



מה"ט – המכון הממשלתי להכשרה בטכנולוגיה ובמדע

תכנית לימודים במגמה הנדסת מים

מתכונת אחידה

אוקטובר 2020

1. מבוא

א. רקע כללי –

מחסור במים הינו בעיה עולמית וכן אחת הבעיות המשמעותיות שניצבות בפני אוכלוסיית מדינת ישראל. עם הידלדלות משאבי הטבע ברחבי העולם, התרבות האוכלוסייה והעלייה ברמת החיים קיים צורך הולך וגדל באנשי מקצוע מוכשרים ומיומנים אשר ישתלבו בתעשיית המים הישראלית הפועלת בארץ וכן בשוק המים העולמי. תוכנית לימודים זו מותאמת לצרכים הנוכחיים והעתידיים של תעשיית המים ועונה על דרישות המעסיקים בתחום.

ב. תיאור המקצוע

1. מפעיל מערכות מים - טכנאי

ביצוע בדיקות לתקינות צנרת ואביזרי מים, כולל תיקון הנדרש. התקנת אביזרי צנרת. תפעול מערכת מים באופן בסיסי. יכולת הבנה בסיסית של מערכות ממוחשבות לתפעול. ייצור ותפעול שטח. שרות שדה. השתלבות במערך ייצור. הכרות בסיסית עם מושגי יסוד בתחום המים ועם מונחים בתחום אכות מים.

2. הנדסאי

הכרת והתקנת אביזרי מים (מז"ח, משאבות, צנרת, פילטר וכדומה). תכנון מערכות פשוטות / פרויקטים קטנים. תיכנון תיקוני צנרת. הקמת מערכת בהתאם למפרט. התאמה בין שרטוט תהליכי לנתוני שטח. איסוף נתוני תכן ממערכות מים ועיבודם. תיכנון בתוכנות תיכנון כגון סולידוורקס, אוטוקאד. בניית מאגרי מידע למערכות מים וניהולם. ניתוח תהליכי, התקנה ותפעול. שיווק מול לקוחות (end users). ניהול תהליך טיפולי בשפכים, בוצה וכדומה. ניהול פרויקטים והפעלת קבלני משנה. פיקוח על פרויקטים.

ג. תנאי קבלה

על מנת להתקבל ללימודים על המועמד לעמוד באחד מהקריטריונים הבאים:

- תעודת בגרות ישראלית מלאה עם ציון חיובי ב- 3 יחידות לימוד במתמטיקה.
- תעודת בגרות חלקית הכוללת: ציון חיובי במתמטיקה 3 יח"ל, בבחינה באנגלית 3 יח"ל, בהבעה עיברית 1 יח"ל.
- בעלי תעודת בגרות מחו"ל זקוקים לאישור משרד החינוך על תעודה שוות ערך לבגרות.
- סיום מכינה טכנולוגית-מדעית (קדם הנדסאים) ועמידה בבחינות ממלכתיות.

2. מבנה כללי של תכנית הלימודים

א. טכנאי

סה"כ	מעשי	עיוני	שם המקצוע
96	71	25	מתמטיקה
32	22	10	אנגלית עיונית וטכנית
48	48		יישומי מחשב
64	46	18	פיסיקה
48	26	22	סטטיסטיקה יישומית
64	64		שירטוט + תיב"מ
80	48	32	מבוא לכימיה כללית ואנליטית
32	21	11	מבוא לכימיה אורגנית
96	73	23	צנרת ואביזרי מים
128	86	42	הידראוליקה
48	31	17	משאבות
32	13	19	מז"ח
48	28	20	חשמל, מנועי חשמל ופיקוד חשמלי
64	33	31	כימיה סניטרית
80	6	74	מיקרוביולוגיה כללית וסניטרית
64			קורסי בחירה
32			מבוא לביולוגיה
64			גאודזיה
32-64			תברואה ואיכות מי שתייה
32			מבוא לאיכות הסביבה ופסולת מוצקה
32			דיני סביבה
32			ניהול סביבתי וכלכלת מים
32			אקולוגיה
16			סיוורים בתעשייה
1024			סה"כ בינים
150	118	32	פרוייקט גמר
1174			סה"כ

ב. הנדסאי

תוכנית הלימוד ללימודי הנדסאי מורכבת כדלקמן:
מקצועות בסיס – 1024 ש"ל – כמפורט בתוכנית הלימוד ללימודי טכנאי.
מקצועות ליבה – 672 ש"ל – כמפורט באוגדן המצורף.
פרוייקט גמר – 304 ש"ל.

סה"כ	מעשי	עיוני	שם המקצוע
1024			מקצועות בסיס
64	44	20	כימיה סניטרית מתקדמת
32	15	17	כתיבה מדעית
144	8	136	טיפול בשפכים ובבוצה
48	6	42	התפלת מים
80	45	35	הידרולוגיה וקידוחי מים
48	27	21	אספקת מים עירונית
64	47	17	פיקוד ובקרה ממוחשבת
192			קורסי בחירה
64			ניקוז ושימור קרקע
64			תפעול מאגרים עיליים
32-48			כימיה של הקרקע
32-48			פיזיקה של הקרקע
64			מעבדה במיקרוביולוגיה כללית וסניטרית
32			מכניקת נוזלים מתקדמת
32			ניהול פרוייקטים
32-96			דיגום מי שתייה / מי נופש / שפכים וקולחין
16-32			בטיחות
32			אפיון מערכות מים
32			ניהול סיכונים
304	304		פרוייקט גמר
2000			סה"כ

בחינות ממלכתיות:

שנה א – הידראוליקה

שנה ב – טכנולוגיות מים- טיפול בשפכים ובוצה – 80%
התפלה – 20%

3. פירוט מקצועות הלימוד

מתמטיקה

96 שעות

ראשי פרקים

- | | |
|---------|-------------------------------|
| 48 שעות | 1. אלגברה |
| 40 שעות | 2. חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי |
| 8 שעות | 3. בחינות |

תיאור כללי:

הקורס עוסק בהנחלה והעמקה של טכניקות מתמטיות ובהקניית ידע בסיסי וכלים מתמטיים לפתרון משוואות ובעיות בתחומי האלגברה והחשבון הדיפרנציאלי והאינטגרלי. הקורס מחולק ללימוד הטכניקות ולתרגולן.

מטרות הקורס:

- הלומד יכיר את פעולות המתמטיקה הבסיסיות וידע לפתור בעיות בסיסיות בתחום.
- הלומד ירכוש מיומנות של למידה עצמית.
- הלומד ירכוש מיומנות של עבודה בקבוצות.

פירוט הנושאים

1. אלגברה

א. חזרה על יסודות, שברים

עיוני 2 שעות
מעשי 8 שעות

חזרה על שברים פשוטים ושברים עשרוניים, אחוזים, יחס ופרופורציה. ביטויים אלגבריים, פעולות כינוס ופירוק, נוסחאות כפל מקוצר. משוואות ומערכת משוואות ממעלה ראשונה, פתרון משוואה ריבועית, מערכת צירים, שיעורי נקודות, משוואת ישר ופרבולה (מושג בלבד). חזקות טבעיות פשוטות, שורשים. הרצאה. פתרון תרגילים ביחידים או בקבוצות.

**עיוני 2 שעות
מעשי 10 שעות**

ב. משוואות ליניאריות, ריבועיות, פרמטריות

משוואות ממעלה ראשונה, שינוי נושא הנוסחה, חקירת משוואות. משוואה ריבועית פרמטרית. הרצאה. פתרון תרגילים. מתן דוגמאות מתחומי הביולוגיה, כימיה והפיזיקה.

**עיוני 2 שעות
מעשי 6 שעות**

ג. פונקציות ליניאריות וריבועיות. גרפים.

קו ישר: משמעות פרמטרים, ציור ישר ע"פ המשוואה ומציאת משוואת ישר. פרבולה $y = ax^2 + bx + c$, קדקוד, ציור פרבולה ע"פ הנוסחה, מציאת נוסחת הפרבולה ע"פ שלוש נקודות. שימוש בפונקציות וגרפים לפתרון בעיות אלגבריות. אי-שוויון ממעלה ראשונה ומעלה שניה, מציאת תחום הגדרת פונקציה. גרפים של פונקציות המוגדרות ע"י ביטויים שונים בתחומים שונים, חיבור וחיסור פונקציות. הרצאה. פתרון תרגילים. מתן דוגמאות מתחומי הביולוגיה, כימיה והפיזיקה.

**עיוני 2 שעות
מעשי 8 שעות**

ד. חזקות ולוגריתמים

הגדרת חזקה עם מעריכים שונים (טבעי, שלם, רציונלי, ממשי). חוקי חזקה ושימוש בהם, משוואות מערכיות פשוטות. פונקציה מערכית. הגדרת לוגריתם, פתרון לוגריתמים פשוטים. הרצאה. פתרון תרגילים. מתן דוגמאות מתחומי הביולוגיה, כימיה והפיזיקה.

**עיוני 2 שעות
מעשי 6 שעות**

ה. פונקציות טריגונומטריות אלמנטריות

\sin , \cos , \tan . ופונקציות הפוכות. שימוש בפונקציות טריגונומטריות לפעילות בין ערכים וקטורים. הרצאה. פתרון תרגילים.

מתן דוגמאות מתחומי הביולוגיה, כימיה והפיזיקה.

2. חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי

עיוני 3 שעות
מעשי 5 שעות

א. תכונות כלליות של פונקציות חד ערכיות

תחום הגדרה, תהליכים רציפים ודיסקרטיים בביולוגיה, עליה וירידה, נקודות קיצון, קמירות וקערות אסימפטוטות.

עיוני 6 שעות
מעשי 10 שעות

ב. מושג הנגזרת.

מושג הנגזרת. תוספת של x ותוספת של y , מיתר ומשיק, נגזרת כתבנית לשיפועי משיקים, נגזרות של פונקציות היסוד (חזקה, מערכית, לוגריתמית), חוקי גזירה (מקדם קבוע, סכום, מכפלה ומנה פונקציה מורכבת).

עיוני 6 שעות
מעשי 10 שעות

ג. אינטגרל.

אינטגרל פונקציה קדומה ותיאורה גרפית, אינטגרל לא מסוים, אינטגרלים מידיים, חוקי אינטגרציה פשוטים, אינטגרל מסוים, שימוש באינטגרל לחישוב שטחים ונפחים, יישומים: משמעות כימית, ביולוגית ופיסיקלית של שטח מתחת לעקומה.

מעשי 8 שעות

3. בחינות

רשימת ספרות עזר :

1. גורן ב', אלגברה ל-3 יחידות לימוד, א.א.ה.ר אופסט מאור בע"מ, תל-אביב. 2008.
2. גורן ב', טריגונומטריה 4-5 יח"ל, הוצאת מישלב.
3. טימור מ', אנליזה - מתמטיקה תיכונית, הוצאת סברן, 1995.
4. אלפסי ז.ב', חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי, הוצאת כנרת.
5. אספס א', חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי.
6. אבירי ח'. בעיות במתמטיקה לטכנאים ולהנדסאים, המכון לאמצעי הוראה.

אנגלית עיונית וטכנית

32 שעות

תיאור כללי:

The overall objective of this semester-long course is to improve reading comprehension skills in English, with an emphasis on the practical application of the language in the subject matter of Engineering and Technology.

Its short-range objectives are to master academic reading skills for text analysis and to build up vocabulary, in order to pave the way for the long-range goal of improving the skills of reading professional literature and descriptive/technical communication, in English.

A variety of relevant texts from different Engineering resources (Internet, books, daily newspapers and magazines) will be used. Students will work with the texts to focus on the macro as well as the micro aspects of the text.

מטרות הקורס:

- א. יוקנו ללומד מיומנויות הבנת הנקרא של טקסטים באנגלית, ברמה אקדמית, בעיקר בתחום המים. זאת על מנת שהתלמיד יוכל לקרוא טקסטים בנושאים מקצועיים וכן פרוספקטים מקצועיים במהירות וביעילות.
- ב. הלומד ירחיב את אוצר המילים הרלוונטיות למקצוע.
- ג. הלומד ישפר את יכולת התיקשור בעל פה ויוכל לנהל שיחה מקצועית בסיסית בתחום.
- ד. הלומד ירכוש ידע בסיסי ופונקציונלי בדקדוק האנגלית.

פירוט הנושאים

1. Review of basic English –functional grammar
2. Reading skills strategies
3. Building vocabulary
4. Communicating skills
5. Basic writing skills

קריאת מאמרים מקצועיים. קריאת פרוספקטים מקצועיים.
חקר אביזר / תהליך פשוט / מושג בתחום. העברת פרזנטציה
בכיתה בתחום.
ביצוע שיחות סימולציה עם חברי הכיתה והמרצה.

יישומי מחשב

48 שעות

ראשי פרקים:

- | | |
|---------|--------------------------------------|
| 10 שעות | 1. מבוא ושימוש ב- Word |
| 18 שעות | 2. גיליון אלקטרוני Excel for Windows |
| 12 שעות | 3. עבודה ב- Power Point |
| 8 שעות | 4. בחינה מעשית |

תיאור כללי:

הקורס עוסק בהנחלה והעמקת הידע בתחומי יישומי המחשב של הלומד, תוך מתן דגש על לימוד תוכנת ה- Excel מהבסיס ועד הקניית ידע יישומי שיאפשר שימוש בתוכנה לצורכי איסוף נתונים וחישובים סטטיסטיים מתקדמים. הקורס משמש מבוא ובסיס לקורסים מתקדמים.

מטרות הקורס:

- הלומד יכיר את תוכנות יישומי המחשב הבסיסיות.
- הלומד ירכוש ידע בתפעול תוכנות המחשב וידע לבצע את הפעולות הנדרשות בסילבוס.
- הלומד ידע לבנות פרזנטציה מקצועית טובה.
- הלומד ידע להשתמש בתוכנת האקסל לבניית טבלאות, גרפים וביצוע חישובים סטטיסטיים הנדרשים בתחום.

פירוט הנושאים

10 שעות.

1. מבוא ושימוש ב- Word

מבוא למחשבים. עבודה ב- Word for Windows . יצירת מסמך חדש, עיצוב תווי טקסט, ניהול קבצים והדפסתם, עבודה בטבלאות, שימוש במסגרות למיקום טקסט, אוטומציה של העבודה עם טקסט אוטומטי. ייבוא וציור תמונות, עבודה גרפית. הקורס יועבר בכיתת מחשבים תוך שימוש בכל התוכנות הנדרשות. מתן דוגמאות מתחומי הביולוגיה והכימיה.

18 שעות

2. גיליון אלקטרוני Excel for Windows

הכרת חלון Excel, הכנסת נתונים ועריכה (העתקה, מחיקה העברה...) שימוש בסרגלי כלים ב-Excel. גיליונות עבודה, הדפסת חוברות עבודה, חישוב באמצעות נוסחאות. חישוב באמצעות פונקציות, יצירת תרשימים. עבודה עם מסד נתונים, חיפוש ומיון נתונים. הוספת גרפיקה ואובייקטים נוספים.

12 שעות

3. עבודה ב- Power Point

יצירת מצגת, עבודה עם מצגת, הוספה והתאמת טקסט. שימוש במערכת צבעים, ציור ושינוי אובייקטים. הוספת פריטי ClipArt גרפים ותרשימים. הפקת הצגת שיקופיות. יצירת מצגת מולטימדיה. עקרונות פרזנטציה נכונה.

8 שעות

4. בחינה מעשית

רשימת ספרות עזר :

1. יעקובסון ריד, ערכת לימוד Excel/visual basic לחלונות, הוצאת פוקוס מחשבים.
2. נוסטיג גושוע, Excel for Windows, הוצאת הוד-עמי.
3. Access for Windows, הוצאת הוד-עמי.

פיזיקה

64 שעות.

ראשי פרקים

10 שעות	1. תנועה לאורך קו ישר
12 שעות	2. וקטורים
8 שעות	3. החוק הראשון של ניוטון
8 שעות	4. מומנטים
6 שעות	5. תנועה וחיכוך
8 שעות	6. החוק השלישי של ניוטון
8 שעות	7. עבודה ואנרגיה
4 שעות	8. חוק שימור האנרגיה

תיאור כללי:

הקורס עוסק בהכרת חוקי המכניקה הבסיסיים לצורך תמיכה בלימודי מכניקה של זורמים.

מטרות הקורס:

הלומד יכיר את חוקי המכניקה הבסיסיים וידע לפתור בעיות בסיסיות בתחום.

פרוט הנושאים

1. תנועה לאורך קו ישר.

הגדרת המושגים תנועה ומנוחה, תיאור תנועה של גוף הנע בקו ישר, הגדרת יחידות מידה של תנועה כתלות בזמן, (מרחק), העתק ומהירות ממוצעת, תנועה קצובה, תיאור גרפי של תנועה קצובה, מהירות רגעית, תנועה מואצת, תנועה שוות תאוצה, תאוצה וסימונה. הרצאה. פתרון תרגילים ביחידים או בקבוצות. ביצוע הדגמות. המחשה בעזרת סרטונים. ביצוע ניסויים במעבדה בנושא.

2. וקטורים.

וקטורים ורכיביהם – כוח, כיוון, גודל, נקודת אחיזה של כוח, כוח שקול, מקבילית כוחות, גודל סקלר, מציאת שקול ע"י פירוק ישר זווית של כוחות לרכיבים (כוחות הפועלים באותו כיוון, בכיוונים מנוגדים, בכיוונים ניצבים זה לזה).

עיוני 4 שעות
מעשי 6 שעות

עיוני 3 שעות
מעשי 9 שעות

**עיוני 2 שעות
מעשי 9 שעות**

3. החוק הראשון של ניוטון.

חוק ההתמדה ברמת ידע, הבנה ויישום.

**עיוני 2 שעות
מעשי 6 שעות**

4. מומנטים.

מומנטים – שיווי משקל, מרכז כובד.

**עיוני 2 שעות
מעשי 4 שעות**

5. תנועה וחיכוך.

משקל, מתיחות, דחיפה של מוט, הכוח הנורמלי, חיכוך סטטי וקינטי, תנועה במישור משופע

**עיוני 2 שעות
מעשי 6 שעות**

6. החוק השלישי של ניוטון.

החוק השלישי של ניוטון ברמת ידע, הבנה ויישום.

**עיוני 2 שעות
מעשי 6 שעות**

7. עבודה ואנרגיה.

הגדרת עבודה, הגדרת מושג ג'ול, עבודה חיובית, עבודה שלילית, מכפלה סקלרית, עבודה של כוח משתנה, עבודת הכוח השקול, אנרגיה קינטית, עבודת כוח הכובד, אנרגיה פוטנציאלית כובדית, אנרגיה מכנית.

**עיוני 1 שעה
מעשי 3 שעות**

8. חוק שימור האנרגיה.

שימור אנרגיה מכנית, הספק.

רשימת ספרות עזר

1. סירס פי' זומנסקי מ', מכניקה תיכונית, הוצאת יבנה.
2. אשל י', מכניקה לתיכון ולאוניברסיטה, הוצאת יורם אשל.
3. זינגר ד', מכניקה, חלק א' ו-ב, הוצאת רכגולד ושות' בע"מ.

סטטיסטיקה יישומית

48 שעות

ראשי פרקים

1. סטטיסטיקה, מהי? סטטיסטיקה בחיי היום יום, 2 שעות
2. מדגם. סטטיסטיקה תאורית, מושגי יסוד ועיבוד נתונים: 9 שעות
3. אוכלוסיה, הסתברות, הגדרת מדדי אוכלוסיה (תוחלת שונות וסטיית תקן), 8 שעות
4. הסקה סטטיסטית, הסקת מסקנות מנתוני מדגם - ממוצע. 12 שעות
5. השוואה בין יותר משתי קבוצות. 5 שעות
6. שיטות א-פרמטריות להסקה סטטיסטית 7 שעות
7. גרסיה לינארית 5 שעות

תיאור כללי:

הקורס עוסק בהקניית מושגי יסוד ויכולת ליישומם לצורך הבנת מאמרים מקצועיים, מחקרים וביצוע פרויקט הגמר. במהלך הקורס יוצגו נושאים עיקריים והיבטים של הסטטיסטיקה בתחום המים, וזאת תוך שימוש בתוכנות מתאימות.

מטרות הקורס:

הלומד יכיר מושגי יסוד בסטטיסטיקה והסתברות על מנת שידע לקרוא ולהבין מאמרים ומחקרים הנערכים בתחום

פרוט הנושאים.

1. סטטיסטיקה, מהי? סטטיסטיקה בחיי היום יום, עיוני 2 שעות
הגדרת היסודות תאוריה סטטיסטית. סטטיסטיקה כשיטה שעוזרת לבסס אמון בהשערות. מושגי יסוד – אוכלוסייה, משתנה, שכיחות יחסית.

**2. מדגם. סטטיסטיקה תאורית, מושגי יסוד ועיבוד נתונים: עיוני 3 שעות
מעשי 6 שעות**

טבלאות שכיחות, גרפים ומדדים. תיאור גרפי של משתנים – סוגי דיאגרמות – עוגה, מלבנים, מקלות, היסטוגרמה, מצולע, שכיחויות, עקום שכיחות יחסית מצטברת
* מדדים לנטייה המרכזית ולפיזור – שכיח, חציון, ממוצע, סטיית תקן.
* סטטיסטיקה תאורית – הגדרת המשתנה, איסוף נתונים, שרטוט גרפים, חישובי מדדים (מדדי מרכז – שכיח, חציון, ממוצע, מדדי פיזור- תחום שונות וסטיית תקן), חישוב אחוזונים.
היכרות ותרגילים בבחירת נתונים באקסל (חלון בחר מקור נתונים), הסבר על ההבדל בין סדרה לקטגוריה והקשרם למשתנה תלוי ובלתי תלוי.

**3. אוכלוסיה, הסתברות, הגדרת מדדי אוכלוסיה (תוחלת שונות וסטיית תקן) עיוני 4 שעות
מעשי 4 שעות**

הצגת היסטוגרם של התפלגות נורמלית ולא נורמלית. הסבר על המספר המסתבר ביותר (most probable number). לתשובה כמותית.
הסתברות – מושגי יסוד – מאורעות, מרחב מדגם, מאורעות משלימים, חיבור וכפל, הסתברויות, הגדרת אקסיומות ההסתברות, תכונות הפונקציה ההסתוגרמית, ההסתברות המותנה
* המשתנה המקרי – הגדרת המ"מ הבדיד והרציף – הגדרת מושג התוחלת- התפלגויות מיוחדות: ההתפלגות הבינומית וההתפלגות הנורמלית.
* התפלגויות – חשיבות ההתפלגות והשפעתה על המבחן הסטטיסטי. התפלגות נורמלית – הגדרה ותכונות, חישוב שטחים מתחת לעקום, "t" – הגדרה וחישוב שטחים.
הסבר על סטיית תקן - מרחק מהממוצע.
הכרת היסטוגרמים של התפלגויות שונות (הצגת תמונות רלוונטיות בתחום). הכרת שיטת MPN ופתרון בעזרתה.

**4. הסקה סטטיסטית, הסקת מסקנות מנתוני מדגם -ממוצע. עיוני 4 שעות
מעשי 8 שעות**

השערות- כיצד מנסחים השערה ובוחנים אותה?
*ביצוע השוואות בין K אוכלוסיות באמצעות נתוני K מדגמים ניתוח שונות חד כווני). * את חלק זה ניתן ללמד גם בפרק 5. מושגי יסוד: השערת 0.
בחירת מבחן סטטיסטי בהתאם להתפלגות (היסטוגרמה) .
p-value במבחן סטטיסטי – קריאת ודיווח תוצאות סטטיסטיות. הסבר על הקשר בין דרגות החופש וגודל המדגם לאמינות התוצאות של המבחן הסטטיסטי .
התמקדות במבחן T, והסבר על השענותו על ההתפלגות הנורמלית. תרגול באקסל, כולל הסבר על הנוסחה, זנבות וסוגים של מבחני T .
הדגמת ביצוע מבחן T לכמה סוגים של התפלגויות. היכרות בעיבוד נתונים בLog Transform (תוך הדגשת הרלוונטיות לספירת חיידקים).

עיוני 3 שעות

5. השוואה בין יותר משתי קבוצות.

מעשי 2 שעות

ANOVA חד-כיווני למשתנה בלתי תלוי אחד ודו-כיווני לשני משתנים בלתי תלויים. שונות. פרופורציה. מבחן POST-HOC לבניית טבלה ומציאת הבדלים מובהקים בין מדגמים. ביצוע ניתוח ב-R.

עיוני 3 שעות

6. שיטות א-פרמטריות להסקה סטטיסטית.

