

'सांडपाणी पुनर्वापरा'वर आमचे प्रयोग

प्रसाद पाटील



'सांडपाणी पुनर्वापरा'वर आमचे प्रयोग

प्रसाद पाटील



Published by :



VIGYAN
ASHRAM

अनुक्रमणिका

अ. क्र.	पाठाचे नाव	पृ. क्र.
1.	परिचय	1-2
2.	प्रयोग पहिला : 'सांडपाणी पुनर्भरण'	3-7
3.	चला जाणू या : सी.ओ.डी.विषयी...	8-10
4.	नव्या समस्या नवनवे प्रयोग	11-12
5.	रीड बेड (लव्हाळे वाफे) : परिचय, निर्मिती व प्रत्यक्ष वापर	13-14
6.	'ग्रे-वॉटर पुनर्वापर' यंत्रणा : क्षमता वाढवण्याचे प्रयत्न व सायफन मेथड	15-20
7.	मोठ्या यंत्रणेच्या प्रयोगामध्ये अनेक छोटे-छोटे पूरक-प्रयोग	21-28
8.	स्वप्न - 'घरोघरी सांडपाणी पुनर्वापर यंत्रणेचे'	29-34
9.	प्रयोगात्मक धडपडीचा सारांश	35-36

विज्ञान आश्रम हे पुणे जिल्ह्यातील शिरूर तालुक्यातील पाबळ या गावी स्थित आहे. या ठिकाणी सरासरी सहाशे मिलिमीटरपेक्षा कमी पाऊस दरवर्षी पडतो. त्यामुळे या भागामध्ये पाण्याची कमतरता आहे. पाऊस कमी झाल्यास उन्हाळ्यामध्ये म्हणजे साधारणतः फेब्रुवारी महिन्यापासून मे महिन्यापर्यंत टँकरमार्फत पाण्याची गरज पुरविली जाते.

दरवर्षी विज्ञान आश्रमला सरासरी 25 ते 30 टँकर भरून पाण्याची आवश्यकता असते. एका टँकरमध्ये 14 हजार लीटर पाणी असते व त्याची किंमत ही 1800/- रु. होते. आम्हाला दरवर्षी 50,000 ते 55000/- रुपये हे टँकरच्या पाण्यासाठी द्यावे लागतात. मुख्यत्वे या पाण्याचा वापर केवळ माणसांसाठी अर्थात वैयक्तिक वापरासाठीच केला जातो. उन्हाळ्यात माणसांना व गुराढोरांनाच पाण्यासाठी वणवण करावी लागत असल्याने झाडांना व शेतीला पाणी जवळ-जवळ मिळतच नाही. त्यामुळे विज्ञान आश्रमात या गंभीर प्रश्नावर विचार करणे फार पूर्वीच सुरू झाले होते.

सुरुवातीला 'झाडांसाठी पाणी' ह्या समस्येवर उपाय म्हणून विज्ञान आश्रमातील सांडपाण्यावर प्रयोग करण्याचे निश्चित झाले, ह्या विषयावर अभ्यासही सुरू झाला.

या अभ्यासामुळे भारतभर किंबहुना शहरा-शहरांमध्ये 'सांडपाणी व्यवस्थापन' ही अधिक गंभीर समस्या असल्याचे आमच्या लक्षात आले. तसेच पावसाळ्यात नालेसफाई समस्या आणि त्यामुळे शहरांतील रस्ते पाण्याने तुंबणे, त्यामुळे येणाऱ्या आपत्ती व त्यांचे व्यवस्थापन अशा अनेक समस्या आमच्या समोर आल्या.



सुरुवातीला सांडपाण्याचा विचार न करता केवळ 'सांडपाणी व्यवस्थापन' एवढ्याच समस्येला आम्ही फोकस करायचे निश्चित केले. ह्या समस्येवर उपाय शोधणे व त्यासाठी विविध कल्पना मांडून प्रयोग करीत राहणे, आश्रमात सुरू झाले. प्रयोगाची सुरुवात आपल्या संस्थेतच करावी, असेही ठरले आणि कामाला लागलो.



विज्ञान आश्रमात सांडपाणी शोषखड्ड्याद्वारे जमिनीत जिरविणे, आम्ही सुरू केले. 'सांडपाणी पुनर्भरण' या प्रक्रियेमध्ये 'जे पाणी आपण नित्य प्रातर्विधी, स्नान करणे, ब्रश करणे तसेच भांडी धुणे इत्यादी कामांसाठी वापरतो, ते वाया न जाऊ देता पुन्हा जमिनीमध्ये जिरवणे' हा हेतू असतो. ह्या प्रक्रियेमुळे झाडांसाठी आवश्यक असलेली व जमिनीखालील असलेली पाण्याची पातळी वाढते. 'विज्ञान आश्रम, पाबळ' मधील जमीन सच्छिद्र (porous) असल्यामुळे त्यामध्ये ही पद्धती सहजतेने वापरता आली. त्याद्वारे झाडांसाठी आवश्यक पाणी झिरपून त्याचा निचरा होत असे. मात्र जसजशी विद्यार्थी संख्या वाढू लागली, तसतशी 'सांडपाणी व्यवस्थापनाची व पुनर्वापरांची गरज' वाढू लागली.

यापूर्वी विज्ञान आश्रममध्ये 'सांडपाणी व्यवस्थापन' करण्यासाठी दोन प्रकारे काम अर्थात 'सांडपाणी पुनर्भरण' पद्धतींद्वारे झाले होते. त्या पुढीलप्रमाणे :



- ◆ किचनमध्ये वापरलेले सांडपाणी हे **टप्पे असलेल्या जमिनीमध्ये थेट सोडून** त्यामध्ये कर्दळ हे फुलझाड व अळू ही पालेभाजी लावली गेली होती, त्यांना योग्य ते पोषणही मिळत होते.

- ◆ **शोष-खड्डा (सोक-पीट/Soak-pit) पद्धती** - या पद्धतीमध्ये वापरलेले सांडपाणी एका चेंबरमध्ये एकत्र होऊन त्यातील गाळ बाजूला जाऊन राहिलेले पाणी जमिनीखाली जिरवले जाते. ही पद्धतही आश्रमात वापरली गेली.



परंतु वरील 'सांडपाणी पुनर्भरणाच्या' या दोन्ही पद्धतींचे काही तोटे आम्हाला जाणवले ते पुढीलप्रमाणे -

1. या यंत्रणेमुळे डासांची पैदास वाढून डासांचा फैलाव वाढला.
2. सदर यंत्रणा (सिस्टीम) वापरताना त्याच्याजवळ गाळ साचून दुर्गंधी पसरत होती.
3. पावसाळ्यामध्ये हा प्रकल्प अगदी निकामी ठरत होता.
4. सांडपाण्याचा ओघ वाढला तर या यंत्रणा (सिस्टीम) हव्या तशा काम करीत नव्हत्या.
5. आश्रमातील पाण्याचा प्रश्न सोडवण्यासाठी जमिनीत जिरवलेल्या सांडपाण्याचा थेट फायदा होत नव्हता.

वरील समस्या दूर करणाऱ्या व सांडपाण्याचा गंभीर प्रश्न सोडविण्यासाठी विज्ञान आश्रमातील गट (टीम) बाजारातील उपलब्ध असलेल्या यंत्रणांचा व विभिन्न ठिकाणी बसवलेल्या वेगवेगळ्या प्रकल्पांचा अभ्यास करू लागला. त्यासाठी आम्ही वेगवेगळ्या संस्थांच्या सांडपाणी पुनर्वापराच्या पद्धतींचा अभ्यासही सुरू केला व प्रत्यक्ष प्रकल्पांनाही भेटी दिल्या. त्याच अभ्यासातून पुढील निरीक्षणे आमच्या लक्षात आली -

- बाजारामध्ये मोठ्या क्षमतेच्या (एक लाख लीटरपेक्षा अधिक क्षमतेच्या) केंद्रीय एस.टी. पी. सिस्टीम (sewage treatment plant) आहेत. असे प्रकल्प विज्ञान आश्रमासाठी उपयुक्त नाहीत, कारण विज्ञान आश्रम हे टेकडी वजा जागेवर आहे. तसेच गावातील घरे ही स्वतंत्र व लांब-लांब अशी विखुरलेल्या स्वरूपात आहेत. त्या सर्वांचे पाणी एकत्र करणे व्यवहार्य नव्हते.
- विज्ञान आश्रमात आम्ही पाण्याचा वापर फार काटेकोरपणे करतो. 'सरकारी प्रमाणाप्रमाणे/ मानकाप्रमाणे प्रति व्यक्ती, प्रति दिन ६५ लीटर पाणीच वापरले जायला हवे.' हा नियमही आम्ही कटाक्षाने पाळतो. त्यामुळे आमचे सांडपाणी हे दर दिवशी ५ ते १० हजार लीटर एवढेच निर्माण होते.
- मोठ्या क्षमतेच्या केंद्रीय एस.टी.पी. (सिवेज ट्रीटमेंट प्लांट) प्रकल्पांची किंमत ही फार महाग असते. अशा यंत्रणा (सिस्टिम्स) बऱ्याच ठिकाणी बसवलेल्या आहेत, पण त्यामधील बऱ्याच बंद अवस्थेमध्ये पाहायला मिळाल्या.

या कारणांमुळे आम्हाला विज्ञान आश्रम, पाबळ कॅम्पससाठी हव्या त्या क्षमतेची व कमी खर्चिक अशी यंत्रणा (सिस्टीम) बाजारात मिळत नव्हती. आता सांडपाण्याच्या पुनर्वापरावर साधारणतः 100 ते 150 माणसांसाठी उपयोगात येणारी क्षमता असलेली व कमी खर्च असलेली यंत्रणा (सिस्टीम) यावर आम्ही कॉलेजमधील विद्यार्थ्यांच्या प्रकल्पा-अंतर्गत अभ्यास सुरू केला.

त्यात विविध यंत्रणांचाही विचार केला जात होता. विज्ञान आश्रमातील 'डिझाइन इनोव्हेशन सेंटर'मध्ये अभियांत्रिकी शाखा, विज्ञान शाखेमधील कॉलेजचे विद्यार्थी प्रकल्पासाठी येतात. त्या विद्यार्थ्यांना त्यांच्या अभ्यासाचा भाग म्हणून आम्ही 'तांत्रिक प्रकल्प' आम्ही देतो. डिझाइन इनोव्हेशन सेंटरमध्ये आम्ही सांडपाण्याचे प्रकार अभ्यासले जसे की

1. **करडे पाणी/ग्रे-वॉटर (न्हाणी-घरातील पाणी)**
2. **काळे पाणी/ब्लॅक-वॉटर (शौचालयात पाणी)**

हे सांडपाण्याचे प्रकार पाणी वापराच्या स्रोतांनुसार ठरतात जसे की, अंधोळीचे पाणी, हात धुणे, कपडे धुणे, भांडी घासणे व स्वयंपाक-घरात विविध कारणांसाठी वापरले गेलेले पाणी हे '**करडे पाणी/ग्रे-वॉटर**' म्हणून ओळखले जाते. मानवी व जनावरांचे शौच साफ करून जे पाणी बाहेर पडते, त्याला '**काळे पाणी/ब्लॅक-वॉटर**' असे म्हटले जाते.

