



# מתקן ביתי לטיהור מים אפורים באגן ירוק

## מדריך שימושי

מאת ארנון גורן

### תוכן העניינים

2	1. מבוא
2	2. הגדרות
4	3. תיאור כללי
5	4. פרטי המבנה
5	5. טיפים
6	6. מפרט וכתב כמויות למתקן טיהור מים אפורים
7	7. כמה זה עולה?
8	8. תכנית המתקן, חתך טיפוסי
8	9. שיטת ההקמה
10	10. תרגום אנגלי מקוצר. DOMESTIC WASTEWATER TREATMENT USING WETLAND

# 1. מבוא

מערכת איסוף טיפול והשבת מים אפורים (Greywater) לשימוש מיידי בבית ובגינה, הינה בעלת פוטנציאל גדול היכול לשמש מנוף לחסכון משמעותי של כ-50% בכמות מי השתייה לצריכה ביתית, חסכון אשר ברמה כל ארצית, יכול לפתור את בעיית המחסור במים שפירים באזורנו

התחממות כדור הארץ, התמעטות כמות הגשמים השנתית, התייבשות הכנרת, מיקומו הגיאוגרפי על גבול המדבר זיהום "אקוויפר החר" מקור המים הראשי שלנו, זוהי התמונה הסביבתית שלנו והירושה לילדנו. תמונה עצובה זו כופה על כל אחד מאתנו להתייחס אל המים שלנו, כאל משאב נדיר שיש לחסוך בו כדי לשמור על איכות החיים כפי שאנו מכירים. **יתר על כן, עלינו להגיע לצריכה "בת-קיימא" המתייחסת למקורות המים והאנרגיה החלופיים שיש ברשותנו.**

מדריך זה עוסק בצד המעשי של טיהור מים אפורים במתקן אגן ירוק עבור בתי אב צמודי קרקע והשבתם לשימוש חוזר לשטיפת אסלות, השקית הגינה, שטיפת מדרכות וכד.

המידע הכלול כאן אינו כולל טיפול במי הביוב (Sewage), אשר חייבים ללכת לרשת הביוב המרכזית אל מכון טיהור שפכים, וכן אינו מטפל במתקן ביו-בית של בור רקב עם אגן ירוק המופיע בפרסום אחר.

מטרת הכנת המדריך הינה לאפשר לכל אדם, ואף שאינו בעל מקצוע, את היכולת ללמוד את הנושא החיוני הזה ולהגיע עד להקמת מערכת הפרדת זרמים ואיסוף, מתקן הטיפול ופיזור הקולחים המטופלים ליעדיהם השונים בגינה ובבית.

# 2. הגדרות

**שפכים:** כל נוזל הכולל בתוכו דלוחים או צואים (ביוב או מי ביוב).

**ביוב או מים שחורים:** נוזל הכולל בתוכו צואים.

**מים אפורים** מוגדרים בתקנות הוראות למתקני תברואה (הל"ת) כ"דלוחים שהם נוזלים הזורמים מכל קבועה מכשיר או אביזר שאין בהם הפרשת אדם".

במילים אחרות, מים אפורים הינם החלק של מי השפכים או הביוב הביתי שמקורם מכיור, קערה, מקלחת, אמבטיה, מכונת כביסה, מכונת הדחת כלים במטבח אחרי ניקוי מוקדם בקערה.

שפכי קערת המטבח מיכלים שמנים שומנים ושרידי מזון אשר קשה להרחיקם מהמים בתהליך הטיפול. לעיתים קרובות מים אלו מזהמים בכימיקלים שמקורם בדטרגנטים האלקליים (בסיסיים) וחומרי ניקוי אחרים בשימוש ביתי אשר לאורך זמן יכולים לגרום נזק לפוריות ומבנה הקרקע. המלצה: מסיבה זו אין זה מומלץ לכלול את שפכי המטבח בהגדרת "מים אפורים למחזור". במידה ומנקים את שרידי המזון מכלי האוכל לפני הרחיצה במדיח כלים, אזי ניתן לחבר את מוצא המתקן אל מערכת הטיהור הביתית. כחלופה ניתן להתקין מיכל הפרדה ייחודי למטבח עם "מסנן קש" שמרחיק שמנים ושרידי מזון. הבעיה היא שמתקן זה יש דורש טיפול שבועי להחלפת הקש, מטלה לא רגילה שרוב הציבור כנראה לא יעמוד בה.



**צריכת מים ביתית:** בישראל יש הפרשים גדולים בצריכת המים הביתית בין אזורי האקלים בארץ, מגזרים סוציאקונומיים (חברתיים כלכליים) ועונות השנה.