מעשי 4 שעות

הצגת מהות מבחנים ופרוש תוצאותיהם מבחני X^2 לטיב התאמה ואי תלות – מבחן הסימן, מבחן ווילקוקסון. התפלגות לא נורמלית או אי עמידה בתנאי אחר של מבחן ה-T (התבוננות בהיסטוגרמה). קבלת החלטה לביצוע מבחן א-פרמטרי שאינו מסתמך על ממוצע וסטיית תקן. בדיקת השערות על התוחלת כאשר השונות ידועה ואיננה ידועה. (התפ' Z והתפ' T). בדיקת השערות על השונות (התפ' X^2). מבחני X^2 לבדיקת אי תלות ומבחן א-פרמטרי (Wilcoxon). Fisher's exact test עבור תשובות איכותיות (לדוגמא: הימצאות חיידקים ללא ידיעת כמותם)

עיוני 3 שעות

7. רגרסיה ליניארית.

מעשי 2 שעות

ניסוח מודל, הכרת מושגים בסיסיים ומתן תחזיות. יצירת גרפים באקסל עבור 2 סדרות עם מגמות שונות. הסבר על התאמת קו מגמה "least squares". תרגול בחירת נתונים באקסל ותיקון גרפים (דרך החלון של בחירת נתונים). דיאגרמת פיזור, נוסחאות לחישוב a ו-b, מקדם קורלציה. * רגרסיה – הגדרת המתאם הליניארי וחישובו, קווי רגרסיה וניבוי תוצאות על ידי שימוש בlinest באקסל וכן שימוש בקו המגמה.

רשימת ספרות עזר

1. ישראלית שולה, סטטיסטיקה הלכה למעשה. הוצאת לוגיק.
2. סטטיסטיקה, חוברות 10-16. הוצאת האוניברסיטה הפתוחה.
3. אייזנברך רונית, סטטיסטיקה ל"לא סטטיסטיקאים", הוצאת אקדמון. האוניברסיטה העברית בירושלים.
4. פרבמן מנחם, בקרת איכות סטטיסטית. 1992.

שרטוט + תיב"מ

64 שעות

ראשי פרקים

- | | |
|---------|----------------------|
| 8 שעות | 1. שרטוט טכני. |
| 48 שעות | 2. אוטוקד/Solid Work |
| 8 שעות | 3. בחינה מעשית. |

תיאור כללי:

הקורס עוסק בהכרת עקרונות השרטוט הטכני ותוכנת השרטוט Autocad או Solid Work. הקורס מורכב משני חלקים נפרדים: בראשון נסקרים נושאים עיקריים בשרטוט טכני הנוגעים למערכות מים בחלק השני נלמדת תוכנת ה-Autocad או תוכנת ה-Solid Work בכיתת מחשב.

מטרות הקורס:

- הלומד יכיר את תוכנות התכנון הקיימות בתחום המים.
- הלומד ירכוש ידע בשרטוט טכני ושרטוט ממוחשב.
- הלומד ידע לקרוא תוכניות קיימות של מערכות מים.
- הלומד ידע לתכנן מערכות מים בעזרת התוכנה המרכזית הנלמדת בקורס.

פרוט הנושאים.

מעשי 8 שעות.

1. שרטוט טכני.

היטלים, איזומטריה, חתכים, גופים גליליים, פתח בגוף גלילי.
מבוא כללי לשרטוט ממוחשב, הצגת התוכנה "דרישות חומרה".

מעשי 48 שעות

2. אוטוקד/Solid Works

קביעת ממידי השרטוט limits , פקודות המשפיעות על גודל

ואיכות השרטוט zoom , regen , הגדרות נקודות על המסך במערכת צירים יחסית ואבסולוטית "קורדינטה", ישויות גאומטריות דו ממדיות לשרטוט "קו - מעגל - קשת - שרטוט הטילים", עריכת ישויות גאומטריות (קיטוט - מחיקה - הזזה שינוי מימד - סיסוב), מילוי וצביעת משטחים - שרטוט חלקי מכונה בחתך, עבודה בשכבות LAYERS

מעשי 8 שעות.

3. בחינה מעשית.

הערכת הלמידה:

תרגילי כיתה/ תרגילי בית / בחינה מעשית / עבודת סיכום.

מבוא לכימיה כללית ואנליטית

80 שעות.

ראשי פרקים

6 שעות	1. מושגי יסוד.
5 שעות	2. מבנה האטום.
4 שעות	3. הטבלה המחזורית.
10 שעות	4. סטויכומטריה- היבטים כמותיים בכימיה.
5 שעות	5. תורת הגזים.
8 שעות	6. תמיסות וריכוזים.
8 שעות	7. מבנה קישור ותכונות החומר.
8 שעות	8. שיווי-משקל במערכת הומוגנית.
10 שעות	9. חומצות ובסיסים.
8 שעות	10. חמצון-חיזור.
8 שעות	11. בחינות.

תיאור כללי:

הקורס עוסק בהקניית כלים להבנת נושא הכימיה שיהוו בסיס לקורסים מתקדמים בכימיה וקורסי המשך העוסקים בטיפול במים ובשפכים. הקורס יכלול מבוא לכימיה כללית, הבנת עקרונות וחוקי יסוד בכימיה, הכרת מבנה האטום, סוגי קשרים וראקציות אופייניים, הכרה של תגובות כימיות שונות והיבטים כמותיים של תהליכים כימיים.

מטרות הקורס:

- הלומד ירכוש כלים להבנת נושא הכימיה.
- הלומד יבין ויכיר את חוקי היסוד בכימיה כללית.
- הלומד יכיר את מבנה האטום, סוגי קשרים וריאקציות אופייניים.
- הלומד יכיר תגובות כימיות שונות וידע להתמודד עם היבטים כמותיים בתהליכים כימיים.

פרוט הנושאים.

עיוני 6 שעות

1. מושגי יסוד .

מבוא – חלוקת החומרים בטבע, תערובת, תמיסה, תרכובת, יסוד, חומר טהור, מתכות, אל-מתכות, אטום, מולקולה, יון. הצגת הטבלה המחזורית. מצבי צבירה ומעבר בין מצבי צבירה (טמפ' היתוך/ קיפאון, רתיחה/ עיבוי). חוק המתכונות הקבועות וחוק שימור החומר.

עיוני 3 שעות מעשי 2 שעות

2. מבנה האטום.

חלקיקים תת אטומיים, מספר אטומי, מספר מסה, איזוטופים, אנרגיית יינון, אלקטרוני ערכיות באטומים לפי מיקום בטבלה המחזורית (לא כולל מתכות המעבר).

עיוני 4 שעות

3. הטבלה המחזורית.

מבנה הטבלה המחזורית, חלוקה למשפחות חומרים (מתכות אלקליות, מתכות אלקליות עפרוריות, אל מתכות, מתכות מעבר, הלוגנים) (מתכות, אל מתכת, גז אציל). תכונות מחזוריות: אופי היסוד (מתכת, אל מתכת, גז אציל). מטען היון, אנרגיות יינון ראשונות, זיקה אלקטרונית. ערכיות.

עיוני 2 שעות מעשי 8 שעות

4. סטויכומטריה- היבטים כמותיים בכימיה.

מושג המול, מסה מולקולרית. נוסחה אמפירית ונוסחה מולקולרית, מציאת נוסחה אמפירית בתגובות שריפה של חומר אורגני. איזון משוואות כימיות וחישובים מתוך משוואות. גורם מגביל, ניצולת.

עיוני 2 שעות מעשי 3 שעות

5. תורת הגזים.

מושג המול, מסה מולקולרית. נוסחה אמפירית ונוסחה מולקולרית, מציאת נוסחה אמפירית בתגובות שריפה של חומר אורגני. איזון משוואות כימיות וחישובים מתוך משוואות. גורם מגביל, ניצולת.

עיוני 2 שעות מעשי 6 שעות

6. תמיסות וריכוזים.

ממס, מומס, מסיסות, ריכוזי תמיסות - ריכוז ע"פ מסה, נפח, מסה-נפח, ppm, ppb, מולריות ומעברים ביניהם.

חישובים סטויכומטרים בתגובות בתמיסות

עיוני 4 שעות
מעשי 4 שעות

7. מבנה קישור ותכונות החומר.

הקשר הכימי- קשר יוני, קשר קוולנטי וקשר מתכתי, קשרי מימן
מבנה לואיס, מבנה מרחבי של מולקולות, תיאורית VSEPR

עיוני 2 שעות
מעשי 6 שעות

8. שיווי-משקל במערכת הומוגנית.

תגובות הפיכות. שיווי-משקל בתגובות כימיות. הגדרת קבוע שיווי
משקל ומשמעותו. חישוב K.
הפרעות לשיווי משקל, עקרון לה-שטליה וחישובים פשוטים מתוך K.

עיוני 5 שעות
מעשי 5 שעות

9. חומצות ובסיסים.

מושגי יסוד - תמיסה חומצית, תמיסה בסיסית, אינדיקטורים. pH
כמדד לאופי התמיסה: חומצית, ניטרלית, בסיסית. ההגדרות שונות
של חומצות ושל בסיסים, חומצות ובסיסים לפי ארהניוס,
חומצות ובסיסים לפי ברונשטד ולאורי. תגובת בסיס-חומצה.
המים כבסיס וכחומצה.
תגובות חומצה- בסיס – סתירה (מלאה וחלקית).
הידרוליזה
תמיסות מגן (בופר).

עיוני 2 שעות
מעשי 6 שעות

10. חמצון-חיזור.

הגדרות: חומר מחמצן, חומר מחזר, תהליך חמצון, תהליך חיזור.
פוטנציאל חיזור.
משמעות השורה האלקטרוכימית של המתכות.

מעשי 8 שעות

11. בחינות.

רשימת ספרות עזר :

1. כימיה כללית, פיטר אטקינס ולורטה ג'ונס, חלק א' ו-ב', הוצאת האוניברסיטה הפתוחה.
2. " יסודות הכימיה", פרופ' עמנואל מנזרולה, הוצאת קווים, באר-שבע, 2000.
3. "עקרונות הכימיה", פרופ' עמנואל מנזרולה, כרכים א' + ב', הוצאת קווים, באר שבע, 1995
4. General Chemistry Principles and Modern Application, ninth Edition, by: R. H. Petrucci, W. S. Harwood, F. G. Herring and J. D. Madura
5. Chemical Principles, Fourth Edition, by Dickerson, Gray, Darensbourg and Darensbourg
6. General Chemistry with Qualitative Analysis, Fifth Edition, by Whitten, Davis, Peck
7. Vogel, Arthur I. "Vogel's textbook of quantitative chemical analysis". 5th ed. Harlow, Essex, England: Longman Scientific & Technical; New York :Wiley, 1989

מבוא לכימיה אורגנית

32 שעות

ראשי פרקים

- | | |
|--------|------------------------------|
| 8 שעות | 1. מבוא. |
| 6 שעות | 2. אלקאנים (פחממנים רוויים). |
| 4 שעות | 3. אלקנים. |
| 6 שעות | 4. כהלים. |
| 4 שעות | 5. חומצות ובסיסים אורגניים. |
| 4 שעות | 6. בחינות. |

תיאור כללי:

הקורס עוסק בהכרת המושגים והשפה הנהוגה בכימיה אורגנית, סקירת הקבוצות הפונקציונאליות מבחינת תכונות כימיות ופיזיקאליות, שיטות סינתטיות להכנתן וכן תגובות אופייניות להן. כמו-כן יסקרו מנגנוני תגובות עיקריים האופייניים במים ובקרקע.

מטרות הקורס:

- א. הלומד יכיר את המושגים והשפה הנהוגה בכימיה אורגנית.
 ב. הלומד יכיר את הקבוצות הפונקציונאליות מבחינת תכונות כימיות ופיזיקאליות, שיטות סינתטיות להכנתן וכן תגובות אופייניות להן.

פירוט הנושאים.

- | | |
|---|---|
| עיוני 4 שעות
מעשי 4 שעות | 1. מבוא.
נוסחאות מולקולריות ומבניות, קבוצות פונקציונליות, הקשר הכימי בתרכובות אורגניות. |
| עיוני 2 שעות
מעשי 4 שעות | 2. אלקאנים (פחממנים רוויים).
איזומריה של אלקאנים, ציקלואלקאנים ואלקיל הלידים
מינוח פחממנים לא מסועפים ומסועפים.
קשרים בין מולקולרים - קשרי ון-דר-ולס, לא קוטביים.
תכונות: מצבי צבירה, מסיסות במים ובממסים לא מימיים. |

**עיוני 1 שעה
מעשי 3 שעות**

3. אלקנים.

מינוח ואיזומריה, איזומריה ציס-טרנס
תגובות סיפוח (הלוגנים ומים בסביבה חומצית)
כלל מרקובניקוב.

**עיוני 2 שעות
מעשי 4 שעות**

4. כהלים.

הקבוצה הפונקציונלית. מיון כהלים לראשוניים, שניוניים ושלישוניים.
קשרי מימן בכוהל והשפעתם על אנתלפיות אידיוי ומסיסות הכוהל במים
סקירת תגובות נפוצות: עם מתכות כמו Na , K ; חמצון והכרת תוצרי
החמצון (אלדהידים, חומצות, קטונים).

**עיוני 2 שעות
מעשי 2 שעות**

5. חומצות ובסיסים אורגניים.

תכונות ותגובות אופייניות לחומצות ובסיסים.
חומצה קרבוקסילית.
אמינים – הקבוצה הפונקציונלית. חלוקה לאמין ראשוני,
שניוני ושלישוני. האמין כבסיס.

מעשי 4 שעות

6. בחינות.

רשימת ספרות עזר :

1. כימיה אורגנית, תרגילים ופתרונות, לאון גולדשטיין, הוצאת דיונון אוניברסיטת תל-אביב, 1991
2. מבוא לכימיה, ד"ר עמנואל מנזרלה, הוצאת קווים, ב"ש, 1998
3. "Organic chemistry" Wade, L.G. jr.; Third Edition, Prentice Hall, 1995
4. "Organic chemistry" Morrison, R. T., Boyd, R. N., Sixth Edition, Prentice Hall International, Inc 1992
5. "Introduction to Organic Chemistry" Streitwieser, A. Jr., and Heathcock, C. H., Third Edition, Collier Macmillan, 1985

צנרת ואביזרי מים

96 שעות

ראשי פרקים

- | | |
|----------|----------------------------------|
| 18 שעות. | 1. צנרות פלדה, פוליאתילן ו-PVC. |
| 14 שעות | 2. מגופים. |
| 8 שעות | 3. שסתום חד כיווני. |
| 18 שעות | 4. ווסתי לחץ. |
| 14 שעות | 5. פיקוד אביזרים ומדידה. |
| 12 שעות | 6. הלם מים. |
| 12 שעות | 7. בחינה מעשית/ הצגת עבודות חקר. |

תיאור כללי:

הקורס עוסק בהכרת האביזרים והחומרים המשמשים לבניית מערכות מים והתנהגותם ההידראולית. במסגרת הקורס נסקרים אביזרי מים שונים, תקנים המכתיבים את אופן השימוש בהם, והחומרים מהם הם נבנים. מפורט הייעוד של כל אביזר, משמעותו במערכת ודרכי התקנתו.

מטרות הקורס:

- הלומד יכיר את החומרים והאביזרים השונים המשמשים בתחום המים.
- הלומד ידע מהו ייעודו של כל אביזר ומשמעותו במערכת.
- הלומד יכיר את דרכי התקנת האביזרים.

פירוט הנושאים.

- | | |
|--|--|
| <p>עיוני 4 שעות
מעשי 14 שעות</p> | <p>1. צנרות פלדה, פוליאתילן ו-PVC.
חומרים, תקנים, שיטות ואביזרי חיבור, הנחת צנרת. הרצאה. מעבדה באביזרי צנרת. שימוש באביזרים להדגמות. סרטונים בתחום. סיורי שטח.</p> |
| <p>עיוני 4 שעות
מעשי 10 שעות</p> | <p>2. מגופים.
סוגי מגופים – טריז, אלכסוני, פרפר, כדור, חרוט, בעיות הידראוליות, מיקום והתקנה. עקרונות פעולת מגוף. יחסי שטחים, כוחות לפתיחה וסגירה. פתיחת מינימום למגוף, זרימה כנגד מהלך.</p> |

**עיוני 2 שעות
מעשי 6 שעות**

3. שסתום חד כיווני

אל-חוזרים סוגים ויישומים.

**עיוני 4 שעות
מעשי 14 שעות**

4. ווסתי לחץ

מגוף הידראולי, צנרת שירות, בחירת דגם, קוויטציה ומקדם שיחזור לחץ.

**עיוני 4 שעות
מעשי 10 שעות**

5. פיקוד אביזרים ומדידה

פיקוד תלת-דרכי, דו-דרכי ופיקוד דו-נפחי (2x4, 2x5 ועוד), עקרון עבודה, הכרת אביזרים + סקירת יתרונות וחסרונות. מדידת מים - סקירה כללית של סוגי מודדים ושיטות מדידה. ספיקות מינימום ומקסימום. קוצבים והידרומטרים - סקלות, שיטות תמסורת, סוגי פלטים וכד'.

**עיוני 5 שעות
מעשי 7 שעות**

6. הלים מים.

תיאוריה, הלים בצנרת קשיחה ואלסטית, השפעת הצנרת על עצמת הלים המים. זמן סגירת מגוף. השפעת אוויר על הלים מים, דרכי מניעה.

מעשי 12 שעות

7. בחינה מעשית/ הצגת עבודות חקר.

הערכת הלמידה:

בחינה עיונית / בחינה מעשית / עבודת חקר / העברת פרזנטציה בתחום עבודת החקר.

רשימת ספרות עזר :

Valve Handbook by Philip -Flow Measurement Eng. Handbook by Richard W. Miller, L. Skousen

הידראוליקה

128 שעות

ראשי פרקים

- | | |
|---------|------------------|
| 40 שעות | 1. הידרוסטטיקה. |
| 72 שעות | 2. הידרודינמיקה. |
| 16 שעות | 3. בחינות. |

תיאור כללי:

הקורס עוסק בהכרת תחום מכניקת הזורמים כבסיס להבנת תהליכי זרימה של נוזלים במדיות שונות. במהלך הקורס ישנה התמקדות בשני נושאים עיקריים:
א. הידרוסטטיקה- תורת הנוזלים במצב סטטי ב. הידרודינמיקה- תורת הנוזלים במצב תנועה.

מטרות הקורס:

- הלומד יכיר את מערכות היחידות השונות וידע לבצע מעברי יחידות.
1. הלומד יכיר את תכונות הנוזלים.
 2. הלומד יבין את הלחצים ומשמעותם וידע לפתור בעיות בתחום.
 3. הלומד ידע את יסודות ההידרודינמיקה וידע להשתמש במשוואות הנלמדות ולבצע חישובים נדרשים בתחום.

פירוט הנושאים.

1. הידרוסטטיקה.

עיוני 10 שעות
מעשי 30 שעות

מבוא: זורם, נוזל, גז, הידרוסטטיקה, הידרודינמיקה. מימדים ויחידות. מערכות יחידות שונות. תכונות סטטיות של נוזלים - צפיפות, משקל סגולי, מסה ומשקל יחסיים. לחץ הידרוסטטי, יחידותיו ותכונותיו - מקורות של לחץ. חוק פסקל. משוואה יסודית בהידרוסטטיקה. חישובי לחץ. לחץ מוחלט (absolute) ולחץ נמדד (gage): לחץ אטמוספרי ולחץ ברומטרי. לחץ יתר ותת-לחץ (לחץ מנומטרי ולחץ וואקומטרי). משוואת מדי הלחץ. חישובי מדי לחץ נוזליים - לחץ וכוח. כוח לחיצה על מישור אנכי. מרכז הלחץ ומיקומו. חוק ארכימדס. ציפת הגופים.

עיוני 32 שעות מעשי 40 שעות

2. הידרודינמיקה.

קינמטיקת נוזלים - (קו זרם, מסלול, מהירות ומהירות ממוצעת בחתך).
ספיקה נפחית, מסית, משקלית. משוואת הרציפות. צמיגות קינמטית,
דינמית. מספר רינולדס Re . משטרי הזרימה. זרימה למינרית וטורבולנטית.
משוואת ברנולי עבור נוזלים אידיאליים. אנרגיה סגולית. שיטה
לפיתרון בעיות זרימה. מדידות זרימה.
הספק הידראולי. הספק הנוזל בסילון. משאבה כמקור של אנרגיה
סגולית. הספק מופק (יעיל) והספק מושקע, נצילות של משאבה.
משאבה במשוואת ברנולי. משוואת ברנולי עבור נוזלים ממשיים.
הפסדי האנרגיה הסגולית (הפסדי העומד). תאור גרפי של
משוואת ברנולי.
הפסדי עומד אורכיים בצינור. נוסחת דארסי-ווייסבאך. שיטות שונות
לקביעת מקדם חיכוך (חישוב לפי משטר זרימה, דיאגרמת מודי).
הפסדי עומד אורכיים בצינור. שיטת הייזן-וויליאמס (חישוב ומונוגרמה).
מערכת צינורות המחוברים בטור. שילוב הפסדים אורכיים ומקומיים.
צינור שקול. מערכת צינורות המחוברים במקביל. שילוב הפסדים
אורכיים ומקומיים.
זרימת הנוזלים דרך פתחים (פתח קצר) התרוקנות המיכל דרך
פתח בתחתית.

מעשי 16 שעות

3. בחינות.

הערכת הלמידה

תרגילי כיתה/ תרגילי בית / בחנים / בוחן אמצע / בחינה

רשימת ספרות עזר:

1. זילברשטיין י. "יסודות ההידראוליקה". הוצאת אורט.
2. Fox R.O, ["McDonald A. T., Pritchard P. J." Introduction to fluid mechanics"](#), 7th ed., New York : Wiley, 2008.

פרוט נוסחאות - הידראוליקה

הידרוסטאטיקה

לחצים:

$$P = \frac{F}{A}$$

$$P_{abs} = P_0 + P_g$$

תכונות חומריות:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{- צפיפות}$$

$$\gamma = \frac{G}{V} \quad \text{- משקל סגולי}$$

$$\delta_x = \frac{\rho_x}{\rho_w} \quad \text{- מסה יחסית}$$

המשוואה היסודית בהידרוסטאטיקה:

$$P = P_0 + \gamma h$$

כוחות על משטח מישורי:

$$F = \gamma h_c A$$

נקודת אחיזת הכוח:

$$y_D = y_c + \frac{I}{y_c A}$$

כוח לחיצה על משטחים עקומים:

$$F_V = \gamma \cdot V \quad \text{- רכיב אנכי}$$

$$F_h = \gamma \cdot h_c \cdot A \quad \text{- רכיב אופקי}$$

$$F = \sqrt{F_h^2 + F_V^2} \quad \text{- הכוח השקול הפועל על המשטח}$$

$$M = F \cdot L \quad \text{- הגדרת המומנט}$$

ציפת גופים:

$$F_B = \gamma \cdot V \quad \text{- כוח הציפה}$$

$$V = \frac{F_1 - F_2}{\gamma_2 - \gamma_1} \quad \text{- חישוב נפח גוף לפי מדידת משקלו בשני נוזלים שונים}$$

הידרודינמיקה

$$Q = v \cdot A \quad \text{- ספיקה נפחית}$$

$$G = \gamma \cdot Q \quad \text{- ספיקה משקלית}$$

$$M = \rho \cdot Q \quad \text{- ספיקה מסית}$$

$$Q = A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 \quad \text{- משוואת הרציפות}$$

$$v_1 = v_2 \cdot \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2$$

משוואת ברנולי -

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g}$$

משוואת ברנולי כולל הפסדים ומשאבה -

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + H_p - \sum Y = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g}$$

הספק נוזל בזרימה -

$$N = \gamma \cdot Q \cdot H$$

הספק על גל המשאבה -

$$N_p = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{\eta}$$

מהירות קליחת נוזל (משפט טוריצל) –

$$v = \sqrt{2gH}$$

$$\tau = \mu \cdot \frac{\Delta U}{\Delta Y} \quad \text{- צמיגות}$$

$$R_e = \frac{\rho VD}{\mu} = \frac{VD}{\nu} = \frac{4Q}{\pi DV} \quad \text{- מספר רינולדס}$$

משוואת האגן -פואזי –

$$\frac{\Delta P}{\gamma} = \frac{128 \cdot \mu \cdot L \cdot Q}{\pi \cdot D_0^4 \cdot \rho \cdot g} = \frac{128 \cdot \nu \cdot L \cdot Q}{\pi \cdot D_0^4 \cdot g}$$

נפילת לחץ לאורך קטע צינור – (זרימה למינרית)

$$\Delta P = \frac{128 \cdot \mu \cdot L \cdot Q}{\pi \cdot D_0^4}$$

הפסדי עומד אורכיים (משוואת דארסי וויסבך)

$$y_L = f \frac{L V^2}{D 2g} = 0.0811 \cdot f \cdot \frac{L}{D^5}$$

$$f = \frac{64}{R_e} \quad \text{- עבור זרימה למינרית}$$

נוסחאת הייזן – וויליאמס –

$$J = \frac{2.16 \cdot 10^7 \cdot V^{1.852}}{C_{HW}^{1.852} \cdot D^{1.167}}$$

הפסד העומד הוא -

$$y = \frac{J \cdot L}{1000}$$

הפסדים מקומיים -

$$y_k = K \frac{v^2}{2g} = 0.0811 \cdot \frac{k}{D^4}$$

אורך אקוויוולנטי -

$$L_k = \frac{k}{f} D$$

חיבור צינורות במקביל -

$$Q_{TOTAL} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n$$

$$\sum y = y_1 = y_2 = y_3 = \dots = y_n$$

חיבור צינורות בטור -

$$Q_{TOTAL} = Q_1 = Q_2 = Q_3 = \dots = Q_n$$

$$\sum y = y_1 + y_2 + y_3 + \dots + y_n$$

התנגדות הידראולית -

$$R = 0.0811 \cdot f \cdot \frac{L}{D^5}$$

הפסד עומד -

$$y = RQ^2$$

התנגדות שקולה בחיבור מקבילי –

$$\frac{1}{R_e} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n} \right)^2$$

התנגדות שקולה בחיבור טורי –

$$R_e = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

יחסי ספיקות בשני צינורות במקביל –

$$Q_1 = \frac{Q_T}{1 + \sqrt{\frac{R_1}{R_2}}}$$

משאבות

48 שעות

ראשי פרקים

- | | |
|---------|---|
| 4 שעות | 1. משאבות. |
| 6 שעות | 2. משאבות צנטריפוגליות. |
| 6 שעות | 3. משאבות מים. |
| 3 שעות | 4. הפסדי עומד. |
| 3 שעות | 5. ספיקה. |
| 10 שעות | 6. איפיון מערכת. |
| 4 שעות | 7. שינויים בספיקה ועומד. |
| 12 שעות | 8. בחינה/ בחינה מעשית/ הצגת עבודות חקר. |

תיאור כללי:

קורס המשאבות הוא קורס ייחודי המקנה היכרות מעמיקה עם עקרונות השאיבה, סוגים שונים של משאבות בהתאם לייעודן, מבנה המשאבה ותחזוקה. הקורס ילמד כקורס המשך לקורס בהידראוליקה והמשאבה תוצג כרכיב הידראולי. יבוצעו סקירה של נושאים שנלמדו בהידראוליקה בתחום ויבוצע יישום פרקטי מעשי שלהם בקורס זה. הקורס מקיף את כל נושא השאיבה, ומאפשר היכרות מעמיקה של הנושא. במסגרת הקורס נסקרים עקרונות השאיבה, נלמדים סוגי משאבות שונים, עקרונות מכוני שאיבה, התאמת משאבות למטרתן, חומרי בנייה של משאבות, איתור תקלות ובחינת יעילות שאיבה. במסגרת הקורס נלמד גם טסט לבחינת משאבה בתנאי עבודה.