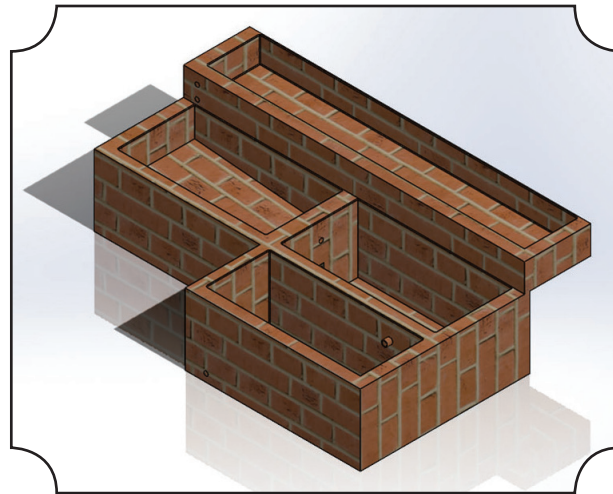
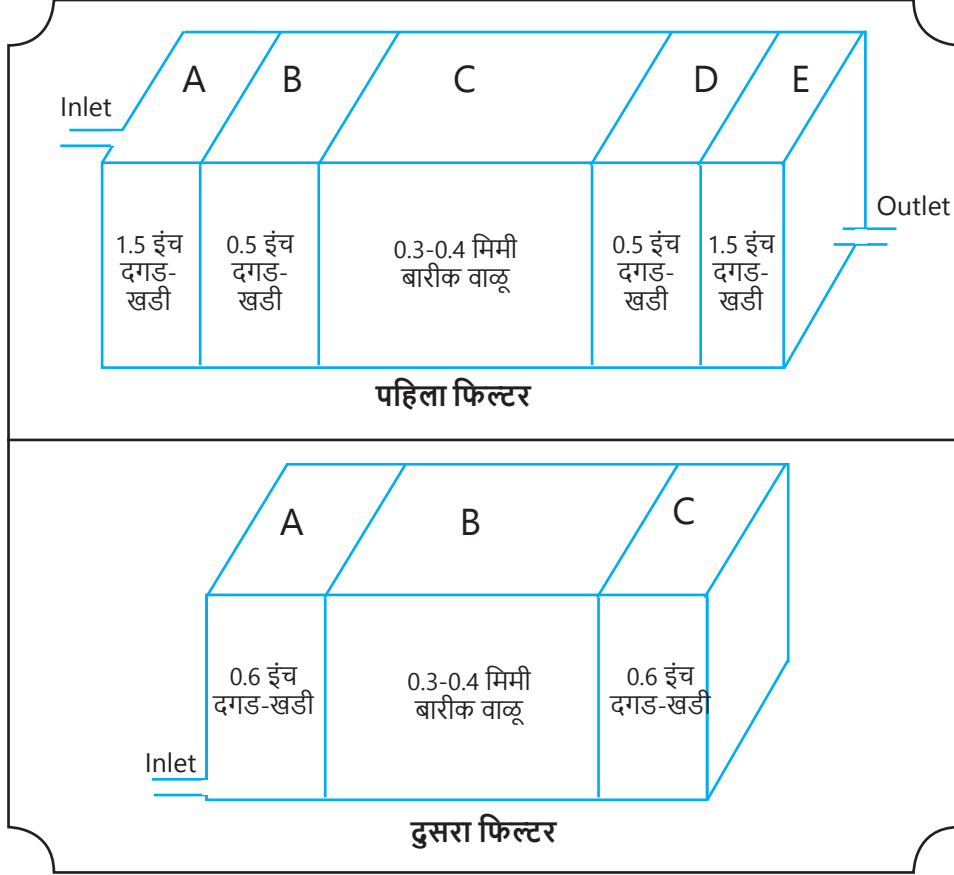
सांडपाण्याच्या प्रकारानुसार आम्ही करड्या पाण्याच्या/ग्रे-वॉटरच्या पुनर्वापरावर जास्त लक्ष केंद्रित केले. प्रथमतः सेप्टिक टँकमध्ये करडे व काळे पाणी/ब्लॅक-वॉटर एकत्र गोळा होऊ नये, त्यासाठी त्यांचे वेगवेगळे 'नळ-पाईपिंगचे कनेक्शन्स' केले.

इ.स. 2016मध्ये **कोमल राऊत** व **विजय इरांडे** ह्या विद्यार्थ्यांनी 'बायो फिल्टर' ही टेक्नॉलॉजी डी.बी.आर.टी. मुलांच्या होस्टेलच्या सांडपाण्यासाठी वापरायचे ठरविले. ह्या प्रक्रियेत विद्यार्थ्यांच्या आंधोळीचे व कपडे धुण्याचे पाणी प्रक्रिया करून शौचालयात उपयोगासाठी (सांड निःसारणासाठी) वापरण्याचे ठरविले. उरलेले पाणी शेतीसाठी झाडांसाठी वापरता येईल, अशी योजना होती.



ह्या 'बायो फिल्टर'साठी - 1. चार हजार लीटर व 2. तीन हजार लीटर

अशा दोन वेगवेगळ्या क्षमतेच्या सिमेंटच्या टाक्या आम्ही बांधल्या. पहिल्या व दुसऱ्या 'बायो फिल्टर'मध्ये वेगवेगळ्या आकाराचे दगड-खडी वापरली.



'बायो फिल्टर टेक्नॉलॉजी' - संरचना

**'बायो फिल्टर
टेक्नॉलॉजी'मध्ये प्रत्यक्षात
बांधलेल्या टाक्या**



आसपास जिवाणूंच्या वाढीसाठी पाणी धरून ठेवणारी कर्दळ (फुलझाड) व अळू (पालेभाजी) लावली.



'बायो फिल्टर टेक्नॉलॉजी' अंतर्गत लावलेल्या वनस्पती व त्या वनस्पतींचे उत्तम प्रकारे झालेले पोषण

□ यंत्रणेविषयी विस्तृत माहिती :

- [https://vadic2016vijayerande.wordpress.com/gray-water-filter/;](https://vadic2016vijayerande.wordpress.com/gray-water-filter/)
- <https://vigyanashram.wordpress.com/2016/12/08/bio-filter-for-grey-water-treatment/>



'बायो फिल्टर' ही यंत्रणा जास्त काळ चालू शकली नाही, त्यातले पाणी पुनर्वापरासाठी योग्य नव्हते. आता नव्याने प्रयोग करणे, सुरू झाले.

'बायो फिल्टर' यंत्रणेतून प्रक्रिया केलेल्या पाण्याला खूप दुर्गंधी येत होती. हा प्रकल्प अयशस्वी होण्यामागची कारणे आम्ही शोधली, ती पुढीलप्रमाणे -

- 'बायो फिल्टर्स' साठी केलेल्या टाक्यांची खोली खूप जास्त होती. त्यामुळे कर्दळ किंवा अळूची मुळे खोलपर्यंत जाऊ शकली नाहीत. जिवानूंच्या वाढीसाठी लागणारा ऑक्सिजन कमी होत गेला व त्या ठिकाणी अनोरेबिक (ऑक्सिजन नसताना वाढणाऱ्या) जिवानूंची वाढ जास्त झाली व त्यामुळे पाण्याला दुर्गंधी येऊ लागली.



'बायो फिल्टर टेक्नॉलॉजी' - प्रयोग प्रत्यक्षात

- पाण्यातील सी.ओ.डी. (C.O.D.-केमिकल ऑक्सिजन डिमांड) या घटकाची पातळी वाढली होती. म्हणजेच ग्रे-वॉटरमधील असणाऱ्या नैसर्गिक व अनैसर्गिक रासायनिक घटकांचे ऑक्सिजनमुळे होणारे विघटन पूर्ण होत नव्हते.
- सिमेंटच्या टाक्या असल्यामुळे कालांतराने त्यामधून पाण्याची गळती होऊ लागली.



सी.ओ.डी.(C.O.D.) म्हणजे काय ?

- सांडपाण्यातील असलेले सेंद्रिय घटक जसे की अन्नाचे तुकडे, पाला पाचोळा व जिवाणू यांची ऑक्सिजन सोबत रासायनिक अभिक्रिया (ऑक्सिडेशन) होऊन पाणी आणि कार्बन डायऑक्साईड तयार होतात. ही प्रक्रिया होण्यासाठी किती ऑक्सिजन लागला ? यालाच रासायनिक परिभाषेत 'केमिकल ऑक्सिजन डिमांड' (सी.ओ.डी.) असे म्हणतात.
- जेव्हा सेंद्रिय घटक पाण्यात जास्त प्रमाणात विरघळले जातात, तेव्हा सी.ओ.डी. जास्त असतो. म्हणजेच त्यांना ऑक्सिजनची गरज अधिक असते, असे पाणी वापरण्यास अयोग्य असते.



सी.ओ.डी.(C.O.D.) कसा मोजतात ?

- सी.ओ.डी.(C.O.D.) मोजण्यासाठी एक विशिष्ट पद्धत वापरली जाते. 'ऑक्सिडायझिंग एजंट'चा वापर करून आपण दिलेल्या पाण्याच्या नमुन्यावर प्रयोगशाळेत चाचणी केली जाते. त्या चाचणीच्या निष्कर्षावरून पाण्याची केमिकल ऑक्सिजन डिमांड (सी.ओ.डी.) किती आहे, हे निश्चित केले जाते.

□ विस्तृत माहिती :

- <https://vadic2016komalraut.wordpress.com/2017/09/03/procedure-for-cod/>

सी.ओ.डी.(C.O.D.) कमी करण्यासाठी पाण्यात ऑक्सिजन मिसळणे, हा प्रभावी उपाय आम्हाला सापडला. आता त्यादृष्टीने प्रयोग करण्यास सुरुवात झाली.

इ.स. 2017मध्ये 'सांडपाण्याचा दुर्गंध येतो' या समस्येचे निराकरण करण्यासाठी **दीपाली कांबळे** ह्या विद्यार्थिनीने तिच्या 'फॅब अकॅडेमी' प्रकल्पात एक '**स्वयंचलित रहाट**' बनविला.





त्यासाठी लागणारे लाकडी रहाट यंत्र तिने स्वतः सहकाऱ्यांसह वर्कशॉपमध्ये तयार केले. 'सूर्यप्रकाशावर/सौर ऊर्जेवर मोटार चालेल व त्यातून रहाटीचे चाक दिवसभर फिरत राहील', अशी यंत्र बनविण्यामागची कल्पना होती. ह्या यंत्राने रहाटावरील कप्प्यांमुळे ऑक्सिजन हा पाण्यात मिसळला जात होता. सौर ऊर्जेवर आधारित प्रकल्प असल्यामुळे वीजबीलाचा खर्चही होत नव्हता, त्यामुळे हा प्रयोग आम्ही प्रायोगिक तत्त्वावर आश्रमात राबविला.

या प्रक्रियेमुळे सूर्यप्रकाश सांडपाण्याच्या तळापर्यंत पोहोचत नव्हता. तसेच ह्या प्रक्रियेमध्ये सौर ऊर्जेवर अवलंबून राहावे लागत असल्यामुळे पावसाळा व हिवाळा ह्या ऋतूंमध्ये हा प्रयोग जवळ-जवळ निकामी ठरला. याशिवाय त्यामध्ये डास पैदास वाढून नवी डोकेदुखी सुरू झाली. ह्या प्रयोगावर पुढे आम्हाला अधिक प्रगती करता आली नाही.