הערכים המופיעים בטבלה הבאה, נותנים תמונת הצריכה של משפחה עם 5 נפשות הצורכת כ 160 ליטר לנפש ליום שהם כ 800 ליטר ליום לכל המשפחה.

כמות צריכה זו אף שהיא גבוהה יחסית לארצות אירופה, הינה טיפוסית לאזור מרכז הארץ באוכלוסיה בעלת רמה סוציאקונומית גבוהה יחסית.

**מודעות לצריכת מים:** לדעתנו, צריכת המים הביתית בישראל הינה גבוהה מדי ובזבזנית ויש לשאוף להורדת הצריכה ע"י מודעות וזהירות בפתיחת הברז וע"י כך להוריד את הצריכה לנפש בשלב ראשון לכ 120 ליטר ליום ועם התגברות המודעות של תושבי המדינה לכ 100 ואולי אף 80 ל' לנפש ליום

### טבלה 2.1 חלוקת מקורות הביוב הביתי

כלל מים אפורים		כלל כמות הביוב		מקור הביוב
Total grey water		Total wastewater		Wastewater source
Litres/day	Total %	Litres/day	Total %	
-	-	256	32	Toilet
39	8	40	5	Hand basin
262	54	264	33	Bath/shower
-	-	56	7	Kitchen
185	38	184	23	Laundry
486	100	800	100	Total

**החיסכון:** טיהור מים אפורים והשבתם לשימוש בגינה הביתית היא דרך מצוינת לחסוך מים בכמות של עד כ 145 מ"ק מי שתייה. החיסכון השנתי עשוי להגיע לכ 900 שו. כלומר בנוסף להישג הסביבתי, ניתן גם לחסוך כסף רב.

**איזור ראשי:** הצינור הראשי של מערכת האיזור בבית המסתיימת במוצא האויר מעל גג הבית ("הל"ת").

לצינורות דלוחין אין חיבור לצינור איזור. כדי למנוע ריחות יש להוסיף צינור כזה מחבית השיקוע או מקו הצינור לפני שמתחבר לחבית.

**מטרדי ריח:** מי הסבון מיכילים חומרים אשר בהתפרקם, מפיצים ריחות לא נעימים. זוהי סיבה מדוע יש לטהר את הדלוחין שע"י כך מקטינים את המטרד.

כמובן שאם משיבים את המים להדחת אסלות, אפשר לשים באסלה "קוביה" כחולה שמונעת מטרדי ריח.

איננו ממליצים להדיח אסלות במי הדלוחין לאחר שיצאו מהבית ועמדו פרק זמן במיכל שיקוע. בסופו של דבר, שהיה של כ' 3 ימים באגן ירוק גורמת להשמגהת בקטריות.

**בור רקב:** מיכל אטום למים עם מכסה אטום שלתוכו זורמים הדלוחין מהבית. המיכל

מתוכנן להפרדת המוצקים מהנוזל ע"י שיקוע החלקיקים הכבדים הנעשה בפרק הזמן בו שווה הנוזל במיכל. שהיית הדלוחין במיכל גורמת לתסיסה ולפליטת גזים ומטרדי ריחות ולכן יש לאפשר מעבר אוויר חופשי בחזרה אל צינור האיזור של הבית.

### טבלה 2.2 חלוקת איכויות של סוגי הביוב

עומסי מזהמים ממוצעים (גר' לנפש ליום) (Average Pollutants Loading (grams per person per day - g/p.d)			
כלל מים אפורים ושחורים Grey + Black combined	כלל מים אפורים Greywater	מים אפורים ללא מטבח	סוג הפרמטר Type
51	24	11	צח"ב 5 BOD
60	18	8	כלל מוצקים מרחפים SS
13.2	1.6	0.9	כלל חנקן Tot. N
4.6	3.1	2.5	כלל זרחן Tot P
1.9	0.5	0.5	כלל זרחן *Tot P

\* "Organic" Detergent with low level phosphorous content"



# 3. תאור כללי

## נתוני יסוד:

תרומת שפכי המים האפורים תהיה כ 400 ליטר לבית ליום (24שעות).

