יוני 2012

יישום תקנות הקולחין
ותקנות בוצה במט"שים

תקנות בריאות העם (תקני איכות מי קולחין וכללים לטיהור שפכים), התש"ע 2010

תקנות המים (מניעת זיהום מים) (שימוש בבוצה וסילוקה), התשס"ד, 2004

ד"ר דוד רובין
ראש תחום טכנולוגיות לטיפול בשפכים
המשרד להגנת הסביבה - אגף מים ונחלים

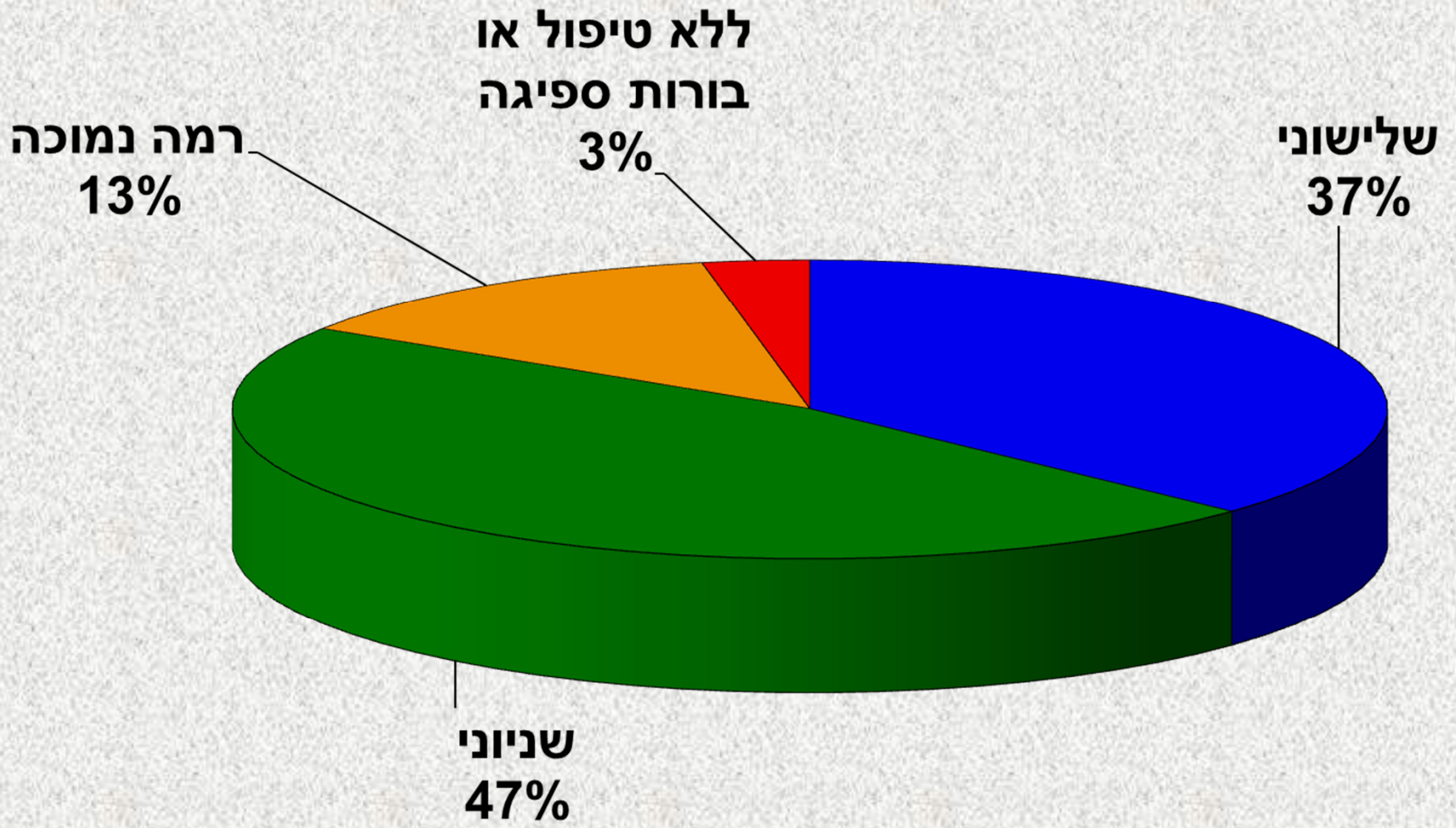
כמות השפכים: כ- 500 מיליון מ"ק בשנה

כמות הבוצה: כ- 115,000 טון חומר יבש בשנה

מטרת התקנות

- **להגן על בריאות הציבור, הסביבה, מערכות אקולוגיות, המגוון הביולוגי, קרקע וגידולים חקלאיים.**
- **למנוע זיהום מקורות מים משפכים, מקולחין ומבוצה.**
- **לאפשר ניצול חוזר של מי קולחין ובוצה.**