□ विस्तृत माहिती :

- <http://archive.fabacademy.org/fabacademy2017/fablabvigyanashram/students/101/assignment/assignment19.html>



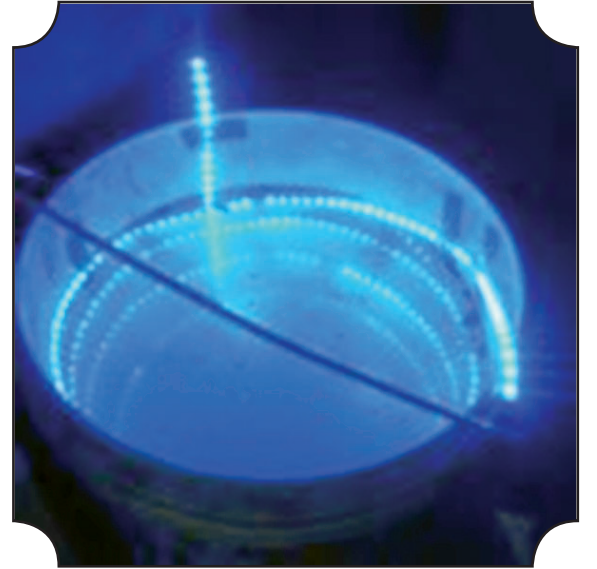
4.

नव्या समस्या नवनवे प्रयोग

'सूर्यप्रकाश सांडपाण्याच्या तळापर्यंत पोहोचविणे', ह्या समस्येवर आम्ही विचार करू लागलो.

सांडपाण्याच्या टाक्या खोल असल्याने सूर्यप्रकाश तळापर्यंत नेण्यावर आम्ही प्रयोग करू लागलो.

चेतन कदम ह्या विद्यार्थ्याने प्रकाश-संश्लेषण (फोटोसिंथेसिस) आधारित करडे पाणी/ ग्रे-वॉटर पुनर्वापर यंत्रणा व फोटो-बायो-रीयाक्टर यांवर अभ्यास सुरू केला. सूर्यप्रकाश सांडपाण्याच्या तळापर्यंत नेऊन पाण्याखालील वनस्पती उदा. शेवाळ यांची वाढ होईल व त्यांच्यामार्फत प्रकाश-संश्लेषण प्रक्रियेद्वारे ऑक्सिजन सांडपाण्यामध्ये मिसळला जाईल व त्यामुळे सांडपाण्याचा दुर्गंध हा प्रश्न सुटेल असे गृहीतक मांडले.



□ विस्तृत माहिती :

- <https://vadic.vigyanashram.blog/2017/11/13/grey-water-treatment/>

मात्र या प्रयोगामध्ये फारसे यश न आल्यामुळे किंवा पाण्याच्या गुणवत्तेत फरक न पडल्यामुळे आम्ही करडे पाण्यामधील सी.ओ.डी. कमी करण्यासाठी आणखी वेगळा विचार करू लागलो.

इ.स. 2018मध्ये **सोनल शिंदे** ह्या विद्यार्थिनीने 'करडे पाणी/ग्रे-वॉटर पुनर्वापर' ह्या विषयावर **डॉ. अरुण दीक्षित** यांच्या मार्गदर्शनाखाली अभ्यास सुरू केला. तिच्या अभ्यासामधून पुढील काही महत्त्वपूर्ण माहिती आम्हाला समजली.

- प्रक्रिया केलेले करडे पाणी/ग्रे-वॉटर जर आपण शेतीसाठी, झाडांसाठी वापरणार असू तर त्याचा सी.ओ.डी. हा महाराष्ट्र प्रदूषण महामंडळाच्या नियमानुसार 250 पी.पी.एम.च्या आतमध्ये असायला हवा.

त्यामुळे सांडपाण्याचा सी.ओ.डी. हा 250 पी.पी.एम.पेक्षा कमी करणे, हे आमचे नवे उद्दिष्ट ठरले. तसेच जर सी.ओ.डी. कमी करावयाचा असेल तर पुढील उपाय करावे लागतील, हे अभ्यासात समजले.

- पाण्यामध्ये पुरेशी हवा (ऑक्सिजन) मिसळावी लागेल.
- सांडपाणी हे रीड बेड (Reed-Bed-लव्हाळे वाफे) पद्धतीने पाण्यावर पोसल्या जाणाऱ्या-वाढणाऱ्या वनस्पती उदा. जलपर्णी, कर्दळ, आळू यांच्या मुळातून वाहत राहिले पाहीजे.

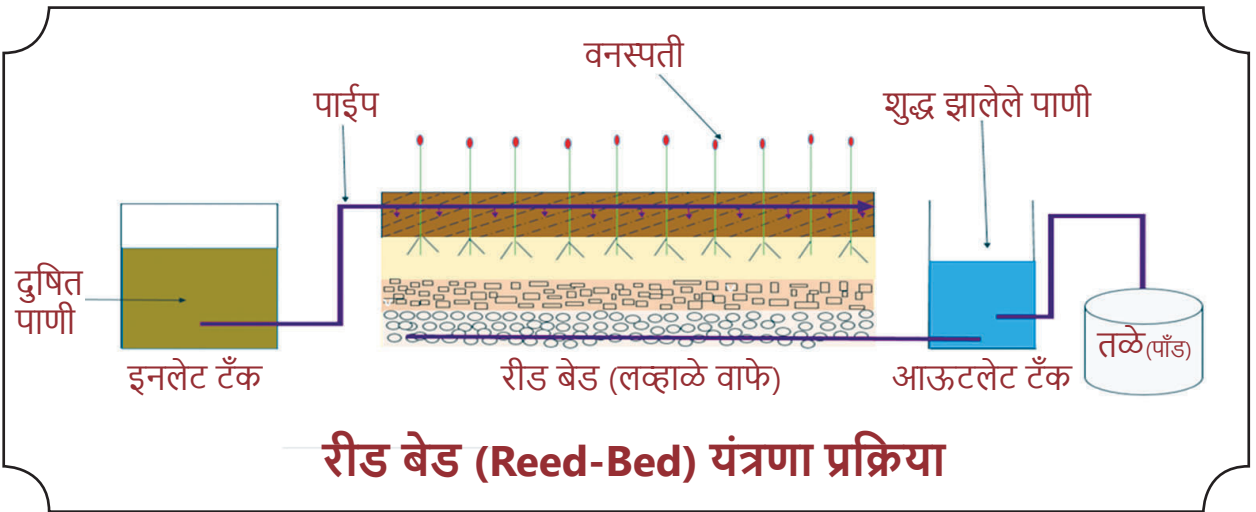


5.

रीड बेड : परिचय, निर्मिती व प्रत्यक्ष वापर

रीड बेड (Reed-Bed-लव्हाळे वाफे) प्रक्रिया परिचय :

ज्या वनस्पती जास्त पाण्यात चांगल्या जगू शकतात, ज्यांना पाणी खूप आवडते, त्यांना 'रीड (Reed-लव्हाळे)' असे संबोधिले जाते. अशा वनस्पतींचा वापर करून पाणी शुद्धीकरण करण्याच्या प्रक्रियेला 'रीड बेड' (Reed-Bed-लव्हाळे वाफे) असे म्हणतात. तसेच ह्याच 'रूट झोन' असेही म्हणतात, कारण ही संपूर्ण प्रक्रिया झाडांची मुळे आणि जिवानू यांच्या एकत्रित कामामुळे होते. उदा. जलपर्णी, कर्दळ, आळू इत्यादी.



ग्रे-वॉटर पुनर्वापरासाठी जलपर्णी, कर्दळ, आळू याच वनस्पती का वापरायच्या ?

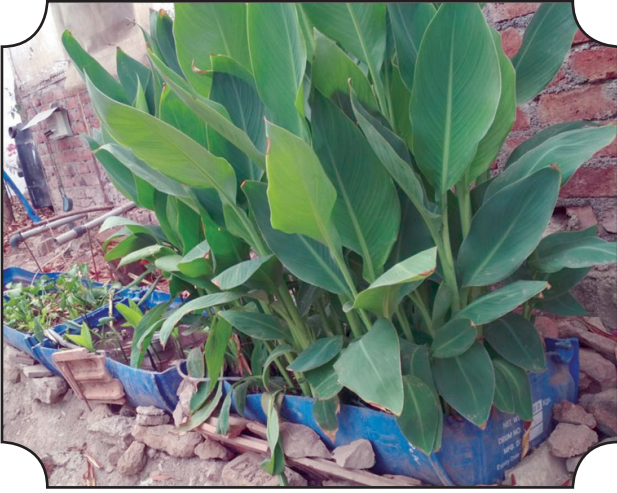
- याचे उत्तर असे की, जलपर्णी, कर्दळ, आळू ह्या वनस्पतींची वाढ सांडपाण्यातील साबण डिटरजंट्ससह, कपडे धुण्यासाठी वापरणाऱ्या फॅब्रिक सॉफ्टनर, डाग रिमूव्हर्स आणि ब्लीच या रासायनिक घटकांमधील नायट्रेट, फॉस्फेट वापरून होते. तसेच त्यांच्या मुळांशी एरोबिक जिवानूंची वाढ होऊन ते करड्या पाण्यावर /ग्रे-वॉटरवर प्रक्रिया करतात.

रीड बेड (Reed-Bed-लव्हाळे वाफे) निर्मिती व प्रत्यक्ष वापर :

- रीड बेड (लव्हाळे वाफे) यामध्ये सच्छिद्र विटांचे तुकडे वापरले जातात. ह्या तुकड्यांच्या पोकळीमध्ये हवा साठविली जाते.

- ◆ सांडपाणी व हवा यांच्या सान्निध्यात एरोबीक जिवाणूंच्या समूहाची जोरदार वाढ होते.
- ◆ या वनस्पतीच्या मुळांशी भरपूर हवा खेळती राहावी, ह्यासाठी टाकीतील पाणी पूर्णपणे रिकामे करून परत भरावे लागते. म्हणजे मुळांना हवा मिळते. तसेच टाकीतील विटांचे तुकडे हेही काही कालावधीनंतर पूर्णपणे बदलावे लागतात.

वरील बाबींचा विचार करून **सोनल शिंदे** ह्या विद्यार्थिनीने **डॉ. दीक्षित** सरांच्या विज्ञान आश्रममधील निवासाच्या मागील जागेत एक पाचशे लीटर क्षमतेची 'करडे पाणी/ग्रे-वॉटर पुनर्वापर यंत्रणा' निर्माण केली. या यंत्रणेमध्ये तिने अडीचशे लीटरचे ड्रम वापरले व त्यामध्ये जलपर्णी, कर्दळ, आळू व अझोला या पाण्यावर पोषण होऊन वाढणाऱ्या वनस्पती 'रीड बेड (लव्हाळे वाफे)' स्वरूपात लावल्या. ह्या यंत्रणेत पाण्यामध्ये हवा मिसळण्यासाठी तिने पंपाचा वापर केला.



वरील प्रयोगांच्या निरीक्षणांमधून असे दिसून आले की 'कर्दळ' ही वनस्पती 'रीड बेड (लव्हाळे वाफे)'मध्ये अधिक प्रभावीपणे काम करणारी आहे. कर्दळीच्या मुळातून पाणी फिरल्याने व हवा मिसळल्यामुळे फक्त

'तीन दिवस' ह्या कालावधीत करडे पाण्यामधील (ग्रे-वॉटरमधील) सी.ओ.डी. हा 250 पी.पी. एम.च्या आतमध्ये आला. हा सकारात्मक परिणाम हाती आला. त्या पाण्यास दुर्गंधही नव्हता व ते पाणी कमोड फ्लॅशिंगच्या वापरासाठी उपयोगात आणले जाऊ लागले. यात 'दुर्गंधी' ही समस्या दूर झाली, परंतु पाण्याचा रंग पिवळसर होता. मात्र 'करडे पाणी/ग्रे-वॉटर पुनर्वापर' हा प्रयोग यशस्वी झाल्याचा आनंद मिळाला.

