



→ SURFACE FINISHING

& ENVIRONMENTAL SOLUTIONS

עבודה במשק מים סגור לביוב בקווי ציפוי וגימור

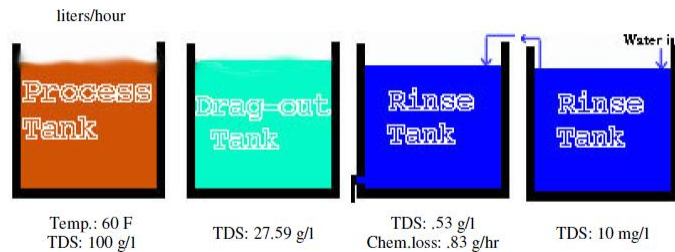
קווי ציפוי וגימור – מדוע לעבוד במשק מים סגור לביוב?

- 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.

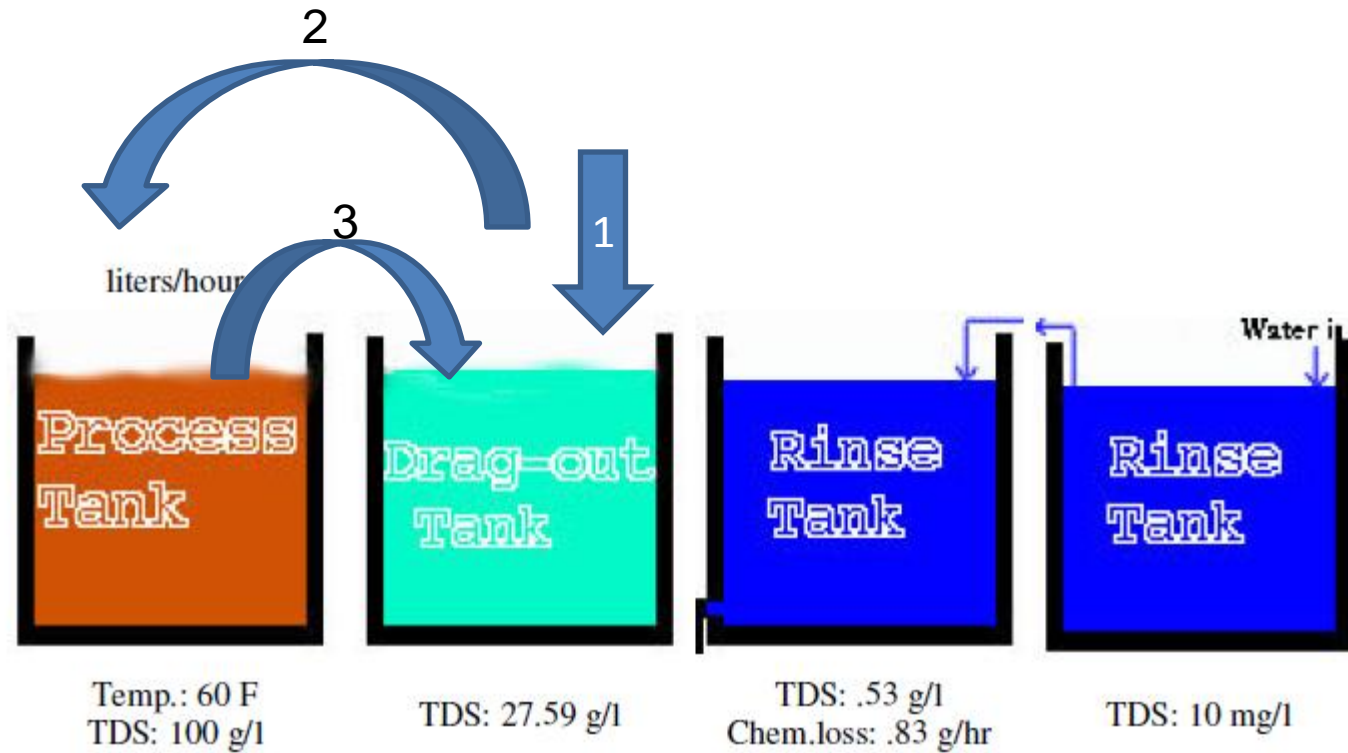
- **הפרדת זרמים:**

- 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.

Eco-Rinse



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.