## בור רקב (בריכת שיקוע Septic Tank)

זמן שהיה של הנוזל בשיקוע ראשוני יהיה לא פחות מ 12 שעות. לפי כך נפח בריכת השיקוע יהיה כ 200 ליטר. החבית תהיה מפלסטיק (בד"כ כלל כחולה) סטנדרטית בגובה של כ 85 ס"מ וקטר של כ 65 ס"מ. צנרת הכניסה והיציאה תהיה של PVC בקטר 50 מ"מ. צינור הכניסה יותקן במפלס של 15 ס"מ מתחת למכסה, צינור מוצא יותקן 5 ס"מ מתחתיו. צנורות אלו יסתיימו בתוך הבריכה ב "T" המאפשר מעבר אוויר חופשית אל הבריכה וממנה אל מערכת "איוור ראשי" של הבית. זוהי הנחיה חשובה למניעת מטרדי ריחות. מסעף אנכי של צינור הכניסה ימשך כלפי מטה לעומק של 30 ס"מ מתחת פני הנוזל. מסעף אנכי של צינור המוצא ימשך כלפי מטה לעומק של 20 ס"מ מתחת פני הנוזל. יש לאטום את חדירת הצינורות באטם גומי סטנדרטי של היצרן.

## אגן ירוק Constructed Wetland

אגנים ירוקים Constructed Wetlands קיימים בשימוש מסחרי מוצלח בכל רחבי העולם מאז מחצית שנות ה 80 של המאה שעברה ונמצאים בתפוצה נרחבת במגזר הביתי, המוניציפאלי, בתי-ספר, פארקים, תעשיות ומטמנות לאשפה. בפרק זה נעסוק בישום השיטה לטיפול במים אפורים ליחידת מגורים צמודת קרקע.

הטיפול בשפכים נעשה בשיטה של זרימה אופקית תת-מצעית Subsurface flow, להלן SSF. שיטת SSF מצטיינת במספר יתרונות ביניהם: אין הפצת ריחות רעים, אין מטרדי יתושים וחרקים אחרים ואין חשיפת הציבור למגע עם השפכים המהווה סיכון בריאותי. איכות הקולחים המופקים במערכת הביתית אמורים לעמוד בדרישות התקנות למים מסוחררים של Title 22, California Code of Regulations רמת סף BOD/SS 5/5.

תכנון המתקנים נעשה בהתאם לקריטריונים המופיעים בפרסום של (EPA) הסוכנות להגנת הסביבה של ארה"ב: Subsurface Flow Constructed Wetland for WasteWater Treatment. צורת האגן תהיה "תעלה", מלבן, תעלה מכופפת, כאשר מידות נקבעות ע"פ דרישות תהליכיות.

פרמטרים עיקריים להרחקת מזהמים יהיו כדלקמן:

- איכות הדלוחים תהיה לאחר בריכת השיקוע כמתואר בפרק קודם.
- עומס הידראולי מרבי יהיה 0.03 מ"ק ל מ"ר ליום.
- עומס אורגני פריק (צח"ב) מרבי יהיה 4 גר' ל מ"ר של פני שטח המתקן.
- שטח חתך רוחב יוגבל ע"פ הקריטריון של 300 גר' ל מ"ר ליום ע"פ העקרון של דארסי.
- עומס אורגני מחושב ע"פ 10 גר לנפש ליום כפול 5 בני המשפחה שהם 50 גר' לבית.

שטח האגן הממוצע יחושב ע"י 50 גר' מחולק בעומס אורגני כנ"ל. באקלים המזרח תיכוני, השטח הנדרש יהיה 12 מ"ר. עומק כולל 50 ס"מ ושיפועי הצדדים יהיו ביחס של 1:1

שטח הפנים יהיה 2.0 X 6.0 = 12.0 ושטח התחתית יהיה 1.0 X 5.0 = 5.0 הכל במ"ר.

נפח המצע יהיה 4.25 מ"ק, נפח המצע הטבול כ' 3.8 מ"ק, נפח החללים יהי כ שליש ז.א כ 1.2 מ"ק

זמן שהיה ההידראולי יהיה היחס בין נפח החללים 1.2 ותרומת מים אפורים יומית של כ' 400 ל' ליום, כלומר כ' 3.0 יום.