מטרות:

הלומד יכיר את עקרונות השאיבה. סוגי המשאבות השונות, מבנה המשאבות, תחזוקתן, איתור תקלות ובחינת יעילות שאיבה.

פירוט הנושאים.

עיוני 4 שעות

1. משאבות.

מידע כללי, סוגי המשאבות, סוגי מאיצים, שיטות הנעה וסוגי מנועים, פרמטרים לבחירת סוג המשאבה בהתאם לנזלים השונים. חיבור משאבות: חיבור בטור, חיבור במקביל. אופייני המשאבה.

עיוני 3 שעות מעשי 3 שעות.

2. משאבות צנטריפוגליות.

עקרון פעולה של משאבה רוטודינמית. עומד שאיבה של משאבה רוטודינמית.

**עיוני 2 שעות
מעשי 4 שעות**

3. משאבות מים.

הדרוטכניקה: מושגי יסוד ויחידות נפוצות של ספיקה, עומד, הספק דרוש והספק.

עיוני 3 שעות

4. הפסדי עומד.

עומד סטטי (ביניקה ובסניקה), עומד דינמי (הפסדים בצנרת ובאביזרים. תרגיל לחישוב הפסדים דינמיים בעזרת טבלאות חישוב מוכנות המסופקות ע"י המרצה.

**עיוני 1 שעה
מעשי 2 שעות**

5. ספיקה.

חישוב ספיקות לפי כמות צרכנים (מבני מגורים, בתי מלון, בתי חולים ויישובים) בעזרת נוסחא וטבלאות המסופקות ע"י המרצה.

**עיוני 2 שעות
מעשי 8 שעות**

6. איפיון מערכת.

עבודה משולבת של משאבה וצנרת. נקודת העבודה. השילוב בין הספיקה לעומדים השונים (סטטי ודינמי).

**עיוני 2 שעות
מעשי 2 שעות**

7. שינויים בספיקה ועומד.

שינויים בספיקה ועומד בהתייחס לשינויים ברשת ושינויים יזומים בשיטות שונות.

מעשי 12 שעות.

8. בחינה / בחינה מעשית / הצגת עבודות חקר

הערכת הלמידה:

בחינה עיונית / בחינה מעשית / עבודת חקר / העברת פרזנטציה בתחום עבודת החקר.

רשימת ספרות עזר.

זילברשטיין י. מכניקת הזורמים חלק ב', הוצאת אורט.

מז"ח

32 שעות

ראשי פרקים.

- | | |
|--------|--|
| 3 שעות | 1. מושגי יסוד זרימה חוזרת. |
| 6 שעות | 2. אביזרים. |
| 3 שעות | 3. התאמת אביזרים לדרגת הסיכון. |
| 5 שעות | 4. תקנות. |
| 3 שעות | 5. אירועים. |
| 8 שעות | 6. התקנה ובדיקה. |
| 3 עות | 7. תחזוקה. |
| | 8. בחינה מעשית/ הצגת עבודות חקר / בחינה עיונית של משרד הבריאות |
| 1 שעה | |

תיאור כללי:

במסגרת הקורס מתבצעת אינטגרציה של נושאים שונים (מכניקת זורמים, אביזרים וצנרת, איכות מים), שנלמדו לצורך יישום ספציפי של התקנת מונע- זרימה-חוזרת. הקורס ניתן ע"י מספר מרצים מומחים, שנותנים את ההיבט המקצועי של כל תחום שמשתלב בנושא.

מטרות הקורס:

- שילוב הידע הנרכש במהלך הלימודים בתחום יישומי הנדרש אצל העוסקים במקצוע.
- הקניית ידע עיוני ופרקטיקה מעשית למתקיני המז"ח והאביזרים השונים בתחום.

פירוט הנושאים

עיוני 3 שעות

- 1. מושגי יסוד זרימה חוזרת.**
מושגים בסיסיים: מי שתייה ושאינם ראויים לשתיה, זרימה חוזרת, חיבור כלאיים/צולב, לחץ נומינלי, לחץ נגדי, גישות חוזר, ספיקה, מנומטר.
סיבות ותיאוריה של זרימה חוזרת

- 2. אביזרים.**
עיוני 3 שעות
מעשי 3 שעות.
אביזרים מאושרים למניעת זרימה חוזרת, פרוט כל סוגי האביזרים. מפרטים ותקנים ישראלים קיימים. מניעת זרימה חוזרת במערכות כיבוי אש.
- 3. התאמת אביזרים לדרגת הסיכון.**
עיוני 2 שעות
מעשי 1 שעה
דרגות סיכון – הסבר ופירוט הפתרונות המתאימים לכל דרגה. אביזרים למניעת זרימה חוזרת – יתרונות וחסרונות.
- 4. תקנות.**
עיוני 5 שעות
תקנות בריאות העם. הנחיות ומדיניות משרד הבריאות. תקנים אחרים בנושא צנרת מים. רישום ודיווח.
- 5. אירועים.**
עיוני 3 שעות
אירועי זרימה חוזרת. חיבורי כלאיים אופייניים בתעשייה, במסחר ובחקלאות.
- 6. התקנה ובדיקה.**
עיוני 2 שעות
מעשי 6 שעות
לימוד תיאורטי של התקנת אביזרים למניעת זרימה חוזרת. הכרת האביזרים השונים, פרוק והרכבה הכרת ערכות בדיקה. לימוד מעשי של בדיקת אביזרים.
- 7. תחזוקה.**
עיוני 1 שעה
מעשי 2 שעות
- 8. בחינה מעשית/ הצגת עבודות חקר / בחינה עיונית של משרד הבריאות**
מעשי 1 שעה

בחינה עיונית / בחינה מעשית / עבודת חקר / העברת פרזנטציה בתחום עבודת החקר.

רשימת ספרות עזר :

1. חוברת הדרכה של משרד הבריאות המתעדכנת ברציפות.
2. תקנים והנחיות של משרד הבריאות בתחום המתעדכנים ומתפרסמים ברציפות.

חשמל, מנועי חשמל ופיקוד חשמלי

48 שעות

ראשי פרקים.

- | | |
|---------|----------------------------------|
| 4 שעות | 1. יסודות. |
| 8 שעות | 2. מעגלים. |
| 9 שעות | 3. מתח וזרם חילופין-חד מופעי. |
| 6 שעות | 4. מתח וזרם חילופין – תלת מופעי. |
| 6 שעות | 5. מעגלי פיקוד חשמליים. |
| 15 שעות | 6. מנועי חשמל. |

תיאור כללי:

הקורס עוסק בהכרת מערכות בתחום החשמל והאלקטרוניקה ואת רכיביהן.

מטרות:

הלומד יכיר את עקרונות הזרם החשמלי, יבין ויודע כיצד ליישם את עקרונות החשמל במערכות מים.

פירוט הנושאים.

- | | |
|-------------------------------------|---|
| עיוני 4 שעות | 1. יסודות.
מבנה האטום, מטען חשמלי, התנגדות חשמלית, זרם, מתח, הספק ואנרגיה חשמלית. |
| עיוני 4 שעות
מעשי 4 שעות | 2. מעגלים.
מעגלים חשמליים בזרם ישר, חומרים מוליכים ומבודדים, חוק אוהם, התנגדות סגולית, חיבור נגדים בטור, חיבור נגדים במקביל, חיבור נגדים במעורב, המרת אנרגיה, הגנות על מעגלים חשמליים, קבלים במתח ישר – טעינה ופריקה. |
| עיוני 4 שעות
מעשי 5 שעות | 3. מתח וזרם חילופין-חד מופעי.
יצור מתח חילופין סינוסואידאלי, המושגים: משרעת, תדירות, |

מתח מקסימאלי, תדירות מעגלית, מופע (פאזה), והפרש מופע נגד במתח חילופין סינוסואידאלי קבל במתח חילופין סינוסואידאלי, סליל במתח חילופין סינוסואידאלי, העכבה של המעגל החשמלי. הספקים: פעיל, עיזור ומדומה ויחידותיהם, מעגל RLC במתח חילופין סינוסואידאלי, גורם ההספק של מעגל חשמלי, משמעות שיפור גורם ההספק. יילמדו המושגים המרכזיים הקשורים לזרם חילופין ולהזכיר את המושגים חד פאזי ותלת פאזי, אבל לא נדרש להיכנס לעומק התנהגות הרכיבים החשמליים במעגלים אלה וכן לחישובים.

עיוני 3 שעות מעשי 3 שעות

4. מתח זרם חילופין – תלת מופעי.

יצור מתח חילופין תלת מופעי סינוסואידאלי, מתח פאזי ומתח קווי (שלוש) זרם פאזי וזרם קווי, חיבור צרכנים בחיבור כוכב סימטרי, חיבור צרכנים בחיבור כוכב לא סימטרי, חיבור צרכנים בחיבור משולש סימטרי ולא סימטרי.

עיוני 2 שעות מעשי 4 שעות

5. מעגלי פיקוד חשמליים.

מעגלי פיקוד (מיתוג) חשמליים. התייחסות לציוד שנמצא בלוחות הפיקוד בשטח: לדוגמה, מגענים וממסרים, מתנעים ווסתי תדר למנועים (משאבות), ציוד הגנה (כולל הכרת המושגים), מבנה של מעגל פיקוד בסיסי (כולל הבנת שרטוט פיקוד), בקר מתוכנת, וכדומה.

עיוני 5 שעות מעשי 10 שעות

6. מנועי חשמל.

עקרון פעולה של מנוע לזרם חילופין: מבנה, עקרון פעולה ויישומים. הסבר כללי של מונחים כגון: הפסדים במנוע, נצילות המנוע, הספק כניסה והספק מוצא.

הערכת הלמידה:

בחינה עיונית / בחינה מעשית / עבודת חקר / העברת פרונטציה בתחום עבודת החקר.

רשימת ספרות עזר

1. גרון חיים, יסודות תורת החשמל- חלק א'. הוצאת אורט. ישראל
2. גרון חיים. יסודות תורת החשמל – חלק ב'. הוצאת אורט. ישראל
3. אילן גל. 2011. תורת החשמל. הוצאת דניאל.

כימיה סניטרית

64 שעות

ראשי פרקים

1. מבוא לאיכות מים. 4 שעות
2. פרמטרים אורגנולפטיים. 2 שעות
3. מרכיבי חומצה בסיס. 3 שעות
4. בטיחות במעבדה, ומעבדת היכרות- בדיקות מים ראשוניות- PH ומהולים. 5 שעות
5. אנליזה לקביעת חומציות ואלקליניות. 5 שעות
6. קבוצת הקשיות. 3 שעות
7. אנליזה לקביעת קשיות. 5 שעות
8. חיטוי/ כלורינציה ומרכיבי כלור. 3 שעות
9. אנליזה לקביעת כלור ומרכיביו. 5 שעות
10. פרמטרים מקבוצת החנקן. 4 שעות
11. חמצן מומס במים. 3 שעות
12. אפיון שפכים. א. תצורת חמצן ביולוגית (BOD). 4 שעות
13. אפיון שפכים. ב. תצורת חמצן כימית (COD). 4 שעות
14. קביעת חמצן מומס וצריכת חמצן. 5 שעות
15. ערכות שדה. 1 שעה
16. בחינות. 8 שעות

תיאור כללי:

הקורס עוסק בהכרת המושגים והכלים לקביעת המדדים הכימיים והפיזיקליים הקובעים את איכות המים והשפכים, גורמיהם והשלכותיהם הסביבתיות והתבראותיות. בקורס ילמדו עקרונות של שיטות הבדיקה, השפעת מדדים שונים על הבדיקה (גורמים מפריעים) ודרכים לפתרון בעיות זיהום.

מטרות הקורס:

הלומד ירכוש את הידע והכלים לקביעת המדדים הכימיים והפיזיקליים הקובעים את איכות המים והשפכים, גורמיהם והשלכותיהם הסביבתיות והתבראותיות.

פירוט הנושאים.

עיוני 4 שעות

1. מבוא לאיכות מים.

מקורות המים בישראל, פרמטרים לקביעת איכות מים, סקירת מזהמים לפי קבוצות (אורגני/איאורגני- מוצקים, מתכות, מינרלים, מרכיבי גופרית ותרכובות זרחן, מיקרואורגניזמים ועוד)

עיוני 2 שעות

2. פרמטרים אורגנולפטיים.

הכרת המדדים צבע, טעם, ריח ועכירות, המשמשים כמדדים לקביעת איכות מים. הבנת מקור המזהמים הגורמים לעלייה במדדים אלו במים, משמעותם האקולוגית והבריאותית

עיוני 3 שעות

3. מרכיבי חומצה בסיס.

גורמי החומציות והבסיסיות של המים. הקשר בינם לבדיקת ההגבה. אלקליניות כללית ומרכיביה (CO_3^{2-} , HCO_3^- , OH^-), אלקליניות פנול פתלאין. חומציות כללית ומרכיביה. המים כבופר. דרכי קביעת מרכיבים אלו במעבדה-טטרציות ועקומת טטרציה.

עיוני 1 שעה מעשי 4 שעות

4. בטיחות במעבדה, ומעבדת היכרות- בדיקות מים. ראשוניות- PH ומהולים.

1. מדידת pH באמצעות pH מטר בתמיסות שונות (חומצי/ בסיסי חזק/ חלש).
2. ביצוע סדרת מיהולים לתמיסות מלחים.
3. מדידת מוליכות (ניתן ללמד במרוכז בערכות שדה).
4. השוואת ה- pH והעכירות של תמיסת פוספט לפני ואחרי $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (אופציונלי).

מעשי 5 שעות

5. אנליזה לקביעת חומציות ואלקליניות.

קביעת חומציות של מים באמצעות מתיל אורנג' או פנול פתאלין. קביעת בסיסיות של מים באמצעות פנול פתלאין ואינדיקטור מעורב מתיל אדום וברומוקרזול ירוק. קביעת בסיסיות וחומציות בשיטה פוטנציומטרית (אופציונלי/ הדגמה) הקשר בין בדיקה זו ובדיקת הקושיות הכללית.

עיוני 3 שעות

6. קבוצת הקשיות.

קשיות כללית, קשיות זמנית וקבועה. מרכיביה העיקריים – סידן ומגנזיום ומשמעותם הסניטרית והכלכלית. תיאור הרכבם של סוגי מים: רכים, קשים, מזוקקים, מי-ברז, מים עיליים ומי תהום. דרכים לריכוך המים- חילוף יונים. קביעה כימית של מרכיבי הקשיות, סידן ומגנזיום.

מעשי 5 שעות

7. אנליזה לקביעת קשיות.

קביעת קשיות מים ומרכיביה ($\text{Ca}+2, \text{Mg}+2$) ע"י EDTA ואינדיקטור Eriochrome Black. קביעת קשיות במי ברז ובמים רתוחים

עיוני 3 שעות

8. חיטוי/ כלורינציה ומרכיבי כלור.

צורות ותהליכי חיטוי, כלור כללי, חופשי וקשור. השפעת ההגבה על הרמה החופשית של מרכיבי הכלור ונגזרותיו.

עקומת שבירת הכלור. השפעת הכלורניציה על האיכות הכימית של המים. הקביעה הכימית של צורות הכלור במים- בדיקת כלור בשיטה יודומטרית ובשיטת DPD.

מעשי 5 שעות

9. אנליזה לקביעת כלור ומרכיביו.

קביעת עקומת שבירת הכלור (Breakpoint Chloriation) והכלור הזמין על ידי טטרציה יודומטרית. קביעת כלור חופשי, נותר וכללי בשיטת DPD (ערכת שדה).

עיוני 4 שעות

10. פרמטרים מקבוצת החנקן.

N-Org, NH₃, NO₃⁻, NO₂⁻ מחזור החנקן בטבע, הבנת מקורות החנקן במים, משמעותם הסניטרית והשלכותיהם. הדרכים לטיפול בהם ודרכי קביעתם הכימית.

עיוני 3 שעות

11. חמצן מומס במים.

רמות החמצן המומס במים, בנחל ובבריכות הטיהור. משמעותו הסניטרית במקורות המים השונים, פרמטרים המשפיעים על מסיסותו (מליחות, עכירות, טורבולנציה ועוד). הכרת השיטות הפיזיקליות והכימיות לקביעתו. הבנה וטיפול בגורמים המפריעים לקביעה אמינה של חמצן מומס.

עיוני 4 שעות

12. אפיון שפכים. א. תצרוכת חמצן ביולוגית (BOD).

פיזיקלית, כימית וביולוגית. אפיון כללי (תכולת חומר אורגני)- BOD, TOC, COD ומוצקים.

א. תצרוכת חמצן ביולוגית (BOD)

משמעותו הסביבתית בנוזלים שונים והדרכים לקביעתו במעבדה. השפעת גורמים שונים על BOD: נוסחת BOD, השפעת הזמן, קבוע החימצון, הטמפרטורה, ההגבה, הנוטריאנטים, סוג האוכלוסיה המיקרוביאלית והביולוגית. אפקטים של רעלים שעוברים מטבוליים כגון ציאנידים או מתכות כבדות כ- Cd²⁺ שלא עוברים מטבוליזם.

עיוני 4 שעות

13. אפיון שפכים. ב. תצרוכת חמצן כימית (COD).

הגדרה, משמעותה הסביבתית בנוזלים שונים. הקשר בין פרמטר זה ל- BOD. קביעת COD בשיטת הביכרומט בצורותיה השונות תוך הדגשת שיטת הזיקוק הסגור.

מעשי 5 שעות

14. קביעת חמצן מומס וצריכת חמצן.

1. קביעת DO ע"י טיטרציית וינקלר-שיטה יודומטרית.
2. קביעת DO על ידי אלקטרודה ייחודית (ערכת שדה)
3. קביעת צח"כ (COD) בדגימת שפכים בשיטת הזיקוק הסגור. (ערכה מסחרית - תרמוריאקטור, קולורימטר ומבחנות ריאגנטים)
4. בדיקת BOD- אופציונלי.

מעשי 1 שעה

15. ערכות שדה.

הכרת ערכות שדה. השוואה בין בדיקות בערכות אלו לבדיקות מעבדה.

1. בדיקת pH, מוליכות חשמלית והקשר שלה ל-TDS, טמפרטורה, חמצן מומס, עכירות, מרכיבי כלור וחנקן אמוניקאלי באמצעות מיכשור יעודי נייד.
2. אומדן COD ו-BOD באמצעות ערכת שדה (אופציונלי)

מעשי 8 שעות

16. בחינות.

ציוד המעבדה הנדרש:

1. ציוד לטיטרציה (סטיררים, מגנטים, עמודות טיטרציה)
2. ציוד לבניית עקומות כיוול (בקבוקי מדידה, פיפטות וכו') + מחשבים לבניית גרפים באקסל
3. מדי pH
4. אלקטרודה + מד חמצן
5. מד מוליכות
6. ספקטרופוטומטר UV/VIS
7. ערכה מסחרית לבדיקת אמוניום - Ammonium cell test
8. ערכת שדה למדידת כלור חופשי וכללי (Pocket Colorimeter™ II, Chlorine (Free and Total))
9. מד עכירות
10. אמבט מים
11. תנור ייבוש
12. תנור שריפה
13. כוריות חרסינה
14. דיסיקטור (לא חובה)
15. מערכות לסינון בוואקום
16. ניירות סינון
17. קונוס אימהוף
18. ריאקטור לבדיקת COD בשיטת Close reflux; colorimetric method
19. בקבוקי BOD

הערכת הלמידה:

תרגילי כיתה/ תרגילי בית /הערכת ביצוע ניסויים ודו"חות מעבדה/ בחינה עיונית /
בחינה מעשית

רשימת ספרות עזר :

1. Eaton, A.D., Clesceri L.S., Greenberg A.E. – "Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater", A.P.H.A., Washington D.C., 1995.
 2. Sawyer C.N., McCarty P.- "Chemistry for Environmental Engineering", McGraw Hill Book Co., 1978.
 3. כהן י., "מעבדה בכימיה סניטרית", מדינת ישראל, משרד הבריאות, 1990.
 4. כהן י., ספר " הנחיות לדיגום סביבתי- תכנון וביצוע. משרד הבריאות, 1999.
- ישראל כהן מוכן ברוב טובו לתת להפצה למכללות, ללא תמורה, את הפרקים הרלוונטיים מתוך הספר

מיקרוביולוגיה כללית וסניטרית

ראשי פרקים

6 שעות	1. מבוא למיקרוביולוגיה.
13 שעות	2. חיידקים.
11 שעות	3. חלוקת התאים ותהליך.
4 שעות	4. מעבדה.
3 שעות	5. מטבוליזם בסיסי ליצירת אנרגיה בחיידקים.
3 שעות	6. חיידקים גורמי מחלות.
7 שעות	7. שיטות לסילוק או השמדת מיקרואורגניזמים.
10 שעות	8. וירוסים.
2 שעות	9. וירוסים כגורמי מחלות.
2 שעות	10. פרוטוזואה.
5 שעות	11. חיידקים המשמשים אינדיקטורים לזיהום מים.
2 שעות	12. תקנים מיקרוביאליים לאיכות מים ושפכים.
4 שעות	13. שיטות מיקרוביאליות מקובלות לקביעת איכות המים.
4 שעות	14. הטיפול האנטי מיקרוביאלי במים.
4 שעות	15. מטלת סיכום הקורס.

תיאור כללי:

הקורס עוסק בהכרת עולם המיקרואורגניזמים, תכונותיהם, הפוטנציאל הנזקי והתועלת הגלום בהם. ידיעת עקרונות העבודה עם מיקרואורגניזמים ומקורם בסוגי המים השונים.

מטרות הקורס:

1. הלומד יכיר את עולם המיקרואורגניזמים
2. הלומד ידע מהם תכונות המיקרואורגניזמים, פוטנציאל הנזק והתועלת הגלום בהם.
3. הלומד יכיר חיידקים גורמי מחלות המופצים במים ושפכים.
4. הלומד יכיר תקנים מיקרוביאליים לאיכות מים ושפכים.
5. הלומד יכיר את השיטות המיקרוביאליות לקביעת איכות מים ואת דרכי הטיפול במים

פירוט הנושאים

1. מבוא למיקרוביולוגיה. עיוני 6 שעות

מושגי יסוד וסדרי גודל במיקרוביולוגיה; מבנה התא החי; מאקרומולקולות בתא; סוגי תאים, מיון האורגניזמים לקבוצות אאוקריוטים ופרוקריוטים; סקירה קצרה על מורפולוגיית התא הפרוקריוטי והאאוקריוטי ותפקיד מרכיבי התא השונים; סקירה היסטורית (הניסוי של פסטר, עקרונות קור).

עיוני 13 שעות

2. חיידקים.