איכות קולחין - 2011



דרישות לאיכות קולחין - קבוצה א' - ממוצע (מירבי)

פרמטר	יחידות	השקיה חקלאית ללא מגבלות	איכות נדרשת להזרמה לנחלים
צח"ב (BOD_5)	מג"ל	10 (15)	10 (15)
צח"כ (COD)	מג"ל	100 (150)	70 (100)
מוצקים מ. (TSS)	dS/m	10 (15)	10 (15)
חנקן אמוניקאלי	מג"ל	10 (15)	1.5 (2.5)
חנקן כללי	מג"ל	25 (35)	10 (15)
זרחן כללי	מג"ל	5 (7)	1 (2)
קולי צואתי	יח' ל 100 מ"ל	10 (50)	200 (800)

דרישות לאיכות קולחין - קבוצה ב' - ממוצע (מירבי)

פרמטרים	יחידות	השקיה חקלאית ללא מגבלות	איכות נדרשת להזרמה לנחלים
חמצן מומס	מג"ל	0.5 (מזערי)	3 (מזערי)
כלור נותר	מג"ל	1 (2.5) 0.8(מזערי)	0.05 (0.1)
pH		8.5 – 6.5	8.5 – 7
מוליכות חשמלית	dS/m	1.4 (1.8)	
כלוריד	מג"ל	250 (280)	400 (480)
נתרן	מג"ל	150 (200)	200 (240)
SAR	$(Mmol/L)^{0.5}$	5 (6.5)	
פלואוריד	מג"ל	2 (3)	
שמן מינראלי	מג"ל		1 (1.5)
דטרגנט אניוני	מג"ל	2 (3)	0.5 (1)
בורון	מג"ל	0.4 (0.5)	

דרישות לאיכות קולחין - קבוצה ג' - ממוצע (מירבי)

פרמטרים	יחידות	השקיה חקלאית ללא מגבלות	איכות נדרשת להזרמה לנחלים
כספית	מג"ל	0.002 (0.005)	0.0005 (0.0025)
כרום	מג"ל	0.1 (0.25)	0.05 (0.25)
ניקל	מג"ל	0.2 (0.5)	0.05 (0.25)
סלניום	מג"ל	0.02 (0.05)	
עופרת	מג"ל	0.1 (0.25)	0.008 (0.04)
קדמיום	מג"ל	0.01 (0.025)	0.005 (0.025)
אבץ	מג"ל	2 (5)	0.2 (1.0)
ארסן	מג"ל	0.1 (0.25)	0.01 (0.05)
ברזל	מג"ל	2 (5)	0.02 (0.1)
נחושת	מג"ל	0.2 (0.5)	