## 4. מפרטי המבנה

- מבנה האגן יהיה אטום לחלוטין. קיימות שתי חלופות עיקריות לאיטום המתקן:
  - א. יריעת איטום מסוג פוליאטילן LDPE בעובי של 0.5 מ"מ. (ניתן להזמין יריעה מוכנה עם "שרוול מוצא" בקטר מתאים אצל אלי תרואה ממושב אילן. טל: 0544358028 בעלות של כ 1000 נ"מ.)
  - ב. "טיט מלט ברזל" Ferroccemen.
- קונסטרוקצית המתקן תהיה מ"פרוצמנט" Ferrocement בעובי 5 ס"מ עם זיון רשת פלדה בקטר 6 מ"מ כל 15 ס"מ ושלוש שכבות של רשת לול בגודל חור של 12 מ"מ.
- יחס מלט לחול יהיה 1 מלט ל 2.5 עד 1:3, מוסף B G Bond לתערובת לא רטובה יותר מדי שאפשר להדביקה על קיר אנכי ולא תיפול. מיד עם התקשות ראשונית של התערובת, כאשר מגע אצבע אינו משאיר סימן, יש למלא את האגן במים עד לחצי העומק ולכסות מלמעלה ביריעת פוליאטילן לשמירת הלחות.
- לאחר כיומיים יש להכין תערובת דלילה של מלט עם חול ביחד של 1:1 וגם קצת B G Bond ולהבריח ב"ראש" של מטאטא על פני כל שטח האגן.
- הרטבה במשך שבועיים אחרי סיום ההקמה, עד התקשות הבטון.
- לפני המילוי במצע יש לבדוק את אטימות הבריכה ע"י מילוי במים, סימון המפלס ובדיקה נוספת כעבור 24 שעות. ירידת מפלס תהיה לא יותר מ"מ 3 מעבר לשיעור ההתאיידות לפי תקופת השנה.
- מצע יריעת פוליאטילן בעובי 0.2 מ"מ מתחת לרצפת הבטון Ferrocement.
- שיפוע התחתית לאורך המתקן יהיה 0.5% עד 1.0%. כלומר 5 עד 8 ס"מ.
- עומק המצע יהיה 45 עד 50 ס"מ. מפלס הנוזל יהיה כ 5 ס"מ מתחת פני המצע.
- המצע יהיה חצץ מחצבה דולומיט רחוף. באזור המרכזי של המתקן החצץ יהיה בגודל אבן של 12 מ"מ (עדש) Fine Gravel. יחס החללים Porosity יהיה כ 33%.
- מקדם הולכה הידראולי Hydraulic Conductivity יהיה 7,500 מ' ליום.
- מצע חצץ באזורי פיזור השפכים וניקוז הקולחים, יהיה מסוג "פוליה" אגריגט מרבי 20 מ"מ.
- קו צינור כניסה בקטר 500 מ"מ PVC במפלס פני המצע. אביזר "T" עם קטעי צינור לכל רוחב האגן.
- קו צינור ניקוז, קטר 50 מ"מ, מחורר כל 10 ס"מ בחורים קטר 10 מ"מ, מונח בתחתית לרוחב הבריכה עם "T" במרכז למוצא הקולחים.
- בריכת וויסות מפלס תהיה זהה לבריכת השיקוע לפני האגן.
- קו צינור המוצא מתחתית האגן חודר לבריכת הוויסות ופונה כלפי מעלה עם קשת אנכית.
- הקטע האנכי מגיע עד מפלס המים המתוכנן באגן ומשמש לגלישת הנוזל.
- יהיה ניתן לכוון את גובה מפלס הצינור ע"י הטית הצינור לצד.
- בחלקה התחתון של הבריכה יהיה מוצא הקולחים בצינור PVC בקטר 50 מ"מ עם אטם גומי מיצרן הצנרת.
- צמחית האגן תהיה מורכבת מצמחי אזוריים רטובים כגון גומא, נענה, קנות הודיות וכד.

## 5. טיפוסים

**מוצרי מדף לניקוי אקולוגי** מוצרי ניקוי ביתיים אקולוגיים של חברות כמו אקו- וור והדר, ניתן להשיג כמעט בכל חנויות הטבע. מוצרים אלו מומלצים ביותר, מפני שהם אינם מכילים חומרים פטרו כימיקאליים העלולים לפגוע במערכת הנשימה ובעור, וידועים כאחד מהגורמים.

**מטרדי ריחות:** יש להניח שתהיה תסיסה של החומרים הפריקים בשפכים ושעלולים להיות מטרדי ריח. כדי למנוע תופעה זו, יש לספק חמצן ע"י הזרמה של אוויר. מתקן הספקת החמצן יכול להיות משאבת אוויר המיועדת לאקווריום של דגים. מיקום מתקן הבוטות יהיה בבריכת הוויסות או תא השאיבה. הגודל המומלץ יהיה כ' 6 או 8 וואט.

