משאבי המים.

שוק המים בעולם הוא ענק – גודלו מוערך במעל ל-600 מיליארד דולר והוא צומח בקצב גבוה של 7-8% בשנה⁹, החברות הישראליות מסוגלות לספק פתרונות חדשניים למשבר המים המקומי והעולמי, תוך ניצול הניסיון שנצבר בפיתוח ויישום טכנולוגיות לטיפול במים ובשפכים מוניציפאליים למטרת מחזורם להשקיה בחקלאות, והסבת ניסיון זה לסקטור התעשייתי אך יש לפעול במהירות על מנת לבסס את מעמדה של ישראל כמובילה עולמית בתחום המים בתוך חלון ההזדמנויות הקיים כיום.

2 מסגרת העבודה

2.1 מטרות העבודה

מטרת פרויקט זה היא הרחבת תשתית מחקרית ויישום מדיניות קידום חברות המים הישראליות בסקטור התעשייתי הגלובלי. כמו כן הבאת הזדמנויות עסקיות במטרה למנף את יתרונות תעשיית המים הישראלית והחדשנות הישראלית ליצירת שיתופי פעולה בחו"ל.

לצורך כך, מופו שישה סקטורים תעשייתיים שסומנו כמובילים מבחינת הצורך בפתרונות חדשים בתחום המים. בשלב הראשון נבחרו הסקטורים, שלהערכתנו, אתגרי המים בהם, מעכבים את גידול הסקטור, ופתרון אתגרים אלה, יאפשר צמיחתו. הסקירה נעשתה במטרה להבין מהם תפקידי המים בכל סקטור ומהם החסמים בתעשיות אלה מבחינת מים או השלכות על הסביבה הקשורות במים. בכל סקטור, סומנו אתגרים, שמהווים חסם על גידול הסקטור ופתרונם באמצעות טכנולוגיות חדשניות, יהווה, לחברות מים ישראליות, הזדמנות חדירה לשווקים אלה. בנוסף, בוצע מיפוי מעמיק של חברות מים ישראליות שיכולות להציע פתרונות חדשניים כולל ניהול מגעים עם החברות הרלוונטיות ונעשה סקר ראשוני של יכולות באקדמיה הישראלית במחקרים וידע בנושאי המים.

בחרנו להתמקד בתעשיות שגידולן כמעט וודאי ושהן אנו מאמינים שההצלחה הישראלית ניתנת למינוף ובתוך כך להגברת החדשנות והייצור בתעשייה בישראל.

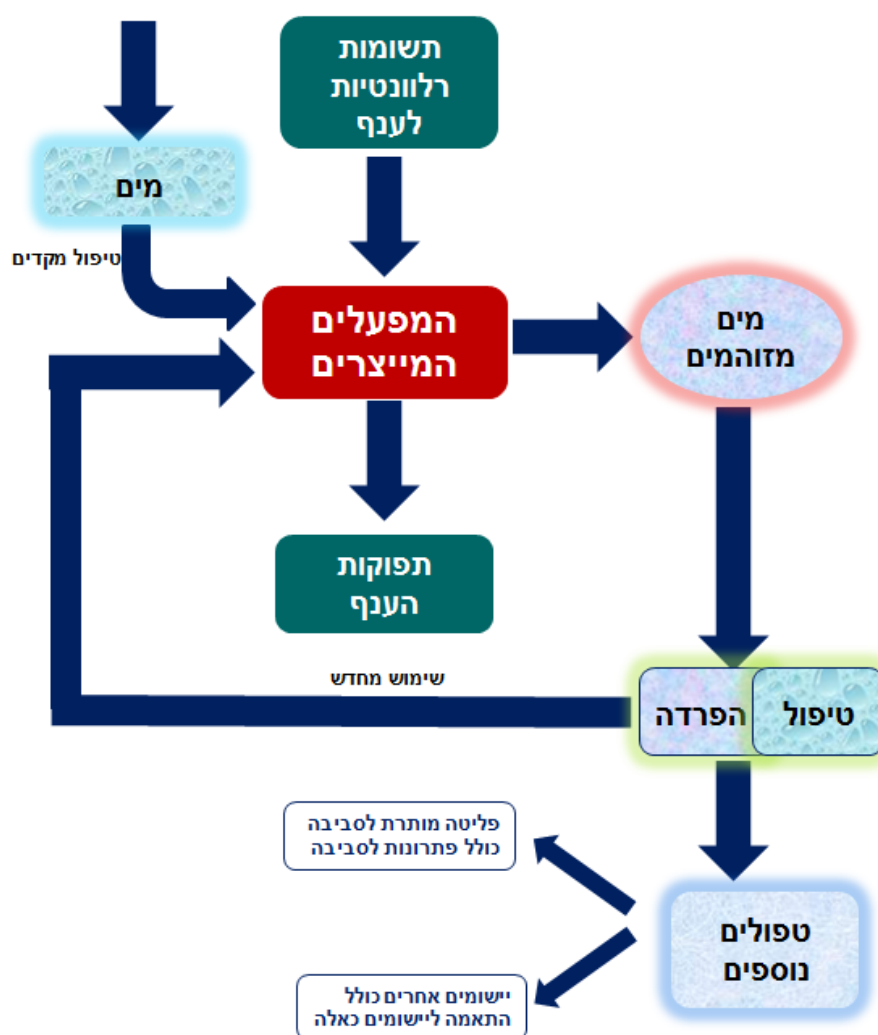
נראה גם שהאתגרים שתעשיית המים הישראלית התמודדה איתם בעבר ישימים גם לתעשיות אלה, אבל זיהוי האתגרים יאפשר למקד את התעשייה בתקווה להקדים מתחרים פוטנציאליים מרחבי העולם.

אם כן, פרויקט זה הוא חלק מהמאמץ הלאומי בנושא קידום תעשיית המים.

המסמך כולל סקירה כללית על כל אחד מששת הסקטורים, כולל סקירה של אתגרים טכנולוגיים בתחום המים בסקטור, באזורים גאוגרפיים שונים – לפי זמינות המים.

2.2 מתודת העבודה

ניתוח הסקטורים התעשייתיים הגלובליים נעשה על ידי סקירה ש"הולכת בעקבות המים" בסקטור התעשייתי, על מנת לאתר את האתגרים כפי שניתן לראות בדיאגרמה:



דגש מושם על כמויות המים המוזנים לתהליך, אפיון הטיפולים אותם הם נדרשים לעבור, כמות והרכב השפכים היוצאים מהתהליך - הטיפולים אותם הם עוברים, האם מושבים (לתהליך, לתשתיות), ממוחזרים לשימושים נוספים או נפלטים באופן מורשה לסביבה – הכל בהתאם לרגולציות ולנהלים המקומיים. בחירת התעשיות נעשתה במטרה לאתר חברות בעלות פוטנציאל ליישום פתרונות בתעשייה. כשלב ראשון סרקנו חברות רבות ולאחר מכן נערכו ראיונות עומק עם 40 חברות מים. שלב ראיונות העומק נמשך ויורחב בהמשך. המסמך כולל רשימה ראשונית של חברות ישראליות הנותנות פתרונות בתחום המים ובתחומים משקים, כך שכל חברה מסוגת ע"פ הסקטורים להם היא עשויה לתת פתרונות חדשניים, ועל פי סוג החברה וגודלה.

התמודדות מול האתגרים, להערכתנו, צריכה להיעשות ישירות בין חברות המים הישראליות והלקוחות הנדרשים לפתרון. מופו גם חלק מהיעדים העסקיים להתקשרות לחברות המים.

במטרה לעודד הידוק הקשרים בין תעשיית המים ליכולות באקדמיה, איתרנו רשימת חוקרים אנשי אקדמיה העוסקים בתחום המים ועשויים לסייע בפיתוח חדשנות טכנולוגית נדרשת. המסמך מסכם רשימה ראשונית, ייתכן שתורחב בעתיד.

3. סיכום ממצאי העבודה על הסקטורים השונים

3.1 סקירה איכותית של הסקטורים

לצורך עריכת הפרויקט, נבחנו סקטורים תעשייתיים רבים, בהם אתגרי המים מהווים חסם צמיחה ופקטור כלכלי מהותי, ומחייבים, לכן, פתרונות חדשניים. לבסוף בחרנו, כאמור, בשלב זה, להתמקד בשישה סקטורים (מזון ומשקאות, ייצור פלדה, מוליכים למחצה, הפקת גז ונפט, ייצור תרופות ומכרות). סקטור ייצור האנרגיה, יילמד לחוד בעתיד בעבודה נפרדת.

הפקת גז ונפט היא תעשייה הצורכת מים, אך בעיקר, מופקות בה כמויות שפכים גדולות – במהלך הפקה של גז ונפט, מתקבלות כמויות גדולות של מים מופקים ושל שפכים תעשייתיים המכילים רכיבים אורגניים ואנאורגניים שונים. סקרנו הפקת גז ונפט קונבנציונלית ביבשה, אך שמנו דגש על הפקה בים והפקה לא קונבנציונלית של גז כלוא מפצלים – תחום בו קיים פוטנציאל גדול מאוד מבחינת עתודות ניתנות להפקה, אך מחסור בטכנולוגיה מתאימה, מכוון הטיפול במים, שתאפשר הפקה בטווח ויעילה. תחומים מעניינים נוספים שכדאי, לדעתנו, לכלול פרוט מעמיק יותר לגביהם בסקרים עתידיים, קשורים להפקת גז ונפט לא קונבנציונלית מסלע חולי (Tight Sands) והפקת גז כלוא בסלע פחם (Coal Bed Methan).

למים תפקיד חשוב ומרכזי בתעשיית המכרות. הם מעורבים בתהליכי הוצאת העפרה מהקרקע, עיבודה ותהליכי ההפרדה המתבצעים לאחר מכן.

לתעשיית המכרות נדרשות כמויות גדולות של מים, והשפכים היוצאים מתהליך ההפקה רעילים וחומציים. הרגולציה העולמית הולכת ומתהדקת בנושאים הסביבתיים בכלל ובנושא הרכבי שפכים הרעילים המותרים לשחרור לסביבה בפרט. בסקר בחרנו לעסוק בכריית מתכות, פחם וסלע סולפטי.

למים תפקיד חשוב ומרכזי גם בתעשייה הפרמצבטית. הם מעורבים בתהליכי הסנתוז המורכבים, כאשר עליהם להיות ברמת ניקיון גבוהה במיוחד, בתהליכי ההפרדה והגיבוש המתבצעים לאחר מכן, וכן בשטיפות הציוד המרובות המתבצעות במהלך תהליך הייצור. בסקר על תעשיית ייצור התרופות, התמקדנו בתעשיית ייצור החומרים הפעילים (ה-API), בעיקר בתהליכי סינתזה כימית ובתהליכי תסיסה (Fermentation). ייצור API בשיטות ביוטכנולוגיות מתקדמות מהווה תחום חשוב ומעניין לתעשיית המים שמומלץ לסקור לעומק בהמשך.

תעשיית המזון והמשקאות היא תעשייה עצומה, תעשייה זו כוללת תת סקטורים רבים ומגוונים והמים מהווים בה גורם מהותי.