□ विस्तृत माहिती :

- <https://vadic.vigyanashram.blog/2020/02/23/grey-water-recycling-system300-500-liter/>



6.

'ग्रे-वॉटर पुनर्वापर' यंत्रणा : क्षमता वाढवण्याचे प्रयत्न व सायफन मेथड

'करडे पाणी/ग्रे-वॉटर पुनर्वापर' हा प्रयोग यशस्वी झाल्यामुळे आता हा प्रयोग अधिक मोठ्या क्षमतेच्या करड्या पाण्यावर/ग्रे-वॉटरवर करायचा, असे नवीन उद्दिष्ट आम्हाला सापडले.

'करडे पाणी/ग्रे-वॉटर पुनर्वापर' ही यंत्रणा आम्ही विज्ञान आश्रमाच्या परिसरामध्ये बसवायची, असे ठरविले आणि कामाला सुरुवात केली. या यंत्रणेला चालविण्यासाठी कमीत-कमी ऊर्जा वापरली गेली पाहिजे व शक्यतो पाण्यामध्ये हवा मिसळण्यासाठी पंप वापरणे, टाळले पाहिजे, हा विचार आम्ही केला. पाण्यात हवा मिसळण्यासाठी सौर ऊर्जेचा वापर करायचे ठरले. त्याचबरोबर आम्ही पुढील बाबींचासुद्धा विचार केला :

- जागेचा उतार तपासणे व क्षेत्रफळ मोजणे.
- करडे पाण्याचे/ग्रे-वॉटरचे स्रोत एकत्रित करणे.
- सुरुवातीचा करडे पाण्याचा सी.ओ.डी. तपासणे.
- पाणी टाकीपर्यंत सोडण्यासाठी/ फिरवण्यासाठी सायफन मेथड (Siphon Method-वक्रनलिका तंत्र) वापरणे.

वरील बाबी लक्षात घेत इ.स. 2019मध्ये **अक्षय सावंत** व **सोनल शिंदे** ह्या विद्यार्थ्यांनी कामास सुरुवात केली. त्यांनी स्वयंपाक-घरातून येणाऱ्या करड्या पाण्याच्या पुनर्वापर करण्यासाठी 1000 लीटर क्षमतेची यंत्रणा डिझाइन केली. ही यंत्रणा त्यांनी विज्ञान आश्रमात प्रत्यक्षात बसविली व यंत्रणेची चाचणीही घेतली.

पहिल्या प्रयोगात स्वयंपाक-घरामधील खरकटे थेट यंत्रणेमध्ये जावे, अशी रचना केली. ह्या रचनेमुळे सांड पाण्याचा सी.ओ.डी. 2000-2500 पी.पी.एम.पर्यंत गेला. तसेच रीड बेड (लव्हाळे वाफे)सुद्धा लवकर भरत होते.



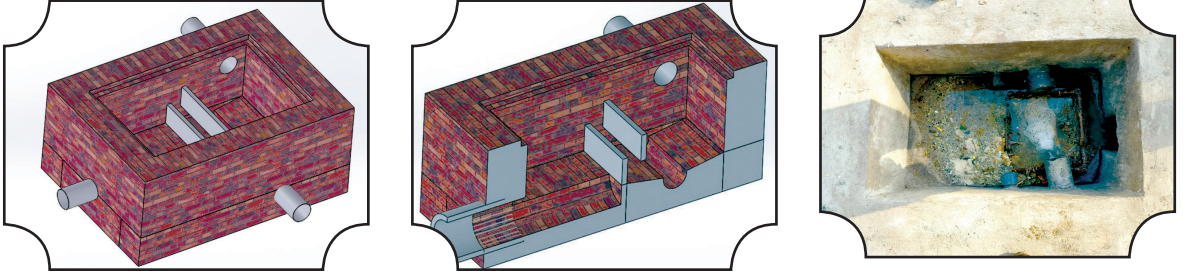
त्यामुळे पुढील प्रयोगात ही यंत्रणा बसविताना किचनच्या सांड पाण्यातील अन्नपदार्थ बाजूला काढले जातील, अशी रचना केली. त्यासाठी पुढील प्रक्रियेचा वापर केला :



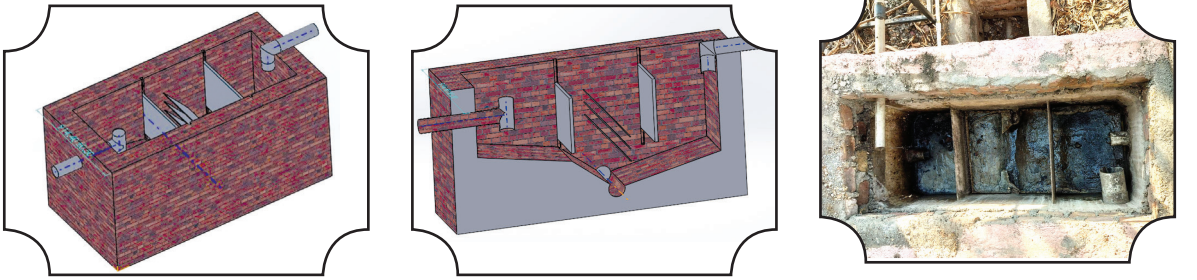
- स्वयंपाक-घरातून आलेल्या सांड पाण्यामधील मोठे अन्न-कण/ पदार्थ गाळणीसारखी वस्तू वापरून दूर केले जातील, अशी रचना केली.



- जर काही अन्नाचे लहान तुकडे वाहत पुढे गेले, तर त्यासाठी कप्यांचे फिल्टरेशन चेंबर निर्माण केले. ह्या चेंबरमध्ये वेगवेगळ्या कप्यांच्या रचनेमुळे तळामध्ये ते लहान तुकडे साठवले जातील, अशीसुद्धा पुढील रचना केली.



- या प्रक्रियेमधून पुढे आलेले गाळलेले (स्क्रीन्ड) करडे पाणी/ग्रे-वॉटर पुढील सेटलिंग टाकीमध्ये एकत्रित साठविले जाईल, अशी रचना केली.



- आता या टाकीत तरंगणारे जड कण हे टाकीच्या तळाशी जाऊन बसू लागले. परंतु वरचे वर हा गाळ काढून टाकी स्वच्छ करणे, हे आवश्यक काम वाढले.
- सामान्यतः किचनमधील करड्या पाण्याचा सी.ओ.डी. 2500 पी.पी.एम.पेक्षा जास्त असतो. कारण किचनमधील करड्या पाण्यामध्ये खाद्यतेलाचे प्रमाण भरपूर असते. हा खाद्य तेलाचा तवंग पाण्यामधून बाजूला करण्यासाठी सेटलिंग टाकीमध्ये एक स्वतंत्र कप्पा ठेवला. ह्यामुळे तो तेलाचा तवंग पुढे रीड बेड (लव्हाळे वाफे) न जाता रीड बेडला पोषक असणारेच पाणी मिळू लागले.

आम्ही या यंत्रणेमध्ये जमिनीचा उतार व सायफन मेथड (Siphon Method-वक्रनलिका तंत्र)चा वापर करून चार 'रीड बेड' (लव्हाळे वाफे) लावले. तसेच ह्या पाण्यावर वाढणाऱ्या वनस्पती जसे की कर्दळ आदी लावल्या.



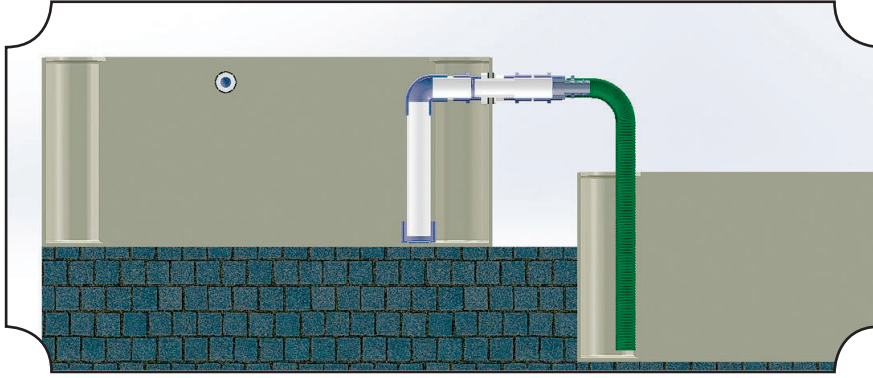
□ विस्तृत माहिती :

- <https://vadic.vigyanashram.blog/2019/03/13/designing-of-manifold-for-grey-water-aeration/>

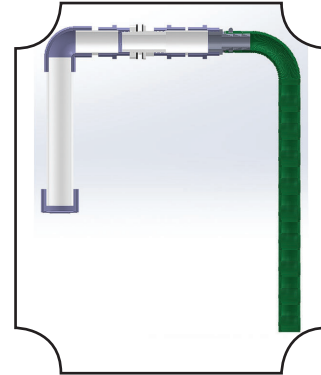
☞ जाणून घेऊ या... सायफन मेथडचे (वक्रनलिका तंत्राचे) कार्य :

करडे पाणी/ग्रे-वॉटर एका 'टाकीमधून दुसऱ्या टाकीमध्ये कमी खर्चामध्ये व विजेची उपकरणे न वापरता पुढे जाण्यासाठी आम्ही सायफन मेथड (Siphon Method-वक्रनलिका तंत्र) हे साधे तंत्र वापरले आहे.

- सायफन मेथड (Siphon Method-वक्रनलिका तंत्र) हे हवेच्या दाबातील फरक व गुरुत्वाकर्षण या दोन गोष्टींवर अवलंबून असते व त्यावरच ते काम करते.



- सायफन मेथड/वक्रनलिका तंत्रामध्ये दोन टाक्या जोडण्यासाठी एक उलट्या यू-आकाराचा पाईप वापरला जातो.

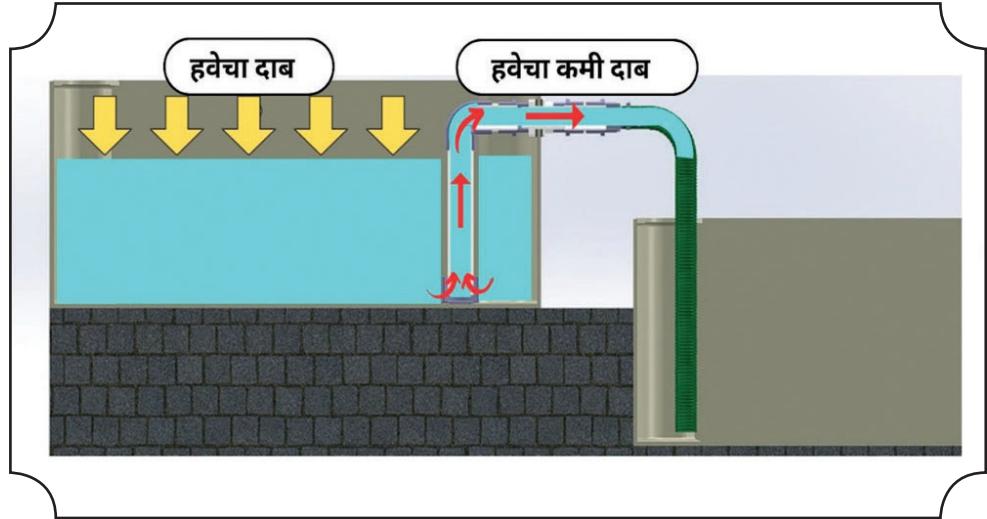


- जेव्हा उंचावरील पहिली टाकी पाण्याने पूर्ण भरते, तेव्हा एका बाजूने यू-आकाराच्या पाईपमध्येही पाणी भरले जाते. ह्या उलट्या 'यू-आकाराच्या' पाईपच्या दुसऱ्या बाजूने थोडे पाणी दुसऱ्या टाकीत पडते. हे होताना उलट्या 'यू आकाराचा-पाईप' निर्वात होतो म्हणजे पाईपमध्ये हवेची पोकळी तयार होते. ह्या प्रक्रियेमुळे भरलेल्या टाकीतून आणखी पाणी ओढले जाऊन रिकाम्या टाकीत सोडले जाते.

