



→ SURFACE FINISHING

& ENVIRONMENTAL SOLUTIONS

עבודה במשק מים סגור לביוב

Zero Liquid Discharge

בקווי ציפוי וגימור

הצגת מקרי בוחן

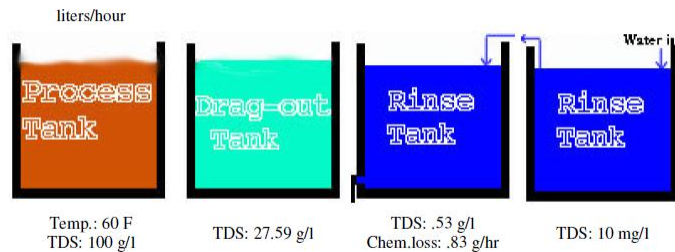
קווי ציפוי וגימור – מדוע לעבוד במשק מים סגור לביוב?

- ספיקות קטנות יחסית.
- הרכב שפכים שהטיפול בו יקר מלכתחילה.
- ריכוזי מלחים גבוהים לא מאפשרים הזרמה לביוב במקרים רבים.
- איכות מי תהליך נדרשת גבוהה ממילא.
- לחץ מתמשך של הרשויות על סקטור זה.



קווי ציפוי וגימור – מבט כללי

- "גושי שטיפות" – בהתאם לתמיסות התהליך.
- איכות המים בכל גוש שטיפות נקבעת לפי התהליך הקודם והתהליך הבא.
- משטרי שטיפה מקובלים:



- שטיפה זורמת: קסקדה (כפולה, משולשת).
- שטיפה עומדת (מלכודת).
- שטיפה מסוחררת – דרך עמודות שרפים.
- התזה – מעל אמבט התהליך או מעל אמבט השטיפה.

עקרונות מפתח בתכנון "ZLD" לקו גימור

- **התאמת משטר שטיפות אופטימלי:**

- חיסכון במים (שטיפות רב שלביות, פיצוי איוד, שימוש במלכודות).
- צמצום ובידוד מזהמים בעיתיים.

- **הפרדת זרמים:**

- הפרדה בין שטיפות מרוכזות ושטיפות נקיות.
- הפרדה על בסיס מזהמים שדורשים טיפול מיוחד (כרומאטים, ציאנידים, אורגנים).

- **שילוב טכנולוגיות:**

- מיחזור מקומי של שטיפות נקיות, באמצעות שרפים או אוסמוזה.
- טיפול קדם לזרמים בעייתיים.
- מיחזור השטיפות המרוכזות או ה Bleed – לרוב באיוד.

הקמת קו חדש לעומת שדרוג קו קיים

- **אילוצי מקום:**

הוספת אמבטיות, החלפת אמבטיות (חומרי מבנה, התאמות לציוד), הפרדת שטיפות.

- **אילוצים של מהלך מוט:**

מהלך ארוך מדי, טפטופים מעל שטיפות ומעל תהליכים, בקווים לא אוטומטיים נדרשת משמעת מהמפעיל.

- **סביבת עבודה:**

הפרדת ניקוזים והזנות, התקנת מערכות פיצוי מים, התקנת בקרות (גובה, ספיקה, מוליכות), התקנת מערכות צמוד לקו (עמודות, פילטרים).

פתרונות שטיפה להקטנת סחף וחיסכון במים

- איחוד שטיפות של תהליכים שונים – כדי לאפשר שימוש בשטיפה רבת שלבים, לצמצום כמות המים.
- שימוש במלכודות נפרדות ו/או התזה מקדימה לפני שטיפה משותפת - כדי למנוע זיהום צולב.
- Eco-Rinse – כניסה למלכודת פעמיים: לפני אמבט התהליך ואחריו (הקטנה של הסחף בקרוב ל 50%).

פתרונות מיחזור לקווי גימור

- מיחזור מקומי של שטיפות "נקיות" – באמצעות עמודות שרפים ("חד פעמי" או "רב פעמי").