בין תת הסקטורים בתעשיית המזון ניתן למנות, בין השאר, את תעשיית העוף, הדגים והבשר, תעשיית ייצור החלב ומוצריו, תעשיית המזון המצונן, המאפים והדגנים ועוד. תעשיית המשקאות מתחלקת למשקאות אלכוהוליים וכאלה שאינם, כולל משקאות קלים.

בפרויקט בחרנו לעסוק בייצור חלב ומוצריו וכן בייצור משקאות קלים מוגזים, אך אנו ממליצים, בהמשך, לסקור תת-סקטורים נוספים בתעשייה, במיוחד את תעשיית העוף והבשר, מבשלות, יקבים ובתי בד.

בין המוצרים המיוצרים בתעשיית המיקרואלקטרוניקה ניתן למנות מיקרו שבבים (שבבי מחשב), תאים סולריים ומסכי תצוגה שטוחים (Flat Panel Display). לצורך ייצור מוצרים אלה דרושות כמויות גדולות של מים, כאשר אחוז ניכר ממים אלה, נדרשים בדרגת הניקיון הגבוהה ביותר – UPW (Ultra Pure Water). זרמי השפכים של תהליך הייצור הם מורכבים ומכילים רכיבים רעילים כגון חומצות שונות ומתכות, רכיבים המכתיבים טיפול ספציפי בשפכים לפני שחרורם. בסקירה בפרויקט זה, התמקדנו בייצור מיקרו שבבים.

תעשיית המתכת מהווה נדבך מרכזי בהתפתחות הכלכלית של העולם. תעשיית המתכת (ובעיקר הפלדה) נוגעת בכל היבט של חיינו. היא מרכזית לתחבורה, דיור, אנרגיה, חקלאות, מים ותשתיות. הביקוש לפלדה ולמוצרים המוגמרים שלה גדל מאד לאורך השנים וחיוני כדי לתמוך בצמיחה הכלכלית העולמית. סקירת תעשיית המתכת בדו"ח מכסה שני מגזרים עיקריים:

(1) ייצור ברזל ופלדה

(2) גימור הברזל לשימושי המשך

שני מגזרים אלה שונים מאוד במונחים של כמות השימוש במים וייעוד המים בתהליך, בשיעור מחזור המים, המזהמים שנוצרו, כמו גם שיטת הטיפול במים ומידת הצורך בטיפול במים.

תהליך ייצור ברזל ופלדה הוא תהליך אינטנסיבי מאוד בצריכת המים. בשל אופיים של השפכים, מחזור ושימוש חוזר במים במפעל, חיוני מאד וניתן בהחלט להגדיל את אחוז ההשבה והמחזור הכולל של המים.

במפעלי גימור וציפוי מתכות, משתמשים בכמויות מים קטנות יותר, אולם המזהמים בשפכים מקווי ייצור אלה מרוכזים ורעילים הרבה יותר

3.2 חלוקת הסקטורים לקבוצות לפי מאפייני סקטור

במהלך העבודה, בשלבי לימוד וניתוח הסקטורים השונים, ניתן היה להבחין בבירור שהסקטורים מתחלקים לשתי קבוצות, שבחרנו לקרוא להן: "תעשיות פתוחות" ו"תעשיות סגורות".

התעשיות הפתוחות כוללות את תעשיית קידוח והפקת הגז והנפט ואת תעשיית כריית המחצבים. הן מיוחדות בכך שמיקום האזור התעשייתי מוכתב מתוך מיקום המחצב ולא משיקולי נוחות וכדאיות.

עובדה זו הופכת את האתגרים הקשורים במים למודגשים הרבה יותר, כיוון שאין אפשרות לקבוע את מיקום המפעל בקרבה למקורות מים מצד אחד, או בקרבה למפעלים מתאימים לטיפול בשפכים או אזורים נוחים לפליטת השפכים לסביבה.

מכרות הממוקמים גבוה על הרי האנדים בצ'ילה, נאלצים להתפיל מים באזורים ליד הים, ולהזרים אותם במעלה ההר לשימוש בפעולות הכרייה וההפרדה של המחצבים.

אסדות לקידוח נפט הממוקמות בים צריכות לעיתים לשנע את השפכים בספינות אל היבשה למתקני טיפול מתוך מחסור במקום על האסדה לאחסון השפכים ומתקני הטיפול בהם.

מפעלי תעשיות סגורות, כמו למשל – תעשיית המזון והמשקאות, הפרמצבטיקה, המיקרואלקטרוניקה והמתכת, ממוקמים בדרך כלל, באזורי תעשייה מוגדרים, דבר שמקל על תפעול המפעל מבחינת זמינות תשתיות מים וטיפול בשפכים. אולם, לעיתים, דווקא תעשיות כאלה, הנמצאות במדינות חשוכות במים או באזורים במדינות הסובלים ממחסור במים, הן המייצרות כמויות גדולות בסקטור (לדוגמא – ייצור חלב בהודו, היצואנית מספר 1 בעולם), ולכן, דרושים לה ופתרונות להקטנת יחס מ"ק מים לטון מוצר, באמצעות חדשנות טכנולוגית פורצת דרך שתשפר את יכולות הגדלת ההשבה, את יעילות הטיפולים המקדימים ופתרונות יצירתיים נוספים.

3.3 חלוקת הסקטורים לקבוצות לפי דיאגרמת המים

דרך נוספת לחלק את הסקטורים לקבוצות, קשורה בדיאגרמת המים – בסקטורים מסוימים יש דגש גדול על הזנת מים ברמת ניקיון גבוהה – מזון ומשקאות, פרמצבטיקה, ובוודאי שמיקרואלקטרוניקה, דבר שמכתיב צורך בטיפולים יעילים וכדאיים מבחינה כלכלית במים המוזנים לתהליך למטרת הפחתת נפח המים השפירים הנדרש להפקת מים באיכות תואמת את התהליך.

בסקטורים אחרים, כמו גז ונפט, מכרות ומתכת יש דגש על טיפול בשפכים בעייתיים בכמויות גדולות, והאתגר שקשור בהזנת מים לתהליך, מדגיש צורך בטיפולים יעילים להשבת השפכים – שנגזר מכמות השפכים הגדולה ואיכות המים הנמוכה, יחסית, הנדרשת לתהליך.

4. רשימת אתגרים כללית

להלן ריכוז האתגרים העיקריים לחברות המים בסקטור קידוח והפקת גז ונפט

- הבטחת כמות המים הנדרשת לפעולות קידוח אופקיות בשיטת השבירה ההידראולית.
- ביצוע מחקר ופיתוח במטרה לפתח הגנות פיסייות על מי התהום (יצירת חיץ), בנוסף להגנות הקיימות על צינורות ההפקה כיום. כמו כן, שכלול אפשרויות לחישה ולבקרה, במטרה לקבל התרעה בזמן אמת על דליפות אפשריות למי התהום. בימים אלה (American Petroleum Institute) API עוסקת בניסוח סטנדרטים למניעת זיהום ודליפה. הכוונה היא להגדיר את המושג Well Integrity, וחשוב, אם כך, לחברה שמעוניינת לפעול בנושא, להתעדכן בסטנדרטים המוגדרים לפני תחילת העבודה.
- בנוסף לסעיף הקודם – בניית בארות מושכלת להפקה, לבלוימת **דליפות** למזעור הגירה של מזהמים (כימיקלים) הנגרמת כתוצאה מפעולת הקידוח.
- בתחום הממברנות להפרדה: פיתוח ממברנות איכותיות יותר, בעלות זמן חיים ארוך יותר וכאלה שהן עמידות בתנאי לחץ וטמפרטורה שונים. כחלק מהאתגרים בתחום הממברנות ניתן למנות:
 - הוצאת מינרלים המבוססת על שימוש בממברנות להקטנת נפח התמלחות.

- פיתוח תהליכים להגנת הממברנות, כולל שכלול תהליכי אפיון, לגבי ההרכב המדויק של המים אותם אפשר להעביר הלאה לטיפול ממברנלי מבלי להרוס את הממברנה.
- הארכת זמן חיי הממברנות.
- שכלול מערכות אוטומציה לניהול ובקרה on line, וכן מערכות מידע מרכזיות הקשורות אליהן בתחום ניהול המים.
- פיתוח טכנולוגיות לחסימת חדירת המים לבאר או להקטנה בכמות המים הנשאבים אם באמצעות הפרדה בתוך הבאר, או באמצעות חסימות מים מכניות או כימיות בתוך הבאר.
- כיום יש ניסיונות לשימוש באגנים ירוקים כאפשרות נוספת לטיפול במים מופקים, במיוחד חיוני לקדם פיתוחים בנושא האצת הפעילות של אגנים ירוקים.
- שכלול תהליכי Fracturing שנעשים באמצעות אוויר או באמצעות תערובת CO₂ וחול.
- פיתוח הרכבים (פורמולציות) חדשים לטיפול במים הנכנסים לתהליך (נוזל הקירור והסיכוך של המקדח, נוזלי השבירה), וכן חומצות לטיפול בבוץ הקידוח בסביבת פתח הקידוח עצמו.
- פיתוח של SBM (Synthetic Based Mud) כתחליף ל-OBM (Oil Based Mud), ואולי אפשר לשלב בין הסעיף הקודם לזה הנוכחי, באמצעות יצירת שיתוף פעולה בין חברה שמייצרת אלמנטים כמו מקדחים מתוחכמים לחברה המייצרת כימיקלים, במטרה ליצור מערך המשלב מקדח ונוזל קירור וסיכה.
- פיתוח תהליכי שבירה הידראולית או תוספי נוזל שיאפשרו את השימוש במים עם TDS גבוה (Total Dissolved Solids).
- פיתוח מתקנים רב – שלביים למשל: אגן ירוק ומתקן אידוי וגיבוש מינרלים לטיפול במים מופקים.
- פיתוח חומרים מתוחכמים וכדאיים מבחינה כלכלית למניעת קורוזיה, כמו כן פיתוח מערך מתקדם לניטור פעיל של מידת הקורוזיה שבעקבותיו יבוא שינוי ON LINE של פעולת המשאבות.
- פיתוח חומרים עמידים לקורוזיה במחירים נמוכים יותר, במיוחד לשימוש בקידוחים ימיים.
- צנרת מפלדת פחם – פיתוח ושכלול המערכות הקיימות.
- שכלול ופיתוח שיטות מתקדמות לקידוח במיוחד בתחום הקידוח האופקי ובשיטות ניטור מתקדמות תוך כדי קידוח.
- מכיוון שטיפול במים מופקים ("Produced Water"), כאמור, נעשה באמצעות מערכת המורכבת ממספר אלמנטים, אנו רואים אתגר לחדשנות המשלבת מספר פתרונות גם כאן, ביצירת מערכות יעילות יותר וכדאיות יותר מבחינה כלכלית.
- פיתוח של מערכות קומפקטיות של סינון והפרדה לצורך פעילות הנעשית על אסדות ימיות.
- מכיוון שכיום לא נראה שישנו פתרון אחד שיהיה תקף לכל אתרי הפקת הגז והנפט מפצלים כפתרון גנרי, יש צורך ללמוד לעומק את האתרים הגדולים יותר, ולהציע פתרונות ספציפיים עבור המים המופקים מאתרים גדולים.