מבנה תא החיידק;
שכבות המעטפת (כללי); הממברנה הציטופלסמית: מבנה ותפקיד, הצגת מנגנוני הובלת חומרים דרך הממברנה (דיפוזיה, אוסמוזה, הובלה פסיבית, הובלה אקטיבית); דופן התא: מבנה ותפקיד, חיידקים גרם חיוביים וגרם שליליים, צביעה דיפרנציאלית; מבנה הממברנה חיצונית בגרם שליליים, LPS; חיידקים חסרי דופן (פרוטופלסטים, ספרופלסטים, מיקופלסמה); הכרומוזום: הגדרה ומבנה; שלבים במחזור התא הבקטריאלי.
תכונות החיידקים:
חיידקים יוצרי ספורות; חיידקים בעלי קפסולה; סוגים של גופיפי תשמורת (פולי בטא הידרוקסיבוטיראט, גליקוגן, פוליפוספט, גופרית); שעריות; שוטונים, תגובות טקטיות (כמוטקסיס, פוטוטקסיס).

עיוני 9 שעות מעשי 2 שעות

3. חלוקת התאים ותהליך.

עקומת הגידול:
שלב ההמתנה, שלב הגידול הלוגריתמי, שלב העמידה ושלב התמותה; חישוב קצב גידול וזמן דור של חיידקים; השפעת גורמים שונים על עקומת הגידול.
מעקב אחר התרבות חיידקים:
ספירה ישירה (תא ספירה במיקרוסקופ, מונה קולטר, ספירה חיה); ספירה עקיפה (קביעת משקל יבש, מדידת עכירות).
מצעי גידול ודרישות תזונתיות:
מרכיבי המצע (מאקרונוטריינטים, מיקרונוטריינטים, גורמי גידול); מצע מוגדר ומצע מורכב; סוגי מצעים לבידוד מיקרואורגניזמים מהטבע (מצע העשרה, מצע סלקטיבי, מצע מבחן, מצע מחזר); מיון מיקרואורגניזמים על פי דרישותיהם התזונתיות (כמואוטוטרופיים, פוטואוטוטרופיים, כמוהטרופיים, פוטוהטרופיים); הדרישה לחמצן (אירובים אובליגטורים, אנאירובים פקולטיביים, אנאירובים אובליגטורים, אנאירובים טולרנטים, מיקרואירופילים); השפעת הטמפרטורה (פסיכרופילים, מזופילים, תרמופילים), pH ולחץ אוסמוטי על גדילת החיידקים.

מעשי 4 שעות

4. מעבדה.

עבודה עם מיקרוסקופ. הכנת מצעי גידול. בדגש על סטריליזציה – עבודה סטרילית, עיקור וכדומה.

עיוני 3 שעות

5. מטבוליזם בסיסי ליצירת אנרגיה בחיידקים.

הכרת תהליכי הנשימה, תסיסה ופוטוסינתזה; הצגת מחזור החומרים בטבע (מחזור הפחמן, מחזור החנקן).

- 6. חיידקים גורמי מחלות.**
דרכי הפצת מחלות; אתרי חדירה לגוף המאכסן; רעלנים של חיידקים (אקסוטוקסינים ואנדוטוקסינים); חיידקים גורמי מחלות המופצים על ידי מים ושפכים: *Salmonella typhi*, *vibrio cholerae*, *Shigella dysenteriae*, *Legionella pneumophila*, *Clostridium perfringens*, *E.coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*
- עיוני 3 שעות**
- 7. שיטות לסילוק או השמדת מיקרואורגניזמים.**
עיקור (חום יבש, חום לח), טינדליזציה, פסטור, קרינה, סינון, חומרים כימיים (כוהלים, גורמי אלקילציה ומתילציה, סוגי דטרגנטים וחומרים פעילי שטח).
- עיוני 3 שעות**
- 8. וירוסים.**
נפיצותם כמקור זיהום של המים ובתחלואה; מבנה והרכב, מיון; מחזור החיים של הנגיפים (ספיחה, חדירה, שכפול, הרכבה, שחרור); בקטריופאגים (נגיפים אלימים ומתונים; מחזור גידול חד שלבי של נגיף אלים); וירוסים אנימליים (מחזור ההתרבות של נגיפים בתאים אנימליים).
- עיוני 10 שעות**
- 9. וירוסים כגורמי מחלות.**
תפוצה, הדבקה; דוגמאות למחלות ויראליות המועברות באמצעות מים ושפכים: *Rotavirus*, *Poliovirus*, *hepatitis A virus*.
- עיוני 2 שעות**
- 10. פרוטוזואה.**
מורפולוגיה; פרוטוזואה גורמי מחלות: *Giardia lamblia*, *Cryptosporidium parvum*.
- עיוני 2 שעות**
- 11. חיידקים המשמשים אינדיקטורים לזיהום מים.**
קוליפורמים, קוליפורמים צואתיים (*E.coli*), אנטרוקוקים, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*. ספירה כללית של הטרוטרופיים.
- עיוני 5 שעות**
- 12. תקנים מיקרוביאליים לאיכות מים ושפכים.**
הכרות עם תקנים בתחום.
- עיוני 2 שעות**
- 13. שיטות מיקרוביאליות מקובלות לקביעת איכות המים.**
מבחן MPN לקוליפורמים, מבחן (P-A) presence-absence לקוליפורמים, מבחן IMViC לאבחנה בין קוליפורמים שונים, טכניקת Membrane Filtration, מבחנים אנזימטיים לאבחנה בין קוליפורמים (שימוש בסובסטרטים כרומוגנים ONPG, CPRG או פלואורוסנטיים (MUG)).
- עיוני 4 שעות**
- 14. הטיפול האנטי מיקרוביאלי במים.**
כלור, כלוראמינים, כלור-דיאוקסיד, אוזון, קרינת UV, קרינה מייננת, יוני מתכות, ברום ויוד.
- עיוני 4 שעות**
- 15. מטלת סיום הקורס.**
מעשי 4 שעות

הערכת הלמידה:

עבודת חקר ביחידים או בקבוצות/ בחינה

רשימת קריאה :

1. קלמס, י., 1987, עולם החיידקים, האוניברסיטה הפתוחה, תל אביב
2. Biton, G., 2005, Wastewater Microbiology 3rd ed., John Wiley & Sons Inc. N.J.
3. Madigan T.M., Martinko J.M. Dunlap P.V. and Clark D.P., 2009, Brock biology of microorganisms 12th ed., Pearson International Edition.

כימיה סניטרית מתקדמת

64 שעות

ראשי פרקים.

1. קבוצת המוצקים. 4 שעות
2. אנליזה לקביעת מוצקים. מעבדה. 6 שעות
3. אנליזה לקביעת תרכובות חנקן. מעבדה. 5 שעות
4. מקור ואנליזה של מרכיבי הפוספט. 4 שעות
5. קביעת מרכיבי פוספט- זרחן כללי, אנאורגני ואורגני. מעבדה. 5 שעות
6. קבוצת המינרלים. 4 שעות
7. קביעת כלורידים. מעבדה. 5 שעות
8. קביעת פלאוריד בשיטת SPANDS - מעבדה. 5 שעות
9. קבוצת המתכות. 3 שעות
10. קביעה ספקטרופוטומטרית של יוני מתכות. מעבדה. 5 שעות
11. תרכובות גופרית. 3 שעות
12. בדיקת גפרות (סולפטים) בשיטת העכירות. מעבדה. 5 שעות
13. דטרגנטים. 2 שעות
14. בחינות. 8 שעות

תיאור כללי:

הקורס מהווה קורס המשך לקורס כימיה סניטרית. בקורס זה, ירחיב הסטודנט את הידע והכלים לקביעת המדדים הכימיים והפיזיקליים הקובעים את איכות המים והשפכים, גורמיהם והשלכותיהם הסביבתיות והתברואתיות. בקורס זה יושם דגש על נוכחות מוצקים, מינרלים, מתכות ומזהמים ספציפיים במים ובשפכים.

מטרות הקורס:

הלומד ירכוש את הידע והכלים לקביעת המדדים הכימיים והפיזיקליים הקובעים את איכות המים והשפכים, גורמיהם והשלכותיהם הסביבתיות והתברואתיות, תוך דגש על נוכחות מוצקים, מינרלים, מתכות ומזהמים ספציפיים במים ובשפכים.

פירוט הנושאים.

עיוני 4 שעות

1. קבוצת המוצקים. כלליים, מרחפים, נדיפים, קבועים, נמסים, שוקעים.

מקורותיהם, משמעותם האקולוגית וקביעתם במעבדה.
מוצקים שוקעים בקונוס אימהוף.

מעשי 6 שעות

2. אנליזה לקביעת מוצקים. מעבדה.

קביעת כלל מוצקים (כלליים, קבועים, נדיפים).
הבדיקה תערך ב-1030C וב-5500 C.
קביעת מוצקים מרחפים (כלליים, קבועים, נדיפים).
קביעת מוצקים מומסים (כלליים, קבועים, נדיפים).
בדיקת מוליכות חשמלית.
*ניתן לבצע לבוצה משופעלת/ קולחים

מעשי 5 שעות

3. אנליזה לקביעת תרכובות חנקן. מעבדה.

1. קביעת $N-NO_2$ (חנקיות) בשיטת דיאזוטציה (חומצה סולפנילית ונפתיל אמין ליצירת צבע), מדידה בספקטרופוטמטר 543 nm.
2. קביעת $N-NO_3$ (חנקות) באמצעות בליעת UV.
3. קביעת $N-NH_3$ (חנקן אמוניקלי) על ידי ערכה מסחרית (Ammonium cell test, Merck)
4. כלל חנקן בשיטת קיילדהל (אופציונלי- נלמד בקורס בשפכים).

עיוני 4 שעות

4. מקור ואנליזה של מרכיבי הפוספט.

שכיחות הצורות השונות של מרכיבי הפוספט במים ובשפכים ומשמעותם הסביבתית והסניטרית, תלות בין רמות הפוספט החופשיות לנוטריאנטים שונים במים. אנליזה כימית של הנגזרות השונות של מרכיבי הפוספט.
במסגרת הקורס בשפכים נלמדות שיטות אנליטיות לאפיון שמנים בשפכים.

מעשי 5 שעות

5. קביעת מרכיבי פוספט- זרחן כללי, אנאורגני ואורגני. מעבדה.

קביעה ספקטרופוטומטרית של זרחן כללי, אורגני ואנאורגני בשיטת כלוריד הבדיל (אמוניום מוליבדאט, חומצה גופרתית וכלוריד בדיל), בספקטרופוטומטר - 690 nm.

עיוני 4 שעות

6. קבוצת המינרלים.

תיד: F^- , PO_4^{3-} , K^+ , Na^+ , Cl^- , SO_4^{2-} .

הקשר בין מרכיבים אלו למוליכות החשמלית ולמוצקים מומסים. מקורות המינרלים הללו במים, משמעותם הסביבתית, הדרכים לטיפול בהם וקביעתם במעבדה. תשומת לב בעיקר לכלורידים, פלואוריד ותרכובות הגופרית.

מעשי 5 שעות

7. קביעת כלורידים. מעבדה.

1. בדיקת כלורידים בשיטה ארגנטומטרית (טטרציה על ידי כסף חנקתי $AgNO_3$), כרומט האשלגן משמש כאינדיקטור).
2. בדיקת כלורידים בשיטה פוטנציומטרית (אופציונלי/ הדגמה).

מעשי 5 שעות

8. קביעת פלאוריד בשיטת SPANDS - מעבדה.

שיטה קולורימטרית, מדידה בספקטרופוטומטר ב- 570nm .

עיוני 3 שעות

9. קבוצת המתכות.

מתכות כגון: Pb^{+2} , Hg^{+2} , Cd^{+2} , Mn^{+2} , Fe^{+3} , Fe^{+2} ומתכות כבדות. מקורות במים, משמעותם הסניטרית, הפיסיולוגית והכלכלית. אבחנה בין מתכות רעילות ומתכות הדרושות לגוף. השלכות של נוכחות מתכות במים (בריאותיות ותפעוליות- קורוזיה). עיקרון הבדיקה המעבדתית של ברזל לצורותיו.

10. קביעה ספקטרופוטומטרית של יוני מתכות. מעבדה. מעשי 5 שעות

1. בדיקה ספקטרופוטומטרית של ברזל כללי ודו ערכי בשיטת פנגטרולין
2. קביעת יון מתכתי משפכי תעשייה כדוגמת נחושת (שיטת נאוקופרואין) או אבץ (שיטת דיטיזון)- אופציונלי.

עיוני 3 שעות

11. תרכובות גופרית.

שכיחות הצורות השונות של תרכובות גופרית במים ושפכים. מחזור הגופרית בטבע, ומשמעותם הסביבתית והסניטרית. השיטות השונות לקביעת גפרות (SO_4^{2-}), גורמים מפריעים למדידה.

12. בדיקת גפרות (סולפטים) בשיטת העכירות. מעבדה. מעשי 5 שעות

שיקוע של יון הסולפט על ידי בריום כלוריד ליצירת משקע קשה תמס בריום סולפט. מדידה במד עכירות או ספקטרופוטומטר ב- 470 nm.

עיוני 2 שעות

13. דטרגנטים.

התכונות העיקריות של הדטרגנטים הקטיונים והאניוניים והלא יוניים. משמעותם הסניטרית. עקרון הבדיקה המעבדתית של דטרגנטים אניוניים.

מעשי + עיוני 8 שעות

14. בחינות.

ציוד המעבדה הנדרש:

ציוד לטיטרציה (סטיררים, מגנטים, עמודות טיטרציה)
ציוד לבניית עקומות כיוול (בקבוקי מדידה, פיפטות וכו') + מחשבים לבניית גרפים באקסל

מדי pH
אלקטרודה + מד חמצן
מד מוליכות
ספקטרופוטומטר UV/VIS
ערכת מסחרית לבדיקת אמוניום - Ammonium cell test
ערכת שדה למדידת כלור חופשי וכללי (Free) Chlorine (and Total)
מד עכירות
אמבט מים
תנור יבוש
תנור שריפה
כוריות חרסינה
דיסקטור (לא חובה)
מערכות לסינון בוואקום
ניירות סינון
קונוס אימהוף
ריאקטור לבדיקת COD בשיטת Close reflux; colorimetric method
בקבוקי BOD

הערכת הלמידה:

תרגילי כיתה/ תרגילי בית /הערכת ביצוע ניסויים ודו"חות מעבדה/ בחינה עיונית /
בחינה מעשית

רשימת קריאה :

- 1.Eaton, A.D., Clesceri L.S., Greenberg A.E. – "Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater", A.P.H.A., Washington D.C., 1995.
- 2.Sawyer C.N., McCarty P.- "Chemistry for Environmental Engineering", McGraw Hill Book Co., 1978.
3. כהן י., "מעבדה בכימיה סניטרית", מדינת ישראל, משרד הבריאות, 1990
4. כהן י., ספר " הנחיות לדיגום סביבתי- תכנון וביצוע. משרד הבריאות, 1999. ישראל כהן מוכן ברוב טובו לתת להפצה למכללות, ללא תמורה, את הפרקים הרלוונטיים מתוך הספר

כתיבה מדעית

32 שעות

ראשי פרקים.

- | | |
|--------|--|
| 4 שעות | 1. מבוא. |
| 4 שעות | 2. עבודה עיונית מול עבודה אמפירית. |
| 4 שעות | 3. ניסוח שאלת המחקר ובחירת מנחה מקצועי.
הגשת הצעת העבודה. |
| 8 שעות | 4. מבנה העבודה. |
| 4 שעות | 5. חיפוש מושכל- עקרונות לבחינת מקורות מידע. |
| 2 שעות | 6. קריאה מרפרפת ומעמיקה. |
| 2 שעות | 7. כתיבה אקדמית. |
| 4 שעות | 8. עקרונות הפרזנטציה. |

תיאור כללי:

הקורס עוסק בהכרת כללי כתיבה אקדמית, חיפוש מידע מושכל ופרזנטציה הנכונה. הקורס יהווה הכנה לסטודנט לכתיבת פרויקט הגמר.

מטרות הקורס:

1. הלומד ידע לחפש מידע בצורה מושכלת במאגרי מידע.
2. הלומד ירכוש כלים להתנסחות וכתיבה אקדמית.
3. הלומד יגדיר את שאלת המחקר וכיצד כותבים עבודת מחקר.
4. הלומד ידע להציג את עבודת המחקר בבהירות ורהיטות.

פירוט הנושאים

- | | |
|-------------------------------------|--|
| עיוני 4 שעות | 1. מבוא.
כתיבת עבודה אקדמית וכיצד בוחרים נושא. |
| עיוני 2 שעות
מעשי 2 שעות | 2. עבודה עיונית מול עבודה אמפירית. |
| עיוני 1 שעה
מעשי 3 שעות | 3. ניסוח שאלת המחקר ובחירת מנחה מקצועי.
הגשת הצעת העבודה. |
| עיוני 4 שעות
מעשי 4 שעות | 4. מבנה העבודה. |
| עיוני 2 שעות
מעשי 2 שעות | 5. חיפוש מושכל- עקרונות לבחינת מקורות מידע. |

עיוני 1 שעה
מעשי 1 שעה

6. קריאה מרפרפת ומעמיקה.

עיוני 1 שעה
מעשי 1 שעה

7. כתיבה אקדמית.

עיוני 2 שעות
מעשי 2 שעות

8. עקרונות הפרזנטציה.

הערכת הלמידה:

התנסות מעשית בתחום / עבודת חקר בתחום / הגשת פרזנטציה והצגתה בכיתה.

טיפול בשפכים ובבוצה

144 שעות

ראשי פרקים.

- | | |
|---------|-----------------------------------|
| 6 שעות | 1. הקדמה. הקשר בין הסביבה לשפכים. |
| 6 שעות | 2. אפיון הזרם הסאניטארי. |
| 8 שעות | 3. טיפולי קדם. |
| 24 שעות | 4. טיפול בשפכים סאניטאריים. |
| 6 שעות | 5. חיטוי קולחים. |

- | | |
|---------|--|
| 24 שעות | 6. הנדסת תהליך. |
| 12 שעות | 7. טיפול רבעוני. |
| 16 שעות | 8. ייצוב בוצה ועיכול בוצה (אארובי ואנארובי). |
| 18 שעות | 9. טיפול בשפכים תעשייתיים וחקלאיים. |
| 12 שעות | 10. השפעות על הסביבה. |
| 8 שעות | 11. שימוש בממברנות סינון לטיפול במים. |
| 4 שעות | 12. השפכים כמקור אנרגיה. |

תיאור כללי:

ההתקדמות באורח החיים והתעשייה טומנת בחיבה התמודדות עם כמויות עולות של שפכים במורכבות הולכת וגדלה. טיפול במים ובשפכים הינו אחד מעמודי התווך לקיום אורח חיים מודרני ועם הזמן אנו נדרשים להתמודד עם כמויות גדולות יותר של שפכים תוך שיפור מתמיד של איכות הקולחין. מדינת ישראל היא המדינה המובילה בעולם בנושא השבת הקולחים – מעל 80% מכמות הקולחים המופקים בישראל מושבים לצורכי ההשקיה. מספר זה ממחיש את המצב המיוחד בו הקולחים לא נתפסים יותר כמטרד סביבתי, אלא יותר כמשאב טבע יקר ערך. ההשבה של המים המטופלים לטבע וצרכי האדם (חקלאות, גינון ותעשייה) מצריכה ידע מעמיק על השימוש במים אלו וההשפעה שלהם על הסביבה והאדם. הטיפול בשפכים ובתוצר הלוואי, בוצה, מצריך שימוש בטכנולוגיות פיזיקליות, כימיות וביולוגיות ומכאן מורכבות התהליך הטיפולי. הקורס מציג לסטודנט את השילוב בין התחום המדעי (פיסיקה, כימיה וביולוגיה) לתחום ההנדסי (הנדסת תהליך, הידראוליקה) וזאת במטרה להבין את התהליכים הטיפוליים השונים. תחום הטיפול בשפכים אינו מוגבל רק למדיום המימי אלא נעשה שימוש בו גם בזיהומי קרקעות ואוויר: העברת המזהמים מהמדיה הקרקעית\אוויר למים. לאחר המסתו במים, ניתן לטפל במזהם ולהרחיקו מהמים.

מטרות הקורס

1. הלומד יכיר מגוון תהליכי טיפול במים מזוהמים ובבוצה.
2. הסטודנט ייחשף להנדסת התהליך.
3. הלומד יכיר מגוון טכנולוגיות לטיפול במים, בשפכים ובבוצה.
4. הלומד יבין את הקשר בין הסביבה לצורך בטיפולי המים השונים.

פירוט הנושאים.

עיוני 6 שעות

1. הקדמה. הקשר בין הסביבה לשפכים.

הרגולטורים בתחום השפכים: משרד הבריאות, משרד להגנת הסביבה ורשות המים. תקינה: ועדת ענבר, כללי תאגידי מים וביוב, תקנות בוצה זמינות המים. קולחין כמקור מים זמין לחקלאות, גינון ולתעשייה. פרמטרים לניטור איכות המים.

עיוני 6 שעות

2. אפיון הזרם הסאניטארי.

אפיון פיסיקלי של מזהמים במים לפי: גודל, תכונות שיקוע, יציבות, מסיסות, פריקות. אפיון כימי של מזהמים בשפכים לפי חומרים אורגניים ואנאורגניים, מצב צבירה: גזים/ נוזלים / מוצקים. אפיון לפי מקור מרכיבים ותכונות אופייניות: (שפכים ביתיים, סניטריים, תעשייתיים, מים אפורים). הרחבה ומתן דוגמאות לכל קטגוריה ותת קטגוריה. לדוגמא: בורון, מתכות ומלחים בתת קטגוריה "מזהמים אנאורגניים", דטרגנטים וחומרי הדברה כחומרים אורגניים. מושגים: המוצקים, מומסים, קולואידים, מרחפים, תרכובות נדיפות.

עיוני 8 שעות

3. טיפולי קדם.

מלכודות אבנים, מגובים גסים ועדינים, שקוע חול וגרוסת, הרחקת שמנים ושומנים. תהליכי שקוע, קואגולציה – פלוקולציה, שימוש בכימיקלים.

עיוני 24 שעות

4. טיפול בשפכים סאניטאריים.

- טיפולים אקסטנסיביים: אגני חמצון, בריכות מאווררות, אגנים ירוקים
- טיפולים אינטנסיביים: מרבגים ביולוגיים, בוצה משופעלת, איזור נמשך, SBR, MBBR, MBR. תהליך בוצה משופעלת כתהליך הנפוץ ביותר לטיפול בשפכים. הגדרה וחישוב פרמטרים הנדסיים מרכזיים בתהליך בוצה משופעלת: גיל בוצה, יחס F/M, RAS, WAS, סחרור פנימי. דוגמאות חישוב ותרגול. ביאוגמנטציה (Bioaugmentation) תהליך של הוספת תרביות חיידקים המתאימים לאותה סביבה בכדי להאיץ את קצב הפירוק של המזהמים. תהליך זה מגביר את ריכוז האנזים הפעיל במערכת הביולוגית וכתוצאה מכך גורמת להאצה בקצבי הפירוק.

עיוני 6 שעות

5. חיטוי קולחים.

- חיטוי בכלור גז/ נוזלי, הגדרות מונחים כלור חופשי/קשור, כלוראמינים, עקומת צריכת כלור של קולחים, הגדרת נקודת השבר.
- חיטוי ב-UV. השוואת יתרונות וחסרונות בין שיטות החיטוי השונות. שיטות סינון הקולחים כחלק מהטיפול השלישוני. תהליכי סילוק חנקן בתהליכי ניטריפיקציה ודה-ניטריפיקציה,

תהליכי סילוק זרחן .

דיגום וניטור שפכים – מכשירי מדידה בסיסיים – טמפרטורה , מוליכות חשמלית, הגבה, חמצן מומס, עכירות, כלור נותר. בדיקות מעבדה: חשיבות הדיגום, בחירת נקודת הדיגום, דיגום אקראי ואוטומטי.

עיוני 24 שעות

6. הנדסת תהליך.

שימוש בנתוני תכן לבניית מתקן לטיפול בשפכים. בניית התהליך הביולוגי ותפעולו תוך ניטור פרמטרים מרכזיים במט"ש. אפיון גורמים מרכזיים המשפיעים על תהליך הטיפול הביולוגי.

עיוני 12 שעות

7. טיפול רבעוני.

הימצאות מיקרו-מזהמים אורגניים בסביבה. למיקרו-מזהמים אלו יש השפעות ביולוגיות וחלקם בלתי פריקים או קשי-פרוק, בתהליך פירוק ביולוגי. בין המזהמים הללו: שאריות תרופות, חומרי קוסמטיקה והיגיינה וחומרים המשבשים פעילות הורמונלית. טכנולוגיות טיהור השפכים הקונבנציונליות אינן יעילות דיין בהרחקת חומרים אלו, ולכן הם מופרשים לסביבה, צורות טיפול בהן. מקורות לתרכובות זרחן וחנקן בשפכי תעשייה תהליכי סילוק חנקן בתהליכי ניטריפיקציה ודה-ניטריפיקציה המשולבים במהלך הטיפול השניוני, הליכי סילוק זרחן.