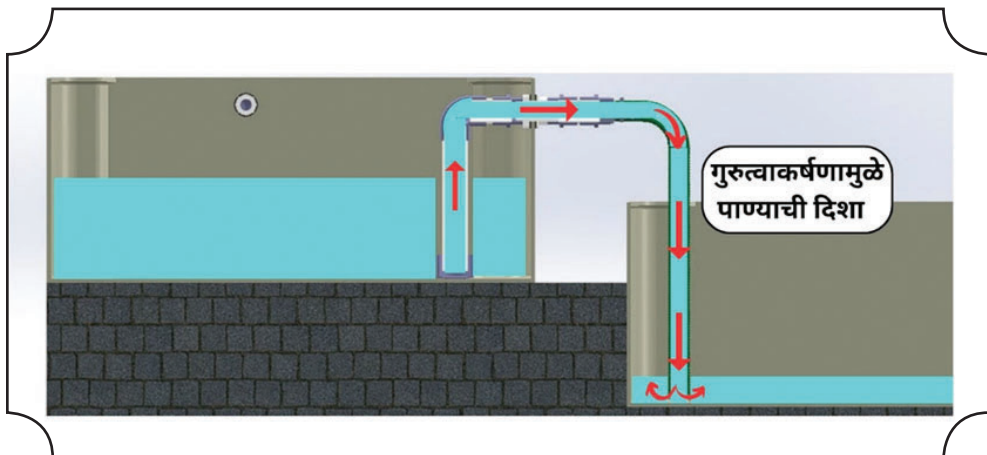
- सायफन मेथड (वक्रनलिका तंत्र) समजून घेण्यासाठीचे सोपे रोजच्या व्यवहारातील उदाहरण पाह्यात.

आपण स्ट्रॉने शीतपेय पिताना जेव्हा तोंडाने हवा ओढतो, तेव्हा निर्वात पोकळी तयार होऊन शीतद्रव्य वरच्या दिशेने तोंडाकडे ओढले जाते, ह्याच प्रकारे सायफन मेथड (Siphon Method-वक्रनलिका तंत्र) काम करते.

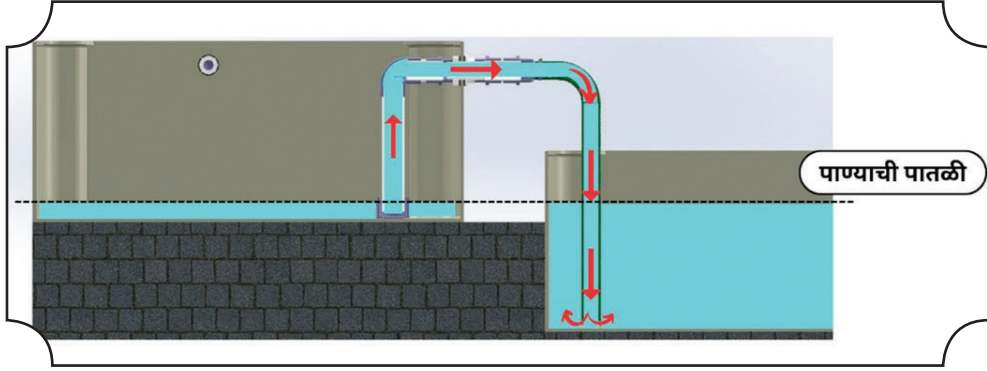
- एक टाकी पाण्याने पूर्ण भरलेली आहे आणि दुसरी रिकामी आहे तर पाणी सायफन तंत्राने पुढे जात असताना उलट्या यू-आकाराच्या पाईपच्या मध्य-भागामध्ये हवेचा दाब कमी होतो, त्यामुळे पाईपमधील हवा निघून त्या ठिकाणी हवेची पोकळी तयार होते. हवेच्या गुणधर्मानुसार ह्या दाबाच्या फरकामुळे भरलेल्या टाकीतून पाणी वरच्या दिशेला उलट्या यू-आकाराच्या पाईपच्या मध्यापर्यंत जाते.



- भरलेल्या टाकीतून पाणी उलट्या यू-आकाराच्या पाईपच्या मध्यात आल्यानंतर ते गुरुत्वाकर्षणामुळे दुसऱ्या बाजूच्या टोकातून रिकाम्या टाकीमध्ये जमा होणे, सुरू होते.



- सायफन तंत्र हे दोन्ही टाकीतील पाण्याची पातळी एकसमान होत नाही, तोपर्यंत ते सुरू राहते.



अशा प्रकारे सायफन तंत्र काम करते.

पुढे रीड बेडसमधून (लव्हाळे वाफ्यांमधून) प्रक्रिया झालेले करडे पाणी/ग्रे-वॉटर एका स्वतंत्र स्टोरेज टाकीमध्ये जमा केले जाते व त्यामध्ये भरपूर प्रमाणामध्ये हवा सोडली जाते, ज्यामुळे त्या पाण्यामध्ये ऑक्सिजनचे प्रमाण वाढते व त्यास दुर्गंध येत नाही.



□ विस्तृत माहिती :

- <https://vadic.vigyanashram.blog/2019/02/28/grey-water-system/>



मोठ्या यंत्रणेच्या प्रयोगामध्ये अनेक छोटे-छोटे पूरक-प्रयोग

सायफन तंत्र वापरातील अडथळे व त्यांचे निराकरण :

कालांतराने स्वयंपाक-घरातून येणाऱ्या ग्रे-वॉटर पुनर्वापर यंत्रणेमध्ये आम्हाला काही उणिवा/समस्या दिसू लागल्या. जसे की :

- 1) सायफन सिस्टिम वारंवार बंद पडणे.
 - सायफन सिस्टिम वारंवार बंद पडणे : रीड बेडस (लव्हाळे वाफे) हे सायफन तंत्राद्वारे एकत्र जोडले गेले होते म्हणजे पहिली पाचशे लीटरची रीड बेडची टाकी भरल्यानंतर सायफन तंत्र सुरू होऊन ते पाणी पुढील टाकीमध्ये वाहत जात असे. परंतु ज्या ठिकाणहून पाणी सायफन तंत्राने ओढले जात असे, त्या ठिकाणी कचरा किंवा छोटे वाळू व विटांचे तुकडे एकत्र अडकून पडत असत. अशा प्रकारे ती निर्वात पोकळीची जागा बंद/जॅम होत असे. त्यामुळे सायफन तंत्र बंद पडून रीड बेडच्या टाक्या पाण्याने ओसंडून वाहू लागत. ह्या नव्याने सामोऱ्या आलेल्या समस्येला आम्हाला तोंड द्यावे लागणार होते.
- 2) साठवलेल्या प्रक्रिया केलेल्या करड्या पाण्यामध्ये हवेच्या ऑक्सिजन वितरणाची असमानता असणे.
- 3) विजेच्या तक्रारीमुळे हवा मिसळण्यामध्येसुद्धा अनियमितता असणे.
- 4) प्रक्रिया केलेले करडे पाणी/ग्रे-वॉटर योग्य वेळी न वापरल्यामुळे साठवणुकीची गैरसोय होणे.

ह्या समस्या सोडविण्यासाठी आम्ही विचार सुरू केला.

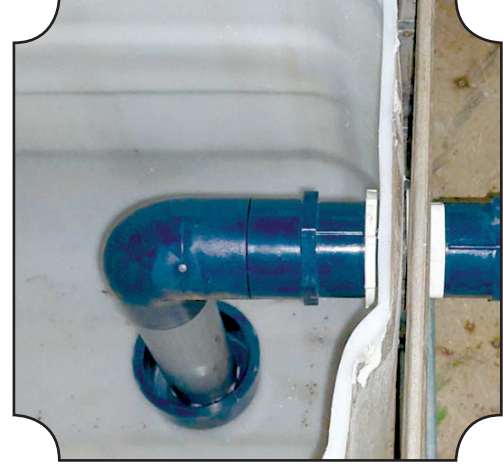
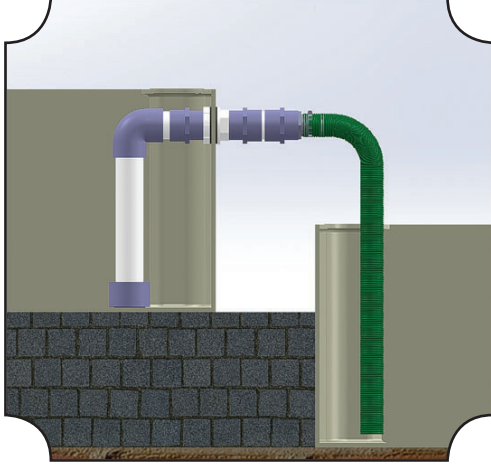
1) सायफन सिस्टिम वारंवार बंद पडणे : समस्येचे निवारण

दरम्यान विज्ञान आश्रमातील डी.बी.आर.टी.चा अभ्यासक्रम पूर्ण केलेला तेजस धाडवे हा विद्यार्थी या प्रकल्पात सामील झाला.

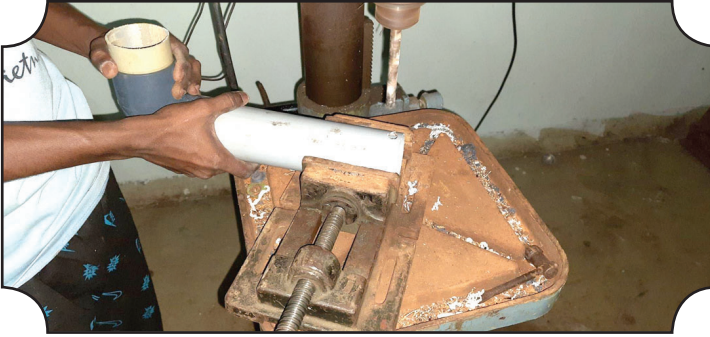
तेजसच्या मदतीने आम्ही 'सायफन सिस्टिम वारंवार बंद पडणे' हा प्रश्न सोडविला.

त्यासाठी पुढील मार्गाचा अवलंब केला :

- अ) रीड बेडच्या टाकीमधून ज्या ठिकाणी सायफन पाईपिंग केले, त्या ठिकाणी थोडी मोकळी जागा म्हणजे 1x1x1.5 फूट एवढी जागा मोकळी करून घेतली व पाईपच्या तळाशी एक पी.व्ही.सी.ची एंण्ड कॅप लावली. ही कॅप पाईपच्या आकारापेक्षा थोडी मोठी ठेवली. ह्यामुळे पाईपचा बाहेरील व्यास व एंण्ड कॅपच्या आतील व्यासामध्ये थोडी जागा तयार झाली.