להלן ריכוז האתגרים לתעשייה הישראלית בסקטור המכרות כפי שזוהו במהלך הכנת המסמך:

הבטחת אספקת המים:

- במקרים בהם יש התפלה במיקום מרוחק (למשל במקרים של מכרות בהרי האנדים), צריך לעיתים לשנע את המים למרחקים וגבהים גדולים, האתגר במקרה זה הוא משולש – התפלה, משאבות, צנרת – ייעול הכדאיות הכלכלית של התהליך ושילוב מיטבי בין שלושת הגורמים.
- הגדלת יעילות תהליך ההתפלה באמצעות סילוק קלציום קרבונט תוך כדי התהליך.
- ניהול מיטבי של המים במכרה והגדלת כמויות המים המושבות לתהליך להפחתת התלות בהתפלה.
- קיימים מחקרים בנושא ממברנות hollow fiber למיצוי חומרים מ-ARD כלומר, האתגר: יישום פיתוח ממברנות UF (hollow fiber) לטיפול ב-ARD.
- פיתוח שיטות יעילות וכדאיות לטיפול ב-ARD ליישום במדינות בהן הרגולציות ו/או האכיפה משתנים בימים אלה או בעתיד הנראה לעין.

השבת מתכות וחומרים נוספים מהשפכים:

- מיצוי של חומרים בעלי ערך מהשפכים מצדיק השקעה בנושא והתאמת תהליכים שונים להשבת מתכות שונות.
- פיתוח תהליכי מיצוי "סגורים" להגדלת יעילותם, למשל: הפקת הפוספט בצורת שמישה, שימוש חוזר במים ופתרונות יצירתיים נוספים.
- מיצוי סולפט משפכים ללא שימוש בממברנות התפלה (למניעת תוצר לוואי של תמלחת מהתהליך).
- קיימות טכניקות חדשניות למיצוי סלניום, כרוםטיים, פוספטים, נחושת, שנחשבות יקרות, אך במידה ואין אפשרות לפלוט מים אלה לסביבה מבחינה רגולטיבית, החשיבות והכדאיות לפיתוחן ויישומן עולה.
- פיתוח שיטות ספציפיות לניקוי סולפט, כספית וסלניום (בעקבות החמרת רגולציות ספציפיות לחומרים אלה), ובאופן כללי התאמת מכרות קיימים ופעילים לרגולציות הולכות ומחמירות.
- סידן במים יוצר גבס, כאשר נמצא יחד עם חומצה גופרתית. דבר זה אוטם את תהליך מיצוי הנחושת - יש צורך להוציא את הסידן בדרך מתוחכמת וזולה יותר.
- השבת החומצות המשמשות לתהליכי העיכול, ובנוסף ניהול נכון של השימוש בחומצות למשל באמצעות הגדלת יעילות פיזור החומצה הגופרתית במטרה להקטין את אובדן החומר במהלך התהליך, כמו כן – קיצורו אם ניתן. הצנרת (טפטפות) צריכה להיות אמינה ועמידה- במקרה כזה תוכל לתפקד במספר סבבי הפקה, או אמינה וזולה ואז הצנרת ניתן להחליפה בכל סיבוב הפקה.
- שיטות לטיפול בשפכים המכילים ציאניד.
- הפרדת זרמים במכרה, זיהוי הבעייתיות בכל זרם לגבי המרכיבים שלו ויישום פתרונות שונים בהתאם לתמיסות הספציפיות (אתגר הכולל בתוכו ניטור ובקרה).

- בנושא צמצום נפח התמלחת – מתבצע פיתוח תהליכי AOP, חמצון קטליטי וסיפוח שאם ישולבו עם ממברנות יוכלו להיות יעילים.

הקטנת הפגיעה בסביבה

- טיפול יעיל בתופעת ARD – ניהול אתר למניעת התפתחות ARD וטיפול למזעור / מיגור התופעה לאחר שכבר התפתחה, כולל במכרות שכבר אינם פועלים ומחויבים לטפל בנזקים שנגרמו עקב פעולות הכרייה.
- שיפור טכנולוגיות הטיפול בשפכי המכרות, במיוחד בשפכים חומציים המכילים מתכות.
- מגמה רגולטורית בולטת: מניעת אחסון תמלחת, ומכאן - פיתוח שיטות ברות קיימא כיוון שלא רק המתכות והחומרים הרעילים הנוספים מהווים בעיה בפליטה לסביבה, אלא גם המלחים. זהו אחד האתגרים החשובים שעומדים בפני תעשיית המכרות.
- פיתוח שיטות ליעול ניהול המים במכרה, במיוחד בנושא שימוש במים בתוך המכרה, שיקטינו את כמויות המים הנצרכות, יגדילו את האפשרות למחזור ויקטינו את הסכנה לזיהומים המחלחלים לקרקע ולמקורות המים באזור המכרה.
- מניעת דליפות חומצות ורעלים, גלישה וחלחול ממאגרי השפכים ותעלות ההולכה.
- דרושים פתרונות יעילים, תוך שימוש מצומצם באנרגיה לריקון מכרות ממים וטיפול במים אלה.
- בנושא הממברנות ניתן לפרט מספר אתגרים:
 - פיתוח ממברנות ננו-פילטריציה, יציבות לשימוש במיסיים בתנאי PH קיצוניים.
 - שכלול טיפולי ההכנה לפני הזנה לממברנות להשגת שימור תקינות הממברנות והארכת חייהן.
 - צמצום נפח התמלחת ו/או אלטרנטיבות ל-RO כך שהמלחים יכולים להיות תוצר, בשיטה יעילה מבחינה אנרגטית.
 - פיתוח מערכות ניידות וקלות לתחזוקה בעלות נמוכה
- יש צורך בפיתוח חומרים מספחים חדשים, שיאפשרו טיפול יעיל וזול בשפכי מכרות, באופן תחרותי לטיפולים קיימים.
- תעשיית המכרות היא תעשייה מאוד שמרנית, הטכנולוגיות המסורתיות אינן עומדות להעלם – לכן האתגר טמון בשילוב טכנולוגיות ספציפיות למתקני מכרה מסויים.
- בתחום סילוק הבוצה להטמנה – זירוז תהליך האידיוי של הנוזל או החלפתו בהליך יעיל יותר (ריכוז במקום אידיוי או בשילוב שניהם) תוזיל ותפשט את ההליך.

להלן ריכוז האתגרים בתעשייה הפרמצבטית, לתעשייה הישראלית כפי שזוהו במהלך הכנת המסמך:

שיפורים חיוניים של בעיות לא פתורות או שיפור למטרת התייעלות כלכלית:

- מציאת פתרונות חלופיים שיאפשרו להתקדם למצב האידיאלי - טיפול ברמת ZLD (Zero Liquid Discharge), כלומר – מקסימום השבה לתהליך ונפח בוצה מינימלי.
- דרושים שרפים יעילים יותר למחליפי היונים.
- שיפור תהליכי ההפרדה בין המים לחומרים האורגניים כולל פיתוח תהליכי שבירת אזאטרופ מתקדמים.
- שיפור המערכות לטיפולים המקדימים במים המוזנים כך שיהיו יעילות יותר מבחינת תפקוד ושימוש במים ויבצעו את אותם התהליכים בכדאיות כלכלית גדולה יותר.
- יש אתגר בשיפור הטיפול בשלב טיהור המים המוזנים לתהליך באמצעות פיתוח תהליכים וטכנולוגיות שמפחיתים או מונעים שימוש בכימיקלים, המקשים על המשך הטיפול.
- המלצתנו היא כי כדאי ללמוד לעומק את התהליכים השונים של הטיפול, להפריד בין פאזות השפכים השונות, לאפיין אותן ולייצר פתרונות מתאימים לכל שלב בנפרד, וזאת על מנת להגדיל את יעילות הטיפול.

התמודדות עם צרכים חדשים בסקטור כתוצאה מהזדמנויות חדשות:

- התהדקות הרגולציה במזרח לצד הגידול בתחרות בין חברות ייצור החומרים הפעילים, חומרי הביניים והפורמולציות הסופיות מציבה אתגרים המחייבים התייעלות בתחומי השימוש במים והטיפול בשפכים.
- מגמת הגידול בתעשייה הביוטכנולוגית המתקדמת מהווה גם היא נושא שראוי ללמוד לעומק במטרה לזהות בתחום זה הזדמנויות חדשות ואתגרים לתעשיית המים הישראלית.

סביבה ורגולציה:

- פיתוח שיטות למיצוי מולקולות של חומרים פעילים בעלות פוטנציאל נזק לסביבה ולאדם מהשפכים, כאשר הכוונה למיצוי ספציפי למולקולות מסוימות.
- עוד בנושא שאריות חומרים פעילים במים – פירוק סלקטיבי של חומרים אלה במי התהום.
- הקטנת נפח הבוצה למינימום, בנוסף - מציאת פתרון חלופי לשריפת הבוצה – אם בשימוש בה כביודלק או מציאת פתרונות חדשניים אחרים.
- שיפור תהליך הטיפול בגזים הנוצרים במהלך הטיפול הביולוגי.
- קידום שימוש ב-RO למטרת השבת חלק מהשפכים לתהליך למגדלי הקירור או לדודי הקיטור וכן מחזור חלק מהם להשקיה.

להלן ריכוז האתגרים לתעשיית המים הישראלית בסקטור ייצור החלב ומוצריו וייצור המשקאות הקלים

המוגזים כפי שזוהו במהלך הכנת המסמך:

שיפורים חיוניים של בעיות לא פתורות או שיפור למטרת התייעלות כלכלית:

- יש אתגר בהשקעה בניהול נכון של שפכים במפעלים קיימים – באמצעות פיתוח ושכלול אמצעים מתקדמים לניטור ובקרה on-line שיאפשרו זיהוי והפרדת זרמים שונים הצורכים טיפולים שונים, ובמפעלים חדשים - תכנון והקמה של מערכות כאלה.
- פיתוח ושכלול שיטות יעילות וכדאיות כלכלית להשבת מי עיבוי בתהליך ייצור חלב מרוכז או מיובש (אבקת חלב), לשימוש בתשתיות, למשל בדוודי הקיטור ובמגדלי הקירור, מי הזנה ל-CIP, מי שטיפה, איטום משאבות ועוד, ואף להחזרה לתהליך הייצור.
- פיתוח שיפורים בממברנות או בדרך הפעולה של המתקן הממברנלי במטרה לקבל יחס השבה גבוה יותר. שיפורים, למשל, בנושא סתימת הממברנות עקב מוצקים מרחפים, שקיעת מלחים ומושבות חיידקים, ניקוי פני שטח הממברנה, הארכת זמן חיי הממברנות והתייחסות לפגיעה בממברנה כתוצאה מיוני הכלור החופשי.
- אתגר בתחום התמודדות עם ביופאולינג - פיתוח ושכלול בדיקות זיהומים ורמה מיקרוביאלית, כולל בדיקות און ליין, יעילות ומהימנות, פיתוח מסנן פחם שמוציא את הכלור אך מונע התפתחות מיקרוביאלית, בחינה האם אפשר להימנע משימוש בכלור/להחליף את השימוש בכלור/לשנות את דרך השימוש בכלור (פולסים למשל), וכן קידום מחקר אקדמי בנושא ביופילמים – מנגנוני ההתפתחות והמחיה שלהם, נקודות התורפה ושיטות לפירוק והכחדה.
- אתגר בתחום קירור מפעלים לייצור חלב ומוצריו - יש לבצע התייעלות של פעולות המעבים והמאיידים כדי שניתן יהיה להשיב חלק מהמים המשמשים בתהליכים אלה.
- עוד בתחום הקירור – זיהוי וויסות מקומות בהם מים לאיטום משאבות או קירור אטמי מהמגנים מוזרמים בלחץ גבוה מהנדרש, ויתרה מכך – פיתוח טכנולוגיה המאפשרת הזרמה מיטבית מבחינת כמות המים, לקירור אטמי מהמגנים, או פיתוח קירור ללא מים כלל.

