

בחינת הפעלה מבוקרת של "מתקני מי קיץ" לצורך צמצום זיהום מקורות הים והנחלים מ"גשם ראשון"

ד"ר יובל ארבל, סמנכ"ל ים וקשרי ממשל
בעמותת צלול, הידרולוג.

רויטל ג'זאה לבנת, מהנדסת מים,
יועצת בתחום ניהול תשתיות זורמות



במימון
האיחוד האירופי



האם תחנות/מתקני מי קיץ, שמהותן להסיט את הזרימות בחודשי הקיץ מהניקוז למערכת הביוב, יכולות לשמש לקליטת נגר עירוני מזהם ב"גשם הראשון"?

*עבודה זו לא תעסוק בבחינת נגר החודר למערכת הביוב
באופן בלתי מבוקר וגורם לעומסים ולגלישות.



חוף ירושלים

ההגדרה לנגר מ"גשם ראשון" - First Flush



משך הזמן שבו מוגדר
הנגר הראשוני - קצר
מאוד, יכול להיות דקות
ולרוב עד שעה.



נגר שנוצר אחרי אירוע
גשם שהופיע לאחר
מספר שבועות ללא
משקעים.



נגר שנוצר אחרי אירוע
הגשם הראשון לאחר
תקופת הקיץ היבשה,
היורה*.

מה נמצא בנגר הראשון?



חלקיקי צמיגים

פסולת מגוונת
(בקבוקים/ בע"ח)

תשטיפי כבישים
ומדרכות

שאריות דלקים

שמן מינרלי

פסולת פלסטיק
ומיקרו פלסטיק

וכל מה שעובר דרך
קולטני הניקוז או
דרך מכסי הניקוז
הפתוחים.

אבק, אבנים, חול

שאריות מזרימות
שנותרו בתשתית
הניקוז

מהם מתקני מי קיץ?

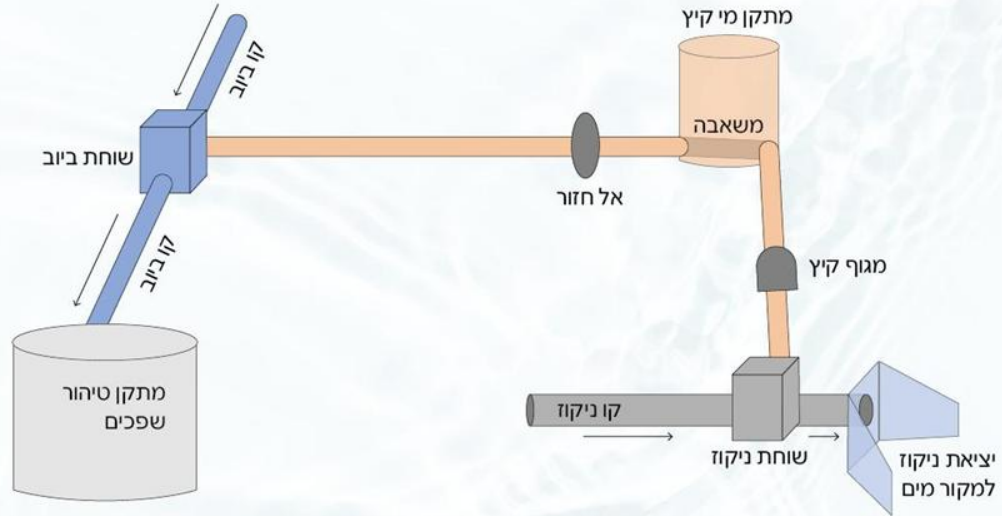
תחנות מי קיץ בארץ:

ת"א(כ-20 תחנות), נתניה,
חיפה, רמת גן, רחובות, לוד,
רעננה, אור יהודה ואשקלון
ואף בנחל ציפורי ונחל סעדיה
לטובת צמצום הזיהום בנחל.