עיוני 12 שעות מעשי 4 שעות

8. ייצוב בוצה ועיכול בוצה (אארובי ואנארובי).

בוצה – טיפול בבוצה במט"ש: סוגי מים בבוצה, בוצות כימיות הסמכת בוצה: מטרות הסמכת בוצה, סקירת שיטות הסמכה שונות של בוצה. ייצוב בוצה: הגדרת הצורך בייצוב בוצה, מדדים לייצוב בוצה, ייצוב ביולוגי של בוצה. עיכול בוצה: אירובי, אנאירובי, מערכות לאיסוף ביוגז, הפקה וניצול אנרגית הביוגז, מחזור אנרגיה, ייצוב כימי של בוצה. חישובי מאזן מסה. חישוב לקביעת גדלי מעכלים אירוביים ואנאירוביים. השבחת בוצה – הגדרות איכות בוצה בתקנות. תהליכים לקבלת בוצה סוג א', תהליכים להשבחת בוצה סוג ב' לבוצה סוג א'.
סיוור למתקן טיפול בשפכים עירוניים.

עיוני 18 שעות

9. טיפול בשפכים תעשייתיים וחקלאיים.

אפיון זרמים מרכזיים בתעשייה ומורכבות הטיפול בהם. אסטרטגיות ניהוליות לצמצום בעיית שפכי התעשייה: מיחזור, צמצום במקור, סוגי מזהמים וטכנולוגיות הטיפול. שיטות טיפול בשפכים תעשייתיים כטיפול מקדים לפני הזרמתם למערכת הביוב העירונית. תהליכי טיפול קדם בשפכים. איוון ספיקות: הצורך במתקני ויסות, תכנון מתקני ויסות, משמעויות

תפעוליות.
איזון ערכי הגבה, נטרול. טיפול פיזיקלי מקדים.
הרחקת מוצקים, סיווג מוצקים מרחפים.
מגובים עדינים וגסים, מסנני גבבה תופיים.
הרחקת חול: שיקוע חלקיקים בדידים, מלכודות גרוסת שונות,
שיקוע ראשוני ושיקוע כימי.
הרחקת שמנים ושומנים: הגדרת הצורך בהרחקת שמנים שומנים
משפכי תעשייה. מקורות שמנים ושומנים בשפכי תעשייה.
שיטות להרחקת שמנים שומנים:
הפרדה גרויטציונית, הצפה ע"י אויר מומס.
הרחקת מתכות כבדות: הצגת ההבדל בין השפעת ריכוזי מתכות
כבדות החיוניות לבני אדם לבין השפעת מתכות רעילות לבני האדם.
מעקב אחר מדדים עיקריים בתהליכי הטיפול: השתנות ריכוז חמצן
בהתאם לשינויים בריכוז החומר האורגני.
סוגי מזהמים אורגניים ממקורות תעשייתיים-הצורך בטיפול קדם
במזהמים אורגניים, השוואת תהליכים אירוביים ואנאירוביים לטיפול
במזהמים אורגניים בתעשייה.
תהליכים אנאירוביים נפוצים בטיפול בשפכי תעשייה, תהליכים אירוביים
בטיפול בשפכי תעשייה.
מזהמים אנאורגניים. הבנת המונחים: יסודות מיקרו, יסודות קורט,
בורן, מלחים.
תרומת הטיפול להקטנת ריכוזי מזהמים אלה לאחר הטיפול.
מקור המלחים בשפכים, תקנות לצמצום ריכוזי מלחים בשפכים,
סילוק תמלחות לים, ת"י 438 להורדת ריכוז הבורן במקור.

**עיוני 8 שעות
מעשי 4 שעות**

10. השפעות על הסביבה.

השפעה פוטנציאלית של הזרמות לא מבוקרות של שפכי
תעשייה על מערכות הביוב, על מתקני טיפול בשפכים,
על הסביבה, על גופי מים ומקורות מי שתיה.
אסטרטגיות טיפול במי תהום מזהמים.
סוגי מזהמים הנפוצים והתאמת התהליך לסוג המזהם.
סיוור במתקן טיפול בשפכים תעשייתיים.

עיוני 8 שעות

11. שימוש בממברנות סינון לטיפול במים. RO, FO, UV, MF, NF.

עיוני 4 שעות

12. השפכים כמקור אנרגיה.

הערכת הלמידה:

תרגילי כיתה/ תרגילי בית / עבודת חקר בקבוצות או יחידים/ בחינה עיונית

רשימת ספרות עזר :

1. Viessman W., Jr., Hammer M. J., "Water Supply and Pollution Control", Haper Collin Pub., 1992
2. Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse, 4th Ed., Revised by G. Tchobanoglous and F.L. Burton, McGraw-Hill (New York, NY), 2003.
3. Filters and Filtration Handbook, Ken Sutherland, fifth addition, 2008

התפלת מים

48 שעות

ראשי פרקים.

- | | |
|---------|--|
| 6 שעות | 1. מושגי יסוד. |
| 2 שעות | 2. תהליכי זיקוק ועקרונות הפעלתם. |
| 10 שעות | 3. מתקני התפלה ממברנליים. |
| 8 שעות | 4. תהליכי קדם. |
| 2 שעות | 5. מקורות אנרגיה לתהליכי התפלה. |
| 3 שעות | 6. שילוב מים מותפלים במערכת האספקה. |
| 4 שעות | 7. טיפול ברכו. |
| 3 שעות | 8. תקנות איכות מים מותפלים וטיפול משלים. |

9. תפעול מתקני התפלה. 2 שעות
10. כלכלת התפלה. 2 שעות
11. בחינות. 6 שעות

תיאור כללי:

הקורס עוסק בהכרת השיטות והיישומים של תהליכי התפלה. במהלך הקורס נסקרת התפתחות ההתפלה, התקדמות השיטות ויישומן, תוך דגש על יישום והתמודדות עם אתגרים בהתפלה: איכות מי הזנה, אילוח ממברנות, טיפול ברכז.

מטרת הקורס:

1. הלומד יכיר את השיטות והיישומים של תהליכי ההתפלה.
2. הלומד יידע להתמודד עם סוגיות בתחום תוך דגש על: איכות מי ההזנה, אילוח ממברנות וטיפול ברכז.

פירוט הנושאים.

עיוני 6 שעות

1. מושגי יסוד.

חזרה - סוגי מים ומקורותיהם, מסיסות מלחים במים והקשר למוליכות, טמפרטורה ומסיסות מלחים זיהום ועכירות. סקירת טכנולוגיות תערובת, תמיסה, מבוא לשיטות הפרדה, אוסמוזה, אוסמוזה הפוכה, לחץ אוסמוטי, יחס השבה, יחס כלכליות, סקירה כללית של מתקני התפלה בארץ.

עיוני 2 שעות

2. תהליכי זיקוק ועקרונות הפעלתם.

תהליכי זיקוק ועקרונות הפעלתם – תהליכי אידוי ועיבוי, חימום מי הזנה, עיבוי מי תוצר, מבנים, מאייד פריצה רב דרגתי, זיקוק רב שלבי, זיקוק דחיסת אדים, שיטת "זרחין" התפלה בהקפאה.

עיוני 10 שעות

3. מתקני התפלה ממברנליים.

שיטת האוסמוזה ההפוכה, אלקטרודיאליזה, סוגי ממברנות ותכונותיהן, מבנה מתקני ממברנות, השוואה בין תהליכי זיקוק להתפלה ע"י ממברנות.

עיוני 8 שעות

4. תהליכי קדם.

המתקן באשקלון/אשדוד/ חדרה כמודל. שאיבת מי הים, תהליכי קדם, ערכי SDI אופייניים, הגברת לחץ והכנסה לתהליך ההתפלה.

עיוני 2 שעות

5. מקורות אנרגיה לתהליכי התפלה.

מתקני התפלה- מקורות קונבנציונליים – חשמל, קיטור,

מקורות חלופיים – אנרגיה סולרית, ריכוז תמלחת בעזרת הרוח

6. שילוב מים מותפלים במערכת האספקה. עיוני 3 שעות

איכות מים, נפח פעיל של מים מותפלים לצפי לשנים הקרובות, יעדי הממשלה כפי שנקבעו בהחלטת הממשלה בשנת 2008, בעיות מיהול.

7. טיפול ברכו. עיוני 4 שעות

טיפול ברכו – מרכיבים אפשריים ברכו, מקורותיהם. ההזרמה לים התנגדות הגופים "הירוקים".

8. תקנות איכות מים מותפלים וטיפול משלים. עיוני 3 שעות

תקנות סידן ומגנזיום, ערך הגבה, תהליכי הקשיה.

9. תפעול מתקני התפלה. עיוני 2 שעות

אילוח, סוגי אילוח והדרכים להתמודדות (טיפול קדם / ממברנות ייחודיות).

10. כלכלת התפלה. עיוני 2 שעות

עלות התהליך, מידע מוקדם והכנת מכרזים, שיטות מימון הקמת מתקנים חדשים סקירה כללית על החלטת הממשלה בנוגע להקמת מתקני התפלה ונפח פעולתם, פעילות עכשווית, חסרונות ויתרונות בתפעול מערך התפלה, טכנולוגיות עתידיות.

11. בחינות. עיוני 6 שעות

הערכת הלמידה:

תרגילי כיתה/ תרגילי בית / עבודת חקר בקבוצות או יחידים/ בחינה עיונית

רשימת ספרות עזר :

1. התפלת מים ויישומה בישראל, דניאל הופמן – רשות המים, 2011.
2. משאב במחסור, קלי אלישע, 1997, הוצאת הטכניון.

3. Water Treatment Handbook, Rueil-Malmaison, Degremont, 2007 (7 edition)
4. GE handbook of industrial water treatment:
<https://www.gewater.com/handbook/index.jsp>
5. Van der Roest, H.F. et al (2002), "Membrane Bio-Reactors for Municipal Wastewater Treatment", IWA Publishing, London – Seattle .

הידרולוגיה וקידוחי מים

80 שעות

ראשי פרקים

- | | |
|---------|--|
| 4 שעות | 1. המחזור ההידרולוגי. |
| 4 שעות | 2. משקעים. |
| 4 שעות | 3. התאדות ודיות. |
| 4 שעות | 4. חידור וחילחול, תנועת המים באזור הלא רווי. |
| 8 שעות | 5. גשם עודף זרימה עילית. |
| 4 שעות | 6. הידרומטריה, מדידת זרימה בתעלות. |
| 5 שעות | 7. מאפייני אגני ניקוז, הידרוגרף והידרוגרף יחידה. |
| 16 שעות | 8. ניתוח היסתברותי, סופות תכן וספיקות תכן. |

- | | |
|---------|--|
| 4 שעות | 9. מבוא למי תהום. |
| 12 שעות | 10. תנועת מי תהום באקוויפר והידראוליקה של בארות. |
| 3 שעות | 11. מבנה הבאר ושיטות קידוח. |
| 12 שעות | 12. מבחני שאיבה. |

תיאור כללי:

הקורס עוסק בהכרת המערכת ההידרולוגית על כלל מרכיביה, והכרת האמצעים למדידתם ולהערכתם הכמותית של מרכיבי המערכת. הקורס יקנה כלים בסיסיים להבנה וניתוח כמותי של תנועת המים במערכת ההידרולוגית כולל: משקעים, חידור וחילחול, התאדות, זרימה עילית, זרימה בתת הקרקע (מי תהום), הבנה של מבנה קידוחים ויכולת ניתוח של פרמטרים תפעוליים של קידוחים. הקורס יקנה לבוגריו כלים להתמודדות עם נתונים הידרולוגיים, ואפשרות לשלב ידע הידרולוגי בפרוייקטים שונים.

מטרות הקורס:

בתחום הידע:

1. הלומד יכיר את המערכת ההידרולוגית ומרכיביה השונים.
2. הלומד יכיר מושגים מתחום ההידרולוגיה של מים עיליים, מי תהום, וקידוחים.
3. הלומד יכיר כלים להערכה כמותית של מרכיבי המערכת ההידרולוגית.
4. הלומד יכיר את מבנה הקידוחים ופרמטרים תפעוליים רלוונטיים.

בתחום המיומנויות:

1. הלומד יבצע חישובים שונים להערכה כמותית של פרמטרים הידרולוגיים נפוצים.
2. הלומד ידע לעבוד עם גליון אקסל לביצוע חישובים הידרולוגיים.
3. הלומד יגע להבין סקר הידרולוגי / הידרוגיאולוגי.

פירוט הנושאים.

עיוני 4 שעות

1. המחזור ההידרולוגי.

רקע כללי על מקצוע ההידרולוגיה ושימושיו בתעשייה, המחזור ההידרולוגי, הסבר ותיאור מרכיבי המערכת, מאזני מים, משוואת המאזן ההידרולוגי, נפח בקרה, מאזן המים בישראל. משקעים.

עיוני 2 שעות מעשי 2 שעות

2. התאדות ודיות.

סוגי משקעים ותכונותיהם, סוגי חזיתות וסוגי סופות, מושגים בסיסיים בניתוח משקעים: עובי, משך, עוצמה, שטח כיסוי, שכיחות וכדומה. מדידת גשם וניתוח כמותי של משקעים

והצגת המידע. פירוס הגשם במרחב והערכתו במרחב.

עיוני 2 שעות
מעשי 2 שעות

3. חידור וחילחול, תנועת המים באזור הלא רווי.

הגורמים המשפיעים על התאדות ודיות, הערכה ומדידה של התאדות ודיות, שימוש באיבפורנספרציה סטנדרטית, שימוש במקדמי גידול, חישוב התאדות בשיטת פנמן מונטיס.

עיוני 2 שעות
מעשי 2 שעות

4. גשם עודף זרימה עילית.

תיאור קרקע ומרכיביה, פרמטרים מרכזיים באיפיון סוג קרקע (נקבוביות, משולש קרקעות), תנועת המים בקרקע, הכוחות המשפיעים על זרימת מים בתווך נקבובי (מים קפילרים ומים ספוחים, מי כובד). פרמטרים מרכזיים כגון: מוליכות הידראולית ומוליכות הידראולית ברוויה, נקודת רוויה, קיבול שדה, נקודת קמישה, תכולת רטיבות. הערכה ומדידת כושר החידור, מודלים להערכת חידור.

עיוני 4 שעות
מעשי 4 שעות

5. הידרומטריה, מדידת זרימה בתעלות.

סוגי הנגר העילי: נגר עילי ישיר, תת שטחי, ותת קרקעי. סוגי הזרימה: זרימה שטחית, זרימה ערוצית. הידרוגרף, זרימת בסיס והפרדתה מנגר ישיר, גיאות, הילוך גיאות בנחל, נחל אכזב ונחל איתן, זרימה מהפשרת שלגים, התנהגות הידרולוגית של אגנים, גשם עודף, הפסדים, שיטת S.C.S Curve number להערכת גשם עודף, יחסי גשם נגר.

עיוני 2 שעות
מעשי 2 שעות

6. מאפייני אגני ניקוז, הידרוגרף והידרוגרף יחידה.

הידרומטריה ומתקני מדידה – פרופיל המהירות בתעלות פתוחות, מתקנים למדידת ספיקה בתעלות פתוחות, תחנות למדידה בעזרת מבנים מכוילים, עקום כויל, חתך בקרה, תחנות מכוילות בעזרת מד זרם, מד מהירות מכני, אולטרא סוני, ADCP ועוד. תחנות בלתי מכוילות, מד רום, סימני שיא, נוסחאת מנינג.

עיוני 2 שעות
מעשי 3 שעות

7. ניתוח היסתברותי, סופות תכן וספיקות תכן.

הגדרת אגן ניקוז, קו פרשת מים, אגן על קרקעי ותת קרקעי, תכונות של אגני ניקוז (צורה, צפיפות ערוצים, רשת הניקוז באגן, סוג הקרקע, מדרונות, שיפועים, מאפיינים אנתרופוגניים, תכסית האגן ושימושי אגן ההיקוות). זמן ריכוז (נוסחת קירפיץ' ואחרים). הידרוגרף והידרוגרף יחידה, בניית הידרוגרף יחידה סינטטי (שיטת SCS), חישוב נפח זרימה מהידרוגרף.

עיוני 6 שעות
מעשי 10 שעות

8. מבוא למי תהום.

סטטיסטיקה ותקופות חזרה. סדרה מלאה, סדרה חלקית, השיטה הבינומיאלית. סופות גשם וספיקות תכן - סופת תכן, תקופת חזרה, עקומי משך-עובי-תקופת חזרה, ניתוח הידרו-כלכלי, ספיקת תכן, מקדמי נגר, זמן ריכוז, השיטה הרציונלית, שיטת תחל"ס.

**עיוני 2 שעות
מעשי 2 שעות**

9. תנועת מי תהום באקוויפר והידראוליקה של בארות.

הגדרה של מי תהום ומקום במחזור ההידרולוגי, מושג האקוויפר כמקור מים, פירוס המים בחתך האנכי של הקרקע, מאזן מים של האקוויפר, סוגי אקוויפרים ותכונותיהם, עומד מי תהום, תולכה ואגירות ואגירות סגולית, מפות מפלסים, תנועת המים בתוך רווי - חוק דארסי, מוליכות הידראולית. אקוויפרים ראשיים בישראל ומאפייניהם.

**עיוני 4 שעה
מעשי 8 שעות**

10. תנועת מי תהום באקוויפר והידראוליקה של בארות

אקוויפר פריאטי, אקוויפר כלוא, אקוויפר דולף, קרוב Dupuit. זרימה רדיאלית לבאר, באר תצפית, באר שואבת, באר מחדירה. קונוס שפילה, מפלס סטטי ומפלס דינאמי, מבחני שאיבה, רדיוס השפעה, סופרפוזיציה. נוסחת Thiem לזרימה תמידית באקוויפר כלוא, נוסחת Theis לשפילה משתנה בזמן, פונקצית הבאר, חישוב שפילה במרחק ובזמן עבור ספיקות שונות מתכונות הידראוליות שונות.

**עיוני 1 שעה
מעשי 2 שעות**

11. מבנה הבאר ושיטות קידוח.

סוגי קידוחים, שיטות קידוח, מגדל הקידוח, בוץ קידוח, מבנה הקדח דרישות הפילטר, איטום הבאר.

**עיוני 4 שעות
מעשי 8 שעות**

12. מבחני שאיבה

ביצוע וניתוח מבחני שאיבה בבארות: מבחן שאיבה Cooper-Jacob שלבי עבודה ויישום המבחן, מבחן שאיבה מדורג קביעת דרגת הפיתוח של באר שלבי עבודה ויישום המבחן. מבחני התאוששות (Slug Test).

הערכת הלמידה:

תרגילי בית/כיתה / מבחן מסכם / הגשת עבודה מסכמת.

רשימת ספרות עזר

- א. חיים גבירצמן, משאבי המים בישראל
<https://kotar.cet.ac.il/KotarApp/Index/Book.aspx?nBookID=92850675>
- ב. יהודה בכמט ויעקב ליפשיץ, צוהר להידרולוגיה יסודות
<http://www.bialik-publishing.co.il/index.php?dir=site&page=catalog&op=item&cs=4769&language=heb>
- ג. Ven Te Chow, David R. Maidment, Larry W. Mays. Applied Hydrology
<http://eresources.nlb.gov.sg/printheritage/detail/912ff0be-32b5-40d9-8e25-505c2ae8c5a2.aspx>
- ד. Applied Hydrogeology, C.W.Fetter
https://books.google.co.il/books/about/Applied_Hydrogeology.html?id=1kS9QgAACAAJ&redir_esc=y
- ה. Physical and Chemical Hydrogeology, Domenico and Schwartz
<https://www.wiley.com/en-us/Physical+and+Chemical+Hydrogeology%2C+2nd+Edition-p-9780471597629>

אספקת מים עירונית

48 שעות

ראשי פרקים.

- | | |
|---------|-----------------------------------|
| 4 שעות | 1. מבוא. |
| 4 שעות | 2. מאפייני מערכות האספקה בישראל . |
| 1 שעה | 3. צנרת. |
| 2 שעות | 4. צריכה וצרכנים . |
| 12 שעות | 5. תכנון ראשוני לאספקת מים. |
| 4 שעות | 6. רשת עץ ורשת טבעתית. |
| 4 שעות | 7. מערכות ותקנים לכיבוי אש. |

10 שעות

8. פחת.

7 שעות

9. תרגיל מסכם.

תיאור כללי:

בקורס נידונים נושאים נבחרים הקשורים למערכות מים עירוניות: צנרת, תברואה, כיבוי אש, אגירה, שמירה על איכות מים, סוגי רשתות מים ואזורי לחץ.

מטרת הקורס:

הקניית כלים להבנה ולתכנון של מערכות אספקה עירוניות.

פירוט הנושאים.

עיוני 4 שעות

1. מבוא.

עקרונות מערכת האספקה העירונית, תכנון כללי, מבנה דוח הנדסי.

עיוני 2 שעות מעשי 2 שעות

2. מאפייני מערכות האספקה בישראל.

מאפייני איכות מים, מאפייני צריכה, שילוב מים ממקורות שונים (בארות, מי מוביל, התפלה), תמ"א 31, תמ"א 35.

עיוני 1 שעה

3. צנרת.

סוגי צנרת, הנחת צנרת לפי הנחיות משרד הבריאות, בדיקות לחץ בצנרת.

עיוני 1 שעה מעשי 1 שעה

4. צריכה וצרכנים.

חיזוי גודל אוכלוסייה, צריכת מים בישראל, ניתוח צריכות מים וויסות יומי שבועי, תכנון פרויקט – שלבי ביצוע.

עיוני 4 שעות מעשי 8 שעות

5. תכנון ראשוני לאספקת מים.

קוטר כלכלי עבור קווי צנרת, נוסחת הייזן-ויליאמס ושימושיה. משאבות במערכות אספקה עירוניות-מערכי שאיבה, עקום המשאבה, חיבור משאבות בטור ובמקביל, חוקי דמיות. כלים תכנוניים וחשוביים, ניתוח כלכלי.

עיוני 2 שעות מעשי 2 שעות

6. רשת עץ ורשת טבעתית.

יתרונות וחסרונות, הצגת בעיית LP רשת עץ.

עיוני 2 שעות מעשי 2 שעות

7. מערכות ותקנים לכיבוי אש.

אספקת מים לכיבוי שריפות, אביזרי מים, לחצים במערכת אספקת מים, אגירה, מבנה מערכות האגירה, קביעת נפח האגירה, טיפול תברואתי במערכות אגירה עירוניות, איגום לצורכי ויסות יומי/שבועי.

**עיוני 5 שעות
מעשי 5 שעות**

8. פחת.

הסבר המושג, איבודים במערכת אספקת מים, דוגמת חישוב להפסד פחת מים בעיר ובשכונה, שיקולי אנרגיה במערכות אספקת מים.

מעשי 7 שעות

9. תרגיל מסכם.

התרגיל כולל עקרונות תכנון ראשוני לאספקת מים בהסתמך על הנוסחאות והחומר הנלמד בקורס.

הערכת הלמידה:

תרגילי בית/כיתה / מבחן מסכם עיוני ומעשי / הגשת עבודה מסכמת.

רשימת ספרות עזר:

תקנים רלוונטיים של משרדי ממשלה.

פיקוד ובקרה ממוחשבת

64 שעות

ראשי פרקים.

1. רשתות מים לפיקוד ובקרה.
2. התקנים מפוקדים במערכות הולכת מים.
3. יחידות פיקוד מקומיות.
4. יחידות בקרה מרכזיות.
5. בחינה סופית / ביצוע עבודת חקר והצגתה / מבוא למושגים לוגיים / בוליאניים

תיאור כללי:

הקורס יתרכז בהבנה וניתוח של מערכות הבקרה השונות וכן באביזרי הקצה המבוקרים והנשלטים ע"י מערכות הבקרה. בהכרת מערכות אוטומציה ובקרה ויישומן בתעשייה בכלל ובמערכות אספקת המים בפרט. מערכות בקרה לתעשייה ולתשתיות (מים, גז, נפט, חשמל וכד') מופעלות ומבוקרות באמצעות ציוד בקרה ממוחשב, המתבסס על בקרים מתוכנתים (PLC) ומערכות ממשק אדם מכונה (HMI) מקומיות ומרוחקות. הבקר המתוכנת הוא מחשב תעשייתי שתפקידו לפקח ולשלוט על מערכת כלשהי באמצעות תוכנה השמורה בזיכרונו, ובהתאם למידע המתקבל מהמערכת המבוקרת באמצעות חישנים או בקרים אחרים. ממשק אדם מכונה הוא אמצעי המקשר בין האדם-מפעיל ומבקר התהליך, ובין התהליך עצמו. הממשק כולל בדרך כלל מחשב אישי אליו מתחבר הבקר המתוכנת, ותוכנת ממשק אדם מכונה המותקנת במחשב. באמצעות ממשק אדם מכונה ניתן להציג בצורה גראפית את מצב המערכת ופעולתה, להזין נתונים לתהליך ולשלוח הוראות פעולה ע"מ להשיג תוצאה נדרשת מהמערכת. באמצעות הממשק ניתן גם לאסוף נתונים מהתהליך לצורך ניתוח ועיבוד סטטיסטי של יעילות המערכת ובעקבות זאת לשפר את תפקודה.