התמודדות עם צרכים חדשים בסקטור כתוצאה מהזדמנויות חדשות:

- הפחתת ריכוז הנתרן בשפכים באמצעים שונים כגון שימוש בחומרי ניקוי חליפיים בשטיפות ה-CIP (אנזימטיים, פעילי שטח, שימוש בחומרים המכילים אשלגן במקום נתרן וכדומה), השבת ה-NaOH לשימוש חוזר, אופטימיזציה של מערכת הניקוי, למשל בדרך של ייעול הטיפול בבקטריות, כך שיידרשו פחות תהליכי CIP מלכתחילה. בנוסף התאמה פיסית של תשתיות מחלבות קיימות להוצאת הנתרן מהשפכים.
- לימוד, פיתוח ושכלול השיטה לניקוי באמצעות מים מופעלים (Activated Water) נושא זה מהווה אתגר חשוב ומעניין בתחום הטיפול במים למטרת שטיפות וחיטויים בתעשיית המזון והמשקאות ובתעשיות מקבילות נוספות.

- התייחסות לנושא הטיפול הביולוגי שיידרש לטיפול בעומס האורגני במפעלי משקאות קלים מוגזים, כתוצאה מהחמרות ברגולציה בנושא, כולל טיפול מתוחכם וכדאי בנושא הבוצה.
- פיתוח שיטות ותהליכים חדשים מותאמים לענף, שיאפשרו תהליך טיפול בשפכים במינימום פליטת שפכים מטופלים ומקסימום השבה ומחזור - ZLD (Zero Liquid Discharge) עם דגש על שכלול השיטות להשבת מים לתהליך בדרך שתמנע הצטברות זיהומים, ע"י ניקוי השפכים מחומרים ייחודיים האופייניים לתהליך וניטור מדויק מספיק של שיריים לפני שימוש חוזר.
- הפחתת השימוש בכימיקלים בכלל ובכלור בפרט בתהליכי הטיפול וההכנה של מי המוצר.

סביבה ורגולציה:

- פיתוח ויישום מערכות חדשניות לטיפול מקדים שהן גם איכותיות ויעילות וגם שומרות על הסביבה.
- בסקטור ייצור החלב ומוצריו האתגר בטיפול בשפכים כולל הפחתת העומס האורגני בדרכים יעילות וחדשניות
- התייחסות מערכתית תכנונית לנושא התאמת המפעל לשימוש בחומרי גלם ששילובם בתהליכי ייצור המזון במפעל יקטין את צריכת המים הכוללת של התהליך (שיקולי ניהול בר קיימא).
- אתגר לחברות מים בשוק המזון והמשקאות מהפן הסביבתי קשור בייצור ערך מוסף ממי השפכים, למשל, באמצעות טכנולוגיות אנארוביות המייצרות ביו-גז שיכול לשמש להנעת דוודי הקיטור. שימוש בביו-גז מקטין גם את עלויות האנרגיה וגם את טביעת הרגל הפחמנית (שוב – אחריות סביבתית).
- בנוסף, ניתן למנות שיטות מתקדמות לשימוש בביו-מסה, ייצור ביו-פלסטיקים ותאי דלק מיקרוביאליים.

להלן ריכוז האתגרים לתעשיית המים הישראלית בסקטור ייצור השבבים כפי שזוהו במהלך הכנת המסמך:

- שיפורים חיוניים של בעיות לא פתורות או שיפור למטרת התייעלות כלכלית:
- פיתוח ושכלול ציוד חדשני לייצור UPW המסוגל להבטיח רמת אמינות (Reliability) גבוהה יותר מן הציוד הקיים ומכאן – רווחיות גדולה יותר של התהליך.
 - בתהליך הייצור המורכב של השבבים יש צורך באוטומציה מרבית של התהליך, ומכאן גם בניטור ובקרה של המערכות הפועלות.

התמודדות עם צרכים חדשים בסקטור כתוצאה מהזדמנויות חדשות:

- אתגרים שעולים מתהליך מתמשך של הקטנת רוחב התעלה בשבבים המיוצרים:

○ איתור וזיהוי סוג וריכוז חלקיקים - Killer Particles

○ איתור וזיהוי סוג וריכוז כימיקלים - Critical Organics

○ הוצאתם מהמים המוזנים

- פיתוח ושכלול ממברנות HF (Hollow Fiber) כתחליף לשימוש בכימיקליים פלואוקולנטים, במטרה להעלות את יעילות תהליך ניקוי המים המוזנים ואת כדאיותו הכלכלית.

סביבה ורגולציה:

- פיתוח ושכלול מערכות ל-ZLD (Zero Liquid Discharge), יעילות מבחינת צריכת האנרגיה וכדאיות כלכלית.
- הגדלת יכולות ההשבה לתשתיות ואף לתהליך עצמו באמצעות שכלול תהליכי הטיפול בשפכי התהליך.

להלן ריכוז האתגרים לתעשיית המים הישראלית בתעשיית המתכת כפי שזוהו במהלך הכנת המסמך:

גימור מתכות:

- טכנולוגיות למזעור חשיפה של עובדים לחומרים מסוכנים – נושא המהווה הזדמנות עסקית עבור חברות טכנולוגיה לבקרת זיהום אוויר
- התקדמות לעבר "אפס הזרמות" (zero liquid (discharge) ZLD של שפכים ושימוש חוזר בתמיסות מהבריכות.
- תכנון התקן עשוי חומר מבנה משופר העמיד באופן כימי כך שהשרף במחליף היונים או הממברנה יהיו בעלי עמידות משופרת לחומרים אורגניים ולחמצון, במטרה להימנע מהיווצרות פילמים.
- פיתוח ושכלול טכנולוגיות שעשויות לשמור את יון המתכת בריכוף בריכוז גבוה יותר (במקום בשיקוע על הממברנה) על ידי הטענת הממברנה במטען חשמלי או בשיטות אחרות ישפרו באופן משמעותי את היכולת של הממברנה להימנע מסתימות וממשקעים.
- פיתוח ושכלול טכנולוגיות בתהליכי אידוי. שהן כדאיות מבחינת השקעה כלכלית ואנרגטית, במטרה להתקדם לכוון ZLD.

מפעלי פלדה:

- טכנולוגיות להגדלת שיעור המחזור (באופן כדאי מבחינה כלכלית).
- פיתוח ושכלול תהליכי RO במטרה:
- להגיע לשטף גבוה יותר או לחץ הפעלה נמוך יותר אשר יפחית את עלות האנרגיה.
- להקטין את אחוז התמלחת.

- שיפור במערכת CIP (Cleaning in place) לממברנת RO על ידי שיטה מכאנית מהווה אתגר (כיום נבדק השימוש בבועות אוויר, ניקוי באמצעות כדור ספוג) ובכך להאריך את חיי הממברנות שנמצאות כבר בשימוש.
 - ייצוב איכות מים במגדלי קירור – פיתוח כימיקלים בעלי רעילות נמוכה המשמשים לייצוב מי הקירור (חומרים נוגדי אבנית, ביוציידים, ונגד קורוזיה).
 - בנוסף – פיתוח מסננים לסינון זרם צד בעלי יעילות גבוהה יותר עם קצב סינון הניתן לבקרה (על ידי אמצעי סינון חדשים ומיוחדים או בשיטות אחרות) יחסוך עלויות תפעוליות (בעיקר כימיות) ויגיע לתוצאה אמינה יותר.
- משותף למפעלי הפלדה ולגימור מתכות:
- בתחום מיצוי המתכות מהשפכים – פיתוח שיטה להפחתת הפרשי חומציות בין שלבי השיקוע תאפשר הפחתת צריכת כימיקלים.
 - פיתוח ושכלול טכנולוגיות לאוסמוזה ישרה (FO).

5. סקירת תעשיית המים הישראלית בראי התעשייה הגלובלית

5.1 טבלה כללית

במהלך הפרויקט מופו לעומק כ-40 חברות מים ישראליות.

במהלך המיפוי נאספו נתונים סטטיסטיים בסיסיים על החברה, נעשה לימוד ואפיון הטכנולוגיה אותה מפתחת ו/או מוכרת החברה, אופיין הידע (אינטגרציית מערכת, ייעוץ), הניסיון הקודם בסקטורים תעשייתיים שונים בארץ ובעולם, יעדים אליהם שואפת החברה לגדול מבחינת סקטורים תעשייתיים נוספים שווקים בחו"ל.

רשימה מפורטת זו נמצאת בידי המזמין ואיננה מפורסמת במסגרת דו"ח זה.

בהמשך תובא רשימת החברות שמופו וקישור לאתר האינטרנט שלהן למידע נוסף. בפרויקט ההמשך שכבר החל בימים אלה, ימופו חברות רבות נוספות.

אתר	תחום עיסוק עיקרי	שם החברה	
/http://www.arivalves.com	מערכות טיפול במים ושפכים	A.R.I Flow Control Accessories	1
/http://www.advanced-mem-tech.com	ממברנות לטיפול במים ובשפכים	Advanced Mem-Tech	2
http://aquadanos.net	טיפול ביולוגי בשפכים - אצות	Aquadanos	3
http://www.kinrot.com/index.aspx?id=3365&itemID=2397	חיישן ותוכנה לאיתור דליפות במערכת המים	Aquarius Spectrum	4
	טיפול באורגניים בשפכים	Aquaspark	5
http://www.aqwise.com	טיפול ביולוגי בשפכים	Aqwise	6
http://www.atlantium.com	טיהור מים	Atlantium	7
#/http://www.basdetect.com	ניטור מזהמים במים	BAS - Biological Alarm Systems	8
/http://www.bermad.com	מערכות טיפול במים ושפכים	Bermad	9
http://www.blueitechnologies.com	ניטור ובקרה שלאיכות מים	BlueI	10
http://www.cqm-tech.com	מערכת לשיפור הולכת חום וניקוי מחליפי חום באופן רציף	CQM	11
http://www.diffusaire.com	דיפוזר לתהליך אירובי בשפכים	Diffusaire	12
http://www.desalitech.com	טיפול במים ושפכים	Desalitech	13
/http://ecobasalt.com	מוצר לניקוי מים מדליפת נפט	Eco Basalt	14
/http://www.elconrecycling.com	טיהור שפכים תעשייתיים קשים	elcon recycling center	15
http://www.elgressy-international.com/HCWaterTreatment.aspx	טיפול אלקטרוליטי במים למניעת קורוזיה, scaling וליגונלה.	Elgressy	16
http://www.eltav.com	ניטור ברזים אלהוטי	ELTAV	17
http://www.emefcy.com	ממברנות כחלק ממערכת לטיפול ביולוגי	Emefcy	18
http://www.ezpackwater.com/default.asp	מכלי מים לשתייה, ניידים ופריקים	EZ Pack	19
/http://www.filtersafe.net	סינון מים אוטומטי	filtersafe	20