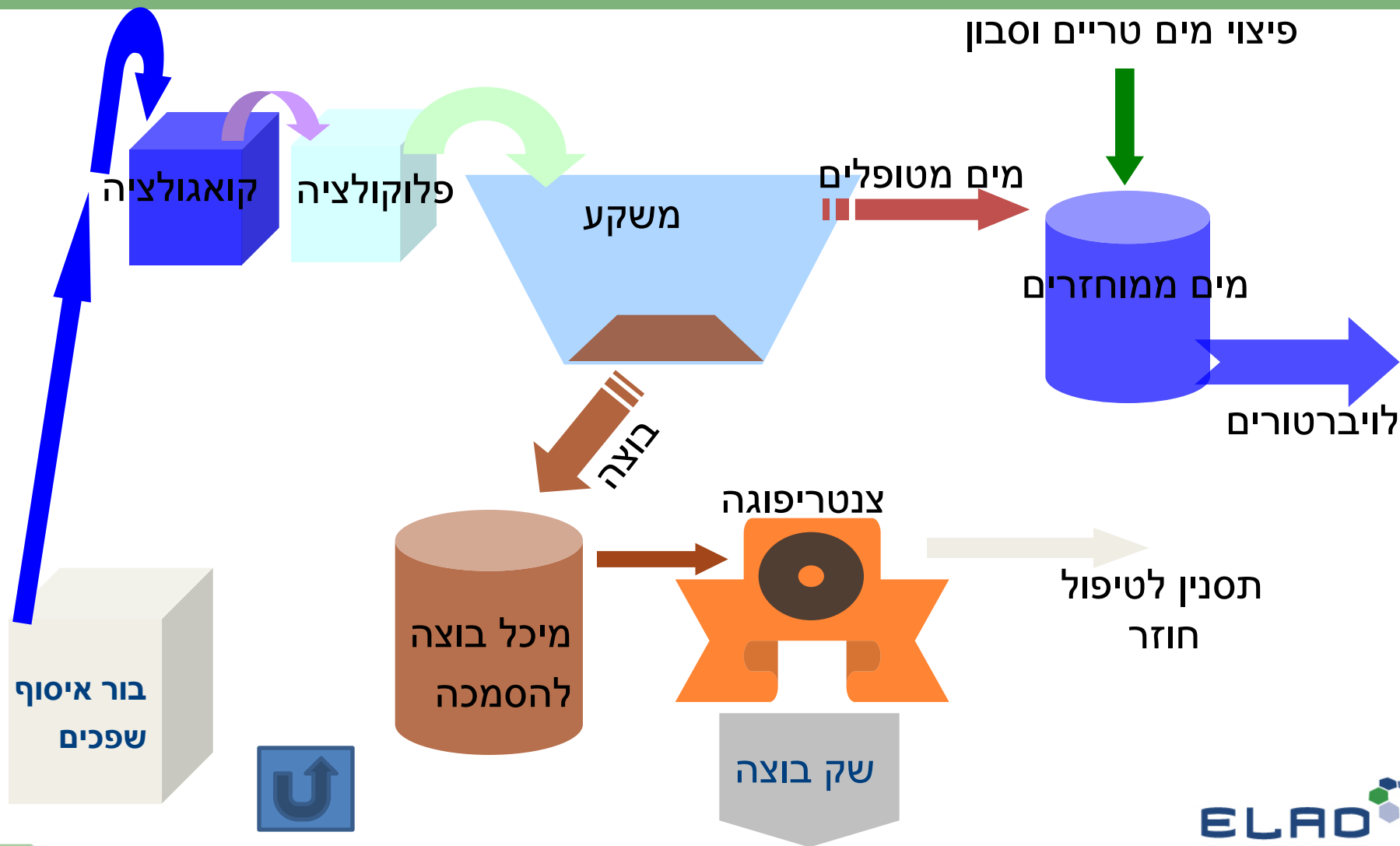
- מיחזור מקומי של אמבטי קלינר – באמצעות סופחי שמן או UF.

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

העמודות ומי ההקזה של הזרמים הממוחזרים.



