

**סיור לימודי לתלמידי מוט"ל**

**מרכז מבקרים איגודן**

**מכון לטיהור מי שפכים**



פותח בטכניון, בפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה במסגרת המרכז הארצי למוט"ל,

יולי 2019

כתיבה: ד"ר רונית הרשקו-קלוסקה

יעוץ והגהה: ד"ר אורית הרשקוביץ

הנחייה וראש הפרויקט: פרופ' יהודית דורי

**תוכן עניינים -**

|  |  |
| --- | --- |
| **נושא** | **עמוד** |
| הקדמה ופרטי התקשרות | 3 |
| למורה- רציונאל והסבר | 4 |
| הנחיות מורחבות למורה ליישום של מבחר פעילויות | 6 |
| מערך פעילויות לפני הסיור | 8 |
| מערך פעילויות בסיור | 12 |
| מערך פעילויות לאחר הסיור | 13 |
| לתלמיד- מערך פעילויות לפני הסיור | 16 |
| מערך פעילויות בסיור | 20 |
| מערך פעילויות לאחר הסיור | 22 |
| מקורות | 23 |

**רשימת טבלאות**

|  |  |
| --- | --- |
| **שם טבלה** | **עמוד** |
| טבלה מספר 1: פעילויות הכנה, הנושאים בסיור אליהם הן קשורות רציונאל להפעלתן | 5 |

**הקדמה**

מערך הפעילויות המוצע בחוברת זו מבוסס על ההליך ההנדסי המתקיים באתר לטיהור מי שפכים  [איגודן](file:///C:\Users\Upstairs\Documents\ronit\יהודית%20דורי\מוטל\לאתר%20איגודן). <https://www.igudan.org.il>

בהתאם לתאוריה העוסקת בתכנון מיטבי של סיורים, מערך התכנון של הסיור המובא לפניכם מבוסס על שלושה שלבי לימוד התואמים את הסדר הכרונולוגי של הסיור:

* פעילויות פתיחה והכנה לפני הסיור
* הסיור עצמו
* פעילויות מסכמות לאחר הסיור

**פרטי התקשרות ומידע**

מרכז מבקרים של איגודן בשפד"ן - שד' מרילנד, ראשון לציון. (ראשון מערב, ליד הסופרלנד).

את הסיור יש לתאם מראש בטלפון 03-9555222; פקס 03-9555201

או דוא"ל: visitors@igudan.org.il

שעות פעילות מרכז המבקרים לקבוצות:

ימים א'-ה' בשעות: 9:00-16:00

הדרכת הקבוצות מתבצעת בארבעה מחזורים:

9:00 | 11:00 | 13:30 | 15:30

* משך הסיור כשעתיים
* עלות הסיור היא 15 שקלים לתלמיד (מינימום של 20 תלמידים בקבוצה).
* הביקור במרכז המבקרים כולל סרט של כ-12 דקות .
* לקבוצות דוברות ערבית, בתיאום מראש ניתן לקבל סרט עם כתוביות בערבית.
* לקבוצות מהמגזר החרדי והממלכתי דתי, ניתן לתאם מראש בעת ההזמנה, סרט מותאם.
* כיתות באזור הצפון יכולות לתאם סיור במרכז המבקרים של מפעל טיהור המים של איגוד ערים חיפה, בקישור <http://www.haifa-wwtp.co.il>.
* את הסיור יש לתאם מראש בטלפון 04-8410681
* או דוא"ל: [vered@haifa-wwtp.co.il](mailto:vered@haifa-wwtp.co.il)
* ניתן לשלוח מייל (רצוי כחודש מראש) ולבקש למקד את הסיור בתכנים מסוימים **מומלץ לציין תכנים ספציפיים הרלוונטים לתוכנית הלימודים של מוט"ל ובדגש על תהליך התיכון ההנדסי.**

**חלק א - למורה**

**רציונל הסיור והפעילות המלווה במכון טיהור שפכים**

טיהור שפכים, הינו נושא חשוב מבחינה אקולוגית, אף שנדמה תחילה כי נושא זה זר לתחום המדע והטכנולוגיה, מתגלה כי זהו תחום בעל חשיבות גדולה מדעית, חברתית, סביבתית, בריאותית וטכנולוגית.

במדינת ישראל קיימים מספר מפעלים של טיהור שפכים. השפד"ן (שפכי גוש דן) הוא הגדול ביניהם.

במפעל זה מי הביוב של ערי גוש דן נאגרים, מטופלים ונעשה בהם שימוש חוזר בחקלאות.

המכון מטפל בכמות העומדת על כ- 120 מליון מ"ק בשנה, שהם כמחצית מהשפכים במדינת ישראל. מי השפכים המטוהרים מספקים למעלה מ-70% מצריכת ההשקיה החקלאית בשדות הנגב.

טיהור השפכים הינו נושא רב תחומי, הן מבחינת תחומי המדע והטכנולוגיה הנלמדים דרכו והן מבחינת ההיבטים החברתיים האקולוגיים והבריאותיים הכרוכים בו, מכאן שזהו נושא שחשוב לעסוק בו במסגרת לימודי מוט"ל.

תחומי התוכן המדעי טכנולוגי:

* כימיה – שיטות טיפול בפסולת בייתית אורגנית ובפסולת תעשייתית, ניטור חומרים מסוכנים ורעילים.
* ביולוגיה – שימוש באוכלוסייה צפופה של מיקרואורגניזמים לשם פירוק החומרים האורגניים הנמצאים בשפכים.
* טכנולוגיה- איסוף השפכים והזרמתם אל השפד"ן ובין התחנות בתוכו, פיתוח יכולת החדרת מאות ק"ג של חמצן למי השפכים מידי שעה על מנת לקיים ריכוז גבוה של ביומסת מיקרואורגניזמים במצב פעיל לשם הטיפול הביולוגי.

בהיבט החברתי, בריאותי וסביבתי:

מכון טיהור השפכים השפד"ן הוקם כדי לצמצם את זיהום הסביבה ולמניעת הסיכונים הבריאותיים העשויים להגרם ע"י השפכים של ערי גוש דן. הטיפול בשפכים מונע את הזרמתם כשפכים גולמיים לאפיקי נחלים ולים ובכך מסייע בהגנה ושימור על מקורות המים המצומצמים של מדינת ישראל ומאפשר שימוש במים מושבים המסופקים לחקלאות.

תהליך הוראת נושא השפכים מאפשר תהליך מלווה לסיור הכולל פעילויות של למידה עצמאית, ביקורתית ופעילה, כאשר העקרונות המנחים את הפעילויות:

א. יציאה לסיור לימודי מעודדת למידה מבוססת הקשר, הנתמכת בפעילויות מקדימות המכינות את התלמידים אל עולם הידע בו עוסק הסיור, נושא הסיור, מהלך הסיור, ומה צפויי בסיור בקווים כלליים.

ב. ללימוד נושא השפכים מגיעים התלמידים עם תפיסות קודמות בנושא, כאשר חלק מתפיסותהם שגויות או נאיביות.

הפעילויות המקדימות לסיור, משמשות להערכת תפיסות התלמידים את הנושא. שילוב פעילויות אלו מאפשר למורה להעריך את עמדות התלמידים ומכאן לקיים דיון מכין מעמיק כהכנה לסיור. בניית הרקע לסיור מאפשרות תהליך של למידה מקדימה המאפשרת הכנה של התלמידים לסיור במהלך שניים- שלושה שיעורים.

ג. הסיור מאפשר לתלמידים חלון אל הטיפול במים והשבתם, תוך מתן דגש על התהליך ההנדסי, תוך חשיפת התלמידים לשיטות הנדסיות ותהליכי תפעול מתקדמים ביותר.