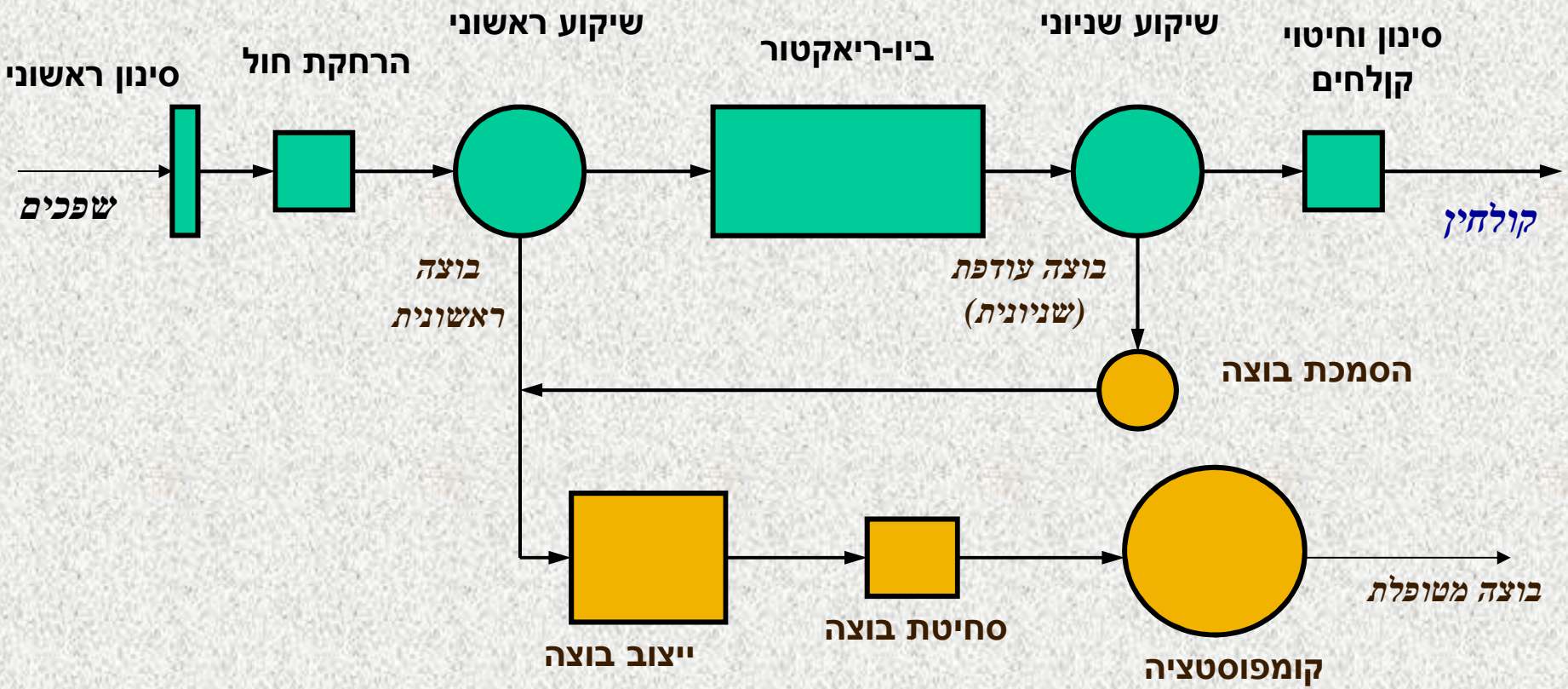
דרישות לאיכות קולחין - קבוצה ג' המשך - ממוצע (מירבי)

פרמטרים	יחידות	השקיה חקלאית ללא מגבלות	איכות נדרשת להזרמה לנחלים
מנגן	מג"ל	0.2 (0.5)	
אלומיניום	מג"ל	5 (12.5)	
מוליבדנום	מג"ל	0.01 (0.025)	
ונדיום	מג"ל	0.1 (0.25)	
ברליום	מג"ל	0.1 (0.25)	
קובלט	מג"ל	0.05 (0.125)	
ליתיום	מג"ל	2.5 (6.25)	
ציאניד	מג"ל	0.1 (0.2)	0.005 (0.01)

הדרך להשגת האיכויות

- **הרחקת מלחים** - טיפול במקור (הספקת מים לצריכה עירונית באיכות של פחות מ- 150 ח"מ כלוריד, ו- 0.2 בורון); התפלת מי קולחין
- **חומרים אורגניים, חנקן, וזרחן** – טיפול במט"ש
- **מתכות כבדות** – טיפול במקור, בשפכי התעשייה
- **פתוגנים** – סינון קולחים, חיטוי

תהליכי טיפול בשפכים



קדם טיפול - סינון ראשוני

סינון גס:

- *מגובים מכניים:*

מרווח סינון: 50-15 מ"מ;

מהירות זרימה: 1.0-0.3 מ/שניה

- *מגובים ידניים:*

מרווח סינון: 50-25 מ"מ;

מהירות זרימה: 0.6-0.3 מ/שניה

כמות הגבבה:

40-5 ק"ג/1,000מ"ק

סינון עדין:

מרווח סינון: 6-1 מ"מ

כמות הגבבה: 60-30 ק"ג/1,000מ"ק

קדם טיפול – הרחקת חול וגרוסת

שיקוע חול וגרוסת:

מהירות זרימה: 0.4-0.15 מ/שניה

כמות חול וגרוסת: 50-5 ל/1000מ"ק

שיקוע ראשוני

אגנים עגולים או מלבניים;
זמן השהייה הידראולי: 1.5-2.5 שעה;
הרחקת TSS: 50-65%
הרחקת BOD_5: 25-30%

טיפול ביולוגי

בוצה משופעלת:

בוצה משופעלת קונבנציונלית;

איוור נמשך;

תהליך מנתי(SBR)

בוצה מקובעת:

מרבגים ביולוגיים;

ביו-דיסקים;

מצע מקובע אקוויז

ריאקטור ממברנאלי (MBR)

טיפול אקסטנסיבי:

בריכות אנאירוביות;

בריכות חמצון;

בריכות מאוורות;

Wetlands

Biological fixed film reactors
AGAR™ (*Attached Growth Airlift Reactor*)

Populated and new biomass carrier
(density < 0.90 gr/cm^3)

שיקוע שניוני

עומס הידראולי: 8-28 מ"ק/מ"ר/יממה;
עומס ביומסה: 2-8 ק"ג/מ"ר/שעה

סינון קולחין

- סינון דרך מצע גרנולרי עמוק
- סינון בד – דיסק שעליו מותקן בד סינון
- סינון ממברנלי, מיקרופילטרציה (MF) ואולטרפילטרציה (UF)
- שדות החדרה (SAR) לסינון קולחי שפד"ו

חיטוי קולחין

- כלורינציה
- UV
- אוזונציה

Waste stabilization ponds

Anaerobic ponds: **BOD5 volumetric loading rate: 150 – 350 g/m^{3}d**

Facultative ponds: **BOD5 surface loading rate: 15 – 35 g/m^{2}d**

Aerobic ponds: **BOD5 surface loading rate: 5 – 15 g/m^{2}d**

Aerated ponds: **BOD5 volumetric loading rate: 40 – 150 g/m^{3}d**

שימוש בכימיקלים

קואגולציה:

לתהליכי שיקוע ראשוני ושניוני;

להרחקת זרחן;

פלוקולציה:

לתהליך שיקוע שניוני;

לתהליך סינון קולחים;

להסמכה וסחיטת בוצה

סדרי עדיפות בשדרוג מט"שים

חלק א: 3 חודשים מיום הפרסום:

1. נתב"ג
2. עכו
3. שפד"ן

חלק ב: החל מ 1.1.2012
32 מט"שים

- אשדוד
- אשקלון
- בית שאן
- ביתניה
- בקה- ג'ת
- ברנר
- הרצליה
- חדרה
- חצור- גן יבנה
- יבנה
- ירוחם
- כרמיאל

- מנשה (1) (עין שמר)
- מנשה (4) (גליקסון)
- מעיין צבי
- נהריה
- ניר עציון
- נתניה
- קולחי השרון
- רמת הגולן – מיצר
- רעננה
- שדרות
- שוקת
- תנובות

באזורים רגישים:

- כפר סבא – הוד השרון
- כפר חיטים
- לבנים
- פרוד (בית ג'אן)
- צ.ח.ר
- צפת
- רמת השרון
- דרום השרון המזרחי

חלק ג: החל מ 1.1.2013
21 מט"שים

- איילון
- באר שבע
- בית שמש
- געתון
- ירושלים (שורק)
- נשגב (חפץ חיים)
- עמק חפר – נחל שכם
- דברת
- ירושלים (מזרחי)
- ערד
- רהט
- שדה אילן (גליל תחתון)
- תימורים

באזורים רגישים:

- חיפה
- עפולה
- קצרין
- בית נטופה
- דינור
- קריית שמונה
- רנ"י – סוללים
- תל עדשים

תיקון (התשע"א-2011)

חלק ד: החל מ 1.1.2015

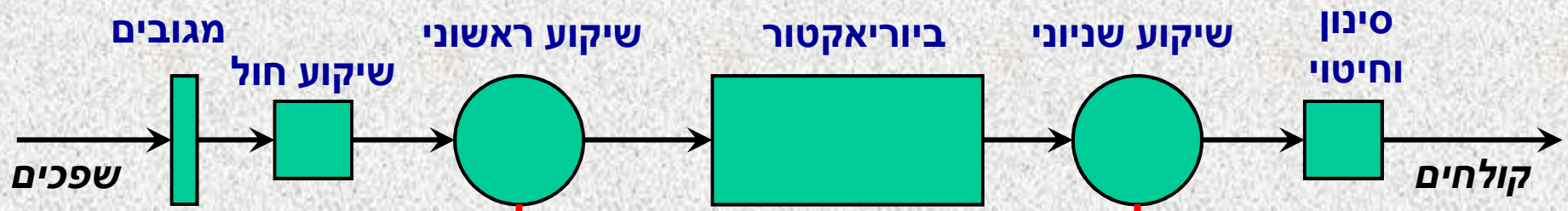
27 מט"שים

- אילת
- קרית גת
- דימונה
- מנשה -2
- שדרות – שער הנגב
- עין בוקק
- עומר
- להבים
- מצפה רמון
- ערוער
- שמרת-אדמית
- שלומי
- נתיבות
- זרזיר
- מרחביה
- לוחמי הגטאות
- בית העמק
- יששכר
- גניגר (מגדל העמק)
- הרי העמק – טבעון
- הגושרים
- דבוריה
- רמת ישי
- מגן שאול
- דלתון
- חורשים
- כוכב יאיר