מיחזור שטיפות המכילות מוצקים



מקרה לדוגמא: מפעל מנעולים

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 להקים את כל המערך במתכונת סגורה לביוב.
- הקמה: 2006

קו ציפוי מנעולים ב ZLD



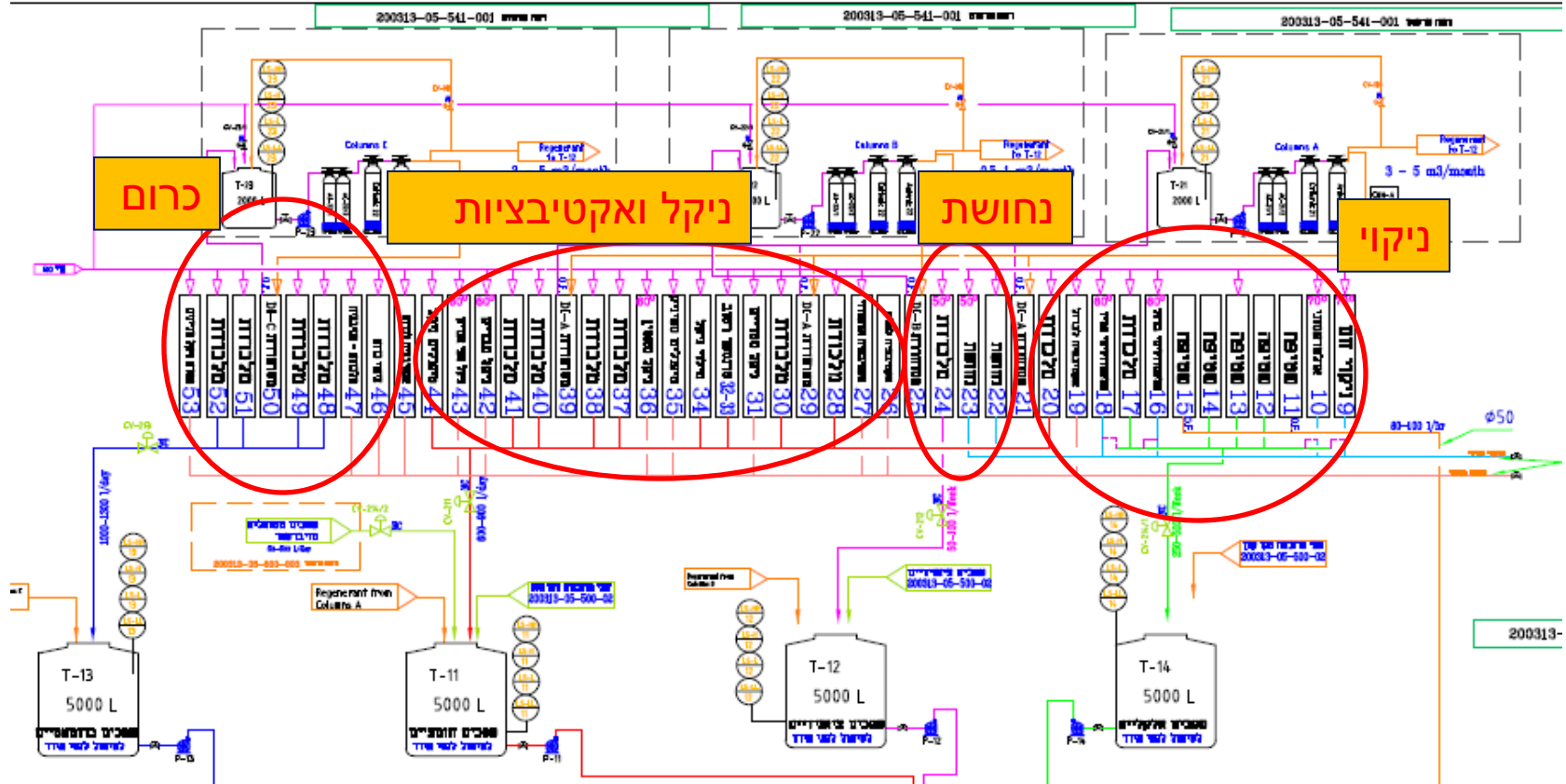
קו ציפוי מנעולים ב ZLD

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.



קו ציפוי מנעולים ב ZLD



קו ציפוי מנעולים ב ZLD

מערכות שרפים



קו ציפוי מנעולים ב ZLD

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).