- ब) सायफन पाईपच्या मुखापासून वर दोन इंच पाईपच्या परिघावर 8 मिमी आकाराची काही छिद्रे पाडली, ह्या छिद्रांमुळे वाहत येणारे लहान आकाराचे कचऱ्याचे कण किंवा वाळू किंवा विटांचे छोटे तुकडे न अडकता तेथूनच बाहेर पडू लागले. यामुळे सिस्टिम बंद न पडता काम करू लागली.



या दोन उपायांमुळे आमची सायफन पाईप प्रक्रिया सुरळीतपणे चालू राहू लागली व रीड बेडची टाकी ओसंडून वाहण्याची समस्याही संपली.

आता आमचा मोर्चा पुढील समस्येकडे वळला. दुसरी समस्या म्हणजे सांड पाण्यातील ऑक्सिजनची मात्रा आवश्यकतेपेक्षा कमी आहे, ती वाढविणे. साठविलेल्या प्रक्रिया केलेल्या करड्या पाण्याच्या टाकीमध्ये हवेच्या वितरणाची असमानता दूर करणे, यावर काम सुरू झाले.

प्रक्रिया केलेले करडे पाणी/ग्रे-वॉटर साठविण्यासाठी आम्ही 1000 लीटर क्षमतेची आय.बी. सी. टाकी वापरली, ज्याची उंची साधारणतः एक मीटर एवढी होती. आम्ही ज्या एअर पंपने त्यामध्ये हवा सोडत होतो. ती हवा साठविलेल्या करड्या पाण्यामध्ये/ग्रे-वॉटरमध्ये ऑक्सिजन विरघळविण्यासाठी (D.O.-डिझॉलव्ड ऑक्सिजन) जेवढी आवश्यक असते, तेवढी पुरेशी नव्हती. त्यामुळे अनॅरोबिक जिवाणूंची वाढ होऊन कालांतराने त्या पाण्यामधून दुर्गंध सुरू झाला.

2) करड्या पाण्यामध्ये ऑक्सिजन वितरणाची असमानता : समस्येचे निवारण

आता ऑक्सिजन विरघळविण्यासाठी आवश्यक हवा म्हणजे त्याचे प्रमाण किती असावे व ती कशाप्रकारे सोडली गेली पाहिजे, ह्या मुद्द्यांवर काम सुरू झाले.

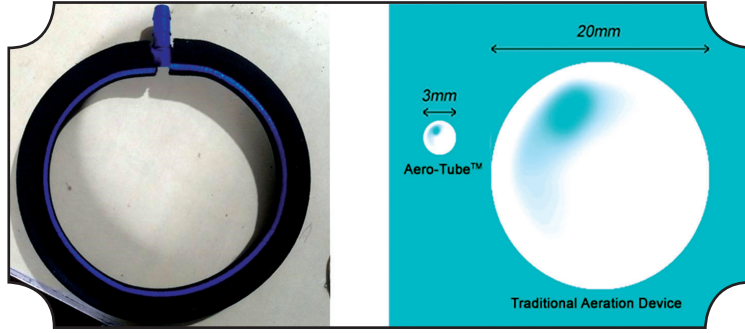
दरम्यान इ.स. 2019मध्ये **राघवेंद्र** हा एन.आय.टी., बेंगलोर येथील विद्यार्थी 'मराठी विज्ञान परिषद, मुंबई'च्या इंटरनॅशनल प्रोग्रामसाठी विज्ञान आश्रममध्ये दाखल झाला. तोही हा प्रश्न सोडविण्यासाठी **प्रा. जे. बी. जोशी, श्री. अनिल केळकर, डॉ. अरुण दीक्षित व अमेय कुलकर्णी** यांच्या मार्गदर्शनाखाली काम करू लागला.

जर आपण एअर पंपाचा पाईप थेट स्टोरेज टँकमध्ये सोडला, तर साठविलेल्या करड्या पाण्यामध्ये समप्रमाणात हवा मिसळली जात नाही. ही प्रक्रिया होताना त्या पाईपच्या तोंडाशी एक मोठा हवेचा फुगा तयार होतो व तो पाण्यामध्ये प्रवास करताना थोड्या प्रमाणात पाण्याच्या संपर्कात येऊन कमी अंतरातच विरून जातो, हे निरीक्षणाने आमच्या लक्षात आले. त्यामुळे आम्ही टाकीत पडणाऱ्या पाण्याच्या पाईपची जागा वेगवेगळ्या उंचीवर ठेवण्याचे प्रयोगही केले, पण ह्यामुळे काही विशेष फरक पडत नव्हता. मात्र आम्हाला समजले होते की ह्या हवेच्या मोठ्या फुग्याचे विभाजन टाकीमध्ये वेगवेगळ्या ठिकाणी व छोट्या आकारांमध्ये करणे, गरजेचे आहे. हे घडल्यास करड्या पाण्यामध्ये समप्रमाणात हवा मिसळली जाईल.

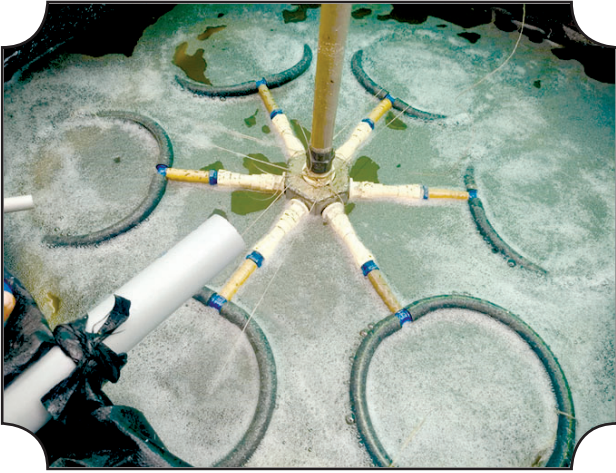
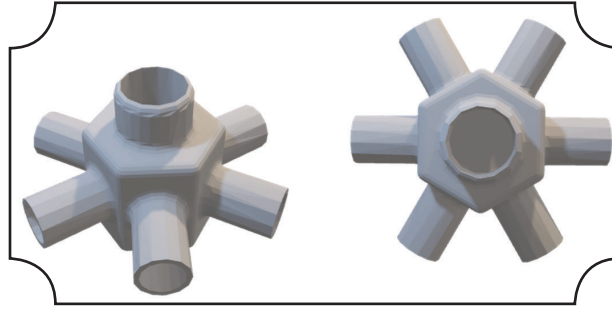
आता हवेच्या मोठ्या फुग्याचे विभाजन करण्यावर प्रयोग सुरू झाले.

त्यासाठी बाजारामध्ये काही उपकरणे उपलब्ध आहेत का, ह्याचा शोध घेतला गेला. त्यामधूनच एअर-ऑक्सी ट्यूब व त्याच्या जोडणीची माहिती मिळाली. अॅकाफोनिक्स यंत्रणेमध्ये हवेच्या वितरणासाठी व हवेच्या फुग्याच्या विभाजनासाठी याचा वापर केला जातो. पण बाजारामध्ये उपलब्ध असलेल्या एअर-ऑक्सी ट्यूब, मॅनिफोल्ड आणि त्याची जोडणी यांचा आकार वेगवेगळा होता व तो मोठ्या मत्स्य-उत्पादकांच्या टाक्यांसाठी डिझाइन केला होता. त्यामुळे त्या आश्रमातील सिस्टमसाठी उपयोगाच्या नव्हत्या. तात्पर्य - आमच्या गरजेची छोट्या स्वरूपाची सिस्टिम बाजारात उपलब्ध नव्हती, किंबहुना डिझाइनच केली गेली नव्हती.

त्यामुळे आपल्या गरजेनुसार एअर-ऑक्सी ट्यूब, मॅनिफोल्ड आणि त्याची जोडणी वेगवेगळ्या आकारांमध्ये डिझाइन करायचे ठरवून आम्ही त्या दिशेने अभ्यास व प्रयोग सुरू केले.



अनेक प्रकारच्या व विभिन्न आकारांच्या डिझाइनवर प्रयोग केल्यानंतर आम्हाला षट्कोनी आकाराच्या मॅनिफोल्डचे डिझाइन उपयुक्त ठरले.



षट्कोनी आकाराच्या मॅनिफोल्डमुळे साठवलेल्या प्रक्रिया केलेल्या करड्या पाण्याच्या टाकीत मोठ्या फुग्याचे छोट्या आकारांमध्ये चांगल्या प्रकारे विभाजन होऊन हवा सर्व ठिकाणी एकसमान जाऊ लागली. ते डिझाइन वापरल्याने प्रक्रिया करून साठवलेल्या करड्या पाण्यामध्ये/ग्रे-वॉटरमध्ये ऑक्सिजन विरघळण्याचे (डिझॉल्व्हिंगचे) प्रमाणही वाढवण्यास मदत झाली.

3) विजेच्या तक्रारीमुळे हवा मिसळण्यामध्येसुद्धा अनियमितता असणे : समस्येचे निवारण

सांडपाणी पुनर्वापराची संपूर्ण यंत्रणा वीजेवर (लाईटवर) चालणारी असल्यामुळे वीज असेल तरच ती चांगली कार्यरत असायची, परंतु वीज नसेल तर हवा मिसळण्यामध्येसुद्धा अनियमितता यायची. परिणाम यंत्रणा बंद पडायची. आता या समस्येवर विचार सुरू झाला. तसेच सर्वसामान्यांनी ही यंत्रणा वापरावी असे व्हायला हवे, तर ही यंत्रणा कमी खर्चाची व परवडणारीही असली पाहिजे, हाही विचार झाला.

या समस्येवर सहज व सोपा उपाय सुचला - 'सौर ऊर्जा वापरायची' ! परंतु यंत्रणा सौर-ऊर्जेवर नेण्यासाठी बरीच मेहनत करावी लागणार होती. आम्ही कामाला लागलो.

सांडपाणी पुनर्वापर यंत्रणेसाठी सौर-ऊर्जेचा वापर :

सांडपाण्याची प्रक्रिया यंत्रणेची जागा ही वस्ती/घरापासून लांब अंतरावर असते. तिथपर्यंत वीज नेण्याचा खर्च, लोड शेडींग यामुळे प्रक्रियेवर परिणाम होऊ शकतो. त्यामुळे सांड-सांडपाण्याची प्रक्रिया ही पूर्णपणे सौर-ऊर्जेवर चालवण्याचे निश्चित झाले. सूर्य असताना जरी पाण्यात हवा मिसळली गेली, तरी आम्हाला पुरेसे होते. शक्यतो बॅटरीमध्ये ऊर्जा साठविणे, आम्हाला टाळायचे होते.

यंत्रणेतील नेमक्या कोणत्या टप्प्यावर वीजेची गरज भासते, तर उत्तर होते 'हवा मिसळवण्यासाठीच्या पंपावर' ! त्यामुळे सूर्यप्रकाशाचा वापर करून त्यापासून वीजनिर्मिती करणे व त्यावर यंत्रणेमध्ये हवा मिसळवण्यासाठीचे पंप चालविण्याचे ठरले.

दरम्यानच्या काळात, इ.स. 2020मध्ये संकेत वळसे हा विद्यार्थी सोलर डी.सी. वर चालणाऱ्या हवेच्या वितरणावर आमच्यासोबत काम करू लागला.

आता बाजारामध्ये उपलब्ध असणाऱ्या डी.सी. एअर पंप व त्यासाठी लागणाऱ्या सोलर पॅनल्स, बॅटरी व चार्ज कंट्रोलरचा शोध आम्ही घेतला.