מטרות:

הלומד יכיר מערכות אוטומציה ובקרה ויישומן בתעשייה בכלל ובמערכות אספקת המים בפרט.

פירוט הנושאים.

עיוני 6 שעות מעשי 8 שעות

1. רשתות מים לפיקוד ובקרה.

- תפעול מערכות אספקת מים באמצעות מערכות בקרה.
 - מקורות המים – בארות, מאגרים, בוסטרים
 - מובילים ומחלקים
- סוגים שונים של מערכות ממשק אדם מכונה – HMI: לוח פיקוד, לוח סינופטי, לוח הפעלה ממוחשב, מחשב בעל תוכנת HMI.
- מערכות בקרה מסוג SCADA.
 - מינון השקיה
 - דרישות מפיקוד מקומי
 - דרישות מפיקוד מרכזי
- נתונים במערכות הבקרה השונות – סוגי נתונים (דיסקרטיים, אנלוגיים) איסוף נתונים, שמירת נתונים, סנכרון נתונים.
- אנליזה של מערכת אספקת בהתבסס על נתונים מתוך מערכת הבקרה (קריאה והבנת גרפים).

עיוני 5 שעות מעשי 6 שעות

2. התקנים מפקדים במערכות הולכת מים.

- מגופים, מדי מים, מדשנות



- פרסוסטט, מדי לחץ, מדי לחות קרקע
- בארות מערכות סינון, מאגרים
- יחידות שאיבה

עיוני 6 שעות
מעשי 10 שעות

3. יחידות פיקוד מקומיות.

- סולונאיד
- יחידות פיקוד מקומי
- יחידות מקומיות כחלק ממערכת מרכזית

מעשי 13 שעות

4. יחידות בקרה מרכזיות.

- שימושי מחשב בעולם הבקרה.
- בקרים מתוכנתים – סוגי בקרים . מבנה עקרוני ומאפיינים.
- שפות תכנות – דיאגרמת סולם.
- בקרים אלקטרוניים ושימושיהם
- סוגי תקשורת להעברת נתונים בעולם הבקרה – קווית, אלחוטית, סלולאריות, לוויינית
- מקורות אנרגיה
- מצבי שליטה ופיקוד במערכות בקרה – אוטומציה, שליטה מקומית/מרחוק.

מעשי 10 שעות

5. בחינה סופית / ביצוע עבודת חקר והצגתה / מבוא למושגים לוגיים / בוליאניים

הערכת הלמידה:

בחינה עיונית / בחינה מעשית / עבודת חקר / העברת פרזנטציה בתחום עבודת החקר.

רשימת ספרות עזר :

1. בקרה ומערכות ממוחשבות. המרכז לטכנולוגיה חינוכית והאוניברסיטה הפתוחה.
2. יישומי בקרה בתיב"מ וסיב"מ . המרכז לטכנולוגיה חינוכית והאוניברסיטה הפתוחה.
3. בקרים מתכנתים.-האוניברסיטה הפתוחה

קורסי בחירה- סילבוסים לדוגמא

מבוא לביולוגיה

32 שעות

תיאור כללי:

הקורס עוסק בהכרת תחומי הביולוגיה השונים. הבנת העקרונות הביולוגיים המגוונים מהמבנה המולקולרי דרך מבנה התא והתארגנות תאים לרקמות ואיברים. בתחילת הקורס יסקרו המקרומולקולות הביולוגיות הכוללות את הסוכרים, השומנים, החלבונים וחומצות הגרעין. בהמשך הקורס ילמד מהם תאים פרוקריוטים ואאוקריוטים, על אברוני התא, דרכי פעולתו וחלוקתו. בנוסף ילמדו הסטודנטים על מהות התפתחותם האבולוציונית של המיקרו-אורגניזמים, הפטריות, הצמחים ובדגש על בעלי החיים. הקורס ישלב תחומי ביולוגיה שונים מתוך כוונה לתת לסטודנטים תמונה רחבה ומקיפה של העולם הביולוגי ויהווה קורס רקע למיקרוביולוגיה.

<u>ראשי</u>	<u>נושא</u>	<u>מספר שעות</u>	<u>פרקים.</u>
1	תהליכים וחילוף חומרים בתא	10	
2	סיסטמאטיקה	2	
3	מערכות תיווך והובלה ומערכות הכרה	6	
4	תקשורת – ויסות ותאום בבעלי חיים	4	
5	מנגנוני רבייה	4	
6	גלגולי אנרגיה ביצורים החיים	6	

פירוט הנושאים:

1. תהליכים וחילוף חומרים בתא.

- א. מבנה התא ואברוניו, התאמה בין מבנה לתפקיד, השוואה בין תאים פרוקריוטים ואאוקריוטים ובין תא אנימלי לתא צמחי, תכונות הממבראנה.
- ב. החומרים הבסיסיים שמהם בנוי התא ותכונותיהם. (פחמימות, שומנים, חלבונים, ויטמינים, מים, מינרלים).
- ג. פעולות יסוד המתקיימות בכל תא:
 1. חילוף חומרים: פירוק, בנייה ושינוי חומרים, קליטה והפרשה, חומרי תשמורת.
 2. מאפייני התהליכים בתא.
 3. מבצעי התהליכים – האנזימים כקטליזטורים ביולוגים בתא. תכונות כלליות של אנזימים, האנזים כחלבון, ספציפיות האנזים, תנאים המשפיעים על פעילות האנזימים.
- ד. הפקת האנרגיה בתא: הנשימה כתהליך אנזימטי רב-שלבי המתקיים בכל תא, יצירת ATP, שחרור חום, המיטוכונדריה, נשימה ארובית ואנארובית ומיקומן בתא.
- ה. הצורה שבה התהליכים המתרחשים בתא, באים לידי ביטוי באורגניזם השלם:

1. מאזן האנרגיה: פעילות, גדילה, השמנה, הרזיה.
2. דיאטה מאוזנת לאנרגיה ולמרכיבי מזון מגוונים.
3. ויסות החום.

2. סיסטמאטיקה.

- א. המעבר מאורגניזמים חד תאיים לרב תאיים.
- ב. רקמות איברים ומערכות.
- ג. טקסונים וקרבה אבולוציונית.
- ד. סוג, מין, משפחה, סדרה, מחלקה, מערכה, ממלכה.
- ה. הפרוקריוטים, הפרוטיטים, הצמחים, הפטריות, בעלי החיים.
- ו. מערכות עיקריות של צמחים : אצות, פטריות, חזיות, טחבים, שרכים, חשופי זרע ובעלי זרעים.
- ז. מערכות ראשיות של בעלי חיים: חסרי חוליות: מיתרניים, פרוקי רגליים, תולעי פרקים, רכיכות, קוצי עור, צורבים, תולעים שטוחות, ובעלי חוליות.

3. מערכות תיווך והובלה ומערכות הכרה.

- א. דיפוזיה ואוסמוזה, מעבר מים ומומסים דרך קרום התא, חדירות קרום התא, תכונות הממברנה.
- ב. עקרונות המבנה והפעולה של מערכת הדם ומערכת הלימפה, מבנה הלב ופעולתו כמשאבה, ויסות פעולת הלב. מבנה העורקים, הורידים, הנימים ותפקידם. תאי הדם, נוזל הדם, מוח העצם ותפקידיהם.
- ג. תפקידי הדם כמערכת מתווכת בין המערכות בגוף. קליטת מידע על פלישת גופים זרים לגוף והעברתו. העברת חומרים, העברת חום. קרישת דם כמנגנון הגנה.
- ד. מערכת החיסון.
 1. בטויה של מערכת החיסון.
 2. אנטיגנים ונוגדנים – מבנה ותפקוד.
 3. מאפייניה של תגובת החיסון: רב גונית, ייחודיות, כושר אבחנה בין "עצמי" ל"זר", זיכרון חיסוני, התגובה ההומור לית והתגובה התאית.
 4. מערכת החיסון ודרך פעולתה: אברי מערכת החיסון, לימפוציטים, תאי B ותאי T, חיסון פעיל וחסון סביל, מחלות אוטואימוניות, אפיון ותאום רקמות, אלרגיה, שימוש בנוגדנים במחקר וברפואה, בעיות בהשתלות איברים.

4. תקשורת – ויסות ותאום בבעלי חיים.

- א. עקרונות הויסות והתאום ביצורים חיים, הבנת הצורך בויסות ותאום וחשיבותם.
- ב. ויסות ברמת התא:
 1. תפקיד הקרומים בויסות פעולות התא והסביבה הפנימית.
 2. מנגנוני תקשורת ופיקוח על פעולות התא, DNA, RNA בגרעין ומחוצה לו, הקשר בין הצופן הגנטי וקביעת סדר חומצות האמינו בחלבון.
- ג. תאום וויסות בבעלי חיים רב תאיים:
 1. קליטת גירויים מהסביבה החיצונית: אברי חושים, רצפטורים.
 2. מערכת העצבים בבעלי חיים ובאדם : נוירונים תחושתיים, מוטורים ומקשרים, סינפסות ונוירטרנסמיטורים, גירוי ותגובה, קשת רפלקס, מערכת העצבים המרכזית, פעולות רצונית ובלתי רצונית, רפלקס מותנה ולמידה.
 3. מערכת ההפרשה הפנימית, המאפיינים של הורמונים, בלוטות הפרשה פנימית ותפקודן, מנגנוני משוב.
 4. ויסות ותאום במערכות בגוף האדם : הכליה, ויסות קצב הנשימה.

5. מנגנוני רבייה.

- א. שכפול ה-DNA ביצורים החיים (אאוקריוטים, פרוקריוטים ווירוסים).
- ב. מיטוזה.

- ג. רבייה ביצורים רב תאיים.
1. עיקרון המיזה והשלכותיה.
 2. מערכת הרבייה: זכר, נקבה, התפתחות תאי רבייה והפריה.
 3. הורמוני רבייה של גונדות ושל ההיפופיזה, הקשר בין ההיפופיזה וההיפותלמוס, מנגנוני משוב והאנדוקרינולוגיה של הרבייה באדם.
 4. התפתחות הזיגוטה לעובר.

6. גלגולי אנרגיה ביצורים החיים.

- א. אנרגיית אור הופכת לאנרגיה כימית זמינה ליצורים החיים:
1. ניצול אנרגיית האור בפוטוסינתזה, תפקיד הכלורופיל.
 2. חומרי המוצא והתוצרים בפוטוסינתזה, שלב האור ושלב החושך, שחרור חמצן, יצירת ATP, קיבוע הפחמן והפיכת תוצרי הפוטוסינתזה למגוון חומרים בצמח.
 3. התאמה בין מבנה העלה לתפקידו ובין מבנה הכלורופלסט ותפקידו, קליטת CO₂ ותפקידי הפיוניות.
- ב. הפקת האנרגיה מחומרי המזון על ידי היצורים החיים ושימוש בה לביצוע תהליכי החיים:
1. תהליכי פרוק ברמת האורגניזם, עיכול מזון.
 2. נשימה ברמת האורגניזם – העיקרון.
 3. שחרור אנרגיה בנשימה ברמת התא וניצולה.
 4. שחרור אנרגיית חום בתהליכי פרוק, ויסות חום, אורגניזמים הומיוטרמיים ופויקלוטרמיים.
- ג. אורגניזמים חיים תלויים זה בזה בהשגת המזון – מארג מזון.

רשימת קריאה:

1. ביולוגיה – האחידות והמגוון של החיים, סטאר ס., טאגרט ר., הוצאת האוניברסיטה הפתוחה, 2001.
2. התא: מבנה ופעילות - נושאים בביולוגיה של התא: ייצור חלבונים, מנגנוני ויסות ובקרה; יח' 6-7 כותבים: יואל קלמס, בוקי קמחי, דרור בר-ניר.
3. התא: מבנה ופעילות - נושאים בביולוגיה של התא: מעבר חומרים דרך הממברנה, ייצור ATP; יח' 3-5 כותב: יואל קלמס.
4. C. Starr & R. Taggart, Biology – The Unity and Diversity of Life, 8th ed. Wadsworth, (1998).

גאודזיה

64 שעות

מטרות הקורס:

הבנת עקרונות הגיאודזיה, הכרת מכשירי מדידה הבסיסיים, קבלת מושגי הדיוקים אותם משיגים בשיטות מדידה שונות ועל עיבוד הנתונים (בצורה ידנית וממוחשבת)

מספר שעות	נושא	
6	מבוא לגאודזיה	1

ראשי פרקים.

2	עקרונות מדידה	5
3	מכשירי מדידה	6
4	מדידות אורך	6
5	שיטות קואורדינאטות	5
6	גובה	10
7	ההליך הסטטוטורי	6
8	רישום קרקעות	3
9	מערכות המידע הגיאוגרפיות	2
10	שטחים	3
11	קשתות	4
12	GPS	8

פירוט הנושאים.

1. מבוא לגיאודזיה - ביטויים גיאודטיים, מדידות, הגדרות של יחידות מדידת אורך, זווית, שטח.
2. עקרונות מדידה - יחידות מדידה אירופיות ואנגליות (אינטש, פיט, יארד, מיל - יחס עם מטר) עקרונות מדידה " מכלל לפרט ". מדידות אופקיות ואנכיות.
3. מכשירי מדידה - תחנה כוללת (דיסטומת), מאזנת (ניווליר), לתות, פריזמות, גלונים, רולטקות.
4. מדידת אורך- העברת אורך מדוד (משופע) לאופק. חישוב פונקציה אופקית על סמך משתנים משופעים.
5. שיטות קואורדינאטות- גיאוגרפיות, גיאודטיות, פולאריות, ישרות . רשת בקרה אופקית של מדינת ישראל. טריאנגולציה, פוליגונים, טרילטראציה.
6. גובה- גובה יחסית וגובה מוחלט. פני הים. רשת בקרה אנכית של מדינת ישראל. איזון גיאומטרי סגור וקשור. פנקס איזון של נקודות מעבר. איזון שטח לצורך עבודות עפר באופק ובשיפועים.
7. ההליך הסטטוטורי - תכניות מתאר ארציות מחוזיות ומקומית, יוזמי תכניות אלו, הנתבי ליישום, וועדות לתכנון ובנייה.
8. רישום קרקעות - תכנית לצרכי רישום, (תצ"ר), המרכז למיפוי ישראל (מפ"י) , התהליך העומד בבסיס רישום הקרקעות, הסדר קרקעות, מינהל מקרקעי ישראל (ממ"י).
9. מערכות המידע הגיאוגרפיות -הכרת והבנת מערכות המידע הגיאוגרפיות והקשר שלהן לתכנון ולמיפוי.
10. שטחים - סקירה כללית של השיטות לחישוב שטחים :חלוקה למשולשים (נוסחאות טריגונומטריות, הרון), שיטת קואורדינאטות, שיטת טרפזים ו אינטגרלים (סימפסון)
11. קשתות - סקירה כללית של: התווית קשתות מעגליות, אלמנטים ראשיים ומשניים של קשת, שיטות: " מהמשיק" "מהמיתר".
12. G P S - עקרונות מדידות G P S לצורך עבודות ביסוס גיאודטי.

רשימת קריאה:

1. Scaff G., Construction Surveying, 1981
2. Kissam P., Surveying for Civil Engineering, 1981
3. Clark D., Plane and Geodetic Surveying, Constable, 1963
4. Bomford G., Geodesy, Oxford, 1957
5. ד. מיכאל – נושאים בגאודזיה, לבנין, 1985
6. ד. שרני – תורת המדידה 1, הטכניון, 1979
7. שמוטר, אהרון – תורת המדידה 2, הטכניון, 1978
8. שטוך – תורת המדידה 3, הטכניון, 1983

תברואה ואיכות מי שתיה

64 שעות

מטרת הקורס:

הכרת איכויות המים הנדרשות למטרות שונות, והשיטות הננקטות כדי לטפל בהם באיכות המתאימה. הקורס מתייחס לנושאים אלה בהיבט של מי השתייה. במהלך הקורס מקבלים הקורס את הבסיס הכימי להבנת נושא איכות המים, וטיפולים השונים המתבצעים במים כדי להביאם לאיכות נדרשת. הקורס סוקר את הדרישות מאיכות מים הנדרשות בתקנים שונים, ובעיקר את המהלכים המתבצעים בטיפול במי שתייה. מודגש ההיבט התברואי והסביבתי של הנושא.

ראשי פרקים.

מספר שעות	נושא	
2	מבוא	1
8	מקורות מים	2
20	מדדי איכות מים	3
4	העברת מחלות במים	4
18	טכנולוגיות טיפול מתקדמות	5
8	חיטוי מי שתיה	6
4	תקנות איכות מי שתיה	7

פירוט הנושאים:

1. מבוא.

מחזור המים בטבע, גורמים הפוגעים במחזור הטבע, סקירה כללית על משק המים בישראל בעבר ובהווה, מאזן המים בישראל, הגדרת המושגים: "משאב טבעי", "משבר המים", מחזור מים, אקוויפר, אקוויקולד, פרופיל הקרקע, תווך רווי ולא רווי, מפת רגישות מקורות המים, מוביל המים הארצי, מפלס עליון ותחתון של הכנרת.

2. מקורות המים.

- מקורות מים עיליים, מקורות מים תת קרקעיים, מקורות מים חלופיים (ים, שפכים).
- הכנרת – איפיון פיסי ותיאור הסטורי ואסטרטגי של מפעל המים הציוני. שינויים סביבתיים שחלו בכנרת במהלך השנים האחרונות.
- מי תהום – כיצד נוצרים מי תהום. יעילות הפקת מים מהמאגרים השונים כתלות בקרקע ובאיכות המים. הכרת המושגים "אקוויפר", "אקוויקלוד", באר ניטור מים, קידוח מים. הרחבה לגבי ניצול אקוויפר החוף ואקוויפר ההר. פוטנציאל הפקת מים מכל אחד מהאקוויפרים, בעיות זיהום והמלחה.
- מקורות מים חלופיים - התפלת מי ים ומים מליחים – תיאור כללי של יתרונות וחסרונות של הפיכת ים למשאב מים המשמש לצרכי קיום (שתיה, השקייה וכו') הצגת השימוש בקולחין לצורך השקייה (ועדת ענבר).

3. מדדי איכות מים.

איכות מים- מהי?, גורמים המשפיעים על איכות המים, מחזור החנקן בטבע, כלורידים, מליחות, עודף חנקות, השפעת המליחות על מבנה הקרקע והצמח.
מדדי מים פיסיקליים – עכירות, דרגת הגבה pH (חומציות ובסיסיות של מים)- חישובים, צבע, טמפרטורה, טעם, ריח, מוליכות חשמלית.
מדדי מים כימיים – מוצקים במים (אנליזה וחישובים), קשיות מים (חישובים ליחידות סידן פחמתי) מזהמים אורגניים, מזהם אי אורגני (מתכות, יסודות קורט, כלורידים,



חנקות, בורון, זרחן), מקור זיהום טבעי ואנטרופוגני, אאוטרופיקציה ופריחת אצות, ריכוז – מ"ג/ל", חמצן מומס, תהליך "טיהור עצמי".
מדדי מים מיקרוביאליים – הכרת המושגים: פרוקריוטי, חיידק, מצע גידול, חיידקים פתוגנים, חיידקים איניקטורים, חיידקים קוליפורמים, קוליפורם צאתי, עקומת גידול חיידקים.

4. העברת מחלות במים.

מגפות שכוחות המתפשטות בקרב האוכלוסיה בעקבות בעיית איכות מים. דרכים למגר את המגפות ולעקוב אחר איכות המים.

5. טכנולוגיות טיפול מתקדמות.

עקרונות תהליך ההפתה, קואגולציה ופלוקולציה, מפתיתים, מפתיתי עזר, אלום סולפט, מהירות ערבול, גרדיאנט שיקוע, זמן מגע, מבחן כדים, סינון חול, סינון גרנולרי, שיקוע, הצפה, הפלרת מי שתייה, ייצוב מים. (ללא חישובים) סכמת הטיפול במים עיליים, סכמת הטיפול במי תהום.

6. חיטוי מי שתייה.

הכרת המושגים: כלור, חומצה היפוכלורית, יון היפוכלורית, כלור חופשי, כלוראמינים, כלור קשור. מטרת החיטוי, תכונות חומר החיטוי, סוגי מחטאים כימיים ופיסקליים (יתרונות מול חסרונות). הכלור כחומר חיטוי שכיח. יעילות חיטוי, שאריתיות ועמידות חומר חיטוי במים.

7. תקנות איכות מי שתייה.

סקירה על תקנות העם בנוגע לאיכות המים, המלצות ועדת עדין. רמה מרבית מותרת, רמה מרבית רצויה.

רשימת קריאה:

1. אינג' ברנרדו גרינפלסט ואינג' שלמה לרמן; "הטיפול במים", כרכים א-ה, המחלקה לבריאות הסביבה, מרכז הדרכה ארצי ע"ש בלה ויוסף לוננפיש, הוצאת משרד הבריאות.
2. גבירצמן, ח. (2002). משאבי המים בישראל. הוצאת יד בן צבי.

מבוא לאיכות סביבה ופסולת מוצקה

18 שעות

מטרת הקורס:

חשיפת הסטודנטים לסוגיות הקשורות במשבר הסביבתי העולמי, והקניית ידע בנוגע לבעיות הסביבתיות הבערות ולפתרונות האפשריים.

ראשי פרקים.

מספר שעות	נושא	
2	מבוא לאיכות סביבה	1
1	בעיית המים בארץ ובעולם	2
3	שינויי אקלים וזיהום אוויר	3
2	אנרגיה	4
3	פסולת	5
2	מגוון ביולוגי ושטחים פתוחים	6
3	קיימות	7
2	סוגיות בסביבה עירונית	8

פירוט הנושאים.

- 1. מבוא לאיכות סביבה** – התפתחות התפישות הסביבתיות בארץ ובעולם, הגדרת פיתוח בר-קיימא, גידול אוכלוסיה, כושר הנשיאה של כדה"א, שרותי החינם של הטבע, ניצול משאבי טבע.
- 2. בעיית המים בארץ ובעולם** – מחזור המים, מקורות מים, זיהום מים ומדיניות מים.
- 3. שינויי אקלים וזיהום אוויר** – מבנה האטמוספירה, מחזור הפחמן, שינויים טבעיים ואנטרופוגנים לאורך זמן, אפקט החממה, החור באוזון, מקורות זיהום אוויר מקומי וגלובלי, השפעות בריאותיות.
- 4. אנרגיה** – ייצור אנרגיה, דלקים, טכנולוגיות אנרגיה חלופית, בניה ירוקה.
- 5. פסולת** – בעיית הפסולת, כמויות וסוגי פסולת, טיפול בפסולת מוצקה, טיפול בפסולת בארץ, הטמנה, היטל ההטמנה ומיחזור.
- 6. מגוון ביולוגי ושטחים פתוחים** – יערות הגשם כמנוע החמצן של כדה"א, כריתת יערות, מדבור, אבדן קרקעות, אבדן מינים, שמירה על שטחים פתוחים ושטחים פתוחים במרחב העירוני
- 7. קיימות** – טביעת הרגל האקולוגית, תרבות הצריכה, כלכלה מקומית, הקשר בין סביבה וחברה.
- 8. סוגיות בסביבה עירונית** – רעש, קרינה, תחבורה וחומרים מסוכנים.

דיני סביבה

32 שעות

מטרת הקורס:

בקורס זה נכיר מושגי יסוד מובילים במדיניות סביבתית ונסקור את ציוני הדרך המרכזיים בהתפתחות המודעות לאיכות הסביבה ולמשבר הסביבתי.

ראשי פרקים.

