

ט' באייר, התש"פ

03/05/2020

219308020

סילבוס תברואת מי שתיה רמה א' לאנשי התקנה ותחזוקת מערכות מי שתיה

מטרת הקורס:

הקניית והעמקת ידע בסיסי בנושא תברואת מים לכל העוסק בתפעול ואחזקת מערכות אספקה של ספקי מי שתייה מחויב להיות בעל הכשרה והסמכה של משרד הבריאות וזאת על פי תקנות בריאות העם בדבר איכותם התברואית של מי שתייה ומתקני מי שתייה (התשע"ג-2013), סעיף 33: "כל טיפול, עבודה, תחזוקה, ניקוי, שינוי או בקרה במי שתיה, במערכת אספקת מים או במיתקן הפקה, יעשו בנוכחות או בידי אדם שעבר הדרכה שאישר המנהל, בתחום איכותם התברואית של מי שתיה, ואשר השתתף בהשתלמויות תקופתיות במתכונת שאישר המנהל אחת לחמש שנים לפחות".

קהל היעד:

לאנשי התקנה ותחזוקה של מערכות הובלה, אגירה ומתקני הפקה. לעבודות הקמה ונותני שרותים נלווים למערכות מי שתיה- חשמלאים, רתכים, מכונאים, הנחת צנרת, הנדסה אזרחית.

נושאי הלימוד:

מס' שעות	נושא נלמד	תחום
2	הרצאת מבוא: המים כמשאב אחריות ספק המים	מקצועות מבוא בסיסיים 16 שעות
2	חישובים	
2	הידראוליקה	
2	הידרולוגיה	
2	כימיה	
2	מיקרוביולוגיה	
2	אפידמיולוגיה ותחלואה ממים	
2	שפכים	
1	הקדמה – הצורך בטיפול במים	טיפול במים 10 שעות
1	טיפול קדם	
1	סינון עומק	
1	סינון ממברנלי	
2	שיטות נוספות לטיפול במים	
2	חיטוי	
2	ניטור ובקרה של איכות מים ותהליכי טיפול	
1	אירועי מים והטיפול בהם	תקינה 12 שעות
5	חוקים, תקנות ותקנים בנושא מי שתייה	
3	הנחיות משרד הבריאות בנושא מי שתייה	
1	מים במערכות האספקה של בניינים וצרכנים פרטיים	
2	דיווח ותיעוד, אתר האינטרנט של בריאות הסביבה	
4	היבטים תברואיים בתכנון ובמבנה מערכות אספקה	מערכות אספקה 10 שעות
2	מבנה קידוח מים	
2	תפעול ותחזוקה של מערכות אספקה	
2	הגנה על מערכות אספקה מפני זיהום	
8	סיור	
56		סה"כ שעות לימוד



תוכן מפורט:

ש"ל	מיקוד	נושאים נלמדים	נושא
16		מקצועות מבוא בסיסיים	
2	אין מים "טהורים" מחסור במים משמעו מחסור במים בטוחים לשתיה ספקי המים מונחים ומבוקרים ע"י הרשויות	משמעות המים לבריאות הציבור: המים מכילים בתוכם חומרים ואורגניזמים, והם בעלי תכונה לקלוט חומרים מהסביבה ועלולים להוות מקור לתחלואה. בעיית המים בעולם ובישראל, נתונים על צריכות מים בעולם ובארץ המים ופיתוח בר-קיימא בעיית זיהום מים, מים שאינם ראויים לשתיה מקורות המים בארץ ובעיות האיכות העיקריות בכל אחד מהם חלוקת האחריות על המים בין הרשויות ספקי המים בארץ, אחריות ספק המים, ספק ראשי, ספק משני	המים כמשאב, אחריות ספק המים
2	יחידות נפוצות ויכולת חישוב בסיסית בתחום איכות המים	חישוב אחוזים חזקות וסדרי גודל, המושגים – קילו, מילי, מיקרו, ננו וכו' יחידות מידה והמרת יחידות – מסה, אורך, שטח, נפח, צירופי יחידות - ספיקה, מהירות, ריכוז שימוש ביחידות נפוצות לריכוזים בתחום איכות המים (מיליגרם לליטר, מיקג"ל, PPM, PPB) מהו מיהול, דוגמאות מתחום איכות המים	חישובים
2	מהו אזור לחץ, באזור לחץ, הקשר בין המיקום הטופוגרפי ללחץ בנקודת התחברות – ברמה איכותית תנאים להיווצרות זרימה חוזרת	לחץ הידרוסטטי, לחץ אטמוספרי, כלים שלובים מהירות זרימה, לחץ, ספיקה, הידרודינמיקה, חוק הרציפות עומד פיזאומטרי, סיפונגי (דוגמא מהמוביל הארצי) היווצרות תת לחץ ותנאים להיווצרות זרימה חוזרת. דוגמאות מתחום איכות המים, שימוש בסרטוני המחשה או בהדגמות מוחשיות בכיתה	הידראוליקה
2	איכות המים מושפעת מסוג האקווה מקורות המים חשופים לזיהום כתלות ב: סוג הקרקע, סוג האקווה (כלוא/ לא כלוא) ומרחקה מהקרקע, אקווה עילית/תחתית/מעין, כמות וסוג הזיהום, וקצב התקדמותו	המחזור ההידרולוגי, מחזור המים במי התהום סוגי קרקעות, סוגי אקוויפרים, אזור רווי ובלתי רווי, מוליכות הידראולית, מפלסי מי תהום וזרימה תת קרקעית, הפן הביני באזור החוף מצבים לזיהום פוטנציאלי של מים- השפעות סביבתיות הבדלים עקרוניים באיכות מים בין מי תהום למים עיליים ולמי מעיינות	הידרולוגיה
2	הבדלים בין מים מותפלים, למי קידוחים למים עיליים: הגבה, קשיות, חומרים אורגניים, מלחים, מוליכות. אפיון איכות המים בהיבט הכימי: טעם, עכירות, צבע, חומרים אורגניים ואי אורגניים	מבנה בסיסי של אטומים, טבלה מחזורית, קבוצות של יסודות, pH ומשמעות יחידות המידה שלו הקשר בין מליחות, מוליכות ו TDS. חומרים אורגניים ואי אורגניים. יסודות וחומרים נפוצים בטבע, יסודות וחומרים ממקורות זיהום מעשה ידי אדם הבדלים בין מים מותפלים, למי קידוחים למים עיליים: הגבה, קשיות, חומרים אורגניים, מלחים, מוליכות. אפיון איכות המים בהיבט הכימי: טעם, עכירות, צבע, חומרים אורגניים ואי אורגניים.	כימיה