/http://www.hydrospin.net	שימוש בזרימת הנוזל בצינור לייצור אנרגיה לחישהנים	HydroSpin	21
http://www.ide-tech.com	מערכות לטיהור וטיפול במים ושפכים	IDE	22
	התקן לגידול בקטריות בטיפול ביולוגי	JP Aqua Knit	23
http://www.lesico-cleantech.com	מתקן לאידוי מואץ-צמצום נפה תמלחת	Lesico Clean Tech	24
http://www.mapal-ge.com	מערכת אוורור לתהליך האירובי בטיפול בשפכים	MAPAL Green Energy	25
/http://www.nirosoft.com	מערכות לטיהור וטיפול במים ושפכים	Nirosoft	26
/http://www.odis.co.il	מערכות לטיהור וטיפול במים ושפכים	ODIS Filtering	27
http://www.p2w.co	טיפול בשפכים תעשייתיים כולל מתכות כבדות וציאניד	P2W	28
/http://www.ph2o.net	טיפול בשפכים באמצעות אלקטרומברנות	pH2O	29
/http://www.pml.co.il	ניטור וזיהוי חלקיקים בזמן אמת	PML	30
/http://www.realiteq.com	ניטור שליטה ובקרה בתשתיות	Realiteq	31
/http://www.rotec-water.com	חיסה בקרה ומניעה של scaling	ROTEC	32
http://www.takadu.com	תוכנה לניטור דליפות ברשת המים.	Takadu	33
http://www.wfi-group.net/Toxsorb/h_TXBIndex.htm	מצע לטיהור מים ושפכים ממתכות כבדות ומזהמים אורגניים מסוכנים.	Toxsor	34
http://www.triple-treatment.com/index.php?lang=en-GB	טיפול בשפכים באמצעות ראקטור ביולוגי וכימי.	Triple-T	35
http://www.vortex-envirotech.com	טיפול בזיהום אוויר וכן סינון מים ללא פילטר	VORTEX	36
/http://www.yamit-f.com/English	סינון וסינון רשת אוטומטי	Yamit Filtration and Water Treatment	37
/http://www.ayala-nbs.com	טיהור מים ושפכים-אגן ירוק	איילה מים ואקולוגיה	38
http://ept.co.il/Modules/Main/Default.aspx	טיפול וטיהור שפכים	טכנולוגיות לשימור הסביבה	39
http://www.shikunbinui.co.il/category/water	טיפול במים ובשפכים	שיכון ובינוי מים	40

החברות חולקו לקבוצות לפי קריטריונים שונים – גודל חברה, סוג, נסיון קיים, יכולות אל מול אתגרים ועוד. ניתוחים של התעשיות הנ"ל והתאמתן לסקטורים תעשייתיים ספציפיים נידונו ישירות עם החברות ובשל שמירה על פרטיות המידע המסחרי של החברות אינם מובאים בדו"ח זה. במסמך זה נביא לדוגמא טבלה שמסווגת את החברות לפי סוג החברה מבחינת פעילות ו/או מוצר.

5.2 טבלת חלוקה לפי סוג חברה

-G טכ'חדשני ות	-F ציוד למים	-E בקרה, ניטור, בטיחות	-D שיטות בר-קיימא	C - ייעוץ	- B ממברנות	-A הנדסה ומימוש פתרונות כוללים		
							A.R.I Flow Control Accessories	1
							Advanced Mem- Tech	2
							Aquanos	3
							Aquarius Spectrum	4
							Aquaspark	5
							Aqwise	6
							Atlantium	7
							BAS - Biological Alarm Systems	8
							BlueI	9
							CQM	10
							Diffusaire	11
							Desalitech	12
							Eco Basalt	13
							elcon recycling center	14
							Elgressy	15
							ELTAV	16
							Emefcy	18
							EZ Pack	19
							filtersafe	20
							HydroSpin	21
							IDE	22

							JP Aqua Knit	23
							Lesico Clean Tech	24
							MAPAL Green Energy	25
							Nirosoft	26
							ODIS Filtering	27
							P2W	28
							pH2O	29
							PML	30
							Realiteq	31
							ROTEC	32
							Takadu	33
							Toxsor	34
							Triple-T	35
							VORTEX	36
							Yamit Filtration and Water Treatment	37
							איילה מים ואקולוגיה	38
							טכנולוגיות לשימור הסביבה	39
							שיכון ובינוי מים	40

6. שוקי יעד

שוק הדלק הפוסילי צפוי לגדול בשנים הבאות, רוב העתודות המוכחות נמצאות במדינות שאינן מערביות (ערב הסעודית, אירן, עירק, כוית).

עתודות גדולות שנמצאות במדינות מערביות ובמיוחד קנדה וארה"ב נמצאות במאגרים לא קונבנציונליים. מדינות אלה מעוניינות להקטין את התלות שלהן בייבוא נפט ממדינות ערב (במיוחד כיוון שהן בין הצרכניות העיקריות) ולכן, משקיעות בפיתוח ההפקות ממאגרים אלה. מכיוון שאחד החסמים הגדולים בהפקה ממאגרים אלה הוא

נושא המים והסביבה, ארה"ב וקנדה שמות דגש על פתרון בעיות אלה במטרה להגדיל את אפשרויות ההפקה, דבר שהופך אותן לשוק חשוב לתעשיית המים.

היכולות להפיק גז מפצלי הגז (shale gas) הוא מהפכה (game changer) בעולם האנרגיה. בארה"ב נמצאים מאגרי ענק, והיא צפויה ב-2030 להיות, בזכות מאגרים אלה, עצמאית מבחינה אנרגטית ואף לייצא למדינות אחרות. מאגרים נוספים נמצאים ברחבי העולם.

כל זאת בתנאי שיפתרו בעיות המים כך שתתאפשר הפקה כלכלית יעילה וללא פגיעה בסביבה! Oil Sands של קנדה מהווים היום כשליש מרזובות הנפט הידועות. התהליך הוא עתיר מים ביחס של 1:4 (חבית נפט לחביות מים) בשיטת ה-SAGD (Steam assisted gravity drainage) ויחס של 1:6-8 במכרות הפתוחים. היות וקנדה היא מדינה יבשה (המים בנהרות הם מי קרחונים ולא מי משקעים), אז יש גם כלכליות גבוהה למחזור המים בנוסף הרגולציה דורשת מחזור על לרמות של 95% מהמים בשימוש.

CGM (Coal Gas Methane) הוא סוג נוסף של מאגרי גז לא קונבנציונליים שההפקה מהם נמצאת בגידול. עתודות ענק נמצאות בארצות הברית ואוסטרליה ושתי המדינות מהוות יעד בתחום זה. באוסטרליה – בגלל מחירי גז גבוהים יותר הסיכוי להטמיע טכנולוגיות מים חדשניות גבוה יותר, מה שהופך מדינה זו ליעד הראשי בתחום ה-CGM. בסקטור המכרות ניתן למנות כעשר מדינות יעד עיקריות בהן מתרכז כ-80% משוק תשתיות המים למכרות. המדינות הן, לפי סדר חשיבות יורד: אוסטרליה, צ'ילה, קנדה ופרו, דרום אפריקה, רוסיה וארצות הברית, סין ואינדונזיה. כאשר מומלץ, כמובן לשים את הדגש על השווקים הגדולים ביותר, כיוון שבמקומות בהם כבר קיימות תשתיות ענק למכרות, חדשנות תוכל להחיות מכרות ישנים ולייעל הקמת מכרות חדשים. יש חשיבות לתשתיות חדשניות לטיפול במים במכרות גם במקומות בהם קיים עודף במים, בניגוד למחסור במים, במקומות אלה השפכים המטופלים יפלטו לסביבה, וניקויים מחומרים רעילים ומזיקים קריטי לסביבה ולשמירה על האוכלוסיה המקומית. אבל טכנולוגיות כאלה יאומצו רק במקומות בהן יש רגולציות ברורות בנושא וגם אכיפה שלהן. מדינות כאלה נמצאות במערב ומזרח אפריקה וכן באמריקה הלטינית.

בסקטור ייצור התרופות מומלץ שהעדיפות הגבוהה ביותר תינתן לחברות ייצור חומרי ביניים ל-API בסין, היצרנית הראשית, ולאחריה בהודו, כיוון שבמדינות אלה מיוצרות הכמויות הגדולות ביותר, תוך שימוש מסיבי במים, ושם גם הרגולציות הולכות ומתהדקות בשנים האחרונות. העדיפות השנייה במעלה ניתנת לחברות ייצור API לחברות גנריות בסין ובהודו, הבאות הן חברות ייצור API לחברות גנריות במערב, שכאמור, מייצרות כמויות גדולות מאוד, מהן נגזרת צריכת המים הגדולה וכמויות השפכים הגדולות הצורכות טיפול, בהתאמה. לאחר מכן, חברות ייצור API לחברות מציאות בהודו-סין ואחרונות, הן חברות מערביות המייצרות API לחברות מציאות, המייצרות כמות קטנה יחסית.

בסקטור המזון והמשקאות סין והודו מהוות, ללא ספק, יעדים חשובים וראשיים לדעתנו לתעשיית המים בסקטור ייצור החלב ומוצריו וייצור המשקאות הקלים, מתוך נתוני צמיחת השוק במדינות אלה וכן כתוצאה מהרגולציות ההולכות ומתהדקות במגמת יישור קו עם הרגולציות במדינות המערביות, במיוחד כיוון שבמדינות אלה איכות המים הזמינים נמוכה בגין זיהומים סביבתיים. אוסטרליה מהווה יעד נוסף - מוצרי חלב מעובד מהווים את מקור הייצוא שלישי בגודלו באוסטרליה, אחרי דגנים ובשר¹⁰.

כיום, אוסטרליה ממחזרת כ-17% ממי השפכים, וממשלת אוסטרליה שמה למטרה להגיע למחזור של 30% עד 2015. יש מגמה לכיוון ZLD, במיוחד בשימוש במים מטופלים להשקיה.

כדאי לציין שגם אמריקה הלטינית מהווה יעד מעניין, כיוון שקיימת פתיחות לטכנולוגיה חדישה וקצב הגידול במדינות אלה, גבוה מהמערב. לצד כל אלה, השווקים בארה"ב ואירופה הם שווקי ענק – המהווים יעד לטכנולוגיות חדשניות בעקבות התהדקות הרגולציה.

השוק בישראל יכול לשמש לפיתוח היכולות והוכחתן, השוק המערבי המפותח כהוכחת העוצמה הטכנולוגית והמימוש והשוק במזרח אסיה כשוק היעד למכירות, העמקת קשרים ופיתוח גידול ארוך טווח על בסיס יתרון טכנולוגי ומערכת.