תחנת מי קיץ בנחל סעדיה, 2025



מתקן הממוקם בסמוך למובל ניקוז ושנועד לתפוס את הזרימות שבו בתקופת הקיץ בכדי למנוע את הגעתן לים ולחופים, לנחלים, למי תהום. ולהפנותן למתקן יעודי לטיפול בשפכים.



מתוך המדיניות המשרד לצמצום ומניעת זיהום מקורות מים ממי קיץ

תהליך העבודה והשותפים בדרך



השותפים לחשיבה לאורך התהליך:

המשרד להגנ"ס, רשות המים, פלגי מים, מתפעלי מט"ש ות"ש, יזמים של טכנולוגיות לטיפול בנגר, מחלקת ניקוז בעיריות.

ספיקות נגר ראשון (First Flush)

הספיקות משתנות באופן דרמטי ותלויות ב:
עוצמות הגשם, שטח אגן הניקוז, הימצאות של תשתיות
ניקוז, אורך הצנרת, % השטח המחלחל, סוג הקרקע ועוד.

חישוב הספיקה לתכנון - מחשבת את ספיקות במוצא
מובל הניקוז(כדוגמת נוסחת Kirpich) - שלוקחת בחשבון
גם את תדירות המשקעים(אחת ל- x שנים, מקדם נגר,
זמן ריכוז.

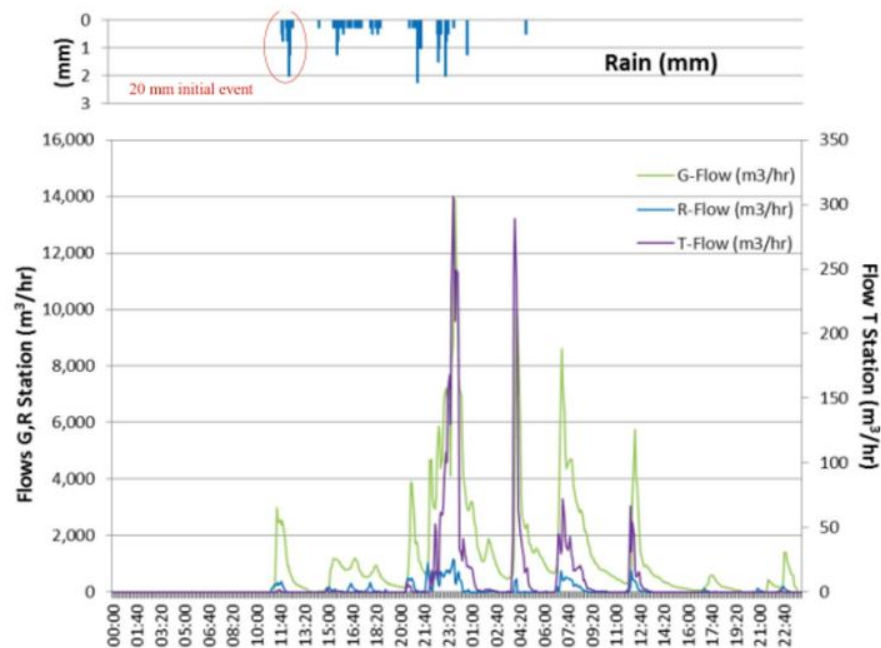
ספיקות נגר ראשון - דוגמא מכפר סבא 2016

שטח: 2,800 דונם.
משקעים: 10 מ"מ/שעה (במשך
כשעתיים ירד 20 מ"מ)
שימושי הקרקע: כ- ½ משמש
למגורים, כ- ⅓ שטח פתוח,
השאר כביש ותעשייה קלה.
כמות הנגר הכוללת בשעתיים:
8000 מ"ק.
כמות נגר בשעה הראשונה:
4,000 קוב" (1.1 קוב/שניה)