מספר שעות	נושא	
4	המשבר הסביבתי – רקע והתפתחות	1
4	הבסיס הרעיוני לדיני איכות הסביבה וגישת הניתוח הכלכלי	2
4	היבטים אתיים ונורמטיביים- זכויות אדם וצדק סביבתי	3
8	היבטים מדעיים- ניהול סיכונים ושיפורים טכנולוגיים	4
8	חופש המידע בנושאים סביבתיים	5
4	רפורמות בדיני הסביבה- גישות אלטרנטיביות לרגולציה	6

נושאי לימוד:

- 1. המשבר הסביבתי – רקע והתפתחות** - מושגי יסוד במדיניות סביבתית, סקירה של ציוני הדרך המרכזיים בהתפתחות המודעות לאיכות הסביבה ולמשבר הסביבתי.
- 2. הבסיס הרעיוני לדיני איכות הסביבה וגישת הניתוח הכלכלי** – סקירה והרחבה על דיני איכות הסביבה בישראל
- 3. היבטים אתיים ונורמטיביים- זכויות אדם וצדק סביבתי** - הקשר בין זכויות אדם וזכויות יסוד לאיכות הסביבה, צדק סביבתי
- 4. היבטים מדעיים- ניהול סיכונים ושיפורים טכנולוגיים**
- 5. חופש המידע בנושאים סביבתיים** - החוק לייצוג ארגונים ציבוריים שעניינם בשמירת איכות הסביבה בועדות ממלכתיות תשס"ג-2003, חוק חופש המידע, התשנ"ח-1998, הצעת חוק המידע הסביבתי, תשס"ד-2004.
- 6. רפורמות בדיני הסביבה- גישות אלטרנטיביות לרגולציה** – הצגת רפורמות נוספות

רשימת קריאה:

1. סביבה ומדיניות – קובץ מחקרים
2. סביבה מינהל ומשפט בישראל-שורשים בסיסים, לסטר ואהוד חשן, בהוצאת מכון ירושלים לחקר ישראל
3. דיני איכות הסביבה בישראל, הוצאת מחשבות, 2002



ניהול סביבתי וכלכלת מים

32 שעות

תיאור כללי:

הקורס יעסוק בהקניית כלים להבנה ולתכנון סביבתי וכלכלת מים במשק הנתון במשבר רציף של מספר שנות בצורת. נבחון את היכולות המעשיות המאפשרות תמרון במערך סביבתי הנתון בהידלדלות משאב המים והקרקה. הקורס יסוב סביב דינים ותקנות הקיימים בישראל תוך כדי הבאת דוגמאות מרשימת ספרות העזר המוצגת מטה.

ראשי פרקים

מספר שעות	נושא	
6	מניעת מפגעים ורישוי עסקים	1
4	משאב המים והקרקה	2
6	שמירת הסביבה הימית	3
6	טיפול בפסולת	4
6	חומרים מסוכנים	5
4	שמירת טבע ופיתוח פיס	6

ספרות עזר:

1. דיני איכות הסביבה בישראל, הוצאות מחשבות, 2002
2. חוק רישוי עסקים התשכ"ח-1968.
3. אתר המשרד לאיכות הסביבה
4. חוק המים, תשי"ט – 1959
5. חוק החופים תשס"ד-2004
6. "אכיפת חוקי זיהום ים בישראל", דורית טליתמן, מתוך סביבה ומדיניות, קובץ מחקרים
7. חוק החומרים המסוכנים, התשנ"ג-1993.
8. "חוק גנים לאומיים ושמורות טבע" 1962

ניקוז ושימור קרקע

48 שעות

תיאור כללי:

הקורס יעסוק בהכרת עקרונות שימור קרקע ומערכות ניקוז עילי ותת קרקעי; הכרת מערכות ניקוז עירוני ועקרונות תכנון רגיש למים. הקורס יקנה לבוגריו כלים להתמודדות עם בעיות ניקוז בשילוב ידע מתחומי פיסיקה וכימיה של הקרקע, הידרולוגיה, שאיבה והולכת מים.

מטרות:

בתחום הידע:

1. הלומד יכיר את עקרונות ניקוז ושימור קרקע.
2. הלומד ידע יכיר עקרונות ניקוז עירוני ותכנון עירוני רגיש למים.

בתחום המיומנויות:

3. הלומד יבצע חישובים שונים להערכה כמותית של עודפי מים בשטחים פתוחים ושטחים עירוניים.
4. הלומד יבצע חישובים להגדרת פרמטרים תכנוניים של מערכות ניקוז.

ראשי פרקים.

	שעות		הנושא	מס'
	מעשי	עיוני		
			4	1. מבוא
		6	שימור קרקע	2.
		16	ניקוז על קרקעי	3.
		14	ניקוז תת-קרקעי	4
		8	ניקוז עירוני ותכנון רגש למים	5

פירוט נושאי הלימוד:

1. מבוא:

הגורמים המשפיעים על תכונות הפיזיות והמכניות של הקרקע (סחף מים ורוח, רטיבות הקרקע).

2. שימור קרקע:

עקרונות שימור קרקע, משוואות סחף מים ורוח, שיטות שימור קרקע.

3. ניקוז על-קרקעי:

מטרות: הסדרת נחלים ומניעת שיטפונות, יצוב תעלות ניקוז, מניעת נגר ע"י עיבודים וטרסות, מבנים ומתקנים. תכנון תעלות (משואת מניג) וקריטריונים ליציבות זרימה; דרכים לייצוב תעלות; תכנון מפתנים והקריטריונים הנדרשים כגון מרווח בין מפתנים ושיפוע נדרש.

4. ניקוז תת-קרקעי:

מקור עודפי מים בקרקע. השפעת מי התהום על היווצרות עודפי מים ומלחים, תופעת עליה קפילרית של מי תהום וסימני המלחה בקרקע. מטרות ניקוז תת-קרקעי. מרכיבים של מערכת ניקוז תת-קרקעית; סוגי נקזים, פילטרים. פרמטרים לתכנון; בחירת הנקזים, חישוב המרווחים ביניהם ועומק הטמנתם. משואת הוכהודט. ביצוע ואחזקה.

5. ניקוז עירוני ותכנון רגיש למים

מטרות ניקוז עירוני; מרכיבי המערכת ושיקולים תכנוניים; תקנים קיימים לבחירת פרמטרים לתכנון מערכת ניקוז עירונית. עקרונות תכנון רגיש למים; אמצעי הקטנת נגר עילי בשטחים עירוניים.

הערכת הלמידה:

תרגילי בית/כיתה/ מבחן מסכם / הגשת עבודה מסכמת.

רשימת קריאה:

1. Drainage Principles and Applications, ILRI Publication 16 (Second Edition), H.P. Ritzema (Editor-in-Chief), International Institute for Land Reclamation and Improvement (ILRI), P.O. Box 45, AA Wageningen, The Netherlands, 1994, 1125 pp., ISBN 90 70754339
2. Urban Hydrology for small watersheds, TR-55 United States Department of Agriculture, June 1986
3. תכנון רגיש למים, א. שמיר, נ. כרמון, טכניון, 2007.

תפעול מאגרים עיליים

48 שעות

תיאור כללי:

הקורס יעסוק בהכרת עקרונות אגירת המים ויישומן במערכות מי השתייה וההשקיה בישראל.

הקורס יסקור את הסיבות השונות לאגירת מים, ומיון המאגרים הנגזר מהן ומאופי הקמת המאגר. ייסקר הרקע ההידרולוגי הנדרש לתכנון המאגר, דרכי ההקמה של מאגרי עפר ומאגרים בנויים ועקרונות התחזוקה של מאגרים.

מטרות: בתחום הידע:

4. הלומד יכיר את עקרונות אגירת המים ויישומם.
5. הלומד יכיר מושגים מתחום המאגרים ואת סוגי המאגרים.

בתחום המיומנויות

6. הלומד ידע לבצע חישובים שונים להערכה כמותית של פרמטרים תכנוניים ותפעוליים.
7. הלומד ידע לעבוד עם גליון אקסל לביצוע חישובים.

ראשי פרקים

	שעות		הנושא	מס'
	מעשי	עיוני		
1.			4	מבוא
2.		14	איגום לצורך אספקת מים	
3.		12	איגום לצורך ויסות שיטפונות	
4.		4	סכרים	
5.		14	מאגרי עפר	

פירוט הנושאים

1. מבוא

- מטרות אגירת מים וסיווג מאגרים -סוגים ושימושים שונים של מאגרים בהתאם למטרות אגירה שונות.
- גורמים ושיקולים בבניית מאגרים ובחירת אתר אגירה: מרחק מישוב, עומק המאגר, איטום/השפעה על מי התהום, מתקן הוצאה, מתקן עודפים.
- תכנון מיטבי של מאגר. מאגר מרכזי גדול לעומת מספר מאגרים קטנים.
- מאגר צד ומאגר גיא עקרונות, יתרונות וחסרונות.

2. איגום לצורך ויסות וקליטת שיטפונות

- מאפייני שיטפונות (גודל, שכיחות).
- מטרות ושיקולי תכנון.
- ויסות שיטפונות בשטחים עירוניים ובשטחים פתוחים.
- ההידרולוגיה בתכנון מאגר. מקורות מילוי, איבוד. מודלים הידרולוגיים: הנוסחה הרציונלית, מודל תחל"ס, נוסחת SCS.
- חישוב נפחי זרימה למאגר בהסתברות נתונה על סמך סדרות נתוני מדידה היסטוריים.
- מתקני הוצאת מים (מגלשים: סוגים ומאפיינים הידראוליים).

3. איגום לצורך אספקת מים

- מטרות ושיקולי תכנון.
- שיטות Ripple ועקום סכומי (Mass Curve Method) לקביעת גודל מאגר בצריכה קבועה ומשתנה. שימוש בשיטה לקביעת שיעור הצריכה האפשרי כאשר נתון גודל מאגר.
- הילוך גאות במאגר: עקרונות ושימושים. ארגון הנתונים לביצוע הילוך הגאות. חישוב בפועל.
- ייצור לוח מים ואופן השימוש בו.

4. סכרים

- סוגי סכרים, יתרונות וחסרונות, דוגמאות.

5. מאגרי עפר

- סוגים, יחסים גיאומטריים תכנון כללי של מאגר.
- שלבי התכנון, ניקוז, בלט.
- רכיבי המערכת, יחסים ושיקולים: מקור המים - מיקום המאגר - שטח הניצול.
- מיקום רכיבי מאגר (תעלת ניקוז, גדר, כניסה ויציאה, תא שאיבה, פיקוד).
- יתרונות וחסרונות ומידת התאמתם של האפשרויות השונות לקליטת המים למאגר.
- מחפורות וסוללות, יציבות מדרונות: חשיבות של תכונות הפיזיות והמכניות של הקרקע בתכנון מאגרים.
- כימיה של קרקע: יחס ספיחת הנתרן SAR וחשיבותו לעניין מאגרים.
- חישובי זרימה בסוללת מאגר: חישוב ספיקת החילחול ומיקום המפלס הפריאטי בסוללה.
- חישוב נפחי החפירה ונפחי המילוי בתכנון הכללי ובתכנון המפורט.
- איטום מאגר.

הערכת הלמידה:

תרגילי בית/כיתה / מבחן מסכם / הגשת עבודה מסכמת.

5. רשימת קריאה

- ו. רומם מאיר. (עורך), "מדריך שימושי לתכנון מאגרים", לשכת המהנדסים האדריכלים והאקדמאיים במקצועות הטכנולוגיים בישראל, האגודה להנדסת מים, המכון הטכנולוגי, המכון לחקר התעשייה והבנייה, 1991.
- ז. גואטה רמי מאגרי מים, הטכניון, הפקולטה להנדסה חקלאית, תשנ"ו. 1995.
- ח. United States Department of The Interior, Bureau of Reclamation, (USBR) Design of small dams 3rd ed. 1987.
- ט. The United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, Ponds – Planning Design Construction, Agriculture Handbook Number 590, 1997.
- י. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, IRRIGATION AND DRAINAGE PAPER 64, Rome, 2010
- יא. United States Department of the Interior, Bureau of Reclamation, (USBR): Design Standards, Embankment Dams, No. 13
- יב. U.S. Army Corps of Engineers: Design and Construction of Levees; Engineering (2000) ,and Design. Engineer Manual, EM 1110-2-1913

כימיה של הקרקע

48 שעות

תיאור כללי:

הקורס יעסוק בהכרת הקרקע כגוף טבעי וכבית גידול לצמחים. בהקניית מושגי יסוד במדע הקרקע, התכונות הכימיות של הקרקע, פוריות הקרקע ועקרונות הדישון. הכרת התהליכים החשובים החלים בה והכרת היבטים שונים הקשורים לקרקע ולמים כמשאבי טבע.

ראשי פרקים

מספר שעות	נושא	
10	מבוא, היווצרות קרקע ומיון קרקעות. הקרקע כמערכת נקבובית, הקרקע כמערכת קולואידית.	1
12	תמיסת הקרקע	2
12	יחסי הגומלין בין הפאזה הנוזלית לפאזה המוצקה	3
4	החומר האורגני בקרקע	4
10	פוריות הקרקע ודישון	5

פירוט הנושאים:

1. מבוא:

הקרקע כפן ביניים בין האטמוספירה והליתוספירה – תהליכי התהוות הקרקע- הגדרת המושג "קרקע", טיפוסים סלעים, חומר הבסיס להיווצרות הקרקע, בלייה, מיון קרקעות – חתר הקרקע, מיון קרקעות, קרקעות ישראל. ותכונות בסיסיות. מרכיבי הקרקע – המוצקים והזורמים
הקרקע כמערכת נקבובית, מרקם, התפלגות גודל חלקיקים, מבנה. גיר הקרקע, קלצימטר. בדיקות שדה לאפיון קרקע צבע, מרקם, גיר ומבנה.
הקרקע כמערכת קולואידית: מינרלי חרסית בקרקע, מבנה, מיון וזיהוי. התכונות הקולואידיות של מינרלי הקרקע: שטח פנים ותכונותיו, מבנה מינרלי חרסית, מונחים, שטח פנים סגולי, השכבה החשמלית הכפולה.

2. תמיסת הקרקע :

מיצוי העיסה. עיסת הקרקע הרוויה ומיצויה, הכנת העיסה, מדידת ריכוז המלחים הכללי במיצוי – המוליכות החשמלית. תגובת צמחים לריכוז המלחים הכללי – לחץ אוסמוטי. ריכוזי אניונים (SO_4^{2-} , Cl^- , HCO_3^- , NO_3^-). ריכוזי קטיונים (K^+ , Na^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2}).
הדרכים להשפעה על pH, מקורות המליחות, הגדרות איכות מים לחקלאות, ניתרון קרקע, שטיפת קרקעות ומקדם שטיפה, תכולת גיר וזקי גיר פעיל בקרקע.

3. יחסי הגומלין בין הפאזה הנוזלית לפאזה המוצקה:

יחסים כמותיים של מוליכות, סק"מ, סא"מ.
יחסים כמותיים – יונים מסיסים וספוחים בקרקע. מדידת הקטיונים החליפים – קיבול הקטיונים החליפים והרכב.
יחסים בין ריכוזי קטיונים שונים בתמיסה ובמצב ספוח. איזותרמות חילוף.
פלוקולציה השפעת יחסי Na/Ca, ΔF, ESP, SAR, PAR, ESR, חוק גאפון ודיספרסיה. השפעת יחסי Na/Ca על תופעות תפיחה והתכווצות.

4. החומר האורגני בקרקע:

מקורות החומר האורגני, היחס C/N, השפעות החומר האורגני על הקרקע.

5. פוריות הקרקע ודישון:

יסודות הזנה וחשיבותם לצמח כמויות של יסודות המזון העיקריים בקרקע: חנקן, זרחן, אשלגן (N, P, K) ויסודות קורט. סוגי דשנים, חישובי מנות דישון, התנהגות בקרקע של סוגי דשן שונים, מחזור החנקן, בדיקות קרקע וצמח לקביעת מנות דישון, תגובת צמחים לדישון. החומר האורגני בקרקע. גידול צמחים בחממות ובמצעי גידול.

רשימת קריאה:

1. Winegardner, D.L. 1996. An Introduction to Soils for Environmental Professionals. Lewis Publications, New York.

2. חן, י., ענבר, ו-פ., ברק. 1991. שיטות לבדיקת קרקעות. רחובות.
3. להב, נ., מ., שנקר ו-י. חן. 2007. יסודות מדע הקרקע. רחובות.
4. רביקוביץ, ש. 1992. קרקעות ישראל. הוצאת הקיבוץ המאוחד.
5. כפכפי, ע. 1997. סוגיות בדישון. דשנים וחומרים כימיים בע"מ.
6. רימון דניאל, פוריות הקרקע, מהדורה שלישית, 2005.

אתרי אינטרנט שימושיים:

- Soil Science on line – textbook: <http://www.pedosphere.com>
- The virtual museum of minerals – http://www.soils.wisc.edu/virtual_museum/index.html
- Soil texture triangle: <http://www.bsyse.wsu.edu/~saxton/soilwatr/soilwatr.html>

פיסיקה של הקרקע

48 שעות

תיאור כללי:

הקורס יעסוק בכרה יסודית של תכונות הקרקע המשפיעות על תנועת המים בתווך רווי ובתווך לא רווי והבנת התופעות הנגזרות מכך. בחינה ולימוד של המשמעויות ההידרולוגיות של תופעות אלו בתהליכים השונים - מי התהום, נגר עילי, איבודי מים ממאגרים והשקיה.

ראשי פרקים.

מספר שעות	נושא	
3	מבוא לפיסיקה ומכניקה של הקרקע	1
6	מרקם ומבנה של הקרקע	2
10	המים בקרקע	3
4	אספקטים הידרולוגיים של זרימה בקרקע	4
10	השקיה	5
3	מכניקה של הקרקע	6
4	עיבוד קרקע	7
8	סיור בשדה ו/או במעבדה	8

פירוט הנושאים.

1. מבוא לפיסיקה ומכניקה של הקרקע.

2. מרקם הקרקע

מהות מירקם הקרקע, השפעת המרקם על תכונות הקרקע, קביעה בשדה ובמעבדה של מרקם הקרקע, מיון הנדסי של קרקעות, משולש הקרקעות. מבנה הקרקע - הגדרת מבנה הקרקע, תרומת המבנה לפוריות הקרקע, גורמי הרס תלכיד, יציבות תלכידים, יחסי מסה- נפח בקרקע, נקבוביות, צפיפות אמיתית, צפיפות נפחית, תכולת רטיבות משקלית, תכולת רטיבות נפחית, קשרים בין תכונות הקרקע.

3. המים בקרקע

המבנה הכימי של המים, השפעת המים על תכונות הקרקע, שיטות לקביעת תכולת הרטיבות בקרקע, מצבי רטיבות: עיסה רוויה, רוויה, (קיבול שדה ונק. כמישה), מים זמינים, רטיבות היגרסקופית, פירוס לחצים במצב הידרוסטטי, מתח פנים וקפילריות, פוטנציאל המים בקרקע, עומד הידראולי, תאחיות מים בקרקע, שיטות לקביעת עקום התאחיה, שיטות שדה למדידה תכולת הרטיבות בקרקע, הקשר בין תכולת הרטיבות והעומד הקפילרי, טנסיומטר (ומגבלות השימוש בו), זרימת מים בקרקע רוויה- מוליכות הידרולית, חוק דארסי ומגבלות הקיום שלו, משפט הרציפות שיטות למדידת המוליכות, זרימה בעמודות, זרימה בשכבות. זרימת מים בקרקע לא רוויה, פונקצית המוליכות ההידראולית, הדיפוזיביות.

סקירה איכותית : משוואות הזרימה, זרימה חד-מימדית תמידית חידור לקרקע והתאדות מקרקע בנוכחות משטח פריאטי. זרימה חד-מימדית לא תמידית: חידור אנכי עם עומד מים קבוע בפני השטח, חידור אנכי עם שטף קבוע בפני השטח, התנקזות פנימית, אינפילטרציה, התאדות. השפעת ההידוק על תנועת מים בקרקע.

4. אספקטים הידרולוגיים של זרימה בקרקע:

איבודי מים ממאגרים, מי תהום, זרימה דרך סוללות, נגר עילי, סחף ושימור קרקע.

5. השקיה

מטרת ההשקיה, יעילות השקיה, התאדות מגיגית תיקנית, מעקב אחר התאדות, תכנון השקיה, קליטת המים מעומק בית השורשים, חישובי מנת מים והאינטרוולים בהשקייה, השקיה בפעימות, מדדים צמחים לעיתוי ההשקיה, עקרונות ההשקיה בהמטרה במתזים ובטפטוף, טכניקות מתקדמות (קו נוע חזיתי ומחוגי).

6. מכניקת קרקע

גבולות הסומך (אטרברג), מאמצים בקרקע, חוזק קרקע, הידוק קרקע, בדיקות מעבדה

7. עיבוד קרקע

מבוא, מטרת העיבודים, כלי עיבוד קרקע, תהליכים מכאניים במהלך עיבוד הקרקע, שכבת חריש וסוליית חריש, קשיות ודחיסות קרקע, נזקי הידוק.

8. סיוור בשדה ו/או במעבדה

רשימת קריאה:

1. פוריות הקרקע, דניאל רימון, מהדורה שלישית 2005
2. דן הלל קרקע ומים, הוצאת "השדה" 1968
3. האנציקלופדיה לחקלאות 1966, פסיקה של הקרקע עמ' 157-172

מעבדה במיקרוביולוגיה כללית וסניטרית

64 שעות

מטרת הקורס:

המחשת החומר העיוני הנלמד במיקרוביולוגיה והקניית שיטות העבודה המעבדתיות והיכולת לבצע בדיקות מיקרוביאליות במים ברמות איכות שונה.

ראשי פרקים.

מספר שעות	1. נושא	
4	הכנת מצעי מזון ועיקורם	1
4	זריעות	2
4	מיקרואורגניזמים בסביבתם הטבעית	3
4	מורפולוגיה	4
8	צביעה ביולוגית	5
8	מדידה כמותית של חיידקים	6
8	עקומת גידול של חיידקים	7
6	בידוד וסקירת חיידקי קרקע	8
6	גידול וספירת בקטריופאז'	9
6	זיהוי מיקרואורגניזמים	10
6	כלורינציה	11

נושאי לימוד:

1. הכנת מצעי מזון ועיקורם:

הכנת מצע מזון נוזלי; הכנת מצע מזון מוצק; הכנת בופר; עיקור באוטוקלב

2. זריעות:

זריעה פשוטה מתוך מבחנה על פלטה; זריעה פשוטה מתוך מבחנה אחת לשניה; זריעת בידוד; ליקוט של מושבות מן הפלטה; זריעת פיזור; זריעה בתוך האגר

3. מיקרואורגניזמים בסביבתם הטבעית:

איבחון ואיפיון של חיידקים בסביבתם הטבעית: חשיפת מצע גידול לאויר במאוזן ובמאונך; זריעה ממקורות מים: מי ברז, מי שפכים; זריעה מתרחיף אדמה; זריעה מגע על צלחות אגר לפני שטיפת ידיים, אחרי שטיפת ידיים והשפעת חיטוי הידיים בכוהל; זריעה פשוטה מחלל הפה (גרון ושיניים) על אגר דם

4. מורפולוגיה:

מורפולוגיה של המושבה: תיאור תכונות שונות של מושבות.
מורפולוגיה של התא היחיד: גודל התא, צורתו, צורת התקבצות התאים, ספורות.

5. צביעה ביולוגית:

צביעה פשוטה; צביעה דיפרנציאלית – צביעת גרם.
אבחנה מיקרוסקופית ומאקרוסקופית בין חיידקים גרם שליליים לחיוביים.
צביעת ספורות.

5. מדידה כמותית של חיידקים:

ספירה חיה; מדידת עכירות; ביצוע מיהולים; שיטת (Most Probable Number) MPN; שיטת MF (membrane filtration).

7. עקומת גידול של חיידקים:

מעקב כמותי; חישובים ועריכה גרפית.
מעקב בתנאים שונים של איזורור, ריכוז חומרי מזון וגיל תרבית.

8. בידוד וסקירת חיידקי קרקע:

בידוד חיידקים נושאי ספורות, מקבעי חנקן, מקבעי פחמן, תרמופילים, אקטינומיצטים. צביעת גרם וצביעת ספורות.

9. גידול וספירת בקטריופאג':

הדגמת השפעת פאג' אלים על חיידקים.
מעקב אחר ריבוי וגידול פאג' ע"י ספירת מוקדי ליזיס (פלאקים).

10. זיהוי מיקרואורגניזמים:

תרגיל זיהוי נעלם מתוך מספר תרביות ידועות מראש.

11. כלורינציה:

בדיקת השפעת הכלורינציה על האיכות הבקטריאלית של המים.

רשימת קריאה:

2. Johnson, T.R., Case, C. L. – "Laboratory Experiments in Microbiology", The Benjamin/Cummings Pub., 1995.
3. Pepper I.L., Gerba C.P., Brendecke J.W. – "Environmental Microbiology – A Laboratory Manual", Academic Press, 1995.
4. APHA – "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", Washington D.C., 1995.

דיגום מי שתייה

48 שעות

תיאור כללי:

במסגרת הקורס מתבצעת אינטגרציה של נושאים שונים (חוקים ותקנים, מעבדה, איכות מים), שנלמדו לצורך יישום ספציפי של דיגום מי שתייה. הקורס ניתן ע"י מספר מרצים מומחים, שנותנים את ההיבט המקצועי של כל תחום שמשתלב בנושא.

מטרת הקורס:

שילוב הידע הנרכש במהלך הלימודים בתחום יישומי הנדרש אצל העוסקים במקצוע. הקורס מחייב התייחסות לנושאים ספציפיים ומעשיים, ומקנה לסטודנט דרכים להשתמש בכלים שרכש לעבודה מעשית.