ייצור שבבים ממוקם לעיתים קרובות באזורים צחיחים בעולם, או כאלה הסובלים ממחסור במים, לדוגמא- חלקים מסינגפור, טאיוון, סין ארה"ב (אריזונה, טקסס) וישראל. באזורים אלה, ובמיוחד במקומות מרוחקים מהים, פבים נדרשים לייעל את הייצור כך שיזדקקו לפחות מים וייצרו כמות קטנה יותר של שפכים מצד אחד, ומצד שני, שריכוז החומרים בשפכים המטופלים יענה על דרישות הרגולציה.

מספר השחקנים בשוק קטן עם העלייה במורכבות התהליך ובהתאם, בעלויות ההשקעה בתשתיות. מגמה זו צפויה להתחזק עם המעבר לזויפרים בקוטר mm450.

עם עלייה זו במורכבות בתהליך, מתחזקת מגמה של בניית פבים חדשים והרחבת פעילותם של הקיימים במדינות מפותחות, מתוך רצון להבטיח איכות ושמירת ידע. לכן אין להזניח מדינות אלה כיעד לשווק מערכות טיפול במים. באסיה ובאזור הפסיפי הגידול המהיר באוכלוסייה והצמיחה הכלכלית המהירה, מטילים עומס על מקורות המים, דבר שמציב אתגר בפני החברות לייצור השבבים הנמצאות באזורים אלה. מעבר של מפעלי ייצור רבים לאזורים אלה מחמיר את הבעיה הקיימת ממילא.

פבים רבים, כאמור ממוקמים באזור האסיה פסיפי, אך כ-65% מהפבים ממוקמים בארה"ב, כך שגם מדינה זו, במיוחד בחלקים הסובלים ממחסור במים (אריזונה למשל) מהווה יעד חשוב לתעשיית המים.

המדינות המובילות בייצור פלדה הן סין (45%), יפן (7.6%), ארה"ב (5.6%) והודו (4.8%).

מתוך 40 החברות הגדולות ביותר המייצרות פלדה ברחבי העולם בשנת 2011, 15 חברות הן סיניות.

תעשיית גימור המתכת נוטה להיות קטנה – מורכבת בעיקר מחברות קטנות בגלל אופי התהליך כך שמדובר בסקטור מפוצל מאוד. באופן כללי, הפיזור של תעשיית הציפוי והטיפול במתכת דומה לפיזור של הענפים שאותה היא משרתת. שינוי משמעותי בתעשיית הטיפול במשטחי מתכת ב-5-8 השנים האחרונות מחזק את המגמה של עסקים אלה לצאת אל מחוץ למדינות מפותחות כמו ארה"ב ואירופה ולעבור לאזורים של כלכלה מתפתחת כמו סין ומדינות אחרות באסיה שבהן העלויות נמוכות יותר, סין למשל, הגיעה ל-16 מיליארד דולרים הכנסות בשנת 2010. הרגולציה הסביבתית

המחמירה בסין תהפוך למחמירה יותר ככל שסין תמשיך להתפתח. ולכן, כאחד השווקים הגדולים ביותר בעולם, היא תישאר המוקד של חברות מים רבות ברחבי העולם.

7 טבלת אנשי קשר באקדמיה

איסוף המידע על מוקדי ידע וניסיון באקדמיה נעשה באמצעות שימוש במידע קיים ובעקבות התייעצות עם פרופסורים מובילים באקדמיה.

להלן הרשימה שרוכזה לנוחיות התעשייה להמשך מגעים:

תחום עיסוק	מייל	טלפון	איש קשר
הטכניון - פקולטה להנדסה אזרחית וסביבתית			
אופטימיזציה של מערכות אספקת מים ניהול משאבי מים הידרולוגיה של נגר על קרקעי	ostfeld@tx.technion.ac.il	2782	פרופ' ח' אבי אוסטפלד
	agyoram@tx.technion.ac.il	3170	פרופ' אמ' יורם אבנימלך
מיקרוביולוגיה סביבתית (בקטריולוגיה, וירולוגיה ופרזיטולוגיה) שימוש בסול-ג'ל במיקרוביולוגיה פוטוקטליזה לטיהור מים ביופילמים, ביופאולינג וביוקורוזיה	cvrrobi@techunix.technion.ac.il	2377/ 330	פרופ' ח' רוברט ארמון
Control of uncertain systems with non-differentiable non-linearities, including control of electro-mechanical systems, such as stabilized platforms, etc.	peo@tx.technion.ac.il		פרופ' פר-אולוף גוטמן
Groundwater hydrology, Multiphase flow through porous media with application to petroleum engineering and pollution of aquifers, Flow through fractured rock formation	carol@techunix.technion.ac.il	2811	פרופ' אמ' קרול בריישטר
מחקר ופיתוח תהליכים לטיפול בבוצה למטרות מחזור או סילוק ללא מיטרדים. שיקום אתרי קרקע נגועים	galilno@techunix.technion.ac.il	3180	פרופ' נח גליל
ראקטורים ביופילמים, הרחקת נוטריינטים, אגנים ירוקים לטיפול בשפכים, ראקטור UASB לטיפול בשפכים ביתיים	agmgreen@techunix.technion.ac.il	2645	פרופ' מיכל גרין
פוטוכימיה וכימיה הטרוגנית באטמוספירה כימיה סביבתית של מזהמים אורגנים. זיהום אויר פנים וחוץ ביתי השפעתם של אירוסולים אורגנים על האקלים	yaeld@techunix.technion.ac.il	3479	ד"ר יעל דובובסקי
טיפול ממברנלי בשפכים, התפלת קולחים פילמור אנזימטי של תרכובות ארומטיות רעילות פירוק ביולוגי של מזהמים אורגנים	carlosd@techunix.technion.ac.il	5899	פרופ' קרלוס דוורן
Soil fertility, soil chemistry, fertilizers, treated wastewater reuse in agriculture	haginj@techunix.technion.ac.il	4962	פרופ' אמ' יוסף הגין
Renewable energy and energy policy; "Energy Towers" technology; water in general & water desalination, in particular; handling and recycling of sewage; construction of reservoirs; soil and water hydrology	agdanz@tx.technion.ac.il	2325	פרופ' אמ' דן זסלבסקי

תחום עיסוק	מייל	טלפון	איש קשר
מודלים מרחביים דינמיים של מערכות אקולוגיות תהליכים של שינויי צומח מיפוי המגוון הביולוגי באמצעות משתני סביבה חישה מרחוק ומערכות מידע גיאוגרפי באקולוגיה וסביבה	yohay@technion.ac.il	2746	פרופ"ח יוחאי כרמל
פיתוח ומידול של תהליכי טיפול במים פיתוח ומידול של תהליכי טיפול בשפכים כימיה של מים	agori@tx.technion.ac.il	2609	פרופ"ח אורי להב
חישה ובקרה של מערכות חקלאיות וסביבתיות ניטור ודיאגנוסטיקה (גילוי וזיהוי תקלות) במערכות חקלאיות וסביבתיות כלי רכב אוטונומיים	linkerr@techunix.technion.ac.il	2191	פרופ"ח רפאל לינקר
פיזיולוגיה של צמחים עקות סביבה [מים, מלח, מינרלים] מנגנונים מולקולריים וביופיסיקלים של בקרת גדילה	agpetern@techunix.technion.ac.il	5902	פרופ"אמ פיטר ניומן
Physico-chemical treatment of water, wastewater and effluents. Processes: Flocculation, adsorption, oxidation and disinfection. Hazardous waste treatment, aquifer bioremediation. Upgrading of biodegradation of toxic chemicals	cvrnava@tx.technion.ac.il	3627	פרופ"אמ' נאווה נרקיס
aquifer bioremediation. Upgrading of biodegradation of toxic chemicals			
Optimal environmental control for greenhouse crops. Drying of waste-water sludge. Modelling the nitrate level in lettuce. Modelling of intensive fish ponds. Artificial neural network models of greenhouses	segineri@tx.technion.ac.il	3925	פרופ"אמ' עדו סגינר
גלי מים ויישומיהם השפעות שינויי אקלים הידרודינמיקה מכניקת זורמים סביבתית	agnon@tx.technion.ac.il	2489	פרופ' יהודה עגנון
הידרולוגיה של תת הקרקע	afurman@tx.technion.ac.il	2427	ד"ר אלכס פורמן
הידרו – גיאופיזיקה			
פיזיקה של הקרקע			
Enviromatics - devising mathematical programming and pattern recognition methods for machine understanding of trends and behaviors of built and natural environments. This includes Environmental Distributed Sensing (i.e., distributed air and water quality monitoring), Safety and Traffic Data Realization and Structural Sensory Networks.	fishbain@technion.ac.il	3177	ד"ר ברק פישבין
מכניקת קרקע אינטראקציה קרקע מבנה	klar@technion.ac.il	2647	פרופ"ח אסף קלר
מדידת עיבורים באמצעות סיבים אופטיים			
השפעת מנהור על מבנים קיימים			
התנהגות מכנית של מתאן-הידראט			

תחום עיסוק	מייל	טלפון	איש קשר
Water Quality and Treatment. Water and Wastewater Treatment and Renovation, Colloids and Surface Phenomena	cvrhbhn@tx.technion.ac.il	2360	פרופ' אמ' מנחם רבהון
Transport processes of water and solute in soil. Physical-chemistry of soils, management of swelling soils. Preferential flow in structured soils. Irrigation with low quality water (sewage effluents and saline waters). Salinity management (irrigation and drainage). Drip irrigation systems low quality water (sewage effluents and saline waters). Salinity management (irrigation and drainage). Drip irrigation systems	agravina@tx.technion.ac.il	2601	פרופ' אמ' ישראלה רבינא
הידרולוגיה הידרוליקה מכניקת זורמים סביבתית קווי איסוף (הולכת שפכים ונגר עילי)	hruhin@techunix.technion.ac.il	2306	פרופ' אמ' הילל רובין
כימיה פיזיקלית של קרקע וסביבה שיטות איזוטופיות מתקדמות לחקר תהליכי חנקן וזרחן בקרקע ניטור מקוון בקרקע ומים, ספקטרוסקופיית FTIR/PAS ו FTIR/ATR השפעות ארוכות טווח של השקיה בקולחין גישות דייון ידידותיות סביבה (דייון מבוקר, דייון מדויק) מודלים לתאור דינמיקת חנקן וזרחן בקרקע	agshaviv@tx.technion.ac.il	2602	פרופ' אבי שביב
זרימה והסעה בסביבות מורכבות	aguri@technion.ac.il	3568	פרופ' ח' אורי שביט
הידרולוגיה ופיסיקה של הקרקע			
בעיית ההמלחה של מקורות המים בישראל			
שיטות מדידה (Particle Image Velocimetry) (PIV -)			
הידרודינמיקה של גלי ים הנדסה ימית	miky@tx.technion.ac.il	3361	פרופ' מיקי שטיאסני
Optimal planning, design and operation of water resources: reservoirs, aquifers, distribution systems, integrated systems. Hydrology. Water-Sensitive Planning (WSP). Negotiation and joint management of water resources	shamir@techunix.technion.ac.il	2239	פרופ' אמ' אורי שמיר
חישה מרחוק וחותמות ספקטראליות עיבוד תמונה, ניטור קווי חוף מערכות מידע גיאוגרפי, כריית ידע כרטוגרפיה והכללה DTM		2274	פרופ' ח' מקסים שושני
הטכניון - פקולטה להנדסת חומרים			
Emulsion-templated Porous Polymers Biodegradable Scaffolds for Tissue Engineering Bicontinuous, Hydrogel-containing Polymers for Drug Release Temperature-sensitive, Shape-changing Smart Materials Shock Absorbing Nanocomposites	michaels@tx.technion.ac.il	4582	פרופ' מיכאל סילברסטיין