מתוך מחקר של ערים רגישות מים בישראל

ספיקות נגר ראשון - דוגמא מכפר סבא 2016



איור 14: הידרוגרף הגשם הראשון ב-1-2 לדצמבר 2016

מתוך מחקר של ערים רגישות מים בישראל

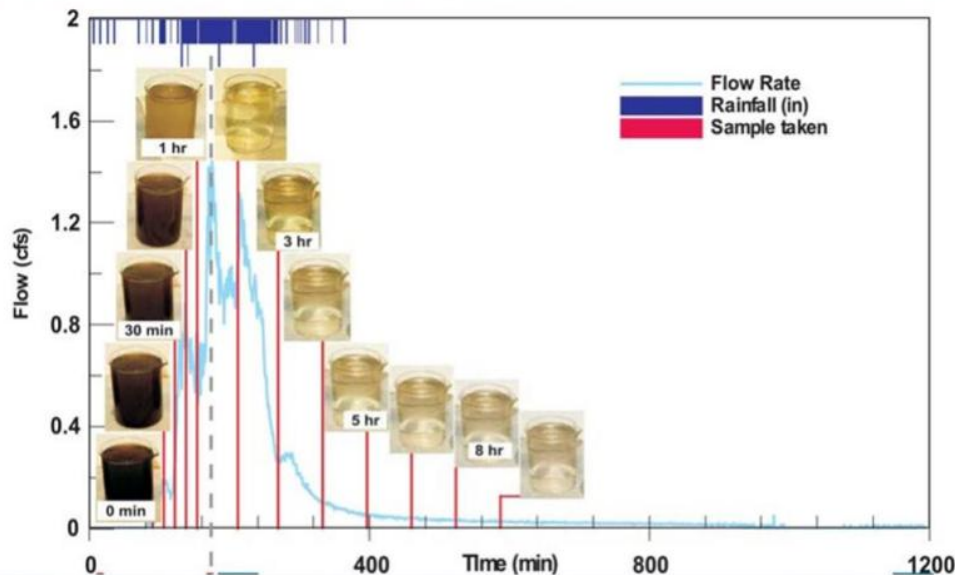
ספיקות נגר ראשון - מסקנות:

מסקנות:

- מדובר לרוב בספיקות גבוהות.
- נפח הבור בתחנות מי קיץ הוא כ- 10 מ"ק והספיקה של המשאבות כ- 50 מק"ש.
- נפח הבור בתחנת מי קיץ קטן מדי לקלוט כמות נגר ראשון בכמות שתהיה משמעותית

האם ניתן
לאגום את
הנגר הראשון
בכמות שתהיה
משמעותית?

מזהמים ועומסים בנגר ראשון



מתוך מחקר של אגף איכה"ס במשרד התחבורה של קליפורניה (2005)

- הנגר הראשון מכיל כאמור מזהמים שונים שנשטפים בגשם.
- במחקרים שנעשו הזיהום גבוה בהתחלה וכעבור זמן קצר יש שיפור משמעותי באיכות.

מחקר שבוצע עבור נגר ראשון מתשתית של כבישים

מזהמים ועומסים בנגר ראשון - 3 סוגים



מזהמים "כימיים"

TSS, מתכות,
שמנים, תרכובות חנקן
זרחן גופרית, תרכובות
דשן, תרכובות חומרי
הדברה וכיוצ"ב.



מזהמים מיקרוביאליים

(חיידקים)



פסולת מוצקה

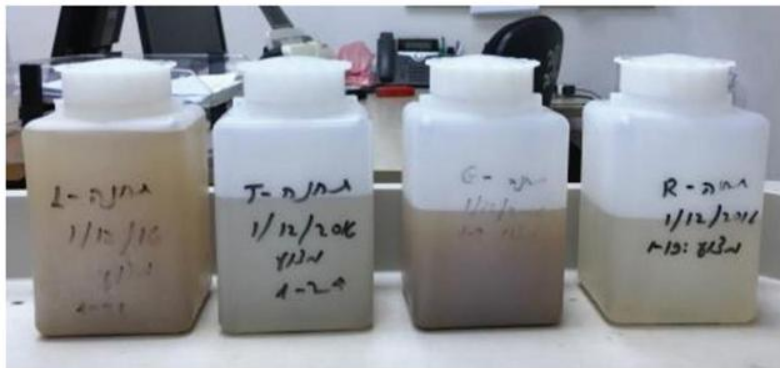
בקבוקים, אריזות, בע"ח,
חלקיקי גומי, אבנים חול
ואבק

מזהמים ועומסים בנגר ראשון - מזהמים "כימיים" בכפר סבא.