**מיכלים:** מיכלים כחולים, מיובאים ומתוצרת "פחמס" קבוץ עין החורש טל: 046250204

**חיבור למערכת הדלוחין הביתית** ראוי שיעשה בידי אינסטלטור. מאד יתכן שהמוצא מהבית הוא כבר בקטר 110 מ"מ. במקרה זה יש להוסיף מעבר קוטר 110 ל 50 מ"מ, בקטלוג: "מצרה צדדית", כך שתעלת הזרימה תהיה בלתי מופרעת.



# 6. מפרט וכתב כמויות

## למתקן טיהור מים אפורים

- צורת המתקן תהיה תעלה או מלבן או צורת בונה, בשטח פנים של כ' 12 מ"ר במידות שלבין 2 X 6 מ' ועד 4 X 3 מ', בתנאי שהשטח נפח המצע נשאר כמצוין. שיפוע התחתית 0.5% עד 1.0%
- עומק החפירה כ 0.45 עד 0.50 מ' ושיפוע הדפנות כ 60 . מכאן שמידות התחתית יהיו כ 1.4 מ' על 5.4 מ'. במידה והקרקה אינה יציבה, השיפוע יהיה מתון, כ 45 מעלות ומידות התחתית יהיו 1.0 מ' על 5.0 מ'
- עומק החצץ הוא 0.4 עד 0.45 מ' והנפח שלו כ 3.8 מ"ק (קוב). נפח החללים במצע החצץ יהיה כ 33% כלומר כמות המים שתמלא את החללים תהיה כ 1.2 מ"ק.
- הערה: מכאן שאם כמות המים האפורים הנתרמים מהבית היא כ 400 ליטר ליום, הרי זמן השהיה ההידראולי של המים האפורים במצע החצץ הוא כ 3 ימים כנדרש.
- מעל החצץ תהיה יריעת "פלריג" או יוטה סינטטית להפרדה בין המצע ולבין חיפוי 5 ס"מ טוף או גזם.
- מבנה מערכת האיטום שבתוכה נמצא החצץ תהיה רצפה וקיר משופע של טיח מזוין או Ferrocement. העשוי מ3 שכבות של רשת לול 12 מ"מ מגולבנת (לא רשת אקספנדד) וכ 5 ס"מ טיח של 1 מלט על 2.5 חלקים של חול בנין.
- כדי לעשות את התערובת נוחה ודביקה להנחה, מוסיפים גם בי.גי.בונד או חומר פלסטי אחר.
- עושים את המבנה ב 2 או 3 שכבות ודואגים להרטבה של כל המבנה למשך כשבועיים עד להתקשות הטיח.
- בהיקף השפה העליונה, במפלס הקרקע, מניחים ברזל בנין בקטר 6 מ"מ מחוזק עם חוטי קשירה אל יתדות מאותו ברזל, נעוצים בקרקע כל 50 ס"מ.
- בנוסף מניחים קשתות חיזוק של אותו ברזל לרוחב התעלה, כאילו עשינו שדרה לסירה.
- מתחת לטיח המזוין תונח יריעת פלסטיק לבנין שהיא יריעה שקופה בעובי של כ 0.2 מ"מ הנמכרת בכל חנות של חומרי בנין. מטרת היריעה למנוע כניסת לכלוך של אדמה אל תוך הטיח ושימור הלחות לעבודה נוחה.
- צינור כניסת המים, קטר 50 מ"מ PVC , מסתעף לקטע צינור הכניסה, הנמצא בניצב לציר האורך של התעלה ומונח כחלקו העליון של המצע.
- חורי פיזור המים, קטר 8 מ"מ כל 10 ס"מ, יהיו בחלקו העליון של הצינור כדי להבטיח פיזור שווה של הנוזל לכל רוחב התעלה.
- כדי לעזור בפיזור המים באופן שווה לרוחב התעלה, מחליפים באזור הכניסה את מצע חצץ 20 מ"מ בחצץ גדול או אבן דבש בגודל 5-2 ס"מ. כנ"ל באזור המוצא.
- צינור מוצא המים יהיה צינור דומה, אולם, מונח על תחתית התעלה עם חורי איסוף הנוזל בתחתית הצינור.
- מעבר או חדירת הצינור דרך שכבת הטיח חייבת להיות אטומה לחלוטין ועשויה במומחיות ראויה על ידי בעל ניסיון בעבודה זו.
- מומלץ להניח מופה או מחבר בצינור במעבר דרך שכבת הטיח כדי ליצור שטח פנים גדול ואיטום מלא.



