

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG**



ISO 9001 : 2008

KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP

NGÀNH: KỸ THUẬT MÔI TRƯỜNG

Giảng viên hướng dẫn : ThS. Tô Thị Lan Phương

Sinh viên : Nguyễn Quốc Pháp

HẢI PHÒNG - 2015

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG**

**THIẾT KẾ BÃI LỌC TRỒNG CÂY DÒNG CHẢY
NGANG XỬ LÝ NƯỚC THẢI SINH HOẠT**

**KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY
NGÀNH: KỸ THUẬT MÔI TRƯỜNG**

**Giảng viên hướng dẫn : ThS. Tô Thị Lan Phương
Sinh viên : Nguyễn Quốc Pháp**

HẢI PHÒNG – 2015

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Sinh viên: Nguyễn Quốc Pháp

Mã SV: 1112301028

Lớp: MT1501

Ngành: Kỹ thuật môi trường

Tên đề tài: Thiết kế bãi lọc trồng cây dòng chảy ngay xử lý nước thải sinh hoạt

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI

1. Nội dung và các yêu cầu cần giải quyết trong nhiệm vụ đề tài tốt nghiệp
(về lý luận, thực tiễn, các số liệu cần tính toán và các bản vẽ).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Các số liệu cần thiết để thiết kế, tính toán.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Địa điểm thực tập tốt nghiệp.

.....

.....

CÁN BỘ HƯỚNG DẪN ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Người hướng dẫn thứ nhất:

Họ và tên: Tô Thị Lan Phương

Học hàm, học vị: Thạc sĩ

Cơ quan công tác: Trường Đại Học Dân Lập Hải Phòng

Nội dung hướng dẫn: Toàn bộ khóa luận

Người hướng dẫn thứ hai:

Họ và tên:.....

Học hàm, học vị:.....

Cơ quan công tác:.....

Nội dung hướng dẫn:.....

Đề tài tốt nghiệp được giao ngàythángnăm 2015

Yêu cầu phải hoàn thành xong trước ngày tháng năm 2015

Đã nhận nhiệm vụ ĐTTN

Sinh viên

Đã giao nhiệm vụ ĐTTN

Người hướng dẫn

Nguyễn Quốc Pháp

ThS. Tô Thị Lan Phương

Hải Phòng, ngày tháng.....năm 2015

Hiệu trưởng

GS.TS.NSUT Trần Hữu Nghị

PHẦN NHẬN XÉT CỦA CÁN BỘ HƯỚNG DẪN

1. Tinh thần thái độ của sinh viên trong quá trình làm đề tài tốt nghiệp:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Đánh giá chất lượng của khóa luận (so với nội dung yêu cầu đã đề ra trong nhiệm vụ Đ.T. T.N trên các mặt lý luận, thực tiễn, tính toán số liệu...):

.....

.....

.....

.....

.....

3. Cho điểm của cán bộ hướng dẫn (ghi bằng cả số và chữ):

.....

.....

.....

Hải Phòng, ngày tháng năm 2015

Cán bộ hướng dẫn

(Ký và ghi rõ họ tên)