נושאי הלימוד:

א. נושא	ב. תכנים	ג. שעות לימוד
הרצאת מבוא	א. מחזור המים בטבע, המים כמשאב בסיסי ב. חלוקת אחריות במדינה על המים ותפקיד משרד הבריאות ג. חשיבות הפיקוח על המים ותפקיד הדוגם ד. הקשר והרצף בין השדה למעבדה, השפעה על התוצאות	2
מיקרוביולוגיה	א. מבוא למיקרוביולוגיה של מי שתייה ב. סוגי המיקרואורגניזמים העלולים להימצא במי שתייה	3
פרמטרים כימיים ופיזיקליים	א. מושגי יסוד: מוליכות, אלקליניות, קשיות, מלחים, חומרים אורגניים, הגבה ב. פרמטרים פיזיקוכימיים: פרמטרים אורגנולפטיים ומתכות	2
תחלואה	א. מחלות ותחלואה העלולים להיות מועברים ע"י מים ב. מנגנוני העברה והדבקה ג. התפרצויות תחלואה	2

א. נושא	ב. תכנים	ג. שעות לימוד
חיטוי	<p>א. כימיה בסיסית של חיטוי ושיטות חיטוי מקובלות במי שתייה</p> <p>ב. חומר חיטוי אידיאלי</p> <p>ג. תרכובות כלור, יתרונות וחסרונות: כלור חופשי וכלור קשור, כלורדיאוקסיד</p> <p>ד. תוצרי לוואי של חיטוי</p> <p>ה. יעילות חיטוי, דרישת כלור, CT, השפעת עכירות והגבה על יעילות החיטוי</p>	3
תקנות ואכיפה	<p>א. תקנות, הנחיות והוראות מחיבות לעניין איכות מי שתייה, תכנון ותפעול מערכות אספקה</p> <p>ב. תקנות בריאות העם (איכותם התברואית של מי שתייה) תיקון 2000</p> <p>ג. תקנות בריאות העם (מערכות בריכה למי שתייה) תיקון 1991</p> <p>ד. תקנות בריאות העם (תנאים תברואיים לקידוח מי שתייה) התשנ"ה 1995</p> <p>אופן הפיקוח אחר איכות המים המסופקים</p>	3
תכנית דיגום	<p>א. עקרונות ודרישות לקביעת תכנית דיגום למי שתייה</p> <p>ב. שיקולים בקביעת נקודות דיגום מייצגות לדיגום מיקרוביאלי ולמתכות במערכת אספקה</p> <p>ג. נהלי דיגום מיקרוביאלי, אורגנולפטי ומתכות</p>	3
פיקוח על איכות המים	<p>א. עקרונות לתכנון וביצוע סקר תברואי וניתוח תוצאותיו</p> <p>ב. ניתוח אירועי זיהום מים, דוגמאות לאירועים שהיו</p> <p>ג. תופעות חריגות הגורמות לתלונות וטיפול בתלונות</p>	3
ערכות מדידה	<p>א. הכרת ערכות לדיגום בשדה, אחזקה וכיול (כלור נותר, עכירות, הגבה)</p> <p>ב. תרגול שימוש ערכות שדה</p>	3
הכרת המעבדה	<p>א. סיור במעבדה לאיכות מים</p>	1
דיגום תקין	<p>א. שיטות דיגום, בידוד, זיהוי והערכת תוצאות הסבר תיאורטי לגבי נוהלי הדיגום והסיבות להקפדה על ביצוען</p> <p>ג. אביזרי דיגום, ציוד, שימור דגימות, אחסון, הובלה למעבדה</p> <p>ד. תחזוקה שוטפת של ציוד הדיגום</p> <p>ה. רישום, זיהוי ותיעוד בדיקות המועברות למעבדה</p>	1 3
דיגום ללגיזולה	<p>א. מבוא קצר בנושא לגיזולה ודרכים למניעת התרבותה</p> <p>ב. נקודות תורפה במערכת להתרבות הלגיזולה</p> <p>ג. נהלי דיגום לחיידקי לגיזולה</p>	3

א. נושא	ב. תכנים	ג. שעות לימוד
תרגול דיגום מעשי	א. הדגמת ותרגול בשטח לדיגום מיקרוביאלי כולל בדיקה לכלור נותר ב. הדגמה ותרגול בשטח לדיגום מתכות ופרמטרים אורגנולפטים	12
בחינה עיונית	א. חזרה למבחן ב. בחינה	2 2

חומר עזר: חוברת הדרכה ותקנים של משרד הבריאות המתעדכנים ברציפות.

סילבוס קורס דוגמים משולב – משרד הבריאות

דוגם מי שתיה רמה א' ו-ב', מי נופש, שפכים וקולחים

67 שעות

נושא	תכנים	שעות לימוד	דרישות מינימום מרצים
מבוא – מטרות הקורס, מים ובריאות הציבור מטרות הדיגום פיקוח משה"ב	פתיחה: א. מחזור המים בטבע, המים כמשאב בסיסי, חלוקת אחריות במדינה על המים, תפקידי משרד הבריאות ב. בריאות הציבור וחשיבות הפיקוח על איכות המים ג. תפקיד הדוגם וחשיבותו: אחריותו, הקשר והרצף בין השדה למעבדה, השפעה של הדיגום על תוצאות המעבדה ד. הקשר המשולש בין ספקי מים/מנהלי בריכות/ רשויות מקומיות/ מט"שים -מעבדות - משרד הבריאות. אחריות של כל חוליה בשרשרת, איך מתבצע הקשר ביניהם, תחומי האחריות של כל אחד מן הגופים, נקודות הממשק.	4	נציג משרד הבריאות שעוסק/ עסק בתחומי המים.

נושא	תכנים	שעות לימוד	דרישות מינימום מרצים
אפידמיולוגיה והיבטים בריאותיים	<p>א. עקרונות יסוד באפידמיולוגיה מושגים בסיסיים: חיידקים אינדיקטורים, חיידקים פתוגנים וכד',</p> <p>ב. מקורות וגורמי זיהום פוטנציאליים, מנגנוני העברה והדבקה, ומעגלי ההדבקה הרלוונטיים למיקרואורגניזמים שונים (הדבקה עורית/ פקאל- אוראל וכד'). מחלות ותחלואה העלולים להיות מועברים ע"י מים.</p> <p>ג. תכונותיהם המיוחדות של המיקרואורגניזמים השונים, הסכנות הנשקפות מהם, והקשר לנקודות תורפה אפשריות להתפתחותם במערכות המים</p> <p>ד. התפרצויות תחלואה בארץ ובעולם מסוגי המים השונים – (חיידקים, ליגיונלה, נגיפים, טפילי מעיים, אצות, אמבות)</p> <p>ה. ניטור - התלמיד יכיר את הפרמטרים המיקרוביאליים הנדרשים לניטור ואת הסיבות לשימוש בהם.</p> <p>ו. חקירה אפידמיולוגית - עקרונות ומטרות ביצוע.</p> <p>ז. טוקסיקולוגיה, קביעת תקנים כימיים, מחלות ותחלואה הנגרמים ממרכיבים כימיים במים (שעה)</p>	4	תואר שני במדעי הטבע / הנדסת סביבה או נציג משרד הבריאות שעוסק/ עסק בתחומי המים
מקורות ותהליכי זיהום מים	<p>א. זיהום של מי תהום, מים עיליים, זיהום נחלים, ומי - ים</p> <p>ב. תהליכי זיהום במערכות מי שתיה, במבנים (עקב טיפול במים, קורוזיה, ביופילם) ואמצעי בקרה.</p> <p>ג. מקורות הזיהום של גופי מים מלאכותיים - בריכות שחייה, מקוואות, בריכות זרמים תוך התייחסות למעגלי הדבקה.</p>	6	תואר שני במדעי הטבע / הנדסת סביבה
חיטוי	<p>חומרי חיטוי והתאמתם למטרות ולדרישות הרגולציה, תוצרי לוואי של חיטוי, יעילות חיטוי, דרישת כלור, CT, השפעת עכירות והגבה על יעילות החיטוי, חיטוי ב-UV, החיטוי כחלק מתהליך הטיפול במים.</p>	2	תואר שני במדעי הטבע / הנדסת סביבה

נושא	תכנים	שעות לימוד	דרישות מינימום מרצים
חטיבת מי שתיה			
תקנות והנחיות משרד הבריאות למי שתיה	<p>א. קיום התקנות ומטרתן, המסגרת החוקית.</p> <p>ב. אחריות כוללת של ספק המים/ חשיבות תפעול ותחזוקה שוטפים</p> <p>ג. דיווח לציבור ולמשה"ב</p> <p>ד. הגדרות בסיסיות מכל התקנות ומהנחיות הדיגום: בדיקה, גורם, דיגום, הספר, מתקן הפקה, מערכת אספקה, מעבדה מוכרת, מנהל, נקודת כניסה, סקר תברואי, בריכה, הל"ת, זמן מחזור מים, חיטוי, כלור חופשי נותר, כלור כללי, כלור קשור.</p> <p>רשימת תקנות רלוונטיות ועדכניות:</p> <ul style="list-style-type: none"> • תקנות בריאות העם: "איכותם התברואית של מי שתייה ומתקני מי שתייה", התשע"ג - 2013 • תקנות בריאות העם (תנאים תברואיים לקידוח מי שתייה) - 1995 • תקנות בריאות העם (מערכות בריכה למי שתיה) - 1983 • הנחיות לפיקוח על מוסדות רפואיים - פרק המים (עדכון 2012) • לגיונלה • הנחיות למניעת התרבות חיידקי לגיונלה במערכות מים (פברואר 2011). (להדגיש את ההקשר למערכות מים בבריכות שחיה ובריכות זרמים). 	3	נציג משרד הבריאות שעוסק/ עסק בתחומי המים.
הנחיות דיגום מי שתיה	<p>א. הכנות והוראות כלליות לדיגום: מבוא כללי להנחיות דיגום, מטרות, הכנת ציוד, חומרים, הכנת ברזי דיגום, בדיקות פיזיקוכימיות, בטיחות בדיגום, חומרי שימור, אחסון, הובלת דגימות, זיהוי, רישום ותיעוד</p> <p>ב. טכניקות דיגום, כלים ובקבוקי דיגום, תאי קירור, ציוד כללי</p> <p>ג. תיעוד ודיווח תהליך הדיגום- טפסי דיגום</p> <p>ד. שינוע בדיקות למעבדות</p>	3	נציג משרד הבריאות שעוסק/ עסק בתחומי המים.
קביעת תכנית דיגום, כללי דיגום וטכניקות דיגום	<p>א. מטרות, עקרונות ודרישות לקביעת תכנית דיגום</p> <p>ב. שיקולים בקביעת נקודות דיגום מייצגות לדיגום</p> <p>ג. דיגום מברזי דיגום תקינים, דיגום ללא ברזי דיגום, אופן ביצוע הדיגום.</p> <p>ד. דיגום מיקרוביאלי וכימי ברשת אספקה, מתקני הפקה (פעילים ושאינם פעילים), מתקני טיפול, מוסדות ועסקים דיגום כימי ורדיואקטיבי.</p> <p>ה. דיגום בבית הצרכן</p> <p>ו. דיגום ללגיזונלה- במי שתיה, במי נופש ובמסגרת חקירה אפידמיולוגית (נקודות תורפה להתרבות חיידקים במערכות אספקת מים במבנים, בבריכות וג'קוזי)</p>	3	נציג משרד הבריאות שעוסק/ עסק בתחומי המים או נציג ספק מים בעל ניסיון בתחום

נושא	תכנים	שעות לימוד	דרישות מינימום מרצים
חטיבת מי שתיה- המשך			
ציוד דיגום ומכשירי ניטור מים בשדה – לכל סוגי המים	<p>א. ערכות לדיגום בשדה, אחזקה וכיול (כלור כללי, נותר, עכירות, הגבה)</p> <p>ב. ת"י 6223 – "מכשירי מדידה לניטור מנתי של מים בתנאי שדה"</p> <p>ג. הדגמה ותרגול ערכות שדה בקבוצות קטנות (של 7-8 אנשים) הדגמת דיגום בברז דיגום תקני והתנסות במעבדה/במכללה</p>	4	<p>נציג מעבדות לאיכות מים (רצוי) או תואר שני במדעי הטבע / הנדסת סביבה שעבר השתלמות וימי ריענון תקופתיים במעבדת משרד הבריאות או נציג חברה העוסקת בציוד ניטור ומדידה</p>
סיוורים – דיגום מי שתיה	<p>מי שתיה- מע' אספקה, מתקני הפקה, מתקני טיפול</p> <p><u>תוך התנסות מעשית בדיגום בקבוצות קטנות (של 7-8 אנשים)</u></p> <p>בליווי של מנחה/ מרצה בתחום הרלוונטי ונציג האתר בו מתקיים הסיוור</p>	8	<p>דוגם - מי- שתיה רמה א+ב שעבר השתלמות וימי ריענון תקופתיים כנדרש. בעל 3 שנים ניסיון בתחום ואושר ע"י משרדנו.</p>

נושא	תכנים	שעות לימוד	דרישות מינימום מרצים
חטיבת מי נופש			
תקנות והנחיות משרד הבריאות למי נופש	<p>א. המסגרת החוקית, אחריות כוללת של בעלי העסקים: בריכות שחיה, פארקי מים, ומקוואות למים שהם מספקים.</p> <p>ב. חשיבות תהליכי תפעול ותחזוקה שוטפים באתרי מי נופש, בהתאם לרגולציה.</p> <p>ג. אופני הדיווח לציבור ולמשה"ב</p> <p>ד. מונחים והגדרות רלוונטיים בסיסיים מהתקנות ומהנחיות הדיגום: בריכת שחיה, זמן מחזור, תעלת גלישה, פוטנציאל חימצון חיזור, מפעיל בריכת שחיה, בריכת זרמים, בריכת זרמים ציבורית, ציבורית- אישית וכי"ב</p> <p>רשימת תקנות רלוונטיות ועדכניות:</p> <ul style="list-style-type: none"> • תקנות רישוי עסקים (בריכות שחיה) תשנ"ד. קובץ תקנות 5612 מיום 5.7.94. • תקן לאיכות מי ים בחופי רחצה מוכרזים, 31 מאי 1992. • הנחיות המהנדס הראשי לתנאי תברואה נאותים בבריכות זרמים (2008). • תקנות רישוי עסקים (תנאי תברואה נאותים במקוואות טהרה) 1999 • מסמך מדיניות ונוהל של המשרד להגה"ס בנושא שיט בנחלים • קריטריונים לאיכות תברואית של מים במרחצאות תרמו- מינרליים 2006 <p>להזכיר- הנחיות למניעת התרבות חיידקי לגיונלה במערכות מים (פברואר 2011).</p>	2	נציג משרד הבריאות שעוסק/ עסק בתחומי המים.
הנחיות דיגום מים – מי נופש	<p>א. הכנות והוראות כלליות לדיגום: דגשים במי נופש - מטרות, הכנת ציוד, חומרים, בדיקות פיזיקוכימיות, אחסון, הובלת דגימות, זיהוי, רישום ותיעוד</p> <p>ב. דגשים בדיגום: כלים ובקבוקי דיגום, תאי קירור, ציוד כללי</p> <p>ג. תיעוד ודיווח תהליך הדיגום- טפסי דיגום</p> <p>ד. שינוע בדיקות למעבדות</p>	1	נציג משרד הבריאות שעוסק/ עסק בתחומי המים.
קביעת תכנית דיגום, כללי דיגום וטכניקות דיגום – מי נופש	<p>א. מטרות, עקרונות ודרישות לקביעת תכנית דיגום עבור כל סוגי המים</p> <p>ב. שיקולים בקביעת נקודות דיגום מייצגות לדיגום אופן ביצוע הדיגום.</p> <p>ג. אתרי נופש שאינם טבעיים בריכות שחיה, מקוואות, בריכות זרמים.</p> <p>ד. אתרי נופש טבעיים – חופי רחצה ונחלים</p> <p>ה. דיגום ללגינולה- בבריכות זרמים</p>	2	נציג משרד הבריאות שעוסק/ עסק בתחומי המים. בעל ניסיון בתחום

נושא	תכנים	שעות לימוד	דרישות מינימום מרצים
חטיבת מי נופש- המשך			
סיוורים - מי נופש	<ul style="list-style-type: none"> • מי ים • מי נחל • בריכות שחיה • ג'קוזי • מקווה <p>תוך התנסות מעשית בדיגום בקבוצות קטנות (של 7-8 אנשים)</p> <p>בליווי של מנחה/ מרצה בתחום הרלוונטי ונציג האתר בו מתקיים הסיוור</p>	8	דוגם - מי- נופש שעבר השתלמות וימי ריענון תקופתיים כנדרש. בעל 3 שנים ניסיון בתחום ואושר ע"י משרדנו.
חטיבת שפכים וקולחים			
תקנות והנחיות משרד הבריאות - שפכים וקולחים	<p>א. המסגרת החוקית.</p> <p>ב. אחריות כוללת של בעלי המט"שים למים שהם מספקים. חשיבות תפעול ותחזוקה שוטפים</p> <p>ג. דיווח לציבור ולמשה"ב</p> <p>ד. הגדרות בסיסיות רלוונטיות מתקנות והנחיות רלוונטיות: רשימת תקנות רלוונטיות ועדכניות:</p> <ul style="list-style-type: none"> • תקנות בריאות העם (קביעת תקנים לטיהור שפכים) התשנ"ב - 1992. • תקנות בריאות העם (תקני איכות מי קולחין) התש"ע - 2010. • כללי בריאות העם (טיהור מי שופכין המיועדים להשקיה) התשמ"א - 1981. • עקרונות למתן היתרי השקיה - ועדת הלפרין - אוגוסט 1999. • כללים לשימוש חוזר בקולחים בעיר, בנופש ובתעשייה - יוני 2003. • הנחיות ניטור שפכי תעשייה, ינואר 2018 • כללי תאגידי מים וביוב (שפכי מפעלים המוזרמים למערכת הביוב), תשע"ד - 2014 	3	נציג משרד הבריאות שעוסק/ עסק בתחומי המים.
הנחיות דיגום - מים - קולחים	<p>א. הכנות והוראות לדיגום קולחים ושפכים : מטרות, הכנת ציוד, חומרים, הכנת בריזי דיגום, בדיקות פיזיקוכימיות, בטיחות בדיגום, חומרי שימור, אחסון, הובלת דגימות, זיהוי, רישום ותיעוד.</p> <p>ב. טכניקות דיגום, כלים ובקבוקי דיגום, תאי קירור, ציוד כללי (ובכלל זה דוגמים מורכבים, בקבוקי ניסקין, דיגום מרכז וכו')</p> <p>ג. תיעוד ודיווח תהליך הדיגום- טפסי דיגום</p> <p>ד. שינוע בדיקות למעבדות</p>	3	נציג משרד הבריאות שעוסק/ עסק בתחומי המים.

נושא	תכנים	שעות לימוד	דרישות מינימום מרצים
חטיבת שפכים וקולחים- המשך			
קביעת תכנית דיגום, כללי דיגום וטכניקות דיגום – שפכים וקולחים	א. מטרות, עקרונות ודרישות לקביעת תכנית דיגום ב. שיקולים בקביעת נקודות דיגום מייצגות לדיגום ג. דיגום מברזי דיגום תקינים, דיגום ללא ברזי דיגום, אופן ביצוע הדיגום. ד. מט"שים, שפכי תעשייה ומערכות קולחים- דיגום מיקרוביאלי וכימי, דיגום נפחים גדולים, דיגום ממאגר, מצינור לחץ, מפל, מערכת השקיה, תעלות ושוחות ביקורת. דיגום מורכב.	3	נציג משרד הבריאות שעוסק/ עסק בתחומי המים. או נציג ספק מים בעל ניסיון בתחום
סיוורים – שפכים וקולחים	קולחים- מט"ש באיכות שלישונית, ומתקן לטיפול בשפכי תעשייה. <u>תוך התנסות מעשית בדיגום בקבוצות קטנות (של 7-8 אנשים)</u> בליווי של מנחה/ מרצה בתחום הרלוונטי ונציג האתר בו מתקיים הסיוור.	8	דוגם קולחים ושפכים שעבר השתלמות וימי ריענון תקופתיים כנדרש. בעל 3 שנים ניסיון בתחום ואושר ע"י משרדנו.
סה"כ		67	

כללי:

1. ימונה רכו מקצועי לקורס. על הרכז להיות נוכח פיזית במהלך כל השיעורים בקורסים הראשונים, על מנת לגבש המלצות לגבי תכנית הלימוד. על הרכז המקצועי לתאם בין המרצים השונים המלמדים בקורס, בכדי ליצור המשכיות בין התחומים השונים הנלמדים ולמנוע חזרה על התכנים.
2. בידי המכללה יהיו 2-3 ערכות דיגום מלאות, מכיילות על פי הנדרש לרבות סטנדרטים בתוקף לאימות
3. תכניות הקורסים ושמות המרצים יועברו לאישור משרד הבריאות כמקובל ובהתאם למסמך ההפעלה של משרד הבריאות.
4. יש לקיים את הקורס באופן רציף, ללא פסקי זמן ארוכים בין השיעורים. בהתאם יש לשבץ את הקורס בתוכנית הלימודים בסמסטר א/ ב.
5. חומר העזר לקורס נמצא באתר משרד הבריאות. על המכללה המלמדת להדפיס את חוברות העזר הנדרשות בתחום ולחלקן לסטודנטים עם פתיחת הקורס. יש לוודא שכל התקנות, ההנחיות והתקנים בחוברות אלו הינם המעודכנים ביותר.
6. על המכללה לרכוש תקן ישראלי 6223 לטובת הלימוד בקורס.
7. על המכללה לוודא כי הסטודנטים יתרגלו בערכות דיגום - לכלור, pH, ועכירות.
8. הבחינה בקורס הינה בחינה משולבת לכל 4 ההכשרות ביחד ולא ניתן להפרידה.
9. מכללה המעוניינת לפתוח קורס תגיש בקשה למשרד הבריאות בפורמט המקובל.

נספח- מרכיבי תפקיד – הנדסאי טכנולוגיות מים

דוגמאות מייצגות למשימות ותפקודים בסביבת העבודה של בוגר הקורס

תכנון מערכות פשוטות / פרוייקטים קטנים.
הקמת מערכת בהתאם למפרט.
הכרת והתקנת אביזרי מים (מז"ח, משאבות, צנרת, פילטר וכדומה).
התאמה בין שרטוט תהליכי לנתוני שטח.
איסוף נתוני תכן ממערכות מים ועיבודם .
בניית מאגרי מידע למערכות מים וניהולם .
ניתוח תהליכי, התקנה ותפעול.
שיווק מול לקוחות (end users).
הנדסת יישומים.
תיכנון תיקוני צנרת.
פיקוח על פרוייקטים.
תיכנון בתוכנות תיכנון כגון סולידוורקס, אוטוקאד.

מיומנויות מייצגות המצופות בסביבת העבודה של בוגר הקורס

נכונות ללמידת התחום בארגון
יכולת למידה עצמית של תחומים חדשים
עקומת לימוד גבוהה
יחסי אנוש
חריצות
יכולת השקעה
חשיבה מוצרית והבנת תהליכים
הבנה טכנית/מחשובית
יכולת עבודה בצוות ושיתוף פעולה
יכולת ביצוע דיאגנוזות ואנליזות
ניהול פרוייקטים והפעלת קבלני משנה
שירותיות
יכולת תיכנון ומתן פתרונות בשטח
יכולת עבודה בשטח
יצירתיות בפתרון בעיות

דוגמאות לידע המצופה בסביבת העבודה של בוגר הקורס

אנגלית (ברמות טכנית- מעולה), הבנה תהליכית, הבנת טכנולוגיות מים, יכולת תיכנות
בסיסית של בקרים, קריאת שרטוטים וסקיצות תכנוניות, הידראוליקה, הכרת מערכות מים,
הכרת תקנות מים וביוב, שימוש בכלים ותוכנות מחשב כלליות, שימוש בתוכנות מחשב
לתיכנון.

נספח- מרכיבי תפקיד – טכנאי טכנולוגיות מים

דוגמאות מייצגות למשימות ותפקודים בסביבת העבודה של בוגר הקורס

ביצוע בדיקות לתקינות צנרת ואביזרי מים, כולל תיקון הנדרש.
התקנת אביזרי צנרת.
תפעול מערכת באופן בסיסי.
יכולת הבנה בסיסית של מערכות ממוחשבות לתפעול.
ייצור ותפעול שטח.
שרות שדה.
סדנת פיתוח.
השתלבות במערך ייצור.

מיומנויות מייצגות המצופות בסביבת העבודה של בוגר הקורס

נכונות ללמידת התחום בארגון
יכולת למידה עצמית של תחומים חדשים
יחסי אנוש
חריצות
יכולת השקעה
יכולת יישום בשטח
יכולת העברת מידע מהשטח
הבנת תהליכים
חוש טכני,
הבנה מחשובית
שירותיות ואורך רוח
יכולת עבודה בשטח
יצירתיות בפתרון בעיות

דוגמאות לידע המצופה בסביבת העבודה של בוגר הקורס

אנגלית טכנית, הבנה של עולם המים ותהליכים הקשורים במים, ידע בסיסי במערכות מים
וביוב, הכרה בסיסית של תוכנות תפעול, מיכשור ובקרה, הידראוליקה-זרימה ולחצים,
הבנת פעולת אביזרים על הקו והכרתם. שימוש ביישומי מחשב.