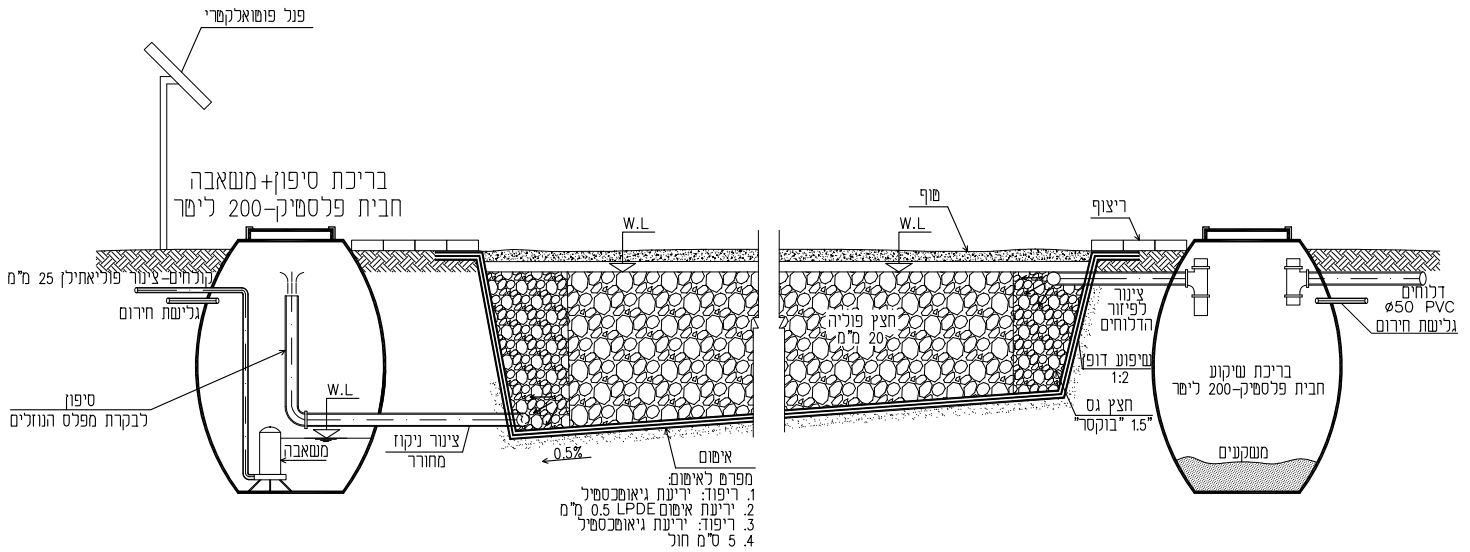
# 7. מתקן אגן ירוק לטיהור מים אפורים

## אומדן מתכנן

סעיף Item	תאור Description	יחידה Unit	כמות Quantity	מחיר יחידה ₪ Unit price IS	סיכום חלקי ₪	סה"כ מחיר ₪
01.010	חפירה באדמת הגינה לתעלת טיהור בעבודת יד כדי לעצב את התחתית ושיפוע הקירות על פי הנדרש. עבודת מחפרון 2 שעות	מ"ק m3	5.00	250.00	1,250.00	1,250.00
01.020	יריעת פלסטיק לבנין 0.2 מ"מ	מ"ר	25	2.80	70.00	1,320.00
01.030	טייח מלט ביחס של 1 מלט עם 2.5 חלקים חול בנין ובי.גי.בונד. הכנה באתר עם מכונת בטון קטנה (טפלה) שטח "קליפת" המתקן כ' 17.0 מ"ר. עובי 5 ס"מ יחס 600 ק"ג מלט ל 1.0 מ"ק טייח מוכן או 2 שקי חול (בלות), 12 שקי מלט, 2 ליטר בי.גי.בונד.	מ"ק	1.00	800.00	800.00	2,120.00
01.040	פלדת זיון עגולה במוטות בקטר 6 מ"מ באורך 70 מ ועוד חוטי קשירה.	ק"ג	20.00	5.00	100.00	2,220.00
01.050	רשת לול תרנגולות, חור 12 מ"מ מגולבנת.	מ"ר	60.00	10.00	600.00	2,820.00
01.060	צינורות פי. וי.סי. 50 מ"מ לדלוחין או צינור כניסה 110 ממ עם אטם מעבר צנרת מתאים.	מ'	15.00	10.00	150.00	2,970.00
01.070	4 מסעפים 90 מעלות, 2 זוויות 90 מעלות, 2 זוויות 45 מעלות, 4 פקקים, 4 מופות, אטמי מעבר צנרת.	יח'	16.00	10.00	160.00	3,130.00
01.080	חצץ מסוג "פוליה" גודל נפה 20 מ"מ ושתי מריצות חצץ גס או אבן דבש בגודל 50 מ"מ.	טון	6 טון	70.00	420.00	3,550.00
01.090	חביות כחולות מתוצרת "פח-מס" של עין החורש בנפח 200 ליטר או שווה ערך.	יח'	2	150.00	300.00	3,850.00
01.100	יריעת "פלריג" של כ 15 מ"ר לכיסוי המצע וחיפוי של גזם לאגן הירוק ולמתזי ההשקיה. 1000 ליטר גזם,				400.00	4,250.00
01.110	משאבת ניקוז טבולה 110 וואט, צנרת 20 מ"מ למיכל על הגג בנפח 40 ל', קו הזנה 32 מ"מ לראש מערכת, וקווי חלוקה 15 מ"מ לעצים ושיחים לרבות מתזים מכוסים בגזם.	יח'	1.0	500.00	1,500.00	5,750.00 ש"ח