MỤC LỤC

CHƯƠNG 1: MỞ ĐẦU	1
1.1. Cơ sở hình thành đề tài	1
1.2. Mục tiêu đề tài	1
1.3. Nội dung đề tài.....	1
1.4. Phương pháp nghiên cứu đề tài	2
1.4.1 Phương pháp phân loại và hệ thống hóa lý thuyết	2
1.4.2 Phương pháp phân tích, tổng hợp tài liệu.....	2
1.4.3 Phương pháp so sánh	3
1.4.4 Phương pháp hệ thống	3
1.5. Phương hướng phát triển của đề tài	3
1.6. Ý nghĩa khoa học và ý nghĩa thực tiễn	3
1.6.1 Ý nghĩa khoa học	3
1.6.2 Ý nghĩa thực tiễn	4
CHƯƠNG 2 : TỔNG QUAN VỀ NƯỚC THẢI SINH HOẠT VÀ PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ	5
2.1 Nguồn gốc và đặc tính nước thải sinh hoạt	5
2.2 Thành phần và tính chất nước thải.....	6
2.2.1 Thành phần nước thải	6
2.2.2 Tính Chất Nước Thải	8
2.3 Tổng quan phương pháp xử lý nước thải sinh hoạt	10
2.3.1 Tổng quan về các phương pháp xử lý nước thải sinh hoạt.....	11
2.3.2 Phương pháp hóa học	16
2.3.3 Phương pháp sinh học	19
2.4 Tìm hiểu vùng đất ngập nước trong xử lý nước thải	23
2.4.1 Cấu tạo vùng đất ngập nước	23
2.4.1.1 Bãi lọc trồng cây dòng chảy ngang (Horizontal flow-HF).....	24
2.4.1.2 Bãi lọc trồng cây dòng chảy đứng (Vertical flow-VF)	24

2.4.1.3	Kết hợp HF và VF	25
2.4.2	Cơ chế xử lý nước thải.....	26
CHƯƠNG III: TÍNH TOÁN THIẾT KẾ HỆ THỐNG		30
3.1	Các thông số nước thải	30
3.1.1	Nồng độ các chất trong nước thải.....	30
3.1.2	Yêu cầu nước thải đầu ra	30
3.1.3	Giá trị lưu lượng dùng để thiết kế	31
3.2	Đề xuất phương án xử lý nước thải bằng bãi lọc trồng cây dòng chảy ngang.....	31
3.3	Tính toán thông số hệ thống	33
3.3.1	Song chắn rác.....	33
3.3.2	Bể gom-điều hòa	33
3.3.3	Bể lọc kỵ khí	35
3.3.4	Bể làm thoáng.....	38
3.3.5	Bãi lọc trồng cây.....	40
3.3.6	Tính toán chi phí (<i>tham khảo giá xây dựng trên thị trường</i>)	44
KẾT LUẬN		46
TÀI LIỆU THAM KHẢO		47

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 2.1 Tải trọng chất bản theo đầu người.....	6
Bảng 2.2 Tải lượng ô nhiễm từ nước thải sinh hoạt.....	9
Bảng 2.3 Nồng độ các chất ô nhiễm trong nước thải sinh hoạt.....	9
Bảng 2.4 Thành phần trung bình của nước thải sinh hoạt.....	10
Bảng 2.5 chức năng các công trình, thiết bị trong hệ thống xử lý nước thải.....	15
Bảng 2.6 Quá trình đông tụ tủa bông.....	17
Bảng 2.7 ứng dụng quá trình xử lý hóa học.....	18
Bảng 2.8 Các quá trình sinh học trong xử lý nước thải.....	20
Bảng 2.9 Cơ chế loại bỏ chất ô nhiễm.....	27
Bảng 3.1 Đặc trưng nước thải sinh hoạt cần xử lý.....	30
Bảng 3.2 : thông số nước thải đầu ra.....	31
Bảng 3.3 Giá trị tính toán bể gom-điều hòa.....	34
Bảng 3.4 Giá trị tính toán bể lọc kị khí.....	38
Bảng 3.5 Giá trị tính toán bể sục khí.....	39
Bảng 3.6 : Giá trị tính toán bãi lọc.....	44

DANH MỤC HÌNH

Hình 2.1 Song chắn rác	12
Hình 2.2: Bể lắng cát ngang.....	13
Hình 2.3 Bể lọc sinh học biofilter.....	19
Hình 2.4: Mặt cắt ngang bãi lọc trồng cây dòng chảy ngang.....	24
Hình 2.5. Sơ đồ mặt cắt ngang của một bãi lọc dòng chảy đứng.....	25
Hình 2.6. Cơ chế xử lý nước thải trong bãi lọc.....	26
Hình 2.7: Quá trình khuếch tán oxy qua rễ.....	28
Hình 2.8 : Biến đổi nitơ trong một vùng đất ngập nước.....	29
Hình 3.1 Sơ đồ hệ thống xử lý nước thải sinh hoạt bằng bãi lọc trồng cây dòng chảy ngang.....	32
Hình 3.2 Cách bố trí ống nước trong bể lọc kỵ khí.....	37

DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT

STT	Ký hiệu chữ viết tắt	Ý nghĩa chữ viết tắt
1	BOD ₅	Nhu cầu oxy sinh hóa sau 5 ngày
2	BOD	Nhu cầu oxy sinh hóa
3	COD	Nhu cầu oxy hóa học
4	TSS	Tổng hàm lượng các chất rắn lơ lửng
5	HF	Bãi lọc trồng cây dòng chảy ngang
6	VF	Bãi lọc trồng cây dòng chảy đứng
7	TCVN	Tiêu chuẩn Việt Nam
8	TCXD	Tiêu chuẩn xây dựng

CHƯƠNG 1: MỞ ĐẦU

1.1. Cơ sở hình thành đề tài

Ô nhiễm nguồn nước do tác động của nước thải sinh hoạt và sản xuất đang là vấn đề bức xúc hiện nay. Việc bảo vệ và sử dụng hợp lý nguồn nước để cung cấp cho các hoạt động sinh hoạt và sản xuất, đáp ứng nhu cầu hiện tại và thỏa mãn nhu cầu tương lai đã và đang là bài toán nan giải đối với Việt Nam nói riêng và cả thế giới nói chung. Đối với các thành phố lớn hiện nay, định hướng phát triển kinh tế sẽ tập trung mạnh vào các ngành dịch vụ như thương mại, tài chính, ngân hàng, du lịch, giao thông vận tải, văn hóa, y tế, đào tạo, công nhân kỹ thuật cao... Dân số tăng lên kéo theo lượng lớn nước thải sinh hoạt xả thải ra môi trường gây nên tình trạng “quá tải” cho hệ thống kênh thoát nước thải và các hồ điều hòa. Việc xử lý nước thải sinh hoạt của các cụm dân cư sẽ góp phần giảm tải áp lực cho hệ thống xử lý nước thải sinh hoạt chung của thành phố, góp phần bảo vệ chất lượng nguồn nước cung cấp cho các hoạt động sinh hoạt và sản xuất. Đây cũng chính là lý do đề tài “**thiết kế bãi lọc trồng cây dòng chảy ngang xử lý nước thải sinh hoạt**” hình thành.

1.2. Mục tiêu đề tài

Tính toán thiết kế bãi lọc trồng cây dòng chảy ngang xử lý nước thải sinh hoạt.

1.3. Nội dung đề tài

Nội dung khóa luận tập trung vào một số vấn đề sau :

- Tổng quan về nước thải sinh hoạt.
- Tìm hiểu một số phương pháp chính trong xử lý nước thải sinh hoạt.
- Tìm hiểu về bãi lọc trồng cây trong xử lý nước thải (vùng đất ngập nước).
- Thiết kế bãi lọc trồng cây dòng chảy ngang và các công trình phụ trợ xử lý nước thải sinh hoạt.

1.4. Phương pháp nghiên cứu đề tài

Khóa luận này tính toán thiết kế dựa trên số liệu giả định của một khu dân cư với mức xả thải nhỏ và các thông số ở mức độ trung bình của nước thải sinh hoạt, nhằm góp phần bảo vệ môi trường và có thể ứng dụng vào các khu dân cư nhỏ có mức xả thải thấp được hình thành trong tương lai.