ש"ל	מיקוד	נושאים נלמדים	נושא
2	סוגי מיקרואורגניזמים : חיידקים, וירוסים, טפילים, גודלם ואזורי המחיה שלהם. חיידקים אירוביים/ אנאירוביים במים : כשיש חמצן לא יגדלו אנאירוביים, לא יהיו בעיות ריח. חיידק אינדיקטור, תכונות האינדיקטור האידאלי. כיצד מגלים חיידקים במעבדה בשיטות הקלאסיות	התא החי, מבנה התא, חלוקת התא סוגי מיקרואורגניזמים וגודלם, מיקרואורגניזמים שכיחים במים, חיידקים אירוביים ואנאירוביים הבחנה בין פתוגניים ואינדיקטורים, למה צריך אינדיקטורים. תכונות האינדיקטור האידאלי קוליפורם כללי כאינדיקטור קיימות מגוון שיטות זיהוי, להרחיב על השיטות הקלאסיות המבוססות גידול על מצע ספציפי במעבדה. דוגמאות מתחום איכות המים	מיקרוביולוגיה
2	המים הם מדיום להעברת מחלות. תחלואה ממים היא המונית ומתפשטת במהירות חקירה אפידמיולוגית מבדילה בין מחלות ממים ומזון	מושגים בסיסיים, היסטוריה מחלות מדבקות הקשורות למים חקירות אפידמיולוגיות מקרים של מחלות ומגפות שנגרמו ממים, בארץ ובעולם	אפידמיולוגיה ותחלואה ממים
2	השפכים הם מקור זיהום נפוץ וזמין למי שתיה (השקיה בקולחים, מערכות ביוב) סדרי גודל של ריכוזי מזהמים בשפכים ובקולחים, שלבי טיפול	פרמטרים לאיכות שפכים טיפול ראשוני, שניוני ושלישוני סדרי גודל של ריכוזי מזהמים בשפכים, בקולחים ומים אפורים הסיכון למי שתיה משפכים והחשיבות התברואית של הטיפול בהם	שפכים
10	טיפול במים		
1		למה נדרש טיפול במים : מטרת הטיפול, סדר הטיפולים. סיווג שיטות טיפול במים לפי סוגי מזהמים ולפי גודלם. טיפולים בעקבות תקנים. טיפול מרכזי לעומת טיפול מבוזר הסיכונים לאירועי איכות מים ממתקני טיפול במים	הקדמה – הצורך בטיפול במים
1	מטרת טיפולי הקדם דוגמאות לטיפול קדם בטיפול במים קיימים תוצרי לוואי שנידרש להיפטר מהם	מטרת טיפולי הקדם – להקל ליעל ולהוזיל את שלבי הטיפול הבאים. סינון גס סילוק אצות, הפתתה : סוגים שונים של קואגולנטים ופלוקולנטים שיקוע : שיקוע של גרגיר בודד, סוגי מוצקים (מרחף, קולואידלי, מומס)	טיפול קדם במים
1	ההבדל בין "סינון" נפה (רשת), חוטים) לסינון עומק מדוע נדרשת שטיפה נגדית על פי מה נקבע מחזור סינון	הבדל עקרוני בין סינון רשת לסינון עומק למה נדרש סינון עומק. מרכיבי מסנן, סוגי מצע, תכונות של המצעים השונים, מיון מסננים פריצה וסיבות לפריצה הפסדי עומד : סימנים, מועדי שטיפה סינון מהיר וסינון איטי, מחזור סינון, שטיפה נגדית דוגמאות למתקני סינון בארץ, כולל מעיינות ומתקן הסינון המרכזי	סינון עומק
1	הבדל בין סינון ממברנלי לסינון הבדלים בין סוגי סינון ממברנלי שונים (סוג הפרדה וסוג מזהם) למה מיועדת ההתפלה עקרון האוסמוזה, רגילה והפוכה. התפלת מי ים מול התפלת מים מליחים- הבדלים מבחינת דרישת אנרגיה ויחס ההשבה	סיבות להפרדה ממברנלית. ספקטרום סינון ממברנלי, סוג הפרדה וסוג המזהם המסולק (מיקרו, אולטרא ונו). תכונות נדרשות לממברנה ודוגמאות למתקנים בארץ התפלה : שיטות שונות להתפלת מים (ED, תרמית, אוסמוזה ואוסמוזה הפוכה). הפעלת לחץ לצורך הנעת התהליך. תרשים עקרוני של תהליך ההתפלה טיפול קדם וטיפול משלימים נדרשים דוגמאות למתקני התפלה בארץ, כולל מי ים ומים מליחים	סינון ממברנלי