תחום עיסוק	מייל	טלפון	איש קשר
Elastomeric Membranes with Proton Conducting Pathways Nanoporous Polymers for Low-k Dielectrics Plasma Polymerization and Surface Modification Polymer Nanofiber Precursors for Superconductors and Functional Ceramics Organic - Inorganic Hybrids Nanoscale-structured Polymers Interpenetrating Polymer Networks			
Advanced materials for portable power sources Electrochemical behavior and electrodeposition of copper Chemical Mechanical Planarization (CMP) of copper interconnects Electrochemical behavior of silicon		4588	פרופ' ח' יאיר עין-אלי
הטכניון - פקולטה להנדסת מזון וביוטכנולוגיה			
	moni@tx.technion.ac.il	3071	פרופ' אמ' שמעון אוליצור
	syannai@tx.technion.ac.il	3350	פרופ' אמ' שמואל ינאי
מיקרוביולוגיה של מזון, מיקרוביולוגיה מולקולרית של פתוגניים, יחסי גומלין בין חיידקים לפונדקאי, פיתוח אנטיביוטיקות.	simay@techunix.technion.ac.il	2940	פרופ' ח' סימה ירון
מיקרוביולוגיה של מזון, גנומיקה של מיקרואורגניזמים, רצפי DNA חוזר בגנום, זיהוי מהיר של מיקרואורגניזמים, אבולוציה של חיידקים פתוגניים.	kashi@tx.technion.ac.il	3074	פרופ' ח' יחזקאל קשי
הטכניון - פקולטה להנדסת מכונות			
תורת פער-ידע והחלטות תחת אי-וודאות חמורה, אמינות וכשל; מידול מערכות עם אי-וודאות; ישומים בהנדסה, שימור הסביבה, כלכלה, מדיניות ציבורית, רפואה, ובטחון לאומי.	yakov@technion.ac.il	3463	פרופ' יעקב בן חיים
זרימה ותהליכי הסעה בסקאלות קטנות: הסעה אלקטרוקינטית, ריכוז והפרדה חומרים כימיים וביולוגיים, יצירה ושליטה בטיפות, זרימה דו-פאזית, אי-יציבויות זרימה, מיקרוזורמים וננוזורמים. פיתוח התקנים ושיטות חדישות לגילוי מהיר של מחלות, להגנה בפני איומים ביולוגיים, לניטור זיהומים סביבתיים ולהפקת אנרגיה.	mberco@technion.ac.il	2079	ד"ר מורן ברקוביץ
אנרגיה, אנרגית השמש, שימור אנרגיה, קירור ומיזוג אוויר, קירור קריוגני (עמוק). משאבות חום	grossmng@tx.technion.ac.il	2074	פרופ' אמי גרשון גרוסמן
חיכוך ובלאי של משטחים הנדסיים; טריבולוגיה של מיקרו מערכות; אדהזיה וחיכוך של משטחי מגע ביו-מימטיים, פיתוח כלי מדידה טריבולוגיים; מכניקת מגע	michaelv@technion.ac.il	2083	ד"ר מיכאל ורנברג
Nanotechnology, Polymer processing, Electrospinning, and nano-materials characterization	meeyal@tx.technion.ac.il	2836	פרופ' ח' איל זוסמן
מערכות דו-פאזיות, מעבר חום, זרימה. שיטות חשובות בזרימה ומעבר חום. קרור של רכיבים אלקטרוניים; השפעות של חומרים פעילי שטח; עיבוד תמונות אינפרא-אדום. מעבר חום בזרימה דו	hetsroni@tx.technion.ac.il	2058	פרופ' אמ' גד חצרוני

איש קשר	טלפון	מייל	תחום עיסוק
			פזית. טורבולנטיות.
ד"ר גלעד יוסיפון	3466	yossifon@technion.ac.il	מבוססים הנעה אלקטרו קינטי, מעבדה על שבב (Lab-on-chip) לדיאגנוסטיקה ביו-רפואית/כימית, שחרור תרופות, אלקטרו-קינטיקה לא ליניארית במיקרו- וננו-זרימה, תעלות יוניות מלאכותיות, הפרדה/מיון/וריקוז בשבבים ביולוגיים מבוססת דיאלקטרופורטיקה.
			התקני מיקרו- וננו-זרימה (Micro/Nanofluidics): המרת אנרגיה מכנית-כימית חשמלית, תאי דלק ממוזערים, משאבות זעירות מבוססות הנעה אלקטרו קינטי, מחליפי חום
פרופ/אמ' יצחק עציון	2096	etsion@technion.ac.il	טריבולוגיה, ביו-טריבולוגיה וננו-טריבולוגיה, מודלים תאורטיים ועבודות ניסוי לפתרון בעיות מגע אדהזיה וחכוך בין משטחים. רכיבים מכניים - טריבולוגיים עתירי ידע. כל הנושאים הללו יכולים לשלב עיסוק בזרימה, דינמיקה, מעבר חום אלסטיות ופלסטיות אנליזה נומרית, בקרה וכו'.
הטכניון - פקולטה לביולוגיה			
פרופ' שמעון גפשיין	3856	gepstein@tx.technion.ac.il	ביוטכנולוגיה, התפתחות הכוונה גנטית גנומיקה
הטכניון - פקולטה להנדסה כימית			
פרופ' גדעון גרדר	2008	grader@tx.technion.ac.il	חומרים קרמיים בעלי מבנה יחודי בסקלת הננו- ובסקלת המאקרו. שכבות קרמיות פונקציונליות בשיטת הסול-ג'ל. הפקת אנרגיה מדלקים נוזלי פחמן.
פרופ/אמ' דוד חסון	2936	hasson@techunix.technion.ac.il	התפלת מים. טכנולוגיות למיחזור שפכים תעשייתיים. הפרדות ממברנליות.
פרופ' יכין כהן	2820	yachinc@tx.technion.ac.il	חקר המבנה של מערכות פולימרים במצב המוצק, בתמיסה ובג'ל בשיטות של פיזור קרינה (קרני X וניוטרונים) ובעזרת מיקרוסקופית אלקטרונית. חומרים מרוכבים "עצמיים" – סיבים פולימריים המחברים לעצמם: עיבוד, מבנה ותיפקוד. חומרים מיוחדים מפולימרים קשיחים וצינוריות פחמן זעירות. ג'ליה של תמיסות פולימרים טבעיים וסינתטיים.
פרופ/אמ' אבי ניר	2119	avinir@tx.technion.ac.il	דינמיקה ותופעות מעבר במערכות זורמים רב פאזיות
פרופ"ח שמחה סרבניק	3584	simchas@tx.technion.ac.il	תיאוריה וסימולציות של פולימרים וביופולימרים: פולימרים חכמים, תהליכים ביומימטיים, תהליכי הפרדה סלקטיבים, מורפולוגיה של פולימרים מורכבים.
פרופ' רפי סמיט	2009	cesemiat@tx.technion.ac.il	תהליכי הפרדה, התפלת וטיהור מים.
פרופ"ח ירון פז	2486	paz@tx.technion.ac.il	פוטוקטליזה, מערכות פוטוקטליטיות לטיפול במים ובאוויר, תופעות שטח, תהליכים בתעשיית המיקרואלקטרוניקה, שכבות דקות וחד-מולקולריות
פרופ"ח יועד צור	3586	tsur@tx.technion.ac.il	סינתזה ופיתוח תחמוצות עבור ננוטכנולוגיה. כימיה של פגמים נקודתיים במוצקים. חומרים והתקנים אלקטרוקרמיים. אנרגיה ותאי דלק.
פרופ"ח סלבה פרגר	2933	yfreger@tx.technio.ac.il	
פרופ' משה שיינטוך	2823	cermsll@tx.technion.ac.il	הנדסת ריאקטור כימי וקטליטי, דינמיקה של ריאקטור כימי, קטליזה.
הטכניון - פקולטה לכימיה			

תחום עיסוק	מייל	טלפון	איש קשר
וויסות הסטארי-רגולריות בפילמור של אלפא-אולפינים אורגנאקטנידים מקטלזים תגובות כימיות תובעניות	chmoris@tx.technion.ac.il	3724/2680	פרופ' מוריס אייזן
Solid-state and solution supramolecular chemistry. Fabrication of nanometer-scale electronic components using self-assembly processes. Site effects on chemical and physical properties of materials. Structure - activity correlation in organic functional materials. Optical and electrical properties of organic functional materials.	chryoav@tx.technion.ac.il	3708	פרופ"ח יואב אישן
http://schulich.technion.ac.il/he/Israel_Schechter.htm	israel@techunix.technion.ac.il	2579	פרופ' ישראל שכטר
מוסד שמואל נאמן			
כל ההיבטים הרחבים של ניהול משאבים סביבתיים וטבעיים, במיוחד בתחום של ניהול פסולת מוצקה (מיחזור, כילוי, הטמנה ותהליכים ביולוגיים): הערכת מחזור חיים - כלי להערכה כוללת של מפגעים השפעות סביבתיות של מערכות ניהול פסולת המקדם לעבר ניהול פסולת מקיים. כלכלה של משאבי סביבה וטבע. אנרגיה וסביבה- מקומי, גלובלי, זיהום, אנרגיה אלטרנטיבית, שימור אנרגיה. תפקידי החקלאות והסביבה	ofira@sni.technion.ac.il	2190	פרופ' אופירה אילון
יישום תעשייתי של פתרונות מים ייזום הקמת חברות על בסיס ידע חדשני בתעשייה התהליכית	gfortuna@sni.technion.ac.il	5582	ד"ר גלעד פורטונה
חברי מכון ממוסדות להשכלה גבוהה אחרים			
אוניברסיטת ב"ג			
problems involving physicochemical and biophysical processes in engineered and natural environmental systems, including: (i) membrane ultrafiltration processes, (ii) nanometric probes for size dependent permeability assessment, (iii) transport and deposition of <i>Cryptosporidium parvum</i> in sand filters, (iv) tertiary treatment and quality monitoring of domestic wastewater, and (v) studies of chemical and mechanical stabilities of UF membranes.	gitis@bgu.ac.il	08-6479031, 052-5362155	פרופ' אורה קדם ד"ר ויטלי גיטיס
הידרוגיאולוגיה, מודלים של זרימה והסעה של מי תהום תוך שימוש בהידרוכימיה ואיזוטופים, הערכה של המילוי החוזר באגנים מידבריים; זיהוי מקורות זיהום ומנגנוני הסעה של מזהמים.	eilon@bgu.ac.il	08-6596979, 052-8795860	פרופ' אילון אדר
Water and wastewater treatment Biological wastewater treatment	brenner@bgu.ac.il		פרופ' אשר ברנר