1.4.1 Phương pháp phân loại và hệ thống hóa lý thuyết

Phương pháp phân loại lý thuyết: là phương pháp sắp xếp các tài liệu khoa học thành hệ thống logic chặt chẽ theo từng mặt, từng đơn vị kiến thức, từng vấn đề khoa học có cùng dấu hiệu bản chất, có cùng hướng phát triển để dễ nhận biết, dễ sử dụng theo mục đích nghiên cứu, giúp phát hiện các quy luật phát triển của đối tượng, sự phát triển của kiến thức khoa học để từ đó dự đoán được các xu hướng phát triển mới của khoa học và thực tiễn.

Phương pháp hệ thống hóa lý thuyết: là phương pháp sắp xếp những thông tin đa dạng thu thập được từ các nguồn, các tài liệu khác nhau thành một hệ thống với một kết cấu chặt chẽ (theo quan điểm hệ thống-cấu trúc của việc xây dựng một mô hình lý thuyết trong nghiên cứu khoa học) để từ đó mà xây dựng một lý thuyết mới hoàn chỉnh giúp hiểu biết đối tượng đầy đủ và sâu sắc hơn.

Phân loại và hệ thống hóa là hai phương pháp đi liền với nhau. Trong phân loại đã có yếu tố hệ thống hóa. Hệ thống hóa phải dựa trên cơ sở phân loại và hệ thống hóa làm cho phân loại được hợp lý và chính xác hơn.

1.4.2 Phương pháp phân tích, tổng hợp tài liệu

Phân tích tài liệu là phương pháp nghiên cứu văn bản, tài liệu bằng cách phân tích chúng thành từng mặt, từng bộ phận để hiểu vấn đề một cách đầy đủ và toàn diện, từ đó chọn lọc những thông tin quan trọng cho đề tài nghiên cứu.

Phương pháp tổng hợp là phương pháp liên kết từng mặt, từng bộ phận thông tin, từ cái lý thuyết đã thu được để tạo ra một hệ thống lý thuyết mới đầy đủ và sâu sắc hơn về vấn đề nghiên cứu.

Phân tích tài liệu đảm bảo cho tổng hợp nhanh và chọn lọc đúng thông tin cần thiết, tổng hợp giúp cho phân tích sâu sắc hơn.

1.4.3 Phương pháp so sánh

Phương pháp so sánh là phương pháp xem xét các thông số cần phân tích bằng cách dựa trên việc so sánh số liệu đo được với một quy chuẩn nhất định để từ đó xác định được các thông số cần xem xét có nằm trong giới hạn cho phép hay không.

- So sánh kết quả tính toán của công trình với TCVN 7957:2008 (Thoát nước-Mạng lưới và công trình bên ngoài-Tiêu chuẩn thiết kế), từ đó đánh giá được các thông số thiết kế có phù hợp không.

- So sánh các chỉ tiêu nước thải đầu ra với QCVN 14:2008/BTNMT (Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải sinh hoạt), từ đó có thể xác định chất lượng nước thải đầu ra của công trình thiết kế.

1.4.4 Phương pháp hệ thống

Một số hệ thống là tập hợp các thành tố có mối quan hệ tương tác với nhau. Sự thay đổi một thành tố sẽ dẫn đến sự thay đổi một thành tố khác, từ đó dẫn đến thay đổi một thành tố thứ 3...Bất cứ một tương tác nào trong hệ thống cũng có tính nguyên nhân, vừa có tính điều khiển. Rất nhiều tương tác có thể liên kết với nhau thành một chuỗi tương tác nguyên nhân-kết quả. Hệ thống luôn có sự học hỏi và rút kinh nghiệm liên tục trong quá trình phát triển.

1.5. Phương hướng phát triển của đề tài

Do kiến thức và thời gian có hạn nên khóa luận chỉ tính toán thiết kế bãi lọc trồng cây dòng chảy ngang cùng các công trình phụ trợ cho một cụm dân cư giả định có mức xả thải là $30 \text{ m}^3/\text{ngày}$ chứ không đi vào tính toán chi tiết cho một khu dân cư cụ thể nào. Khi áp dụng tham khảo để xây dựng hệ thống xử lý nước thải cho các cụm dân cư cụ thể cần phải có sự khảo sát và điều chỉnh, bổ sung các thông số phù hợp.