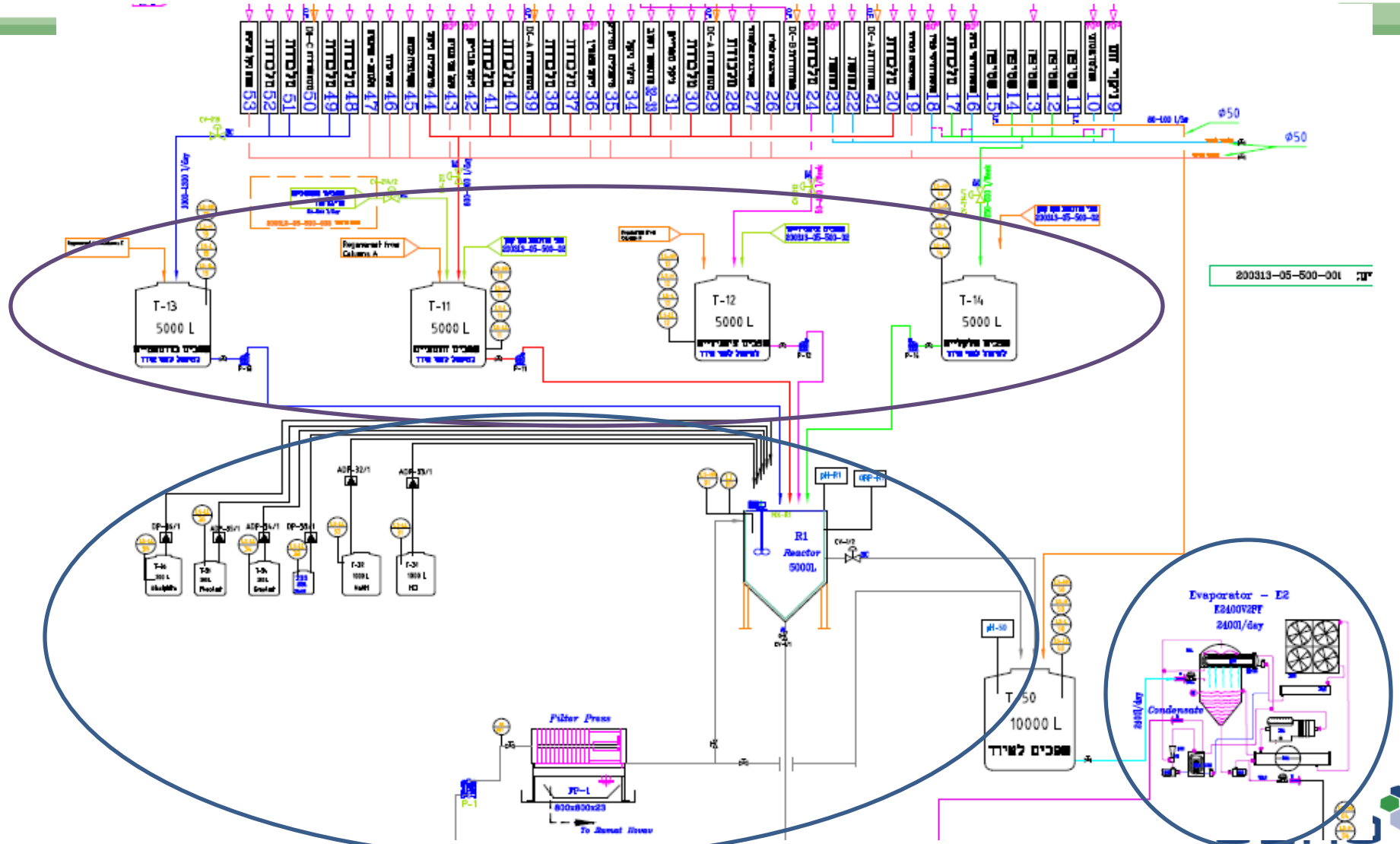
קו ציפוי מנעולים ב ZLD

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.



קו ציפוי מנעולים ב ZLD



קו ציפוי מנעולים ב ZLD

לקחים מ – 3 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

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

קו אנודיזציה כרומית

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

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.

מגש טפטוף מתחת לעגורן




מקרה לדוגמא: קו ניקוי כימי

- 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

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.

טיפול קדם לאיוד



מפעל ציפויים – מאייד MVR 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.

מאייד ואקום



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.