- משתנים לפי סוג השימושים באגן - כביש/תעשייה/מגורים.
- משתנים לאורך זמן- הריכוז קטן עם זמן

תצפית על בקבוק המיצוץ (EMC) של מי הנגר מארבעת האגנים כפי שנאספו בגשם הראשון (איור 17)

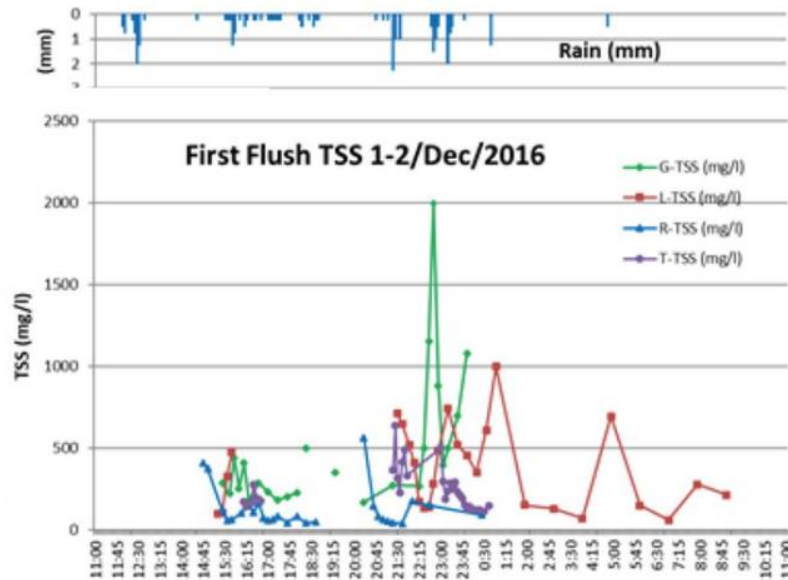
- אגן ניקוז ראשי G דונם 2,785
- תת-אגן מגורים R דונם 173
- תת-אגן תעשייה זעירה L דונם 192
- תת-אגן כביש T דונם 5.8
- תחנת דיגום/ניטור במוצא האגנים