תחום עיסוק	מייל	טלפון	איש קשר
Modeling of treatment processes Detoxification of industrial and hazardous wastes Remediation of contaminated soils and groundwater Application of microfiltration and deep-bed sand filtration for secondary effluents Application of the sequencing batch reactor (SBR) for wastewater treatment			
	iseliashiv@bezeqint.net	03-6442305	ד"ר ישראל אלישיב
Electrically driven membrane separations: electrodialysis, capacitive deionization; transport phenomena in membranes for water treatment; fouling mechanisms of membranes; membrane characterization by electrochemical methods.		08-6477167, 052-2710243	פרופ' יורם אורן
Membrane processes for treating water (particularly in nanofiltration and reverse osmosis) and in treating desalination brines.	jgilron@bgu.ac.il		ג'ק גילרון
האוניברסיטה העברית			
זיהוי חומרים אורגנו-גופרתיים במים באמצעות שיטות כרומטוגרפיות מתקדמות. פיתוח אלקטרודות קרמיות מרוכבות באמצעות טכנולוגית סול-ג'ל. זיהוי כרומטוגרפי של חומרים מדיפי ריח במים. סנסורים אלקטרוכימיים למזהמים סביבתיים	ovadia@vms.huji.ac.il	02-6585558, 051-903414	פרופ' עובדיה לב
אוניברסיטת חיפה			
Environmental and public policy negotiations and conflict management Environmental planning Water resource management and negotiations Community and institutional capacity building Collaborative planning	deborah@geo.haifa.ac.il	04-8240150	פרופ' דבורה שמואלי
מרכז וולקני			
חיישנים להקלאות מדייקת, צילום תרמי וצילום היפרספקטראלי, ראייה ממוחשבת, עיבוד תמונה מולטי ספקטראלי, שיטות אל הרס לקביעת איכות של מוצרים חקלאיים.	victor@volcani.agri.gov.il	03-9683504 050-6220504	ד"ר ויקטור אלהנתי
מטאורולוגיה חקלאית, מבנה ה"חופה" של נוף צמחי, התפלגות קרינה בנוף ובמבנים חקלאיים, שינויים כלל עולמיים בקרינת שמש, פיסולוגיה סביבתית של צמחים ובעלי חיים, זרימת במים בעצה, מאזני אנרגיה של צמחים, שדות, יערות וגופי מים, מודלים של התאדות, חיישני מצב מים בצמח, ודרישות מים של גידולים חקלאיים.	wshep@volcani.agri.gov.il	03-9683701, 050-6220701	ד"ר שבתאי כהן

תחום עיסוק	מייל	טלפון	איש קשר
מכון ויצמן למדע			
Our principal research interests focus on developing realistic quantitative models and laboratory experiments to quantify fluid flow, and chemical transport and reactions, in fractured and heterogeneous geological formations. The complexities of geological heterogeneity and scaling, flow field variability, multiphase flow, chemical transport and geochemical processes - as well as the typically sparse and uncertain field data that can be obtained to characterize a geological formation - lead us to incorporate statistical and probabilistic modelling approaches, accounting for spatial and temporal correlations at a variety of scales. In parallel, we investigate a wide range of methods for catalytic treatment of organic and inorganic pollutants in water.	Brian.Berkowitz@weizmann.ac.il	08-9342098	פרופ' בריאן ברקוביץ'
	ziv.hermon@weizmann.ac.il	08-9470617	ד"ר זיו הרמון
אוניברסיטת תל-אביב			
Heat and Mass Transfer Separation Processes	ullmann@eng.tau.ac.il	03-6407829	פרופ' עמוס אולמן
Self-Assembly of Short Aromatic Peptides: from Amyloid Disease to Nanotechnology	ehudg@post.tau.ac.il	03-6409030	אהוד גזית
Coupled heat and mass transfer processes; wavy film flow and associated transport phenomena;	brauner@eng.tau.ac.il	03-640 8127	נעימה בראונר
Liquid-liquid and gas-liquid two-phase flows;			
Process dynamics and control;			
Applications of interactive numerical and statistical methods to process analysis and design.			
חקר ימים ואגמים לישראל בע"מ			
Scientific research in the fields of oceanography, limnology, mariculture and marine biotechnology	lea@ocean.org.il	04-8515202	פרופ' ברק חרות
כינרות פיתוח ויזמות (כפ"י) בע"מ			
Developing and consulting for technological start ups	kinarot@kinarot.com	04-6709018	ד"ר מאיר טייכנר
מיג"ל - מרכז ידע גליל עליון בע"מ			
Ecology and liminology water research	uri@migal.org.il	04-6953596	יעקב ארזי
המכון למחקר ביולוגי בישראל			
Biology, medicinal chemistry and environmental sciences	mambi@iibr.gov.il	08-9381656	אביגדור שפרמן
רותם B90			
Environmental control, agriculture	park@rotemi.co.il	08-6567608	

תחום עיסוק	מייל	טלפון	איש קשר
המכון הגאולוגי			
	ittai.gavrieli@gsi.gov.il	02-5314220	ד"ר איתי גבריאלי

8 סיכום והמלצות להמשך

הטיפול במים ובשפכים בסקטור התעשייתי הגלובלי מציב אתגרים רבים כיום בפני תעשיית המים. התיעוש הולך וגדל, כמו גם המחסור העולמי במים, בנוסף, מתעצמת המודעות הסביבתית של הציבור בעולם, ובהתאמה, מתווספות רגולציות חדשות בתחום, ורגולציות קיימות מתהדקות ונאכפות ביתר שאת.

סקטורים תעשייתיים ידרשו לשיפורים משמעותיים בתהליך הייצור והטיפול במים ובשפכים ואף לשינויים פורצי דרך, על מנת להמשיך ולייצר באופן כלכלי תוך עמידה ברגולציות המחמירות ולהימנע מסנקציות וקנסות המוטלים על אלה שעוברים על החוקים והתקנות הרלוונטיים.

כל אלה הופכים את תהליך איתור האתגרים בסקטורים התעשייתיים ומיקודם, לחשוב לעין שיעור עבור תעשיית המים.

תעשיית המים הישראלית צברה ניסיון ביישום טכנולוגיות חדשניות ופורצות דרך, כמו גם ביישום ואינטגרציה של פתרונות Turn Key שלמים.

המחסור במים בישראל והניסיון שנצבר בתחומי ההתפלה, ההשבה והמחזור מתוך כורח ההתמודדות עם מחסור זה, אפשרו לתעשייה הישראלית לצבור ניסיון שנותן לה יתרון תחרותי בהרחבת הפעילות בשוק התעשייתי הגלובלי. במובן זה, גם תהליך המיפוי שנעשה כחלק מהפרויקט חשוב להכרת התעשייה ויכולותיה אל מול האתגרים שאותרו. על מנת להמשיך את תהליך קידום תעשיית המים הישראלית בשוק התעשייתי הגלובלי, אנו ממליצים על פעילות בכמה מישורים:

(1) מינוף מול התעשייה הפוטנציאלית בעולם – כלומר, המשך איתור לקוחות רלוונטיים בחו"ל, בשיתוף עם מכון הייצוא ומערך הנספחים הכלכליים הישראלית במדינות העולם, וקישור בין נציגי לקוחות אלה לנציגי התעשייה באמצעות ארגון פגישות וביקורים בארץ או בחו"ל, משלחות בנושאים רלוונטיים וכמובן – באמצעות תכנון חשיפה מתאימה לנושא בתערוכת watec 2013.

(2) המשך איסוף מידע ועדכון האתגרים הרלוונטיים ביותר שאותרו בסקטורים השונים – מאפשר העמקה בחלק מהאתגרים וכן התעדכנות שוטפת בשינויים הנגזרים מרגולציות חדשות בתחום.

(3) הרחבת הסקירה בסקטורים הקיימים (סגמנטים נוספים בחלק מהסקטורים, למשל Tight Sands בנפט וגז, התמקדות במכרות זהב במכרות, ביוטכנולוגיה בייצור תרופות, מבשלות ויקבים במזון ועוד), סקירה של סקטורים נוספים וחשובים (בראשם ייצור אנרגיה, נייר וטקסטיל).

המשך מתן סמינרים לתעשייה הסוקרים את הסקטורים השונים והאתגרים במטרה להביא את פירות העבודה לדיון וסיעור מוחות.

(4) המשך מיפוי התעשייה הישראלית – מיפוי יכולות מול היעדים, כולל פגישות עם חברות ספציפיות שיאפשרו דיון משותף עם כל חברה, דיון שעשוי לפתוח בפניה רעיונות לתחומי התרחבות חדשים.

(5) חיבור ויצירת שיתופי פעולה בין חברות ישראליות שיש להן חלק מהפתרון לבין חברות שיש להן טכנולוגיה חדשנית.

(6) הקשר מים-אנרגיה: בחינת נושא הפקת המים, עלות האנרגיה להפקה זו וצריכת האנרגיה בכל פתרונות המים – ומכאן – חסכון באנרגיה בטיפול במים.

7) אנו רואים בקלסטר המים במוסד נאמן יחידה מקצועית, שתפקידה לתמוך במאמציהם של ניו-טק, מכון הייצוא ותעשיית המים בחדירה לשווקים הגלובליים.

¹ שירי פרוינד קורן, ד"ר גלעד פורטונה, הפקת גז ונפט בראי אתגרים גלובליים לתעשיות המים, מוסד שמואל נאמן

למחקר מדיניות לאומית ו-Israel NewTech, דצמבר 2011

² שירי פרוינד קורן, ד"ר גלעד פורטונה, כריית מחצבים בראי אתגרים גלובליים לתעשיות המים, מוסד שמואל נאמן

למחקר מדיניות לאומית ו-Israel NewTech, מרץ 2012

³ שירי פרוינד קורן, ד"ר גלעד פורטונה, ייצור תרופות בראי אתגרים גלובליים לתעשיות המים, מוסד שמואל נאמן

למחקר מדיניות לאומית ו-Israel NewTech, מאי 2012

⁴ שירי פרוינד קורן, ד"ר גלעד פורטונה, תעשיית המזון בראי אתגרים גלובליים לתעשיות המים, מוסד שמואל נאמן

למחקר מדיניות לאומית ו-Israel NewTech, אוקטובר 2012

⁵ שירי פרוינד קורן, ד"ר גלעד פורטונה, תעשיית המיקרואלקטרוניקה בראי אתגרים גלובליים לתעשיות המים, מוסד

שמואל נאמן למחקר מדיניות לאומית ו-Israel NewTech, אוגוסט 2013

⁶ שירי פרוינד קורן, ד"ר גלעד פורטונה, תעשיית המתכת בראי אתגרים גלובליים לתעשיות המים, מוסד שמואל נאמן

למחקר מדיניות לאומית ו-Israel NewTech, נובמבר 2013

⁷ 2009, Water Resources Group, Charting Our Water Future 2030

⁸ Shirley Morgan-Knot, Jolie Hudson, Hubert Jeaneau, "Water Risks to Business", *UBS Investment Business*, April 2011.

⁹ www.tamas.gov.il/CmsTamat/Rsrc/Water2/Odot.html

¹⁰ Penny Prasad, Robert Pagan, Michael Kauter and Nicole Price – The UNEP Working Group for Cleaner Production in the Food Industry: Eco-efficiency for the Dairy Processing Industry, AUG 2004