סמכויות ועדת חריגים

- להורות על החמרת ערך או הקלת ערך הקבוע בתקנות לכל פרמטר;
- להוסיף פרמטרים;
- להורות על ניטור של מי קולחין לעניין פרמטרים נוספים;
- להורות על תדירות ניטור של מי קולחין שונה מהאמור בתקנות;
- לתחום הוראות שקבעה כנ"ל בזמן ובתנאים.

בוצות מתהליכי טיפול בשפכים



בוצה ראשונית

כמות: 10 - 2 ל/מ"ק שפכים

3 – 6 % חומר יבש

כמות חומר יבש:
0.4 - 0.13 ק"ג / מ"ק שפכים

בוצה עודפת

כמות : 60 - 10 ל/מ"ק שפכים

1.2 – 0.5 % חומר יבש

כמות חומר יבש:
0.4 - 0.1 ק"ג / מ"ק שפכים

דרישות לאיכות בוצה

ריכוזי מתכות כבדות

ייצוב בוצה

ריכוזי פתוגנים

תהליכי טיפול בבוצות

הסמכה

ייצוב

סחיטה

חיטוי

דרישות לייצוב בוצה

תקנות המים (מניעת זיהום מים) (שימוש בבוצה וסילוקה), התשס"ד-2004

- **הגדרה:**

"בוצה מיוצבת" – בוצה שעברה טיפול לפי תכנית שאישר השר כאמור בתקנה 3, שמטרתו למנוע מטרדי ריח והתפתחות זבובים וחרקים מזיקים אחרים, ולהפחית ריכוזים של גורמי מחלות

- **תקנה 3 - ייצוב בוצה:**

מפעיל יגיש לאישור השר תכנית לייצוב בוצה, ויבצעה עם קבלת אישור השר.

תהליכי ייצוב בוצה

עיכול אנאירובי

עיכול אירובי

קומפוסטציה

הוספת חומר בסיסי

ייבוש בוצה

בבדיקה : ייצוב בוצה על ידי מערכת "Constructed wetlands"

תהליך ייצוב שאושר על ידי המשרד להגנת הסביבה

תהליכי ייצוב בוצה

עיכול אנאירובי

עיכול אירובי

קומפוסטציה

הוספת חומר בסיסי

ייבוש בוצה

בבדיקה : ייצוב בוצה על ידי מערכת "Constructed wetlands"

תהליך ייצוב שאושר על ידי המשרד להגנת הסביבה

דרישות לתהליך עיכול אנאירובי

(ערבול הבוצה בהעדר אוויר)

כמות החומר הנדיף בבוצה, לאחר תהליך הייצוב,

תרד בשיעור של 38 % לפחות

מכמותו בתחילת התהליך.

(זמן שהיה ממוצע לבוצה לא יפחת מ- 15 יום,

בטמפרטורה של 35 מע"צ לפחות)

דרישות לתהליך עיכול אירובי

(ערבול בוצה נוזלית בנוכחות אוויר או חמצן)

1) כמות החומר הנדיף בבוצה, לאחר תהליך הייצוב,
תרד בשיעור של 38 % לפחות
מכמותו בתחילת התהליך

או

2) קצב צריכת חמצן סגולי של בוצה (SOUR) בסיום תהליך
לא יעלה על 2 מ״ג חמצן בשעה לגרם חומר נדיף של בוצה
בטמפרטורה של 20 מע״צ,
ובתנאי שהבוצה אינה מכילה חומרים מעכבי חימצון.
ריכוז בוצה בבדיקה צריך להיות בין 6 ל- 19 גרם לליטר.