איור 17: מי הנגר מהגשם הראשון עבור כל אחד מהאגנים המנותרים

מתוך מחקר שבוצע במרכז לערים רגישות מים בישראל

מזהמים ועומסים בנגר ראשון - TSS

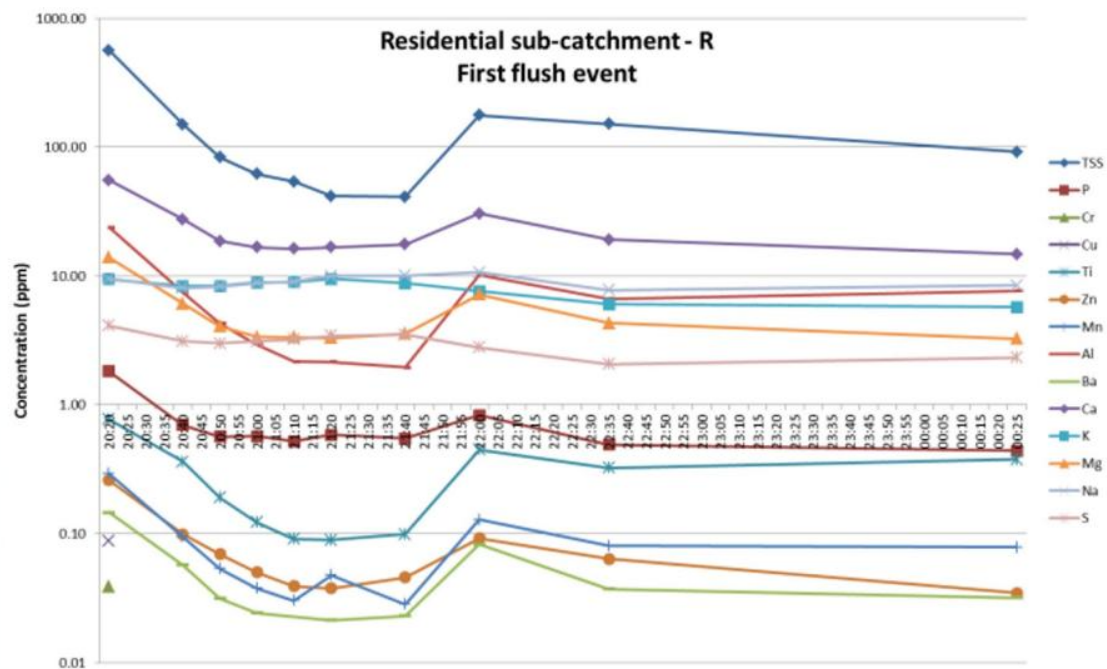


- ערך ה-TSS נדגם באופן רציף לאורך מספר אירועי הגשם.
- ריכוז TSS נובע ממוצקים מרחפים, סדימנטים חול ואבק ובמה ש"נצמד" אליהם.

מתוך מחקר שבוצע במרכז לערים רגישות מים בישראל

מזהמים ועומסים בנגר ראשון

הפרמטרים המוצגים
נמדדו החל מאירוע
הגשם "השלישי"



מתוך מחקר שבוצע במרכז לערים רגישות מים בישראל

מזהמים ועומסים בנגר ראשון - מסקנות

- ריכוז המזהמים גבוה בתחילת האירוע ויורד עם הזמן
- מטחי גשם נוספים יכולים לגרום שוב לעליה של ריכוז המזהמים
- עומס המזהמים של הנגר הראשון - ייבחן כתלות בספיקה ובריכוז

האם ניתן להסיט את המזהמים מהנגר ראשון?



שילוב של מספר נושאים:

- האם העומסים שנרצה להסיט עלולות להזיק לתהליך במט"ש?
- האם ניתן להסיט ספיקות גבוהות?
- מה נפח האיגום הדרוש?
- מה העלויות למערכת איגום?

האם ניתן להסיט את המזהמים מהנגר ראשון? עומסים וספיקות

- עומסים- נבדוק השפעת העומס של הזרמת נגר מבוקרת על המט"ש.
- נבחן ההיתכנות לאיגום במכל בנפח 500 מ"ק - כולל תפעול ועלויות.

השפעת העומסים מנגר הראשון על המט"ש

דוגמאות | ההנחה: הזרמה מבוקרת בספיקה של 50 מק"י

Oil & Grease	CU	AI	AI	TSS	פרמטר תיאור	
תשטיפי כבישים ותעשיה	צמיגים ובלמים, מקור תעשייתי	חומרי בניין, פת, קירוי, נצמד לחלקיקי אבק		מוצקים מרחפים ממקורות שונים	מקור לערך שנמדד	
נחל הירקון	G* אגן ראשי	אשדוד אזור תעשיה	אגן ראשי G	G אגן ראשי	מיקום הדוגמא	
0.1**	0.16	4.5	165	500	PPM ריכוז	1
50	50	50	50	50	נפח ההזרמה (ביום/קוב)	2
0.005	0.008	0.225	8.25	25	עומס הנגר הראשון ק"ג/ביום	3
3,000				46,000	עומס יומי במט"ש (בינוני) חיפה ק"ג/ביום	4
	2.8	83.5	83.5		עומס יומי במט"ש (בינוני) נתניה ק"ג/ביום	5
				180,000K	עומס יומי בשפד"ן ק"ג/ביום	6
				4,900	עומס יומי במט"ש (קטן) רהט ק"ג/ביום	7

השפעת העומסים מנגר הראשון על מט"ש מסקנות

- עבור הפרמטרים שנבדקו, העומסים הצפויים בהזרמה של 50 מ"ק/יום לא צפויים להשפיע על התהליך.
- גם עבור 100 מ"ק ביום, עם העומסים הנ"ל לא תהיה השפעה משמעותית על מט"שים.