ד. הפעילויות המסכמות המובאות כפעילויות לאחר הסיור, מכוונות לאינטגרציה של הידע שנלמד במהלך כלל המפגשים, תוך קישורו אל תהליך התכן ההנדסי.

ה. סיום הפעילות מלווה ברפלקציה אישית של התלמידים אודות תהליך הלמידה שלהם.

מכלול הפעילויות בנושא טיהור המים, טרום הסיור, במהלכו ולאחריו, מובאות

בטבלה מספר 1 , המרכזת את הפעילויות תוך דגשים מהם הנושאים שאליהם הן מקושרות והרציונאל לבנייתן**.**

*טבלה מספר 1: פעילויות, הנושאים אליהם הן קשורות ורציונאל להפעלתן*

| **פעילות** | **נושא** | **רציונאל, תכנים, ומיומנויות מרכזיות** |
| --- | --- | --- |
| **פעילות הכנה לקראת הסיור** | | |
| 1. שאלון ידע מקדים | תהליך הטיפול בשפכים | הערכת תפיסות מקדימות ותפיסות שגויות כבסיס להערכת תהליך הלמידה בסיום היחידה |
| 2. אוריינות וניתוח קטע מיידעי | מהו מכון לטיהור שפכים?  הסוגים השונים, יתרונות וחסרונות | פיתוח מיומנויות חשיבה מגוונות כגון: איתור מידע, קישור בין מושגים, קישור ויישום של ידע קודם, אירגון מידע בטבלא. |
| 3. ניתוח מידע ויישומו בתרשים | שלבי הטיפול בשפכים | פיתוח מיומנויות חשיבה מגוונות כגון: איתור מידע, קישור בין מושגים, קישור ויישום של ידע קודם, אירגון מידע בתרשים. |
| **פעילות במהלך יום הסיור** | | |
| 4. דף הנחיות למהלך הסיור | יצירת מתווה לתכני הסיור | * יצירת משמעות אישית לתכנים הנלמדים * חשיבה מערכתית |
| **פעילויות לסיכום הסיור** | | |
| 5. פעילות בנושא תהליך התכן ההנדסי | התכן ההנדסי בכל תחנה | * יישום ידע מדעי בפתרונות טכנולוגיים * הבנת תהליך התכן ההנדסי * יצירת קו מקשר בין הביקור במרכז המבקרים לבין התכן ההנדסי שנלמד בכיתה |
| 6. מילוי חוזר של שאלון ידע ומפת מושגים ורפלקציה | תהליך הטיפול בשפכים | * בחינה עצמית של רמות ההבנה שהושגו * סינתיזה של החומר הנלמד * פיתוח מודעות לתהליך הלמידה האישי |

**המושגים והמונחים המרכזיים איתם יפגשו בסיור**

שפכים

שפכים הינם כל נוזל מימי אשר הושפע על ידי גורמים אנתרופוגניים. פסולת נוזלים ביתיים, עירוניים, חקלאיים או תעשייתיים. השפכים יכולים להכיל מספר רב של ריכוזים מזהמים.  הפרשות אדם ובעלי חיים, פסולת תעשייתית כימית ואורגנית, חומרים מסוכנים ורעילים, מתכות וחומצות, גזים רעילים ונפיצים, ופסולת בניין. המגזר הביתי פולט לשפכים בעיקר נתרן ובורון שמקורם בדטרגנטים. המגזר התעשייתי מזרים לביוב תמיסות עשירות במלחים (תמלחות) מהמקורות הבאים:  
רענון מחליפי יונים המשמשים לריכוך מים, תהליכי צביעת בדים בתעשיית הטקסטיל, תהליכי הכשרת בשר, יצור חמוצים, שימורים, עיבוד דגים, בורסקאות, תעשיית הגבינות וכן תמלחות מתהליכי ניקוי הציוד התעשייתי.

קולחים

המונח קולחים מתייחס למים אשר עברו תהליך של טיהור במכוני הטיהור. כיום, 96% מהשפכים בארץ נאספים אל מערכות הביוב, ו 86% מהשפכים הנאספים עוברים תהליך של טיהור ושימוש חוזר. איכות הקולחים נקבעת הל פי מספר השלבים שהם עברו בתהליך הטיהור.

בוצה

בוצה היא חומר אורגני מוצק הנוצר כחלק בלתי נפרד מתהליך טיהור השפכים. מקורה במוצקים השוקעים באגני הטיפול ובמיקרואורגניזמים שפירקו את החומר האורגני שבשפכים. תכולת המזהמים בבוצה היא פונקציה של איכות השפכים הנכנסים למכון הטיהור. הבוצה היא פסולת עם פוטנציאל גבוה למפגעים סביבתיים, אולם יכולה להפוך למשאב, כחומר דשן בחקלאות, לאחר טיפול מתאים. בעולם קיים ידע וניסיון רב בשימוש בבוצת שפכים עירונית בחקלאות. יישום הבוצה מחייב תיאום ופיקוח ברמה גבוהה מאחר ושימוש לא נכון בבוצה לאורך זמן עלול לגרום לפגיעה באדם, בסביבה, בקרקע ובמים.   
הסיכונים בשימוש בבוצה

גורמי סיכון מיידיים מעל אקוויפר: פיזור חיידקים פתוגנים, חנקן, חומר אורגני מומס וקולואידלי ומלחים

גורמי סיכון בהעדר אקוויפר: עומסי בוצה גדולים יכולים לגרום לרעילות אמון ובורון בחלקות חקלאיות ולהעלאת המליחות

סיכון לטווח הארוך: הצטברות עודפי זרחן ומתכות כבדות (בעיקר ניקל, קדמיום, אבץ, נחושת, קדמיום וכספית)

בוצה משופעלת

בוצה משופעלת מוגדרת כשיטה אינטנסיבית לטיפול בשפכים. המונח 'בוצה משופעלת' (activated sludge) מתיחס לאוכלוסייה צפופה של מיקרואורגניזמים המפרקים את החומרים האורגניים הנמצאים בשפכים. המטרה היא להביא לפעילות ביולוגית מוגברת תוך שימוש באמצעים טכנולוגיים שונים. פיתוח יכולת החדרת מאות ק"ג של חמצן למים מידי שעה, שמירה וקיום של ביומסת מיקרואורגניזמים במצב פעיל ובריכוז גבוה, יצירת תנאי סביבה אידיאליים לביטוי קבוצות שונות של חיידקים המשתתפים בתהליך פירוק החומר האורגני.

דרכי הפעולה במכוני טיהור

טיהור שפכים הוא תהליך בו שפכים עוברים תהליך טיהור שמאפשר שימוש בהם לחקלאות או הזרמתם לנחלים מבלי שיגרמו לזיהום. תהליך הטיפול בשפכים במכוני הטיהור נחלק לשלושה שלבים עיקריים: טיפול ראשוני, שניוני ושלישוני

* טיפול ראשוני: טיפול מכני הכולל סינון גס של השפכים והרחקת המוצקים המגיעים עם מי הביוב. הדבר נעשה באמצעות מגובים (מסננות). משם עוברים השפכים אל מתקן לשיקוע גרוסת, שבו מסולקים שומנים אחרים, אבנים וחול, אשר שוקעים אל קרקעית המתקן.
* טיפול שניוני: טיפול ביולוגי בו מתבצע תהליך של פירוק החומר האורגני בשפכים, הרחקת המוצקים המרחפים, וחיטוי לצורך סילוק מיקרואורגניזמים פתוגניים
* טיפול שלישוני: טיפול נוסף לקולחין המעלה את איכות הקולחין לכזו שניתן להשתמש בה להשקייה של גידולים חקלאיים למאכל ולהשקייה מעל אקוויפרים ללא חשש לזיהום האקוויפר. הטיפול השלישוני כולל מספר דרכים אפשריות של פעולה באמצעים ביולוגיים וכימיים.