बराच मार्केट सर्वे केल्यानंतर 120 वॅट व 125 'लीटर पर मिनिट'चा डी.सी. एअर पंप व 12 व्हॉल्ट, 26 ए.एच.ची बॅटरी आणि 165 वॅटचे सोलर पॅनल्स व 12 व्हॉल्ट, 20 एंपियरचा चार्ज कंट्रोलर व इतर गरजेचे सामान आणून आम्ही जवळपास 19 हजार रुपयांची गुंतवणूक केली. या गुंतवणूकीतून सोलरवर चालणारी करड्या पाण्यात हवा मिसळण्याची 'सोलर डी.सी. पर्मनंट मॅप्रेट एअर पंप' आम्ही बनविला.



विज्ञान आश्रमच्या स्वयंपाक-घरातून वापर होणाऱ्या 1000 लीटर क्षमतेच्या करड्या पाण्याच्या/ग्रे-वॉटर यंत्रणेसाठी हा 'सोलर डी.सी. पर्मनंट मॅग्रेट एअर पंप' बसविला गेला व यंत्रणा चांगली कार्यरत झाली.

4) प्रक्रिया केलेले करडे पाणी/ग्रे-वॉटर योग्य वेळी न वापरल्यामुळे साठवणुकीची गैरसोय होणे : समस्येचे निवारण

जर काही कारणास्तव प्रक्रिया केलेले करडे पाणी/ग्रे-वॉटर त्याच दिवशी वापरले गेले नाही, तर दुसऱ्या दिवशीच्या करडे पाण्याची भर पडल्यावर रीड बेडची टाकी व स्टोरेज टँक ओव्हर-फ्लो होतो/भरून वाहतो. ही समस्या सोडविण्यासाठी 1000 लीटर क्षमतेचा अतिरिक्त आय.बी.सी. टँक हा स्टोरेज टँकबरोबर सिरीजमध्ये आम्ही जोडला. त्यामुळे दोन दिवस पाणी स्टोअर करता येऊ लागले.

फक्त जोडलेल्या अतिरिक्त आय.बी.सी. टँकमध्येसुद्धा हवेच्या वितरणाची एक जोडणी करायला हवी, ह्यामुळे पाण्यास दुर्गंध येणार नाही, हे ध्यानात आले.

☞ जुन्या समस्यांचे निवारण व नव्या समस्येचे डोके वर :

सोलर हवेच्या वितरणाच्या सिस्टीममध्ये जो डी.सी. पर्मनंट मॅग्रेट एअर पंप वापरला होता, तो काही महिन्यांच्या वापरानंतर काम करेनासा झाला. त्यामागील कारणांचा शोध घेताना आम्हाला पुढील बाबी लक्षात आल्या :

- दिवस-रात्र पूर्ण वेळ हवेचे वितरण चालू असल्यामुळे तो बिघडला आहे. (आत्तापर्यंत आम्ही दिवसा सौर ऊर्जेवर व रात्री बॅटरी वर हा पंप चालवित होतो.)
- त्या एअर पंपचे मॅन्युफॅक्चरिंग कमी दर्जाचे असल्यामुळे त्याचे रिपेरिंग होऊ शकत नाही.

ही समस्या कशी सोडवायची, याचा विचार करण्यासाठी आम्ही या विषयावर काम करणाऱ्या तज्ज्ञांशी चर्चा करायचे निश्चित केले.

'भाभा ओटोमिक रिसर्च सेंटर'चे डॉ. शरद काळे सरांसोबत केलेल्या चर्चेतून आम्हाला एक नवीन गोष्ट समजली ती म्हणजे, पाण्यातील जिवाणूंची चय-अपचयाची क्रिया ही सूर्यप्रकाशाच्या वेळी जास्त होते, कारण त्या वेळी तापमान ३० ते ३५ अंश डिग्री सेल्सिअस असते, तर रात्रीच्या वेळी ही चय-अपचयाची क्रिया मंदावली जाते.

ह्या महत्त्वाच्या मुद्द्यामुळे आमच्या ज्ञानात भर पडली आणि 'हवेचे पाण्यात मिसळणे हे दिवसभर केले आणि रात्रीच्या वेळेस केले नाही तरी चालेल', असे आमच्या लक्षात आले. त्यामुळे एअर पंप हा फक्त दिवसभर चालू राहिल व तो वारंवार न वापरल्यामुळे त्याची कार्यक्षमता व टिकाऊपणा सुद्धा (जीवनमान) वाढेल. 'सोलर बबलिंग सेटअप'मध्ये बॅटरी व चार्ज कंट्रोलर यांची गरज राहणार नाही व त्यातील भांडवली गुंतवणूकसुद्धा कमी होईल. म्हणजेच 'सोलर पॅनल' दिवसा सूर्यप्रकाशात डी.सी. वीज तयार करतील व त्यावर फक्त हवेचे वितरण केले जाईल, असा निष्कर्ष निघाला.

□ विस्तृत माहिती :

- <https://vadic.vigyanashram.blog/2020/07/17/dc-air-pump/>

वरील सर्व प्रयोगातील अनुभवांवरून आम्ही आणखी एक दोन हजार लीटर क्षमतेची 'ग्रे-वॉटर रिसायकलिंग सिस्टीम' ही विज्ञान आश्रममध्ये तयार करून बसविली. ती उत्तम प्रकारे काम करित आहे.

सध्या विज्ञान आश्रमामध्ये दररोज चार करडे पाणी/ग्रे-वॉटर पुनर्वापर यंत्रणे आधारे 5000 लीटर करड्या पाण्यावर प्रक्रिया केली जाते व ते पाणी शेतीसाठी, झाडांसाठी वापरले जाते.





विज्ञान आश्रमामध्ये ग्रे-वॉटर पुनर्वापर यंत्रणे आधारे फुललेली झाडे

ह्या प्रयोगांमुळे आमची आश्रमातील टँकरची गरज पूर्णतः संपली नसली तरी अगदी अल्प म्हणजे कमी झाली आहे, हे निश्चित !



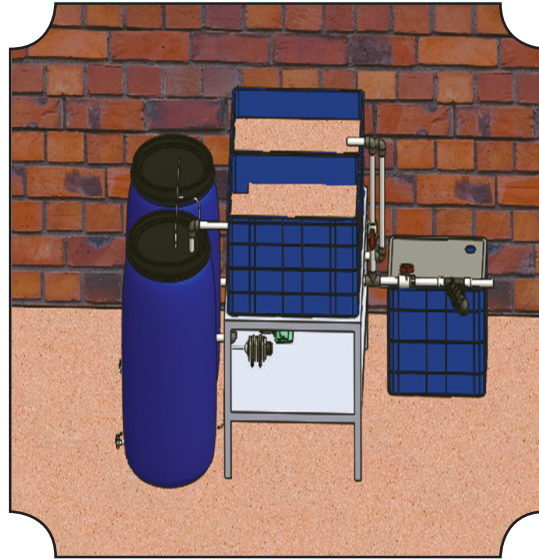
8.

स्वप्न-'घरोघरी सांडपाणी पुनर्वापर यंत्रणेचे'

पूर्वीपासून जेव्हा आम्ही करडे पाणी/ग्रे-वॉटर पुनर्वापर यंत्रणेमध्ये वेगवेगळे प्रयोग सुरू होते, तेव्हाच कमी खर्चामध्ये, ट्रान्सपोर्टसाठी, बसविण्यासाठी आणि वापरण्यास सोपी अशी एक मॉड्युलर यंत्रणा बनविण्याचा विचार सुरू झाला. गावामध्ये घरे विखुरलेली असतात, तसेच वाड्या-वस्त्यांवर, बंगल्यासाठी, निवासी आश्रम शाळांसाठी छोटी यंत्रणाच उपयोगी पडते. तसेच प्रत्येक घरासाठी स्वतंत्र अशी यंत्रणा बसवता यावी, त्यानुसार डिझाइनचा विचार सुरू झाला. अशा विविध यंत्रणांच्या डिझाइनवर आमचे प्रयोग सुरूच होते.

सांडपाणी पुनर्वापर प्रयोग-विकास पाऊल पहिले :

इ.स. 2019मध्ये **सुयश चव्हाण** ह्या 'मास्टर्स इन डिझाइन'च्या विद्यार्थ्यांनी विज्ञान आश्रममध्ये इंटरनॅशनलपणे काम सुरू केले, आता तोही 'घरोघरी सांडपाणी पुनर्वापर यंत्रणेचे'साठी आमच्यासोबत काम करू लागला.



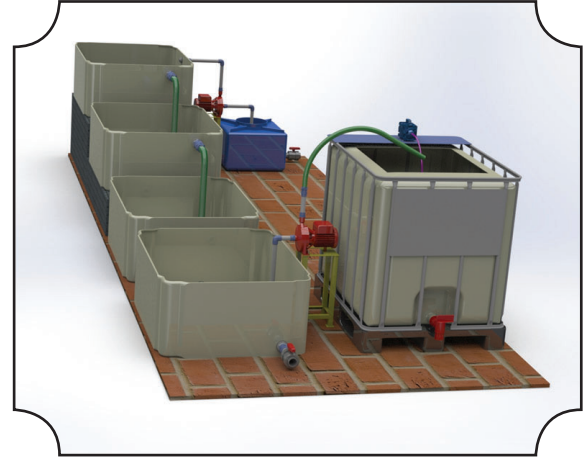
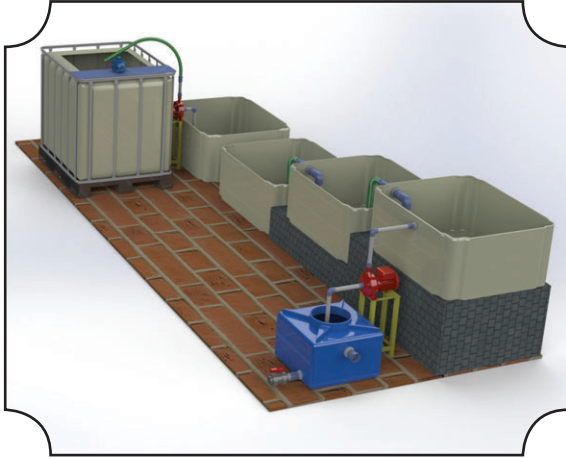
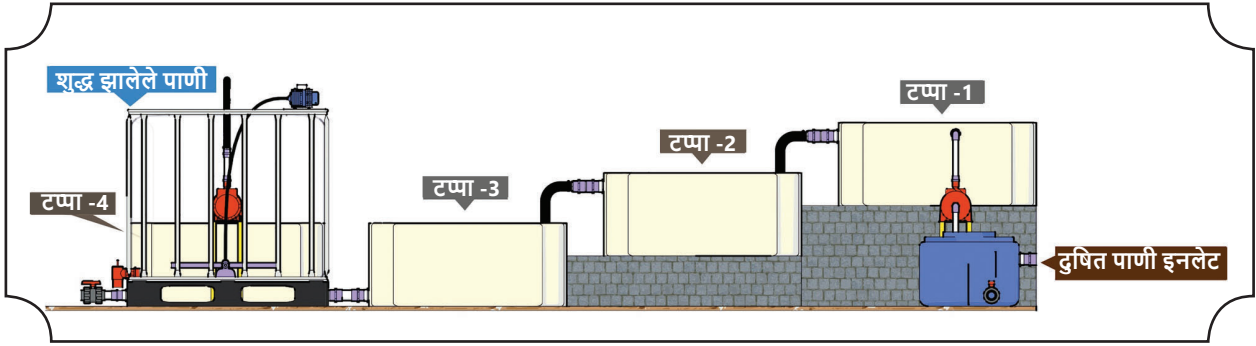
□ विस्तृत माहिती :

- <https://vadic.vigyanashram.blog/2019/12/20/compact-grey-water-system-for-a-household/>

सांडपाणी पुनर्वापर प्रयोग-विकास पाऊल दुसरे :

त्याचप्रमाणे इ.स.2020मध्ये याच विषयावर **प्रसाद पाटील** ह्या विद्यार्थ्यांनी 'घरातील चार ते पाच लोक सदस्यसंख्येसाठी' सांडपाणी पुनर्वापरावर एक '**मॉड्युलर डिजिटल डिझाइन**' बनविले, यामध्ये दोन प्रक्रिया काम करीत होत्या :

- पहिली सेटलिंग प्रक्रिया
- दुसरी प्रक्रिया : ज्यामध्ये एलिक्वेटेड रीड बेड्स, एकसमान हवा मिसळणे (एअर बबलिंग) आणि साठवणूक इत्यादी क्रिया एकत्रित आहेत.