- מיחזור שטיפות נקיות יחסית באמצעות RO.

- טיפול פיזיקו-כימי ושימוש חוזר במים - תוך הקזה ורענון של אחוז קטן של המים למניעת הצטברות מלחים (BLEED): מתאים לזרמים שמכילים בעיקר מוצקים או מתכות.



- מיחזור מקומי של אמבטי קלינר – באמצעות סופחי שמן או UF.

- איוד של השטיפות שלא ניתן למחזר בצורה אחרת, כולל רכז רענון של

העמודות ומי ההקזה של הזרמים הממוחזרים.



מקרה לדוגמא: מולטילוק יבנה

רקע


- קו ציפוי אוטומטי: ניקל, כרום ונחושת – על גבי מז"ק, פליז ופלדות.
- קו ידני לציפויים מיוחדים (כסף, זהב, כרום).
- מחלקת ויברציה.
- הנחייה של חברת האם (Assa-Habloy) להקים את כל המערך במתכונת סגורה לביוב.
- הקמה: 2006

מולטילוק יבנה – קו הציפויים

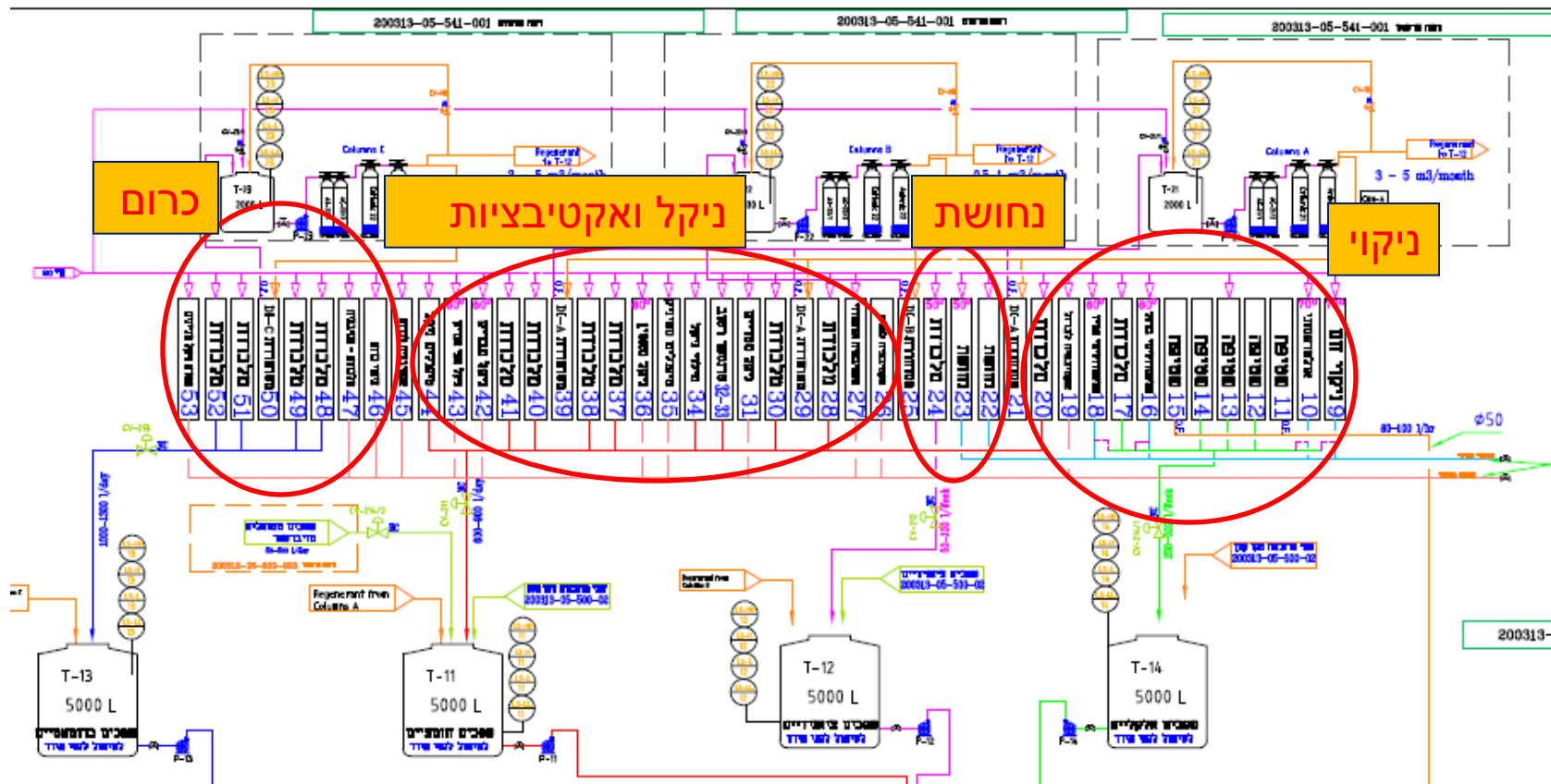


מולטילוק יבנה

עקרונות התכנון


- תכנון משטר השטיפות כחלק מתכנון הקו, כולל מאזן מים מלא וסימולציות לאופטימיזציה של צריכת המים.

- שימוש במי RO ומים ממוחזרים בלבד – להקטנת עומס מלחים ממי הרשת.
- הקטנת צריכת המים ביותר מ 90% - מכ 30 מק"י בשימוש בשטיפות קסקדיות רגילות, לפחות מ 2 מק"י.
- הפרדת זרמים:
 - הפרדה לגושי שטיפות – למניעת זיהומים צולבים.
 - בכל גוש – הפרדה לשטיפות נקיות ושטיפות מרוכזות.