התהליך הביולוגי כולל בדרך כלל את המרכיבים הבאים:

לאחר הפרדה ראשונית של המוצקים השפכים מוזרמים לאגני אוורור. באגני האוורור מוחדר חמצן למים בעזרת מאווררים. החמצן המוחדר למים בתוספת המזון האורגני המצוי בשפכים מהווים תנאי קיום אידיאליים לריבוי אוכלוסיית החיידקים המשמשת לעיכול חומרי הזיהום הקיימים בשפכים. המיקרו-אורגניזמים מפרקים את תרכובות הפחמן והחנקן שהם עיקר המרכיבים של הביוב העירוני והתעשייתי. השפכים הגולמיים, בתוספת מסת החיידקים (בוצה), שוהים בתוך מיכלי האוורור כשתים-עשרה שעות. בסיומן, מועבר הנוזל העשיר בחיידקים "שבעים" למיכלי שיקוע ( הצללה). במיכלים אלה מופרדת מסת החיידקים (הבוצה) מהמים באמצעות שיקוע פיזיקלי. מיכלי השיקוע מצוידים בגשרים מסתובבים, אליהם מחוברות מגרפות, הנעות על רצפות המיכלים וגורפות את הבוצה, ששקעה אל מרכז המיכל.

**פעילויות הכנה לקראת הסיור**

**פעילות 1: שאלון ידע עצמי**

בפעילות זו נאסוף ידע אודות תפיסות מקדימות של התלמידים על החלב ומוצריו, מומלץ לבצע פעילויות אלו כבר במפגש הראשון ולאסוף את דפי התשובות, לשם השוואה עם תשובות התלמידים, לאחר שיענו שוב על השאלות במפגש המסכם לאחר הסיור.

**תשבות לשאלות בשאלון**

1. מהם שפכים (ניתן לסמן תשובה אחת או יותר)?

א. מים שנשפכו ב. מי שתיה ג. מים המכילים בהם פסולת ביתי

ד. מים המכילים בהם פסולת תעשייתית ה. מים המכילים בהם פסולת חקלאית

1. מהם מי קולחין (ניתן לסמן תשובה אחת או יותר)?

א. מים זורמים ב. מים המכילים פסולת בייתית ג. מי השקייה

ד. שפכים שעברו טיהור ה. מי שתיה

1. מדוע לדעתך חשוב לטהר שפכים?

טיהור השפכים מצמצם את זיהום הסביבה ומונע את הסיכונים הבריאותיים העשויים להגרם ע"י השפכים. הטיפול בשפכים מונע את הזרמתם כשפכים גולמיים לאפיקי נחלים ולים ובכך מסייע בהגנה ושימור על מקורות המים ומאפשר שימוש במים מושבים המסופקים לחקלאות.

1. מהי בוצה משופעלת איזה תהליך מתרחש בה?

בוצה משופעלת היא שיטה לטיפול בשפכים, שבה מיקרואורגניזמים מפרקים את החומרים האורגניים הנמצאים בשפכים.

**פעילות 2: אוריינות וניתוח קטע מיידעי על טיהור שפכים**

**מהו מכון לטיהור שפכים?**

1. צפו בסרטון של רשות המים [טיהור שפכים במדינת ישראל](https://www.youtube.com/watch?v=X411BT_YPG4)

(https://www.youtube.com/watch?v=X411BT\_YPG4)

והסבירו בקצרה, את החשיבות בטיהור מי שפכים ואיזו בעיה תהליך נועד לפתור. בתשובתכם התבססו על הסרטון ועל ידע קודם שלכם.

2. מהם לדעתכם האילוצים איתם יש להתמודד בפתרון בעיית טיהור מי השפכים? נמקו.

3. השאלות הבאות מתבססות על המידע המוצג באתר [איגודן](https://www.igudan.org.il/%D7%9E%D7%9B%D7%95%D7%9F-%D7%94%D7%A9%D7%A4%D7%93%D7%9F/)

[(https://www.igudan.org.il/%D7%9E%D7%9B%D7%95%D7%9F-%D7%94%D7%A9%D7%A4%D7%93%D7%9F/](file:///C:\Users\User\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCache\Content.Outlook\NIXEB9KX\(https:\www.igudan.org.il\%25D7%259E%25D7%259B%25D7%2595%25D7%259F-%25D7%2594%25D7%25A9%25D7%25A4%25D7%2593%25D7%259F\))

א. מהו מכון טיהור השפכים, השפד"ן? מכון שפכי גוש דן (שפד"ן) הוא מערכת מורכבת, בין-אזורית, לאיסוף, טיפול והשבה של שפכים עירוניים.

ב. מהן מטרותיו העיקריות של השפד"ן?

1. טיפול מתאים של מי ביוב כדי לצמצם את זיהום הסביבה, ולמנוע סיכוני בריאות   
2. למנוע שפיכת ביוב גולמי לאפיקי נחלים ולים.  
3. לתרום להגנת ולשימור מקורות המים המצומצמים של המדינה, ע"י שימוש חוזר בהם.

4. א. קראו אילו שיטות טיפול בשפכים מתוארות באתר המשרד להגנת הסביבה, בקטע המידע[: שיטות הטיפול בשפכים](http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/Wastewater/MunicipalWastewater/TreatmentPlants/Pages/methodes.aspx)  וערכו השוואה בין סוגי הטיפול השונים בטבלא הבאה:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | מכוני טיהור אינטנסיביים | מכוני טיהור אקסטנסיביים |
| משך הטיפול | תהליך הפירוק אורך כ-17 שעות | תהליך הפירוק בשפכים אורך כמספר ימים |
| איכות מי הקולחין המתקבלים | 1. ניתן להפיק קולחין באיכות גבוהה | איכות הקולחין אינה גבוהה בדרך כלל |
| השטח הנדרש למכון הטיהור | צריכה פחותה של שטח | נדרש שטח גדול |
| יעילות הרחקת הזרחן והחנקן | . יעילות גבוהה בהרחקת חנקן וזרחן | יעילות נמוכה בהרחקת חנקן וזרחן |
| הטיפול בבוצה | 1. ייצור כמויות ניכרות של בוצה שיש לטפל בה ולדאוג לסילוקה | כמויות הבוצה הנוצרות קטנות ביותר ומחייבות סילוק רק אחת למספר שנים |
| רגישות לשינויים בכמות השפכים ואיכותם | רגישות גבוהה לאיכות השפכים, נוכחות חומרים רעילים, ריכוז החומר האורגני וטמפרטורת הסביבה | טיהור בדרך זו רגיש פחות לשינויים בכמות ואיכות השפכים ויעיל יותר בפירוק מזהמים אורגניים יציבים |
| עלות הטיפול | 1. . עלות הטיפול בשפכים גבוהה יחסית והתהליך מחייב בקרה צמודה והפעלה על ידי כוח אדם מיומן ברמה טכנית גבוהה | עלות הטיפול במכונים מסוג זה יחסית נמוכה |
| מיומנות כח האדם המתפעל את הטיפול | 1. ההפעלה דורשת כוח אדם מיומן | 1. ההפעלה פשוטה ביותר ואינה דורשת כוח אדם מיומן |