## 8. תכנית המתקן - חתך טיפוסי.



## 9. שיטת ההקמה

הקמת אגן ירוק ביתי ניתנת לביצוע כללית, בשתי דרכים, דרך אחת לקחת קבלן ודרך שנייה לבצע בסדנא עם חברים. בשיטה הראשונה עליכם למצוא קבלן גינון בעל ניסיון בנושא, שכבר בנה אגן ירוק בעבר ויודע את כל אותם דברים קטנים הקובעים את הצלחת הפרויקט. בכל מקרה יש להסתמך על הפיקוח המקצועי והניסיון שלנו כדי להצליח. אף כי המתקן המושלם, כדוגמת המתקן של יריב יערי במעברות, שנבנה בשיטת הסדנא, נראה פשוט וידידותי, במציאות יש תמיד בעיות, בייחוד בנושאי המפלסים והאיטום שבהם יש להקפיד ביותר.

### הקמה ע"י קבלן גינון

העלויות הכרוכות בביצוע הקמת אגן ירוק ביתי למים אפורים בחצר המגרש מוערכות כדלקמן:

5,750.00	א. חומרי בניין
4,500.00	ב. כוח עבודה כ 10 י"ע לפי 450.00 ש"ח
1,500.00	ג. מחפרון או בובקט ליום עבודה
6,000.00	ד. הוצאות קבלן, ארגון, רכש, עבודה,
1,500.00	ה. פיקוח של שלושה ביקורים (במרכז הארץ) לפי 500.00 ש"ח
19,250.00	סיכום ביניים
2,983.00	מע"מ
ש"ח 22,233.00	סה"כ

הערה: המחירים נכונים לעלויות מקובלות בחודש ינואר 2009 אולם קבלן עלול להתעקש שהוא יותר ולכן העלויות המוצגות הן אינדיקציה בלבד.

### שלבי העבודה הם:

פגישה עם הקבלן, קביעת מחיר, לוי"ז, שיטת העבודה, שלבי תשלום, בורות והעברת מפרט ותכנית, חתימה על הסכם ביצוע. התחלת הביצוע באתר, פיקוח, בדיקת מפלסים ואטימות כתנאים לאישור לסיום העבודה. סיום הביצוע, הרצת המתקן, אישור המפקח.



## 9.2 . הקמה בסדנא עם חברים

זוהי חלופה שיש בה סיפוק רב, אך הכרוכה במאמץ לא מבוטל של ארגון העבודה, התקשרות עם ידידים וחברים עם מבט סביבתי דומה, רכש של חומרי בנין, השכרת ציוד כגון מכונת בטון, תיאום עם האינסטלטור ועם המפקח. כבעלי בית ו"קבלן", אתם תצטרכו להתאמץ ולבצע מספר מטלות, בהן: קניית החומרים על פי רשימות והדרכה שתקבלו מאתנו, השכרת ציוד כגון מכונת ערבוב בטון "טפלה" ומחפרון לחפירת המתקן, תיאום אתנו כדי שיהיה לכם עזרה ברכש, הסברים לצוות ההקמה, הדרכה ופיקוח צמוד תוך כדי הביצוע ושיהיה לכם את הביטחון שאמנם תקבלו את המתקן המושלם שעליו חלמתם.