דרישות לתהליכי ייצוב ע"י הוספת חומר בסיסי

לבוצה הוסף חומר בסיסי

המעלה את ערך ההגבה (pH) ל- 12 לפחות,

למשך שעתיים לפחות,

ולאחר מכן,

למשך 22 שעות לפחות, ערך ההגבה לא יהיה נמוך מ- 11.5

דרישות לאיכות בוצה סוג א'

תקנות המים (מניעת זיהום מים) (שימוש בבוצה וסילוקה), התשס"ד-2004

"בוצה סוג א'" - בוצה מיוצבת שמתקיימות בה כל הדרישות כמפורט להלן:

1) **הממוצע הגאומטרי של ריכוז החיידקים מסוג קוליפורמים צואתיים, שנקבע לפי שבע דגימות לפחות של הבוצה,**

   קטן מ–1000 MPN לגרם אחד של חומר יבש

   או שהממוצע האריתמטי של ריכוז חיידקי סלמונלה, שנקבע לפי שבע דגימות לפחות של הבוצה,

   קטן מ– 3 MPN לארבעה גרם של חומר יבש;

2) **הממוצע האריתמטי של ריכוז נגיפי מעיים שנקבע לפי שבע דגימות לפחות של הבוצה, קטן מ– 1 PFU לארבעה גרם של חומר יבש;**

3) **הממוצע האריתמטי של ריכוז ביצים חיות של טפילים, שנקבע לפי שבע דגימות לפחות של הבוצה, קטן מ– 1 לארבעה גרם של חומר יבש.**

גורמי השמדת פתוגנים בבוצה

זמן

טמפרטורה

pH

קרינה רדיואקטיבית

תהליכי טיפול להפחתת ריכוזי פתוגנים לבוצה סוג א'

קומפוסטציה

חימום בוצה (לרבות פיסטור בוצה)

עיכול אירובי טרמופילי (ATAD)

עיכול אנאירובי טרמופילי

הוספת חומר בסיסי

שילוב של חימום בוצה ותוספת חומר בסיסי

ייבוש בוצה בחום

הקרנת בוצה

תהליך ייצוב שאושר על ידי המשרד להגנת הסביבה

דרישות לתהליכי קומפוסטציה

- **ערימות פתוחות (Windrows)**

יצירת ערימה מתערובת של בוצה ותוספת נפחית במשטח ואוורורה על ידי היפוך מכני של הערימה 5 פעמים לפחות, ובתנאי שהבוצה תשהה לפחות 15 יום בטמפרטורה של 55 מע"צ לפחות.

- **ערימות סטטיות מאווררות (Static aerated piles)**

יצירת ערימה מתערובת של בוצה ותוספת נפחית במשטח ואוורורה באופן מאולץ, ובתנאי שהבוצה תשהה לפחות 3 ימים בטמפרטורה של 55 מע"צ לפחות.

- **ריאקטורים (In-vessel)**

עיבוד בוצה במכלים (ביוריאקטורים) סגורים, ובתנאי שהבוצה תשהה לפחות 3 ימים בטמפרטורה של 55 מע"צ לפחות .

דרישות לתהליך פיסטור בוצה

חימום בוצה לטמפרטורה של

70 מע"צ לפחות

למשך 30 דקות לפחות

- **פיסטור בוצה לפני תהליך עיכול אנאירובי**
- **פיסטור בוצה לפני תהליך עיכול אירובי**

דרישות לעיכול אירובי טרמופילי

ערבול הבוצה הנוזלית בנוכחות אוויר או חמצן
להשגת תנאים אירוביים למשך זמן שהיה ממוצע
של 10 ימים לפחות,
בטמפרטורה של 55 מע"צ לפחות.

דרישות לתהליך טיפול ע"י הוספת חומר בסיסי

הוספת חומר בסיסי להעלאת ערך ההגבה של הבוצה לרמה הגבוהה מ- 12,

כאשר ערך הגבה זה נשמר למשך 72 שעות לפחות,

וטמפרטורת הבוצה גבוהה מ- 52 מע"צ

במשך 12 שעות לפחות.

בתום תקופת 72 שעות, יש לייבש את הבוצה באמצעות הזרמת אוויר עד להבאת ריכוז החומר היבש בבוצה לערך הגבוה מ- 50 %

דרישות לתהליך יבוש בוצה בחום

יבוש באמצעות גזים חמים

להבאת תכולת הרטיבות של הבוצה

ל- 10% או פחות,

כאשר טמפרטורת הבוצה במהלך הייבוש

לא תפחת מ- 80 מע"צ

או

כאשר טמפרטורת הגזים הנפלטים

ממתקן הייבוש לאחר שבאו במגע עם בוצה

תהיה גבוהה מ- 80 מע"צ

דרישות לתהליך הקרנת הבוצה

הקרנת בוצה ע"י קרני ביטא (beta rays)

כמות קרינה תהיה 1.0 megarad לפחות.

תודה