ב. על סמך קטע המידע[: שיטות הטיפול בשפכים](http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/Wastewater/MunicipalWastewater/TreatmentPlants/Pages/methodes.aspx)  והטבלא בסעיף הקודם, הסיקו מהם היתרונות והחסרונות של כל אחד מסוגי מכוני טיהור השפכים ורשמו את המסקנות בטבלא הבאה:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | היתרונות | החסרונות |
| מכוני טיהור אינטנסיביים | 1. 1. צריכה פחותה של שטח 2. 2. יעילות גבוהה בהרחקת חנקן וזרחן 3. 3. ניתן להפיק קולחין באיכות גבוהה 4. מהמקובל במערכות אקסטנסיביות | 1. 1. רגישות גבוהה לאיכות השפכים, נוכחות חומרים רעילים, ריכוז החומר האורגני וטמפרטורת הסביבה 2. 2. עלות הטיפול בשפכים גבוהה יחסית והתהליך מחייב בקרה צמודה והפעלה על ידי כוח אדם מיומן ברמה טכנית גבוהה 3. 3. ייצור כמויות ניכרות של בוצה שיש לטפל בה ולדאוג לסילוקה |
| מכוני טיהור אקסטנסיביים | 1. 1. כמויות הבוצה הנוצרות קטנות ביותר ומחייבות סילוק רק אחת למספר שנים 2. 2. ההפעלה פשוטה ביותר ואינה דורשת כוח אדם מיומן 3. 3. עלות הטיפול במכונים מסוג זה אמורה להיות נמוכה באורח משמעותי מזו של מכונים אינטנסיביים   4. טיהור בדרך זו רגיש פחות לשינויים בכמות ואיכות השפכים ויעיל יותר בפירוק מזהמים אורגניים יציבים | 1. 1. יעילות נמוכה בהרחקת חנקן וזרחן 2. 2. איכות הקולחין אינה גבוהה בדרך כלל |

5. ענו על השאלות הבאות, על סמך ההשוואה שערכתם בשאלה 4:

* הערה למורה- מומלץ לבחור שאלה אחת מבין שאלות 5א ו-5ב, לשאול את התלמידים אחת מהן, וכשאלה ברמת חשיבה גבוהה יותר לשאול את שאלה 5ג.

א. עיר גדולה במרכז הארץ, רוצה להקים בשטחה מכון טיהור שפכים. העיר משגשגת ומהווה מוקד תיירותי מבוקש ואף נחשבת לאחת הערים העשירות בישראל, אולם השטח שתוכל להקצות למכון הטיהור קטן יחסית, ויש צורך בהרחקה יעילה של חנקן וזרחןבשל הרצוןלהשתמש במי הקולחין להשקיית הגינות הציבוריות בעיר. באיזה סוג מכון טיהור תבחרו? נמקו את בחירתכם. מכון טיהור אינטנסיבי

ב. מועצה אזורית בצפון הארץ, רוצה להקים בשטחה מכון טיהור שפכים. שטחה של המועצה גדול מאד וברובו שטחים פתוחים שאינם מנוצלים למגורים, תעשיה או חקלאות. התקציב שיכולה מועצה אזורית זו להשקיע בהקמת מכון הטיהור ותיפעולו השוטף איננו גדול ואף שמכון הטיהור עשויי לתת מענה למחסור במקומות עבודה, מרבית כח האדם במועצה מקומית זו איננו מיומן. כמות השפכים בהם יש לטפל ואיכותם משתנה. באיזה סוג מכון טיהור תבחרו? נמקו את בחירתכם. מכון טיהור אקסטנסיבי

ג. השאלה הבאה מתייחסת ליישוב בו אתם מתגוררים,

מתוכנן להיבנות מכון טיהור שפכים ליישובכם (ניתן להתייחס למועצה האזורית אם היישוב קטן), איזה סוג מכון טיהור אתם ממליצים שייבנה?

בתשובתכם הסתמכו על הטבלא שייצרתם בשאלה 4א, המציגה השוואה בין מאפייני סוגי מכוני הטיהור וכן, על ההתאמה למאפייני היישוב בו אתם מתגוררים (מתוך ידע קודם שלכם וכן מידע הקיים באתר האינטרנט של היישוב).

* **המלצה למורה-** לבצע את פעילות 2 בקבוצות עבודה קטנות כדי לעודד את עבודת הצוות והדיון בין חברי הקבוצה סביב ניתוח קטעי המידע

**פעילות 3: ניתוח מידע ויישומו בתרשים**

1. צפו בסרטון [תהליכי הטיפול בשפכים](https://www.youtube.com/watch?v=f7An6DJPEfg)

תארו בעזרת תרשים (דיאגרמה) את שלבי יצירת השפכים ע"י משקי הבית ואת המסלול שהם עוברים במכון הטיהור.

2. תארו את תהליך התכן ההנדסי של טיהור מי השפכים בשפד"ן בעזרת הטבלה הבאה:

|  |  |
| --- | --- |
| **ניסוח הבעיה**-  הבעיה איתה התמודדו | טיהור מי השפכים של גוש דן |
| **ניסוח הבעיה**-  האילוצים ודרישות  - | האילוצים- מי השפכים מכילים מוצקים, חומר אורגני וחנקן (כאמוניה המומסת במים) שיש לסלקם.  הדרישות-  הכרחי:מים באיכות של מי השקיה לחקלאות לכל סוגי הגידולים(קולחין): מים ללא מוצקים, ללא חומר אורגני וללא חנקן,  הערה למורה- הוגדרה הכרחית ולא רק כרצויה כדי לאפשר מי קולחין :ברמת מליחות הקטנה מ- 250 מג"ל כלוריד.  פתרון רב שלבי לא ניתור את כל הבעיות  הערה למורה- מוצקים הנשאים במי השפכים, החומר האורגני והחנקן המצויי במים כאמוניה,  כל אחד מהם למעשה הינו בעיה בפני עצמה, אשר יחד מגדירות את הבעיה הכללית הנקראת טיהור מי שפכים.  לכן בשפד"ן כל תחנה מטפלת בבעיה אחרת עד לפתרון באמצעות תכן הנדסי ספציפי לאותה תחנה. כל התהליכים הללו יחד מתאחדים בשפד"ן לכדי תהליך אחד כולל של תכן הנדסי. בפעילות זו נתייחס אל התהליך הכולל. בפעילות 4 ובפעילות 5 נתייחס אל התכן ההנדסי של כל תחנה בנפרד. בפעילות 4 תוך הצגת המבנה לתלמידים בעת הסיור ובפעילות 5 הנושא בא לידי ביטויי בהשוואה בין התחנות. |
| **פתרון הבעיה**- עקרונות ומושגים שמהווים את הבסיס המדעי-הנדסי לפתרון הנבחר – תהליך הטיהור | הבסיס המדעי- הנדסי לפתרון הינו רב שלבי- חלקו מכני, חלקו טיפול ביולוגי וחלקו בטיפול כימי.  השלבים בטיפול הינם: סינון מכני ושיקוע, המתבססת על גודל המוצק שאיבה בררנית, טיפול בחומר האורגני, ביומסה, בוצה משופעלת, החדרת חמצן, תהליך כימי לטיפול בחנקן, בריכות הצללה, סינון ע"י חילחול והחדרה דרך חול.  הערה למורה- 1. תאור מפורט של העקרונות והמושגים המדעיים מופיע בטבלא בפעילות 5 בחלוקה לתחנות.  2. מומלץ לערוך עם התלמידים דיון אילו מבין השלבים המתוארים הינם טיפול מכני, אילו טיפול ביולוגי ואילו טיפול כימי? |
| **פתרון הבעיה- התוצר**  מה מתקבל בסיום השלב והתוצר | מי קולחין באיכות מים להשקייה המתאימים לצרכים של כל סוגי החקלאות במדינת ישראל |

מחסן מושגים: טיהור מי שפכים של גוש דן, מי השפכים מכילים מוצקים, חומר אורגני וחנקן (כאמוניה המומסת במים). מים קולחין באיכות של מי השקיה לחקלאות לכל סוגי הגידולים בארץ, מים ללא מוצקים, ללא חומר אורגני וללא חנקן, ברמת מליחות הקטנה מ- 250 מג"ל כלוריד.סינון מכני ושיקוע, שאיבה בררנית, טיפול בחומר האורגני, ביומסה, בוצה משופעלת, החדרת חמצן, תהליך כימי לטיפול בחנקן, בריכות הצללה, סינון ע"י חילחול והחדרה דרך חול.