בצורה כזו, עבודות ההקמה מתבצעות ע"י אנשים בעלי מודעות סביבתית, הרוצים ללמוד את הנושא ובאים לסדנא בה יש שלבים של לימוד הנושא, הסברים וביצוע פרטי העבודה תחת הדרכה של מומחה. יש הרבה "כאב ראש" וסיכויים שהעבודה תתמשך מעט יותר, בשל מחסור בציוד או כוח אדם, אולם יש סיפוק עצום בפגישה עם אנשים הנרתמים למחויבות רעיונית דומה, ההולכים באותה הדרך ומאמינים כמונו שהחיסכון בכל בית מוליד את פתרון הראוי ביותר לבעיות המים במקומותינו והתחממות העולם שלנו.

### העלויות הכרוכות בביצוע הקמת אגן ירוק ביתי למים אפורים כחצר המגרש מוערכות כדלקמן:

5,750.00	א. חומרי בניין
2,500.00	ב. מחפרון או בובקט ליום עבודה ומכונת בטון 3 י"ע
2,000.00	ג. פיקוח של ארבעה ביקורים (במרכז הארץ) לפי 500.00 ₪
10,250.00	סיכום ביניים
2,500.00	בלתי צפוי מראש + מע"מ 25%
₪ 12,750.00	סה"כ

הערה: המחירים נכונים לעלויות מקובלות בחודש מאי 2009 אולם עלולים להיות שינויים. ברור כי הזמן שלכם אינו מתומחר, אולם זה חלק בלתי נפרד מהתרומה לסביבה.

### שלכי העבודה הם:

- פגישה באתר בין בעלי הבית והח"מ לקביעת מיקום המתקן, מפלסים, צנרת הובלת מים אפורים מהבית, יעדי וקווי צנרת השקיה.
- עבודת חפירה ומתן צורה למתקן ע"י מחפרון.
- קביעת מפלסים למיכל השיקוע ומיכל הסיפון, לקצה העליון של המתקן, הנחת יריעת פלסטיק לבנה, הנחת ברזלי זיון ורשת לול בשלוש שכבות, קיבוע צינורות הכניסה והמוצא במקום ומפלס ע"פ התכנון.
- הכנת תערובת של מלט, חול, ובי.גי. בונד, ע"י חברי הסדנא ומריחת המבנה בשתי שכבות של "בטון", תשומת לב לאיטום מוחלט במוצא הנוזל.
- לאחר 24 שעות: הרכבת הסיפון, מילוי המתקן במים לבדיקת איטום ואשפרת הבטון.
- לאחר שבועיים: מילוי המתקן בחצץ רחוף ואבן דבש באזורי כניסת המים ויציאת הקולחים, יישור החצץ ע"פ מפלס המים, הרכבת צנרת כניסה, כיסוי ביריעה וחיפוי בשכבת גזם או טוף, שתילת צמחייה ממתקנים אחרים שלנו.



# 10.ROUGH OUTLINE

## HOW TO BUILD YOUR OWN WETLAND FOR 'GREY WATER' GARDEN IRRIGATION

### EXPLANATION

#### WHAT IS A 'GREY-WATER' WETLAND IRRIGATION SYSTEM?

Grey water includes: Dirty water from washing/washing-up machines; shower & handwash basins (excludes waste water from kitchen sinks & toilets) .

Grey water is fed to wetland via gravitation feed or small pump if necessary

Wetland minimum size: 12 sq.m. Depth: 40 – 45 cms

Liner: Ferro-cement or plastic pond liner

Content: Gravel 40 – 45 cms deep

Bio purifier: small wetland plants or cuttings (list of 25 consistently suitable plants from many available at end).

#### MATERIALS REQUIRED FOR 12 sq. m. WETLAND

P.V.C. pipework required may include: 10 m long pipe, 45 and 90 degrees angels, T-joints, plugs

Plastic Liner: Approx. 20 sq. m. e.g. 3m x 7m

Gravel: 3 cub.m. @ grade debesh 5 – 10 cms (5%) washed quarry gravel 20 cms (95%)

Hose: 20mm as required. Irrigation hose with sprinkler 12 – 20mm

Header Tank: 50 ltrs.

Submersible Pump(s) as required.

Plants: 2 dozen minimum mixed.

#### METHOD OF CONSTRUCTION

Collection point of all house pipework outlets to single outlet to feed wetland

Assuming wetland is lower than house outlet then gravitation feed pipework will be used @ 1% gradient. Pump is required if wetland above house outlet

Wetland requires pipework to enter sedimentation barrel at start of process and to exit through sedimentation barrel at end of process

From exit barrel a small drainage submersible pump is

attached to a 20mm hose which acts as rising main to 40 ltr header tank on flat roof or inside loft.

From header tank hose with sprinkler system used for garden irrigation

בברכה ובהצלחה.  
ארנון.