מולטילוק יבנה



מולטילוק יבנה

עקרונות התכנון של מערך מיחזור המים

- מזעור ספיקת שטיפות באזור הקלינרים – עפ"י סימולציה בשלב התכנון, ושימוש בקסקדה משולשת כפולה.
- פיצוי אוטומטי על הפסדי אידוי באזור הקלינרים.
- בגושי הציפוי וההכנה: שימוש במלכודת (אחת או שתיים, בהתאם לעומס) –
 ושטיפה מסוחררת על שרפים.
- השרפים מרועננים במקום (3 מערכות: ציאנידית, כרומאטית, חומצית).

מולטילוק יבנה

עקרונות התכנון של מערך מיחזור המים (המשך)

- רכז הרענון והמלכודות נאגרים, בהפרדה לציאנידים, כרומאטים, חומצי, אלקלי, ועוברים טיפול קדם מנתי.
- הבוצה מהטיפול המנתי (מכילה את המתכות הכבדות והמוצקים) – למיצוק בפילטרפרס.
- הקולחין (מכילים מלחים) – עוברים לאיוד.
- תזקיק המאייד עובר לאגירה וחוזר לקו כמי תהליך (מוליכות נמוכה מ 30 מיקרוסימנס).
- הרכז מפונה לאתר סילוק – כ 100-200 ליטר ליממה.



מולטילוק יבנה

לקחים מ – 8 שנות הפעלה

- שימוש בשטיפות ממוחזרות אחרי ניקל – גרם (ככל הנראה) לבעיות איכות. הבעיה נפתרה ע"י שימוש במי רשת – שעוברים ישירות לאיוד.
- צריכת המים בקו תואמת בצורה טובה מאוד את הסימולציות וההערכות שבוצעו בשלב התכנון.
- המערכת יציבה, אמינה וקלה לתפעול (המתקן כולו מתופעל ע"י ½ משרת עובד).