3. מהם שלושת שלבי הטיפול בשפכים טרם סינון הקולחין על ידי החדרה דרך חול?

בתשובתכם היעזרו בקטע המידע,  [שיטות הטיפול בשפכים ובסרטון תעלומת המים של מכון השפדן.](http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/Wastewater/MunicipalWastewater/TreatmentPlants/Pages/methodes.aspx)

טיפול שניוני: טיפול ביולוגי בו מתבצע תהליך של פירוק החומר האורגני בשפכים. שיקוע של הבוצה.

.

v

טיפול ראשוני: טיפול מכני הכולל

סינון גס של השפכים והרחקת המוצקים המגיעים עם מי הביוב.

טיפול שלישוני: סילוק החנקן מהקולחין, סינון נוסף של מוצקים מרחפים

.

v

vטיטיטיסהטט טיפול ראשוני: טטיפול • טי פולטט ראשוני: טיפול מכני הכולל סינון גס של השפכים והרחקת המוצקים המגיעים עם מי הביוב. מכני הכולל סינון גס של השפכים והרחקת המוצקים המגיעים עם מי הביוב. טיפול ראשוני: טיפול מכני הכולל סינון גס של השפכים והרחקת המוצקים המגיעים עם מי הביוב.

4. הסבירו מהי חשיבות שלב הסינון הקולחין על ידי החדרה דרך חול?

סינון הקולחין על ידי החדרה דרך חול שבסופו מתקבלים קולחין באיכות מאוד גבוהה, מליחות הקטנה מ- 250 מג"ל כלוריד.

**פעילות במהלך יום הסיור הלימודי במרכז המבקרים**

**פעילות 4: דף מנחה למילוי במהלך הסיור במרכז המבקרים**

הסיור במרכז המבקרים מלווה הדרכה של צוות ההסברה במרכז, במהלך הסיור התלמידים עוברים בין התחנות השונות. פעילות זו כוללת עבודה בקבוצות קטנות, לכן מומלץ לחלק את הכיתה כבר בתחילת הסיור, לארבע קבוצות עבודה קטנות, כל קבוצה תתמקד באחת מארבע התחנות שיוצגו בפעילות 4, המלווה את הסיור. בשלב הראשון עיבוד התכנים יעשה במהלך הסיור, בעזרת דף ההנחיה הנקרא פעילות 4. דף ההנחיה לתלמידים מופיע בחלק ב' של החוברת: פעילויות לתלמיד. עיבוד ראשוני זה יעשה באמצעות דיון פתוח של המורה עם התלמידים, במהלך יום הסיור, באחת התחנות המתאימות לכך, אליהן תגיע הכיתה ותוך עבודה ראשונית, על סמך השאלות המנחות בדף הפעילות. בפעילות זו העבודה תתבצע בקבוצות קטנות, פעילות קבוצתית זו הינה הכנה לפעילויות 5 ו-6.

בשלב השני, שבו יערכו התלמידים תהליך של עיבוד התכנים, בפעילויות המסכמות יערכו בכיתה.

שלב זה הינו מעמיק יותר ולכן ייערך במסגרת הפעילות לאחר הסיור, פעילויות 5 ו-6.

* **המלצה למורה**- לבצע את שלושת השאלות הראשונות בפעילות זאת, כל תלמיד באופן עצמאי, ואילו את המעקב אחר הטבלא תוך כדי הסיור בפעילות זו (בשאלה 4 ), לבצע בקבוצות עבודה קטנות, כדי לעודד את עבודת הצוות והדיון בין חברי הקבוצה סביב גישה שהיא חדשה עבורם לתהליך התכן וההתייחסות אליו בכל תחנה ולא רק במכלול המפעל כולו.

חשוב שהתלמידים בכל קבוצת עבודה, במהלך יום הסיור, ישמרו על המידע שאספה קבוצתם, עזרת דף ההנחיות, תשובותיהם ישמשו אותם במהלך הפעילויות המסכמות, פעילות 5 ובפעילות 6, לאחר הסיור.

**פעילויות מסכמות לאחר הסיור**

**פעילות 5 – התכן ההנדסי**

בפעילות מסכמת זו יעבדו התלמידים בהתאם לקבוצת העבודה אליהן נחלקו בפעילות 4 בעת הסיור.

כל קבוצת תלמידים התמקדה בתחנה מסויימת מבין התחנות שהוצגו בסיור. התלמידים בכל קבוצה

ימלאו בטבלא את שלבי התכן ההנדסי כפי שבאו לידי ביטויי בתהליך שפגשתם בסיור ותציג את חלקה בטבלא לכיתה כולה. כל קבוצה תתרום את חלקה למילויי הטבלא כולה ותוך דיון כיתתי תבנה הטבלא המתארת את שלבי התכן ההנדסי המתקיימים **בכל אחת מהתחנות בנפרד**, אשר יחד הן יוצרות את תהליך התכן ההנדסי הכולל בשפד"ן.

כל קבוצה תציג את הרעיון המדעי שבחרה ותדון כיצד הרעיון בא ליד ביטוי בפעולת מכון הטיהור.

התלמידים בכל קבוצת עבודה, יכולים בתשובתהם להעזר בקטעי המידע והסרטונים באתר [איגודן](https://www.igudan.org.il/מכון-השפדן)

[https://www.igudan.org.ilמכון-השפדן/](https://www.igudan.org.il/מכון-השפדן/)

* **המלצה למורה**- חשוב להדגיש שפירוק תהליך התכן ההנדסי של מפעל לתחנות אשר בכל אחת מהן בנפרד מתקיים תהליך תכן הנדסי, מהווה תפיסה חדשה עבור התלמידים. יצירת הרצף בין התחנות והקישור בינן משמעותי להבנת תהליך התכן וההתייחסות אליו בכל תחנה בנפרד ובמכלול המפעל כולו.