*ניתן להמשיך לבדוק פרמטרים נוספים ובהתאם לבדיקות ולדיגומים שיבוצעו לחשב העומסים.

מערכת איגום לקליטת נגר ראשוני מזהם תיאור המערכת



חברת אברות תעשיות בע"מ

- **מיקום** - מכל האיגום ימוקם בסמוך למובל הניקוז
- **שטח תפעולי** - המיכל יהיה מוטמן ועם פתחי בקרה.
- **נפח המיכל** - 500 מ"ק

מערכת איגום לקליטת נגר ראשוני מזהם תפעול המערכת

שלב א' - מילוי

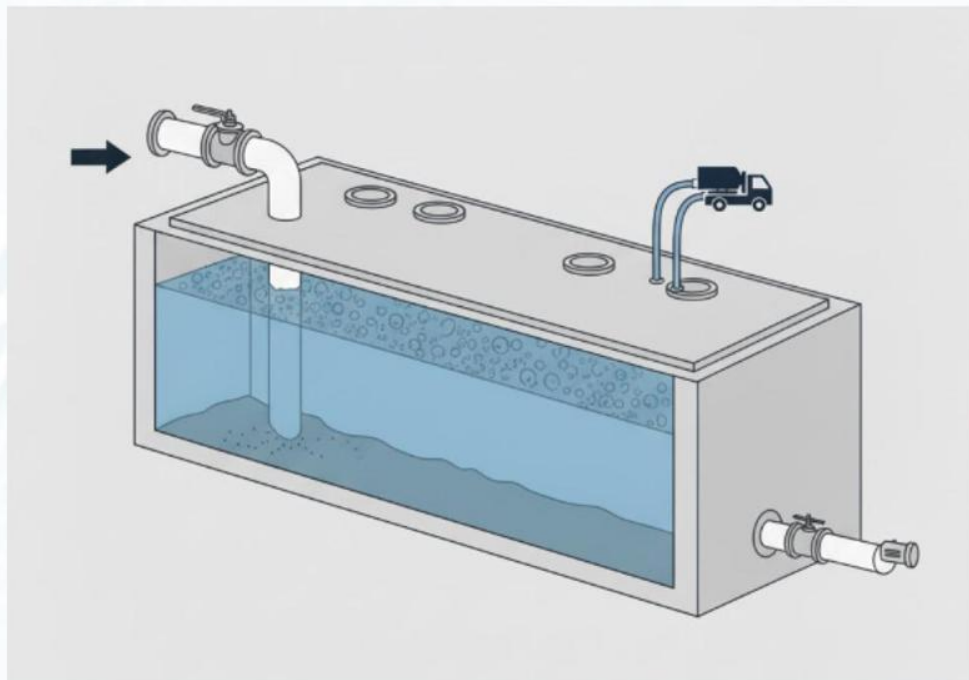
- **מגוף פתוח (NO)** - לאחר שהמכל מתמלא ניתנת פקודה לסגור המגוף
- **בקרה** - ניתן בהתאם למפלס ו/או ערך עכירות או מוליכות שיורדת

מערכת איגום לקליטת נגר ראשוני מזהם תפעול המערכת

שלב ב' - הפרדת פאזות

מאפשרים למשקעים לשקוע
ולשמנים והצופת לצוף.