מקרה לדוגמא: קו אנודיזציה כרומית (תעופה)

- קו אוטומטי: אנודיזציה כרומית – כולל תהליכי הכנה וגימור.
- הנחייה של הלקוח להקים את הקו במתכונת סגורה לביוב.
- שנת הקמה: 2007

קו אנודיזציה כרומית טכנולוגית להבים

עקרונות התכנון

- תכנון משטר השטיפות כחלק מתכנון הקו, כולל מאזן מים מלא וסימולציות לאופטימיזציה של צריכת המים.
- שימוש בקסקדת שטיפה משותפת לכל התהליכים – מגבלת מקום.
- שטיפה ראשונה בהתזה – כדי להקטין עומס על הקסקדה ולמנוע סכנה לזיהום צולב דרך השטיפות.
- שימוש במאייד בלבד – ללא טיפול קדם (למעט ניטרול pH) וללא שרפים.

קו אנודיזציה כרומית (תעופה)

מאפיינים נוספים

- התקנת אמצעים לצמצום סחף:



מגש מתחת לעגורן.

זמני טפטוף וטלטול.

התזה.

- שימוש במאייד מחומר מבנה מיוחד (Hastelloy-C) – עמיד לכרום שש ערכי.

מאפשר איוד ללא טיפול קדם.

- מערך הטיפול בשפכים ובאוויר הותקן כחלק מהקו – על גבי אותה מערכת בקרה.


מקרה לדוגמא: קו ניקוי כימי (תעופה)

- קו אוטומטי: תהליך חומצי ותהליך ניקוי אלקלי.
- הנחייה של הלקוח להקים את הקו במתכונת סגורה לביוב.
- דרישה לאיכות שטיפה אחרונה גבוהה במיוחד – מתחת ל 10 מיקרוסימנס.
- שנת הקמה – 2008.



קו ניקוי כימי (תעופה)

עקרונות התכנון

- תכנון משטר השטיפות כחלק מתכנון הקו, כולל מאזן מים מלא וסימולציות לאופטימיזציה של צריכת המים.
- אמצעים להקטנת סחף: מגש לעגורן, טלטול המטען. 
- מלכודת ECO-RINSE לכל תהליך, ואחריה קסקדת שטיפה משותפת בת 4 שטיפות.
- שימוש במאייד בלבד – ללא טיפול קדם (למעט ניטרול pH).
- מערכת שרפים לשטיפה האחרונה – להבטחת איכות המים (נובע בעיקר בשל הצורך לצמצם עוד יותר את ספיקות המים ביחס לתכנון – כדי לאפשר שימוש במאייד לקו נוסף).

מקרה לדוגמא: מפעל ציפויים

- מפעל ציפוי ותיק, עם 5 קווים.
- כולל אבץ, כרומאטים, ציאנידים, ניקל, השחרה, אנודיזציה.
- במפעל קיימת מערכת שרפים גדולה הממחזרת שטיפות אחרונות.
- המפעל החליט לסגור את המוצא לביוב.
- ספיקת השטיפות לטיפול – 15-25 מק"י.
- שנת הקמה – 2009.

מקרה לדוגמא: מפעל ציפויים

עקרונות התכנון



- ללא שינוי במשטר השטיפות (דרישת המפעל).

- שימוש במקסימום ציוד קיים במפעל.

- טיפול קדם לכרומאטים – רק להגנת חומר המבנה של המאייד (נדרש בריכוזי כרומאטי מעל 5 מג"ל).

- טיפול קדם לציאנידים – נדרש בשל בטיחות, כדי להוריד את עלויות פינוי הרכז, ולהבטחת איכות הדיסטילאט.



- שיקוע לפני האיווד – להרחקת מוצקים מרחפים.

- שימוש במאייד מסוג MVR, בקיבולת של 30 מק"י.