ש"ל	מיקוד	נושאים נלמדים	נושא
2	מהם הגורמים אותם מרחיק הפחם הפעיל מצע הפחם צובר את המזהם אותו הוא מרחיק, לכן דרוש ריענון או החלפה עקרון תהליך האורור- שטח מגע גדול עם הגז עקרון תהליך החלפת היונים, יתרוונת הריכוך במערכות המיחול הוא אמצעי זול ללא תוצרי לוואי סוג החומרים שמותר למהול והתנאים לכך יש לתת דוגמאות לכל השיטות	<p>פחם פעיל: סיבות לספיחה על פחם פעיל. חומרים המסוגלים להסתפח על פחם פעיל מבנה פחם פעיל ותכונותיו, פחם פעיל אבקתי ומגולען, עמודות פחם פעיל גורמים המשפיעים על יעילות הספיחה תחזוקה של מתקן פחם פעיל, הגעה למצב רוויה, מחזור פחם פעיל</p> <p>ריכוך, מחליף יונים: סיבות לריכוך, מים קשים ורכים סוגי צרכנים להם נדרש ריכוך מים הרחקת מתכות במצע סלקטיבי החלפת יונים (התהליך, המצע, ריענון מצע), יתרוונת וחסרונות</p> <p>מיהול: הסברים על פרמטרים שניתן לבצע עבורם מיהול ההנחיות למיהול חישובים לקביעת יחס מיהול תנאים הכרחיים למיהול</p>	שיטות נוספות לטיפול במים
2	תכונות של חומר חיטוי אידאלי משמעות המושגים: CT, דרישת כלור, שאריתיות קיימים תוצרי לוואי שונים למחטאים שונים קיימים גורמים שמשפיעים על יעילות החיטוי קיימים מגוון של שיטות חיטוי, הכלור עלול להיות חומר מסוכן	<p>הגדרות, מטרות החיטוי תכונות של חומר חיטוי אידאלי איך פועל הכלור על החידק, יעילות הקטילה כפונקציה של גורמים שונים גורמים המשפיעים על ההכלרה: pH, עכירות, טמפרטורה</p> <p>חישוב Ct, זמן מגע, דרישת הכלור תרכובות כלור: כלור גז, היפוכלורית הסידן, היפוכלורית הנתרן, כלור דיאוקסיד, כלוראמינים תגובות של חומרי חיטוי במים, תוצרי לוואי של חיטוי תכונות של חומרי החיטוי, השוואה בין חומרי חיטוי כלור חופשי זמין, כלור כללי וקשור, נקודת השבר בהכלרה ערכי הסף הדרושים במי השתייה, ניטור רציף וידני חיטוי ב-UV חיטוי במערכת הארצית שיטות חיטוי שונות: הרחת מים, אוזון, חיטוי באמצעות אלקטרוליזה ייצור כלור באתר. דוגמאות של מתקנים קיימים דוגמאות של חישובי מיהול בחיטוי בריכה ובחיטוי קו</p>	חיטוי
2	הצורך בבקרת תהליכי הטיפול במים הצורך במספר מעגלי בקרה חריגה מערך סף לבקרה לעומת חריגה מתקן משמעות המושג היזון חוזר מהי נקודת דיגום מייצגת	<p>סוגי בקרה על איכות מים, בדיקות שדה מעגלי הבקרה השונים: ניטור רציף ומנתי, בקרה במקור, במתקן הטיפול, במערכת האספקה ובנקודות ההעברה. פרמטרים להתרעה וחריגה באיכות המים, חריגה מערך סף לבקרה לעומת חריגה מתקן.</p> <p>בקרת תהליכי טיפול במים: מינון כימיקלים, בקרת מפלסי מכלים, היזון חוזר אוטומטי של מערכות מינון דיגום מים: הצורך בדיגום, חשיבות דיגום תקין תכנית דיגום, קביעת נקודת דיגום מייצגת דוגמאות – אמוניה, בקבוקים סטריליים ועוד</p>	ניטור ובקרה של איכות מים ותהליכי טיפול