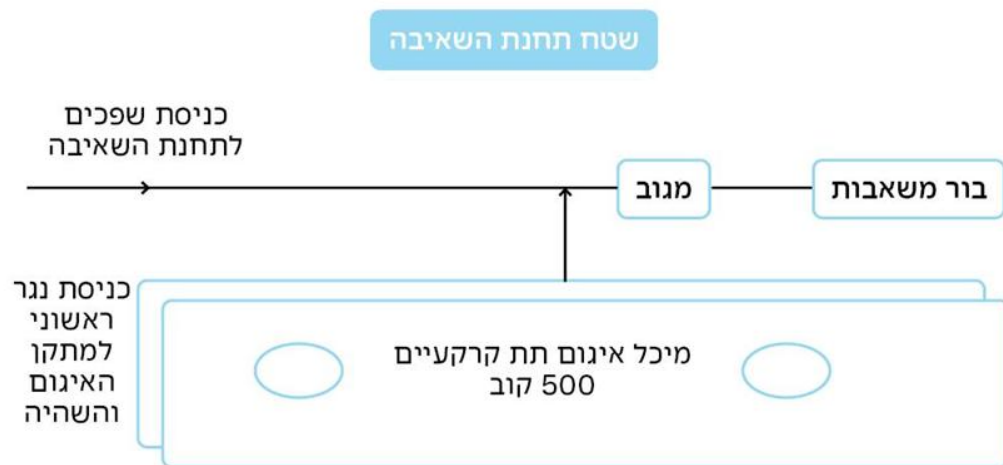
שואבים המשקעים והצופת
באמצעות ביובית ומפנים לאתר
מורשה.



מערכת איגום לקליטת נגר ראשוני מזהם תפעול המערכת

שלב ג' - סילוק מבוקר למערכת הביוב

בתיאום עם המט"ש
ובהתאם לאישור כמות
הזרמה.



עלויות

*העלות הכוללת
משקפת הערכה
כללית ויכולה
להשתנות בהתאם
למאפייני השטח,
לרבות עומק
התשתיות

רכיב	כמות / נפח	עלות משוערת (ש"ח ללא מע"מ)
מכלי איסוף (כולל הובלה)	250 × 2 מ"ק (סה"כ 500 מ"ק)	500,000
תכנון והתקנה של המכלים*	–	250,000
התקנת משאבות, מגופים ומערכת בקרה	–	150,000
בצ"מ (20%) בלתי צפוי מראש	–	180,000
סה"כ אומדן משוער	–	1,080,000

מסקנות והמלצות

- **היתכנות כלכלית** - קיימת היתכנות
- **כמות הזיהום המסולקת** - הסרת הזיהום מנגר ראשון בנפח של 500 קוב היינה משמעותית.
- **עומסים על המט"ש** - האיגום מאפשר הזרמה מבוקרת והדרגתית למט"ש שלא תסכן את התהליך.
- **תפעול** - פשוט ועם מערכת בקרה. השאיבה עי" ביובית כמספר אירועי הגשם בשנה.
- **תועלות** - יכול לשמש גם בזמן תקלות אחרות לסילוק מזהמים במובלי הניקוז(ביוב/עקר/שפכים תעשייתיים).

אתגרים

• **מיקום אידיאלי:** מתאים לספיקות, הימצאות תשתית ביוב מתאימה, אגן עם פוטנציאל זיהום משמעותי.

לדוגמא בתתי אגן באזורים עם פוטנציאל זיהום כמו חלוצי התעשייה בחיפה

יישום

- החלטה של ראש עיר/מועצה שמעוניין להקטין הזיהום מגשם ראשון
- אימוץ הרעיון בשלבי תכנון קיימים של תחנות מי קיץ ותחנות שאיבה לביוב

- הוצאת קולות קוראים ושותפויות של הגופים המעורבים
- הוספת מחקרים לאנליזות וספיקות של נגר ראשון

רעיון לאזור עם פוטנציאל לתפיסת נגר ראשון בחוף פולג נתניה.
יש תחנת שאיבה, נגר משכונה, נחל שבמקרה זיהום ניתן גם להפנות אליו מאות קובים.



תודה!

רויטל ג'זואה לבנת 0544910435

water@revitaleng.com

[LinkedIn:Revital Gesua Livnat](#)