מקרה לדוגמא: מפעל ציפויים

לקחים מתקופת ההרצה

- למפעל כה מורכב, עם הרכב שפכים שמשתנה כל שעה, יש צורך בטיפול קדם רבוסטי ויעיל.
- רצוי להקפיד על נפח איזון לפני טיפול של לפחות יממה (במידת האפשר).
- הפעלת מפעל ציפויים שלם במתכונת של מיחזור מלא מחייבת תיאום מרכזי בין כל הקווים (צרכני המים ויצרני השפכים) ובין מתקן השפכים:
 - (1) הזרמת שפכים חריגים (תמיסות מרוכזות יחסית, תמיסות עם כימיה בעייתית, תמיסות עם תכונות פיזיקליות בעייתיות – קצף/מוצקים רבים וכד').
 - (2) הסדרת ספיקות והזרמות (בעיקר בהזרמות מנתיות).
 - (3) חלוקת המים בין הקווים.

סיכום

כלים עיקריים להשגת יעד ה ZLD:

- ✓ מניעה במקור: לצמצום כמויות המים וסחף המזהמים.
- ✓ מיחזור באמצעים "זולים": שרפים וממברנות (לשטיפות "נקיות"), טיפול פיזיקו-כימי (לתהליכים לא רגישים).
- ✓ שימוש במאיידים להשבת המים מתוך הזרמים המרוכזים יותר ולצמצום הפינויים.



→ SURFACE FINISHING

& ENVIRONMENTAL SOLUTIONS

תודה!

אופטימיזציה של שטיפות

Microsoft Excel - #6 אונד'יזצ'יה כרומאטית מונחה

התזה		שטיפה 1		שטיפה 2			
dragout	0.05 l/h	DragOut Factor	0.05 g/g				
נפח התזה	5 liter/wash		g/g	Dragout liter/hr			
מקדם יעילות התזה - נפח ריכוז התמיסה על החלקים אחרי התזה (%)	0.8	gigs Cleaner	1	0.05	dragout from 1st Rinse	0.2	l/h
התזה לפני התזה (גרמליט) ריכוז ממוצע כרומאט בטסיטה ראשונה [מ'גליט]	1.88	gigs Etching	1	0.05	Volume Rinse Bath	200	l
	0.5	gigs Anodize	1	0.05	water out	20	l/h
	8.67	gigs Sealing	1	0.05	dt	1	hours
	0.1	Volume Rinse Bath	200	liter			

	water in	5.00	liter/rinse	t [h]	ריכוז כרומאט [gr/l]	ריכוז כרומאט [ppm]	ריכוז סולפאט [gr/l]	ריכוז סולפאט [ppm]
water out	20		l/hr	0.0	0	0.00	-	0.00
ריכוז ממוצע מתחילת התזה על החלקים אחרי התזה				1.0	0.1	0.00		
				2.0	0.2	0.00		
				3.0	0.3	0.00		
				4.0	0.4	0.00		
				5.0	0.5	0.00		
				6.0	0.6	0.00		
dt	1		hours	7.0	0.7	0.00		
ריכוז כרומאט וסולפאט בטסיטה הראשונה [גרמליט]				8.0	0.8	0.00		
				9.0	0.9	0.00		
				10.0	1.0	0.00		
				11.0	1.1	0.00		
				12.0	1.2	0.00		
				13.0	0.0000360	0.04	0.00002	0.02
				14.0	0.0000391	0.04	0.00002	0.02
				15.0	0.0000421	0.04	0.00002	0.02
				16.0	0.0000449	0.04	0.00002	0.02
				17.0	0.0000477	0.05	0.00002	0.02
				18.0	0.0000503	0.05	0.00002	0.02
				19.0	0.0000527	0.05	0.00002	0.02
				20.0	0.0000551	0.06	0.00003	0.03