**תאור שלבי התכן ההנדסי בתחנות השונות במתקן טיהור שפכים**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | תחנה ראשונה- שלב הטיפול הראשון | תחנה שניה- שלב הטיפול השני | תחנה שלישית- שלב הטיפול השלישי | סינון הקולחין |
| **ניסוח הבעיה**-  הבעיה איתה התמודדו | כיצד לניקויי מי השפכים ממוצקים הנישאים בהם במגוון גדלים והעשויים מחומרים מסוגים שונים | כיצד לטפל בחומר האורגני ? | כיצד להפריד את האמוניה (המכילה חנקן המופיע ובוצה משוקעת שיש לסלקם ממי השפכים | שיפור איכות מי הקולחין. |
| **ניסוח הבעיה**-  האילוצים ודרישות | הדרישה- מערכת שתסנן את המוצקים הגדולים יחסית (גדולים מגרגר חול וחצץ) ושאיבה בררנית של החול והחצץ ממי השפכים.  אילוצים- הפרדת המוצקים הגדולים שחלקם אי אורגניים (מתכות, חלקי פלסטיק, שקיות, מגבונים ועוד)  ממי השפכים המכילים חומר אורגני  **הערה למורה-** מומלץ לערוך דיון בכיתה שיכלול כמה נקודות למחשבה:אילוצים נוספים  1. מאילו חומרים יש לבנות את מערכת הסינון כדי לקבל חוזק מכני ועם זאת עמידות בפני קורוזיה.  2. מדוע תושפע לרעה שגשוג הביומסה אם לא יסוננו החומרים האי אורגניים (דוגמאת מתכות) | הדרישה- פירוק החומר האורגני שבשפכים בתהליכים ביולוגיים עד לקבלת ריכוז מוצקים מרחפים הנמוך מ- 30מ"ג/ל'.  אילוץ- שמירת הביומסה  ומתן תנאים לשיגשוגה של הביומסה.  **הערה למורה-** מומלץ לערוך דיון בכיתה מה הם התנאים הנדרשים לשיגשוג אוכלוסיות מיקרואורגניזמים. | הדרישה- מי קולחין נקיים מחנקן ומהבוצה.  אילוץ- הפרדת מי הקולחין מהביומסה וחיידקים פתוגניים | הדרישה- מים מטוהרים לרמת מי השקייה, ברמת מליחות נמוכה מ- 250 מג"ל כלוריד.  האילוץ- משאבי קרקע גדולים |
| **פתרון הבעיה**- עקרונות ומושגים שמהווים את הפתרון המדעי-הנדסי | סינון מכני- הזרמת מי השפכים דרך מסננים, זוהי הפרדה פיסיקלית המתבססת על גודל המוצק.  שיקוע- החול והחצץ שוקעים בתחתית תעלות השיקוע כיוון שהם צפופים יותר ממי השפכים, זוהי הפרדה פיסיקאלית המתבססת על הצפיפות השונה של החול והחצץ יחסית למי השפכים  שאיבה בררנית- שאיבה של קרקעית התעלות, על מנת לשאוב את החול והחצץ ששקעו לקרקעית. | ביומסה- קבוצות שונות של מיקרואורגניזמים במצב פעיל.  בוצה - אוכלוסייה צפופה של מיקרואורגניזמים המפרקים את תרכובות הפחמן והחנקן שהם עיקר החומר האורגני בשפכים העירוניים והתעשייתיים.  החדרת חמצן- איוורור מי השפכים המכילים ביומסה וחומר אורגני על מנת לספק למיקרואורגניזמים חמצן ובכך לשמר את פעילותם ושיגשוגם. | בריכות הצללה- בריכות בהן הביומסה שצפיפותה עלתה שוקעת לקרקעית הבריכה.  תהליך כימי לטיפול בחנקן-  שרשרת תגובות להפיכת האמוניה לגז חנקן | סינון ע"י חילחול והחדרה דרך חול במערכת הנקראת קרקע- אקוויפר (SAT). |
| **פתרון הבעיה-**  מה מתקבל בסיום השלב והתוצר | השפכים הנוזלים הופרדו מהמוצקים  התוצר המתקבל מי שפכים מסוננים מהמוצקים ועדיין מכילים חומר אורגני | פירוק של החומר האורגני בשפכים  התוצר המתקבל- נוזל שהוא תערובת עשירה בחיידקים "שבעים" (בוצה) וחנקן. הנוזל בעל ריכוז חומר אורגני נמוך. | תוצר- מי הקולחין ללא בוצה ודלי חנקן  (ריכוז צריכת חמצן ביולוגי הנמוך מ 20 מ"ג/ל' וריכוז מוצקים מרחפים הנמוך מ- 3מ"ג/ל') | מי קולחין באיכות מים להשקייה המתאימים לצרכים של כל סוגי החקלאות במדינת ישראל |

מחסן מושגים: הפרדת המוצקים מכלל השפכים, מערכת שתסנן את המוצקים הגדולים יחסית (גדולים מגרגר חול וחצץ) ושאיבה בררנית של החול והחצץ ממי השפכים, הפרדת המוצקים הגדולים ממי השפכים המכילים חומר אורגני, סינון מכני, שיקוע, שאיבה בררנית, מי שפכים מלוכלכים בחומר אורגני ומסוננים מהמוצקים, פירוק החומר האורגני שבשפכים בתהליכים ביול ומתן תנאים לשיגשוגה, ביומסה, החדרת חמצן, בוצה, מי השפכים מכילים חנקן (כאמוניה) ובוצה משוקעת שיש לסלקם, מי קולחין נקיים מחנקן ומהבוצה, הפרדת מי הקולחין מהביומסה וחיידקים, פתוגניים, בריכות הצללה, תהליך כימי לטיפול בחנקן, מי הקולחין ללא בוצה ודלי חנקן, שמירת הביומסה, שיפור איכות מי הקולחין, מים מטוהרים לרמת מי השקייה, ברמת מליחות נמוכה מ- 250 מג"ל כלוריד, משאבי קרקע, סינון ע"י חילחול והחדרה דרך חול במערכת הנקראת קרקע- אקוויפר (SAT), מי קולחין באיכות מים להשקייה המתאימים לצרכים של כל סוגי החקלאות במדינת ישראל.

**פעילות 6 – מילוי חוזר של השאלון ורפלקציה**

הפעילות המסיימת סיור זה מלווה ברפלקציה אישית של התלמידים אודות תהליך הלמידה שלהם. לכן ניתן לתלמידים פעם נוספת את השאלון עליו ענו בפעילות 1 ולאחר שייענו עליו שוב, נערוך השוואה עם תשובותיהם טרום הסיור. השאלות בהמשך פעילות זו, נועדו לרפלקציה על כלל הפעילויות שליוו את הסיור, משיעורי ההכנה, הסיור עצמו ולסיום בפעילויות המסכמות.

**חלק ב - לתלמיד**

**פעילויות הכנה לסיור**

**פעילות 1: שאלון ידע עצמי**

תלמידים יקרים, לפניכם שאלון מקדים לקראת לימוד נושא החלב ומוצריו. מטרת השאלון היא להעריך את הידע הכללי שלכם אודות החלב ומוצריו. בסיום למידת הנושא תמלאו פעם נוספת את השאלון ותבחנו באיזו מידה השתפר הידע שלכם בנושא. השאלון אישי ולא קבוצתי.

שם התלמיד:

תאריך מילוי השאלון:

1. מהם שפכים (ניתן לסמן תשובה אחת או יותר)?

א. מים שנשפכו ב. מי שתיה ג. מים המכילים בהם פסולת ביתי

ד. מים המכילים בהם פסולת תעשייתית ה. מים המכילים בהם פסולת חקלאית

1. מהם מי קולחין (ניתן לסמן תשובה אחת או יותר)?

א. מים זורמים ב. מים המכילים פסולת בייתית ג. מי השקייה

ד. שפכים שעברו טיהור ה. מי שתיה

1. מדוע לדעתך חשוב לטהר שפכים?
2. מהי בוצה משופעלת איזה תהליך מתרחש בה?

**פעילות 2: אוריינות וניתוח קטע מיידעי על טיהור שפכים**

**מהו מכון לטיהור שפכים?**

1. צפו בסרטון של רשות המים [טיהור שפכים במדינת ישראל.](https://www.youtube.com/watch?v=X411BT_YPG4) (https://www.youtube.com/watch?v=X411BT\_YPG4)

והסבירו בקצרה, את החשיבות בטיהור מי שפכים ואיזו בעיה תהליך נועד לפתור. בתשובתכם התבססו על הסרטון ועל ידע קודם שלכם.