मागील वेगवेगळ्या अनुभवांतून ही डिझाइन सिस्टीम तयार करण्यात आली. ही यंत्रणा बनवायला अतिशय सोपी असून कोणीही लोकल फॅब्रिकेटर्सच्या मदतीनेही ती बनविता येऊ शकते. कोणीही 'सहजपणे सांडपाणी प्रक्रिया-यंत्रणा बनवू शकेल' ह्यासाठी 'डू इट युवर सेल्फ' अशी माहितीपुस्तिकासुद्धा बनविली आहे.

ह्या माहितीपुस्तिकेमध्ये यंत्रणेसाठी लागणाऱ्या सर्व साहित्यांची यादी, यंत्रणेची मापे व तपशीलवार आरेखने (ड्रॉइंग्स) व जोडणीची पद्धतीसुद्धा दिलेली आहे.

ही माहितीपुस्तिका विनामूल्य विज्ञान आश्रमच्या वेबसाईटवर उपलब्ध आहे. जी खालील लिंकवरून डाऊनलोड करता येते.

□ विस्तृत माहिती :

- <https://vadic.vigyanashram.blog/wp-content/uploads/2022/01/1000L-MODULAR-GREY-WATER-SYSTEM.pdf>

👉 सांडपाणी पुनर्वापर प्रयोग-विकास पाऊल तिसरे :

विज्ञान आश्रमातील सांडपाणी प्रक्रिया यंत्रणेचा संच व्यवस्थित सुरू झाला. आता त्याची क्षेत्र चाचणी घ्यायची गरज भासू लागली. तसा प्रस्ताव आम्ही ला-फाउंडेशन ह्या संस्थेसमोर मांडला.

इ.स. 2021मध्ये या 'डू इट युवर सेल्फ मॅन्युअल'चा वापर करून एक पायलट प्रोजेक्ट-यंत्रणा मुखई गावातील पलांडे आश्रम शाळेमध्ये फॅब स्कूल प्रोजेक्ट अंतर्गत बसवली गेली आहे.

□ विस्तृत माहिती :

- <https://vadic.vigyanashram.blog/category/fab-school-for-fab-village-la-fondation-dassault-systemes/>





सांडपाणी पुनर्वापर प्रयोग-विकास पाऊल चौथे :

मुखई गावातील यंत्रणा काही दिवस नीट चालली, मात्र तेथे शाळेतील बांधकाम व देखभाल दुर्लक्ष होत असल्याचे लक्षात आले. त्यामुळे ती यंत्रणा आम्ही काही महिन्यांनंतर काढून घेतली व आश्रमात बसविली.

'इंटरनॅशनल सोलर इनोवेशन कौन्सिल' या संस्थेमार्फत आम्ही इ.स. 2022मध्ये 5000 लीटर क्षमतेची 'सोलर ग्रे-वॉटर रिसायक्लिंग सिस्टीम' ही जवळच्या गावच्या एका ओढ्यावर 50 ते 60 लोकांच्या सांडपाण्याच्या प्रक्रियेसाठी बसवावयचे ठरविले.

महत्त्वाचे म्हणजे त्या ठिकाणचा बांधकाम खर्च हा ग्रामपंचायतीने करावा, अशी योजना होती. सुरुवातीला गावातील लोकांनी व ग्रामपंचायतीतील सदस्यांनी उत्साह दाखवला. आमची यंत्रणा ही फक्त ३.३ लक्ष रुपये गुंतवणूकीची होती. ग्रामपंचायतीला मोठा खर्चिक एस.टी.पी. अपेक्षित असावा. मात्र नेहमीच्या एस.टी.पी. पेक्षा हे फार प्रामाणिक व वेगळे प्रकरण आहे, हे लक्षात आल्यावर ग्रामपंचायतीकडून हवी ती मदत मिळू शकली नाही.

हे अपयश न स्वीकारता, त्याच गावातील आपले डी.आय.सी. (D.I.C.) विद्यार्थी **निमीष देवकाते** व **पवन पाटील** ह्यांनी **कन्होरसर** गावातील उद्योजक **श्री. शांताराम शिंदाडे** यांच्याशी संपर्क साधला.

श्री. शांताराम शिंदाडे यांना 'सांडपाणी पुनर्वापर - काळाची गरज' या विषयावर माहिती दिली. श्री.शिंदाडेंनी ही सिस्टिम त्यांच्या शेतात बसविण्यास अनुमती दिली व त्याचा वापरही सुरू झाला.



आता तेथील करड्या पाण्याचा/ ग्रे-वॉटरचा सुरुवातीचा सी.ओ.डी. हा 2500 पी.पी.एम. होता. तो प्राथमरी आणि सेकंडरी ट्रीटमेंट प्रोसेसमध्ये भरपूर प्रमाणामध्ये विकेंद्रित पद्धतीने व हवेचे वितरण करून एका दिवसात 250 पी.पी.एम.च्या खाली आणला गेला. हे काम सर्वाना चकित करणारेच ठरले. तसेच या सिस्टीममध्ये वॉटर लिफ्टिंग व हवेच्या वितरणासाठी सोलर ऊर्जेचा वापरही केला गेला.



□ विस्तृत माहिती :

- <https://vadic.vigyanashram.blog/2022/11/05/solar-powered-grey-water-recycling-system-at-kanhser-2/>



वैज्ञानिक दृष्टिकोनातून एखाद्या समस्येचे निराकरण करणे, ही खूपच बुद्धीला आव्हान व आनंद देणारी प्रक्रिया असते. वरील सर्व प्रयोगांतून व अनुभवांवरून आमची स्वतःची 5000 लीटरची सांडपाणी पुनर्वापराची सिस्टिम तयार झाली आहे. त्यामागील आम्हाला समजलेली मुख्य तत्त्वे पुढीलप्रमाणे -

- 1) नदीचे पाणी 7 कोस वाहिल्यावर स्वच्छ होते, असे पारंपरिक ज्ञान सांगते. ते पाणी वाहताना त्यात ऑक्सिजन मिसळला जातो, म्हणजे अधिक ऑक्सिजन गरजेचा असतो. ह्या तत्त्वानुसार आम्ही कमी जागेतसुद्धा सांडपाण्यात जास्त हवा मिसळण्यासाठी दिवसा सौर ऊर्जेवर चालणारे एअर बबलर (air bubbler) वापरले.
- 2) जमिनीच्या उंच सखल भागानुसार पाणी सायफन, वॉटर लिफ्टिंग इत्यादी तंत्रे वापरली. तसेच सांडपाण्यावर वाढणाऱ्या वनस्पती उदा. जलपर्णी, कर्दळ, आळू व अझोला इत्यादी लावून त्या पाण्यातील क्षार कमी केले.
- 3) रीड बेड हे तीन महिन्यांच्या कालावधीनंतर स्वच्छ करावे लागतात. कारण विटांच्या सच्छिद्र पोकळीमध्ये पाण्यातील अद्राव्य घटक साचून पोकळी बंद होतात. त्यामुळे सांडपाण्यास पुरेशी हवा न मिळात नाही, परिणाम अनएरोबीक (ऑक्सिजन नसताना वाढणाऱ्या) जिवाणूंच्या समूहाची जोरदार वाढ होते व सांडपाण्याला दुर्गंध यायला लागतो. हे टाळण्यासाठी 'सांडपाणी व्यवस्थापन यंत्रणेची नेहमी-वरचेवर निगा राखणे'.

👉 पुढे जाण्याचे मार्ग (WAY FORWARDS) :

आतापर्यंतच्या सांडपाणी पुनर्वापर यंत्रणेच्या विकसन प्रक्रियेत आम्ही छोट्या क्षमतेची (5000 लीटर) यंत्रणा विकसित केली आहे. या प्रक्रियेत आठ तास सूर्यप्रकाश वापरून, तसेच रीड बेड वापरून पाणी स्वच्छ करू शकलो आहोत. ज्या प्रकारे सांडपाण्यावर प्रक्रिया करण्याचे काम आम्ही केले. तसेच ब्लॉक-वॉटरवर (सांडयुक्त सांडपाण्यावर) प्रक्रिया करण्याचे प्रयोग आम्ही करीत आहोत. D.R.D.O. ने तयार केलेले कल्चर वापरून व **श्री. के. के. नाग** सरांनी केलेली यंत्रणा सध्या मुलींच्या वसतिगृहासाठी वापरून, त्यावर अधिक अभ्यास चालू आहे.

सांडपाण्यावर प्रक्रिया करताना पाण्यात ऑक्सिजन मिसळण्याच्या इतर पद्धती उदा. कारंजे, लाटा, इत्यादींचा तुलनात्मक अभ्यास करण्याचाही आमचा विचार आहे.

प्रक्रिया केलेले पाणी ठिबक-सिंचनातून वापरताना पाण्यातील क्षार साठून छिद्रे बंद होतात, अशा प्रश्नावर काम करायचा, आमचा प्रयत्न सुरू आहे. पाण्याचा प्रत्येक थेंब हा अधिक उत्पादक पद्धतीने वापरला हवा, यासाठी चाललेली ही प्रयोगात्मक धडपड आहे.

जगभरात अशा प्रश्नांवर अनेक लोक संशोधन करीत असतात. संशोधकांनी निर्माण केलेले ज्ञान उपयोगात आणण्यासाठी व ते लोकाभिमुख करण्यासाठी असे प्रयोग होत राहणे, महत्वाचे असते, असे आम्हाला वाटते.

विविध प्रयोगांतून सभोवताली घडणाऱ्या गोष्टींमागील गूढता उकलून त्यांचे विज्ञानातील गमतीत किंबहुना उपयोगात रूपांतर करण्याचे काम विज्ञान आश्रमात नित्य होत असते. सर्वांत महत्वाचे म्हणजे अशा प्रयोगात सहभागी असलेले विज्ञान आश्रमातील विद्यार्थी हे प्रयोग करताना नवीन दृष्टिकोन घेऊन पुढे जातात. **तुमची तयारी आहे का नवीन दृष्टिकोन मिळविण्याची व समाजाला उपयोगी पडण्याची, असेल तर भेट द्या विज्ञान आश्रमाला !**

संपर्क - विज्ञान आश्रम, पाबळ जि. पुणे.

Email ID : vapabal@gmail.com



NOTES

A series of horizontal dotted lines for writing notes.

NOTES

A series of horizontal dotted lines for writing notes.





Published by



**VIGYAN
ASHRAM**

Pabal, Pune.