מערכות שרפים - מולטילוק



מגש טפטוף מתחת לעגורן



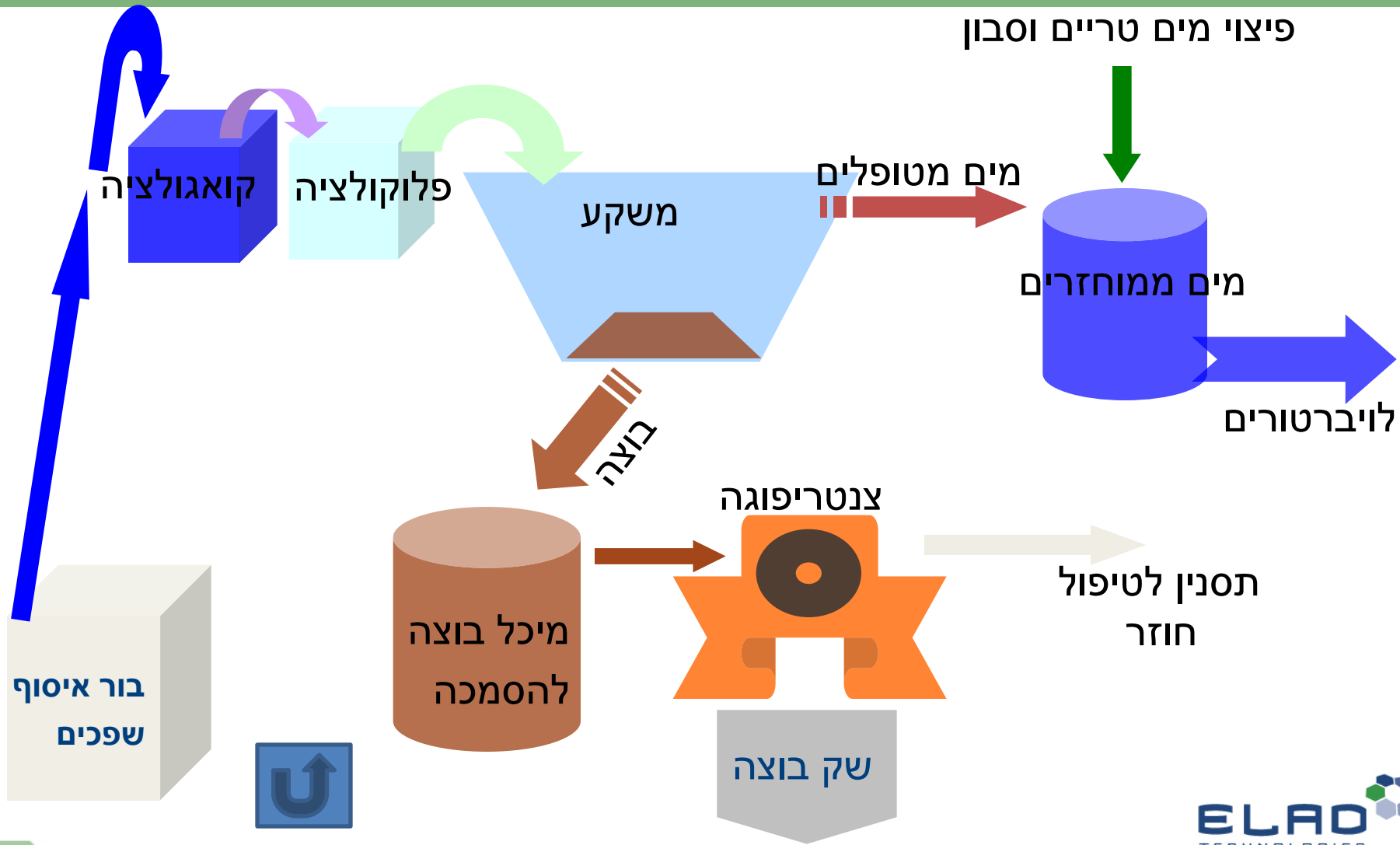
מפעל ציפויים – טיפול קדם לאיוד



מפעל ציפויים – מאייד MVR 30 מק"י



מיחזור שטיפות המכילות מוצקים



מאייד ואקום



Eco-Rinse