2. מהם לדעתכם האילוצים איתם יש להתמודד בפתרון בעיית טיהור מי השפכים? נמקו.

3. השאלות הבאות מתבססות על המידע המוצג באתר [איגודן](https://www.igudan.org.il/%D7%9E%D7%9B%D7%95%D7%9F-%D7%94%D7%A9%D7%A4%D7%93%D7%9F/)

[(https://www.igudan.org.il/%D7%9E%D7%9B%D7%95%D7%9F-%D7%94%D7%A9%D7%A4%D7%93%D7%9F/](file:///C:\Users\User\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCache\Content.Outlook\NIXEB9KX\(https:\www.igudan.org.il\%25D7%259E%25D7%259B%25D7%2595%25D7%259F-%25D7%2594%25D7%25A9%25D7%25A4%25D7%2593%25D7%259F\))

א. מהו מכון טיהור השפכים, השפד"ן?

ב. מהן מטרותיו העיקריות של השפד"ן?

4. א. קראו אילו שיטות טיפול בשפכים מתוארות באתר המשרד להגנת הסביבה,

בקטע המידע[: שיטות הטיפול בשפכים](http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/Wastewater/MunicipalWastewater/TreatmentPlants/Pages/methodes.aspx)  וערכו השוואה בין סוגי הטיפול השונים בטבלא הבאה:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | מכוני טיהור אינטנסיביים | מכוני טיהור אקסטנסיביים |
| משך הטיפול |  |  |
| איכות מי הקולחין המתקבלים |  |  |
| השטח הנדרש למכון הטיהור |  |  |
| יעילות הרחקת הזרחן והחנקן |  |  |
| הטיפול בבוצה |  |  |
| רגישות לשינויים בכמות השפכים ואיכותם |  |  |
| עלות הטיפול |  |  |
| מיומנות כח האדם המתפעל את הטיפול |  |  |

ב. על סמך קטע המידע[: שיטות הטיפול בשפכים](http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/Wastewater/MunicipalWastewater/TreatmentPlants/Pages/methodes.aspx)  והטבלא בסעיף הקודם, הסיקו מהם היתרונות והחסרונות של כל אחד מסוגי מכוני טיהור השפכים ורשמו את המסקנות בטבלא הבאה:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | היתרונות | החסרונות |
| מכוני טיהור אינטנסיביים |  |  |
| מכוני טיהור אקסטנסיביים |  |  |

5. ענו על השאלות הבאות, על סמך הטבלא בשאלה 4:

א. עיר גדולה במרכז הארץ, רוצה להקים בשטחה מכון טיהור שפכים. העיר משגשגת ומהווה מוקד תיירותי מבוקש ואף נחשבת לאחת הערים העשירות בישראל, אולם השטח שתוכל להקצות למכון הטיהור קטן יחסית, ויש צורך בהרחקה יעילה של חנקן וזרחןבשל הרצוןלהשתמש במי הקולחין להשקיית הגינות הציבוריות בעיר. באיזה סוג מכון טיהור תבחרו? נמקו את בחירתכם.

ב. מועצה אזורית בצפון הארץ, רוצה להקים בשטחה מכון טיהור שפכים. שטחה של המועצה גדול מאד וברובו שטחים פתוחים שאינם מנוצלים למגורים, תעשיה או חקלאות. התקציב שיכולה מועצה אזורית זו להשקיע בהקמת מכון הטיהור ותיפעולו השוטף איננו גדול ואף שמכון הטיהור עשויי לתת מענה למחסור במקומות עבודה, מרבית כח האדם במועצה מקומית זו איננו מיומן. כמות השפכים בהם יש לטפל ואיכותם משתנה. באיזה סוג מכון טיהור תבחרו? נמקו את בחירתכם.

ג. השאלה הבאה מתייחסת ליישוב בו אתם מתגוררים,

מתוכנן להיבנות מכון טיהור שפכים ליישובכם (ניתן להתייחס למועצה האזורית אם היישוב קטן), איזה סוג מכון טיהור אתם ממליצים שייבנה?

בתשובתכם הסתמכו על הטבלא שייצרתם בשאלה 4א, המציגה השוואה בין מאפייני סוגי מכוני הטיהור וכן, על ההתאמה למאפייני היישוב בו אתם מתגוררים (מתוך ידע קודם שלכם וכן מידע הקיים באתר האינטרנט של היישוב).

**פעילות 3: אוריינות וניתוח קטע מיידעי ויישומו בתרשים**

1. צפו בסרטון [תהליכי הטיפול בשפכים](https://www.youtube.com/watch?v=f7An6DJPEfg)

תארו בעזרת תרשים (דיאגרמה) את שלבי יצירת השפכים ע"י משקי הבית ואת המסלול שהם עוברים במכון הטיהור.

2. תארו את תהליך התכן ההנדסי של טיהור מי השפכים בשפד"ן בעזרת הטבלה הבאה:

|  |  |
| --- | --- |
| **ניסוח הבעיה**-  הבעיה איתה התמודדו |  |
| **ניסוח הבעיה**-  האילוצים ודרישות |  |
| **פתרון הבעיה**- עקרונות ומושגים שמהווים את הבסיס המדעי-הנדסי לפתרון הנבחר – תהליך הטיהור |  |
| **פתרון הבעיה- התוצר**  מה מתקבל בסיום השלב והתוצר |  |

מחסן מושגים: טיהור מי שפכים של גוש דן, מי השפכים מכילים מוצקים, חומר אורגני וחנקן (כאמוניה המומסת במים). מים קולחין באיכות של מי השקיה לחקלאות לכל סוגי הגידולים בארץ, מים ללא מוצקים, ללא חומר אורגני וללא חנקן, ברמת מליחות הקטנה מ- 250 מג"ל כלוריד.סינון מכני ושיקוע, שאיבה בררנית, טיפול בחומר האורגני, ביומסה, בוצה משופעלת, החדרת חמצן, תהליך כימי לטיפול בחנקן, בריכות הצללה, סינון ע"י חילחול והחדרה דרך חול.

3. מהם שלושת שלבי הטיפול בשפכים טרם סינון הקולחין על ידי החדרה דרך חול?

בתשובתכם היעזרו בקטע המידע,  [שיטות הטיפול בשפכים ובסרטון תעלומת המים של מכון השפדן.](http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/Wastewater/MunicipalWastewater/TreatmentPlants/Pages/methodes.aspx)

v

v

v

4. הסבירו מהי חשיבות שלב הסינון הקולחין על ידי החדרה דרך חול?

**פעילויות במהלך יום הסיור**

**פעילות 4: דף מנחה למילוי במהלך הסיור במרכז המבקרים**

תלמידים יקרים,

במהלך הסיור תבקרו במרכז המבקרים, ליווי מדריך. המסלול במרכז המבקרים נע לאורכו של צינור דמה תת-קרקעי.

במהלך הביקור תיצפו בסרטוני הסבר קצרים של מכון טיהור השפכים, מהם תילמדו על תהליכי הטיהור המתקדמים של השפד"ן והמתארים את החיים מתחת לפני הקרקע בגוש דן.

במידה ותעשו גם סיור רכוב ברחבי מפעל השפד"ן, תחשפו גם לתהליך הפיכת השפכים הגולמיים (התעשייתיים והביתיים) למי קולחין, המיועדים לחקלאות.

במהלך הסיור במפעל טיהור השפכים נבקש מכם לענות על השאלות הבאות. אנא שימרו את הדפים, הם יהוו בסיס להמשך עבודה בעת החזרה אל בית הספר.