ש"ל	מיקוד	נושאים נלמדים	נושא
12		תקינה	
3	יש לעבודתנו מסגרת חוקית שצריך לעמוד בה יש אחריות כוללת של ספק המים למים שהוא מספק, חשיבות תפעול ותחזוקה שוטפים, דיווח לציבור ולמשרד הבריאות קשר משולש בין ספקי מים- מעבדות-משרד הבריאות	<p>הבסיס החוקי לעבודת כל הגופים באבטחת איכות מי השתייה</p> <p>"פירמידת התקינה" (פקודה, חוק, תקנות, הנחיות) חוק המים – רשות המים, ופקודת בריאות העם – משרד הבריאות</p> <p>תקנות בריאות העם: מי שתיה + קידוחים + בריכות + מז"חים</p> <ul style="list-style-type: none"> איכות מי שתייה: מבנה התקנות ומהותן, תפקידי ספק המים, מבנה הטבלאות בתוספות, הבדלים בין מקורות המים השונים וסוגי הפרמטרים הנבדקים. הפניה לעמידה בת"י: 5452 ו-5438. 	חוקים, תקנות ותקנים במי שתיה
2		<ul style="list-style-type: none"> קידוחים: מקור מים עילי ותהום, אזורי מגן, אישור מקור מים, הסבת קידוחים, תנאים למיקום קידוח, תחזוקה בריכות מי שתיה: מבנה תקני, ברזי דיגום, שטח, גידור, ייעוד, צנרת, תחזוקה, ניקוי וחיטוי, ניהול יומן מניעת זרימה חוזרת: אחריות ספק המים/בעל העסק, איסור אספקה, חובת התקנה ובדיקה תקופתית, דיווח. ת"י 4426 	
3	ניהול מערכות אספקה ותחזוקתן עבודה על פי הנחיות ונהלים של משרד הבריאות להנחיות מבנה דומה המאפשר להתמצא בהן יש חשיבות רבה לעבודה לפי נהלים, לרישום ולדיווח פעולות נדרשות בחריגות באיכות המים חקירות תחלואה	<ul style="list-style-type: none"> ניקוי וחיטוי מערכות מים – הפרדה בין צנרת למאגרים, נסיבות לניקוי וחיטוי, שיטות חיטוי, החזרה לשימוש תכנון ותחזוקה של מתקני טיפול במים (כולל חיטוי בכלור ו-UV) – מבנה ההנחיות, חלוקה בין סוגי הטיפול, הגדרת נקודות הדיגום, דיגום מנתי ורציף, תקופות ניטור, ערכי סף, דיווח מדריך להתאמת אביזרים שונים למניעת זרימה חוזרת לייעודם הנחת קווי מי שתייה בסמוך לצנרת מש"ל – סוגי נוזלים בצנרת, חשיבות הפרדה מוחלטת ביניהם, סימון ושילוט דיגום מים- מבנה ההנחיות, סוגי המים הנבדקים וההבדל ביניהם, ברז דיגום תיקני. ת"י 6223 	הנחיות משרד הבריאות בנושא מי שתייה
1	אירועי מים עלולים לקרות לאורך כל שרשרת האספקה (מנקודת השאיבה ועד לברז) נדרשת מודעות גבוהה בציבור כחלק מהקפדה על איכות המים בבניינים	<p>אחריות משרד הבריאות במערכות האספקה של בניינים וצרכנים פרטיים</p> <p>הנחיות משרד הבריאות לציבור למניעת לגיונלה, לתחזוקת קולרים ומתקנים לייצור קוביות קרח</p> <p>תקנים ישראלים (ת"י) למערכות מים בבניינים:</p> <p>ת"י 1205 - לתכנון והתקנת מערכת שרברבות</p> <p>ת"י 1525 - תחזוקת מערכות מים בבניין</p> <p>ת"י 3666 - מערכות המשלבות אויר ומים בשטח בנוי - בקרה מיקרוביאלית</p>	מים במערכות של האספקה של בניינים וצרכנים פרטיים
1	מים עלולים להזדהם, יש דרכים למניעת זיהום, או לבלימת התפתחותו צריך להיות ערניים ולא לפחד מהתראות שווא	<p>הדרכים לזיהוי אירועי איכות מים כולל דוגמאות (תלונות, ניטור, בדיקות מעבדה...)</p> <p>תיאור מספר אירועי מים חריגים בארץ והטיפול בהם</p> <p>אירועי מים מהעולם</p> <p>אירועי ביטחון מים</p>	אירועי מים והטיפול בהם