1. במהלך הביקור היום תחזו בדרכים שונות בהם המדע מגוייס לטובת האדם. במפעל יש מספר תחנות שבהן המים עוברים טיהור. הנכם מתבקשים לבחור **תחנה אחת** ולכתוב לגביה מה התהליך המדעי שמתבצע בה.

להוסיף כאן: התחנה שבחרתי היא: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

2.מתוך הדברים ששמעתם במהלך הסיור, מדוע חשוב לטהר את מי הביוב? באיזה תחנה במהלך הסיור למדתם על כך?

3. איזה חלק בסיור מצא חן בעיניך יותר מכל. מדוע?

4. הטבלה הבאה מתארת את שלבי התכן ההנדסי בשפד"ן מזוית שונה ומתייחסת לשלבי התכן ההנדסי בכל אחת מהתחנות בנפרד, יחד הן יוצרות את תהליך התכן ההנדסי הכולל בשפד"ן.

אתם מתבקשים לעקב אחרי שלבי התכן השונים בכל תחנה ולהשלים את הפרטים בטבלה, בפעילות המסכמת לאחר הסיור, פעילות 5, תתבקשו למלא את הטבלה כולה.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | תחנה ראשונה- שלב הטיפול הראשון | תחנה שניה- שלב הטיפול השני | תחנה שלישית- שלב הטיפול השלישי | סינון הקולחין |
| **ניסוח הבעיה**-  הבעיה איתה התמודדו |  |  |  |  |
| **ניסוח הבעיה**-  האילוצים ודרישות |  |  |  |  |
| **פתרון הבעיה**- עקרונות ומושגים שמהווים את הפתרון המדעי-הנדסי |  |  |  |  |
| **פתרון הבעיה-**  מה מתקבל בסיום השלב |  |  |  |  |

5. בחרו אחד מן הרעיונות המדעיים והסבירו כיצד הרעיון בא ליד ביטוי בפעולת מכון הטיהור

הרעיונות המדעיים הרלוונטיים:

1. האדם משתמש לצרכיו בחומרים בהתאם לתכונותיהם.
2. לשימוש בחומרים יש השפעה על איכות חיי האדם ועל הסביבה.
3. לאדם יש אחריות לשמור על הסביבה למענו ולמען הדורות הבאים.

**פעילויות מסכמות לאחר הסיור**

**פעילות 5: סיכום בסיור בדגש תהליך התיכון ההנדסי**

מלאו בטבלא את שלבי התכן ההנדסי כפי שבאו לידי ביטויי בתהליך שפגשתם בסיור. בטבלא זו נפרט את שלבי התכן ההנדסי המתקיימים **בכל אחת מהתחנות בנפרד**, יחד הן יוצרות את תהליך התכן ההנדסי הכולל בשפד"ן.

בדיון בכיתה תתבקשו להציג את שלבי התכן ההנדסי של התחנה בה התמקדתם וכן להציג את הרעיון המדעי שבחרתם וכיצד הרעיון בא ליד ביטוי בפעולת מכון הטיהור. בתשובתכם היעזרו בקטעי המידע והסרטונים באתר [איגודן](https://www.igudan.org.il/מכון-השפדן) <https://www.igudan.org.ilמכון-השפדן>

**תאור שלבי התכן ההנדסי בתחנות השונות במתקן טיהור שפכים**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | תחנה ראשונה- שלב הטיפול הראשון | תחנה שניה- שלב הטיפול השני | תחנה שלישית- שלב הטיפול השלישי | סינון הקולחין |
| **ניסוח הבעיה**-  הבעיה איתה התמודדו |  |  |  |  |
| **ניסוח הבעיה**-  האילוצים ודרישות |  |  |  |  |
| **פתרון הבעיה**- עקרונות ומושגים שמהווים את הפתרון המדעי-הנדסי |  |  |  |  |
| **פתרון הבעיה-**  מה מתקבל בסיום השלב |  |  |  |  |

מחסן מושגים: הפרדת המוצקים מכלל השפכים, מערכת שתסנן את המוצקים הגדולים יחסית (גדולים מגרגר חול וחצץ) ושאיבה בררנית של החול והחצץ ממי השפכים, הפרדת המוצקים הגדולים ממי השפכים המכילים חומר אורגני, סינון מכני, שיקוע, שאיבה בררנית, מי שפכים מלוכלכים בחומר אורגני ומסוננים מהמוצקים, פירוק החומר האורגני שבשפכים בתהליכים ביול ומתן תנאים לשיגשוגה, ביומסה, החדרת חמצן, בוצה, מי השפכים מכילים חנקן (כאמוניה) ובוצה משוקעת שיש לסלקם, מי קולחין נקיים מחנקן ומהבוצה, הפרדת מי הקולחין מהביומסה וחיידקים, פתוגניים, בריכות הצללה, תהליך כימי לטיפול בחנקן, מי הקולחין ללא בוצה ודלי חנקן, שמירת הביומסה, שיפור איכות מי הקולחין, מים מטוהרים לרמת מי השקייה, ברמת מליחות נמוכה מ- 250 מג"ל כלוריד, משאבי קרקע, סינון ע"י חילחול והחדרה דרך חול במערכת הנקראת קרקע- אקוויפר (SAT), מי קולחין באיכות מים להשקייה המתאימים לצרכים של כל סוגי החקלאות במדינת ישראל.

**פעילות 6: מילוי חוזר של השאלון ורפלקציה**

עליכם למלא שוב את השאלון שמילאתם בפעילות 1 ולהשוות את תשובותיכם כעת לאלו שעניתם טרם הסיור.

בעקבות המילוי החוזר ענו על השאלות הבאות:

1. מה ההבדלים בין מה שרשמתי בפעם הראשונה לבין מה שרשמתי היום?

2. בעקבות איזו פעילות למדתי על הדברים הללו?

בעקבות הפעילות האוריינות והצגת מאמר בכיתה ענו על השאלות הבאות:

1. אילו דברים הכתובים במאמרים ידעתי כבר לפני כן?

2. אילו דברים חדשים למדתי?

3. האם קריאת המאמר העלתה שאלות שלא היתה להן תשובה במאמר? תן/י דוגמה לשאלה כזו. האם קיבלת תשובה לשאלה זו בסיור? אם לא, היכן תוכל למצוא תשובה לשאלה זו?

4. האם יש מידע נוסף שמסקרן אותי להמשיך ולקרוא? מהו?

5. מה אהבתי בפעילות מסכמת זו ומה פחות אהבתי? מדוע?

6. האם תרמתי לקבוצתי? כיצד? האם במשימה קבוצתית נוספת, אתרום יותר?

לסיכום:

1. ממה נהניתי במיוחד בסיור? מדוע ?

2. מה לא אהבתי בסיור? מדוע ?

האם הסיור סייע לי להבין טוב יותר שלבים מסוימים בתהליך התיכון ההנדסי?

אם כן, אילו? הסבירו באיזה אופן.

אם לא, הסבירו מדוע.

**מקורות**

1. דף מידע למורים- מערך הכנה ליור במרכז המבקרים השפ"דן, איגודן והמועצה לישראל יפה.

2. חוברת למורה- סיור לימודי לתלמידי מוט"ב- מרכז מבקרים איגודן, טיהור מי שפכים, קרן מינץ, ד"ר אורית הרשקוביץ ופרופ' יהודית דורי.

3. אתר איגודן <https://www.igudan.org.il>

4. אתר המשרד לאיכות הסביבה [http://www.sviva.gov.il](http://www.sviva.gov.il/Pages/HomePage.aspx)

5. סרטון הסברה שהופק ע"י רשות המים [טיהור שפכים במדינת ישראל](https://www.youtube.com/watch?v=X411BT_YPG4)