ש"ל	מיקוד	נושאים נלמדים	נושא
2	צריך לדווח, בעל פה ובכתב יש חשיבות לשימוש בטפסים מובנים ובמערכת הממוחשבת יש חשיבות לתחקור אירועים למניעתם בעתיד	חשיבות התייעוד של הפעולות הנעשות במערכת המים חשיבות הדיווח והעברת המידע בשעת אמת ובדיעבד על אירועים ופעולות שננקטו הכנת מערך דיווח תקין בכל הרמות: בע"פ, בכתב, בקשר ובמחשוב, קיום תחקירים לאחר סיום אירועי מים תכנת הלימס למעקב אחר תוצאות איכות מים הכרת אתר האינטרנט של בריאות הסביבה הצד המשפטי	דיווח ותייעוד
10	מערכות אספקה		
4	משמעות חדירת זיהום במערכת ארצית, במערכת אזורית במערכת יישובית ובמבנה- עסק או מוסד כיצד נוצרים מצבים של זמן שהייה ארוך של המים במערכת (אגירה, ספיקה נמוכה, קוים מתים, זנבות קוים) השפעת סוג חומרי המבנה על איכות המים מהם חיבורי כלאיים וזרימה חוזרת הפרדה נדרשת בין מערכת מש"ל למערכת מי שתייה	מבנה רשת אספקת מים במערכת ארצית, במערכת אזורית ובמערכת יישובית. בריכות מי שתייה, קוים ומשאבות. מעגלים פתוחים ומעגלים סגורים, השפעתם על איכות המים, מניעת קוים מתים. נפחי איגום והשפעתם על איכות המים סוגי צינורות: תכונות חוזק ועמידות בפני בעיות קורוזיה, ציפוי פנים, הגנה קטודית. חומרי מבנה של צינורות ואביזרים בהיבט תברואי חיבורי כלאיים וזרימה חוזרת ופתרונות למניעה ולהגנה על מערכות אספקת מי שתייה כולל הגנה מפני כימיקלים מז"חים - אפיון אביזרים מונעי זרימה חוזרת, מפרטים ותקנים ישראלים למז"חים. הנחת הצינורות בשטח, חיבורים בין צינורות, הגנה פיזית לצינורות, הנחת צנרת מים שאינם לשתייה (מש"ל) בקרבת צנרת מי שתייה, סימון וצביעת צינורות דוגמאות לאירועי איכות מים שנבעו מתכנון/מבנה לקוי של רשת האספקה ומתפקוד לקוי של אביזרים.	היבטים תברואיים בתכנון ובמבנה מערכות אספקה
2	מהן נקודות תורפה במבנה ובתחזוקת הקידוח, בהן יכול לחדור מזהם	סוגי בארות מים, שיטות שונות של קידוח, מבנה הקידוח, מסננים ומשאבות בקידוחים, תחזוקה של קידוחים, סיכת שמן, ניקוי שמן, חיטוי קידוחי מים, נקודות תורפה במבנה הקידוח, דרכן יכול לחדור מזהם. החדרת מים לאקוויפר, קידוחי תצפית	מבנה קידוח מים
2	לפעולות תחזוקה יש השפעה על איכות המים ועל איכות הסביבה, כל פתיחה של המערכת, וכל פתח קיים – הם פוטנציאל לזיהום	פעולות לתחזוקה של רשתות אספקה והשפעתן על איכות המים, כולל מניעת זיהום במהלך הפעלת קו חדש, תיקון צנרת או שינויים בצנרת, ובעת ביצוע עבודות שאינן קשורות ישירות למערכת האספקה (הדברה, ניקיון וכו'), התייחסות להיבטים סביבתיים של פעולות תחזוקה ותפעול (הזרמה לסביבה, ריח ממתקני טיפול), דוגמאות לאירועים שנבעו מפעולות תחזוקה ותפעול לקוי.	תפעול ותחזוקה של מערכות אספקה



ש"ל	מיקוד	נושאים נלמדים	נושא
2	למערכות אספקה יש נקודות תורפה כתוצאה מהתפתחות כימית/ביולוגית/שילוב שלהם. דרך נקודות התורפה יכולים לחדור מזהמים, כולל החדרה במזיד.	מניעת התפתחות ביופילם וגידול חוזר של חיידקים, כולל ליגיונלה וניטרופיקציה, סקירה של נקודות התורפה במערכת האספקה דרכן עשוי לחדור זיהום, הרעה באיכות המים כתוצאה מתהליכים כימיים ופיזיקליים, כמו קורוזיה, הכנסת צינור חדש, מים אדומים, הרחפת משקעים, פעולות תחזוקה שגרתיות במערכת מים במבנים מיגון מתקני מים מניעת מגע עם המים ע"י לא מורשים דוגמאות לאירועים	הגנה על מערכות אספקה מפני זיהום
8		סיור	
8		הכרת מערכת מים ארצית, עירונית, מתקן הפקה וטיפול במים. חדר בקרה ושליטה על איכות המים	סיור
1.5		בחינה עיונית שתיערך עם סיום הקורס ציון עובר של כל בחינה 65 נקודות	בחינה
56			סה"כ