1.6. Ý nghĩa khoa học và ý nghĩa thực tiễn

1.6.1 Ý nghĩa khoa học

- + Đề tài góp phần vào việc tìm hiểu và thiết kế hệ thống xử lý nước thải sinh hoạt cho cụm dân cư vừa và nhỏ bằng phương pháp mới thân thiện với môi

trường, dễ vận hành mà chi phí thấp. Từ đó góp phần vào công tác bảo vệ môi trường, cải thiện chất lượng tài nguyên nước để phục vụ cho các nhu cầu sản xuất và sinh hoạt.

+ Giúp các nhà quản lý làm việc hiệu quả hơn trong việc bảo vệ môi trường.

1.6.2 Ý nghĩa thực tiễn

- Đề tài sẽ được nghiên cứu bổ sung để có thể áp dụng đối với các khu dân cư trên trên cả nước.
- Hạn chế việc xả thải bừa bãi nước thải sinh hoạt ra môi trường, góp phần cải thiện chất lượng môi trường.
- Giảm áp lực cho hệ thống các hồ điều hòa xử lý nước thải trong thành phố.

CHƯƠNG 2 : TỔNG QUAN VỀ NƯỚC THẢI SINH HOẠT VÀ PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ

2.1 Nguồn gốc và đặc tính nước thải sinh hoạt [5]

Nước thải sinh hoạt là nước được thải bỏ sau khi sử dụng cho các mục đích sinh hoạt của cộng đồng: tắm, giặt giũ, tẩy rửa, vệ sinh cá nhân,... Chúng thường được thải ra từ các căn hộ, cơ quan, trường học, bệnh viện, chợ, và các công trình khác. Lượng nước thải sinh hoạt của một khu dân cư phụ thuộc vào dân số, vào tiêu chuẩn cấp nước và đặc điểm của hệ thống thoát nước. Tiêu chuẩn cấp nước sinh hoạt cho một khu dân cư phụ thuộc vào khả năng cung cấp nước của nhà máy nước hay các trạm cấp nước hiện có. Các trung tâm đô thị loại 1 có tiêu chuẩn cấp nước (200 l/ngày) cao hơn so với các vùng ngoại thành (150 l/ngày) và nông thôn (100 l/ngày), do đó lượng nước thải sinh hoạt tính trên một đầu người cũng có sự khác biệt giữa thành thị và nông thôn (lượng nước thải $\approx 80\%$ lượng nước cấp). Nước thải sinh hoạt ở các trung tâm đô thị thoát bằng hệ thống thoát nước dẫn ra các sông, rạch, còn các vùng ngoại thành và nông thôn do không có hệ thống thoát nước nên nước thải thường được tiêu thoát tự nhiên vào các ao hồ hoặc thoát bằng biện pháp tự thấm. [10]

Khối lượng nước thải của một cộng đồng dân cư phụ thuộc vào:

- Quy mô dân số
- Tiêu chuẩn cấp nước
- Khả năng và đặc điểm của hệ thống thoát nước
- Loại hình sinh hoạt
- Đặc tính chung của nước thải sinh hoạt thường bị ô nhiễm bởi các chất cặn bã hữu cơ, các chất hữu cơ hòa tan (thông qua chỉ tiêu BOD₅/COD), các chất dinh dưỡng (Nitơ, phospho), các vi trùng gây bệnh (E.Coli, coliform...);

Mức độ ô nhiễm của nước thải sinh hoạt phụ thuộc vào :

- Lưu lượng nước thải
- Tải trọng chất bẩn tính theo đầu người

Trong đó tải trọng chất bẩn tính theo đầu người phụ thuộc vào:

- Mức sống, điều kiện sống và tập quán sống
- Điều kiện khí hậu

Bảng 2.1 Tải trọng chất bẩn theo đầu người. [10]

Các đại lượng	Khối lượng (g/người.ngày)
Chất rắn lơ lửng (SS)	60-65
BOD ₅ nước thải đã lắng	30-35
BOD ₅ nước thải chưa lắng	65
Chất hoạt động bề mặt	2-2.5
N-NH ₄ ⁺	8
Phốt phát (P ₂ O ₅)	3.3
Clorua (CL ⁻)	10

2.2 Thành phần và tính chất nước thải

2.2.1 Thành phần nước thải [5]

Thành phần và tính chất nước thải sinh hoạt phụ thuộc rất nhiều vào nguồn gốc nước thải. Đặc điểm chung của nước thải sinh hoạt là thành phần của chúng tương đối ổn định. Các thành phần này bao gồm 52% chất hữu cơ, 48% chất vô cơ, ngoài ra nước thải sinh hoạt còn chứa nhiều các vi sinh vật gây bệnh và các độc tố của chúng. Phần lớn các vi sinh vật trong nước thải là các vi khuẩn, virus gây bệnh như: các vi khuẩn gây bệnh tả, lỵ, thương hàn...

Thành phần nước thải được chia làm 3 nhóm chính:

- Thành phần vật lý
- Thành phần hóa học

- Thành phần sinh học

Thành phần vật lý: Các chất bẩn có trong nước thải ở các kích thước khác nhau, được chia làm 3 nhóm

- Nhóm 1: Gồm các chất không tan chứa trong nước thải dạng thô (vải, giấy, cành lá cây, sạn, sỏi, da, lông...) ở dạng lơ lửng ($\delta > 10^{-1}$ mm) và ở dạng huyền phù, nhũ tương, bột ($\delta = 10^{-1} - 10^{-4}$ mm)

- Nhóm 2: Gồm các chất bản dạng keo ($\delta = 10^{-4} - 10^{-6}$ mm)

- Nhóm 3: Gồm các chất bản ở dạng hòa tan $\delta < 10^{-6}$ mm; chúng có thể ở dạng ion hoặc phân tử. Hệ một pha-dung dịch thật

Thành phần hóa học: Biểu thị dạng các chất bản trong nước thải có tính chất hóa học khác nhau:

- Thành phần vô cơ: sắt, magie, silic, canxi...

- Thành phần hữu cơ: phân, nước tiểu, các chất nguồn gốc từ động vật, thực vật...

- Các chất thải khác: cát, sét, dầu mỡ...

Thành phần sinh học:

- Nấm

- Vi khuẩn dạng nấm

- Nguyên sinh động vật

Các thành phần nền trong nước thải sinh hoạt chủ yếu gồm cacbonhydrat, protein, chất béo.

- Cacbonhydrat là sản phẩm và là dạng phân nhỏ của axit hữu cơ, nó là thành phần đầu tiên bị phân hủy trong hoạt động sống của vi sinh vật. Cacbonhydrat tồn tại chủ yếu ở dạng đường, hồ bột khác nhau và cả ở dạng hợp chất xenlulo của bột giấy. Cacbonhydrat là nguồn đầu tiên cung cấp năng lượng và hợp chất hữu cơ cho vi khuẩn sống trong nước thải.

- Protein và các sản phẩm phân hủy của chúng như amino axit là các hợp chất chứa nhiều nitơ có nguồn gốc từ động vật và thực vật. Protein là nguồn cung cấp nitơ cho hoạt động sống của vi sinh vật trong nước thải.

- Chất béo và dầu mỡ có nguồn gốc từ động thực vật, chúng bị phân hủy thành axit béo dưới tác động của vi khuẩn. Chất béo và dầu mỡ có độ hòa tan thay đổi trong nước, ở một số điều kiện nhất định thường nổi lên trên mặt nước.

2.2.2 Tính Chất Nước Thải [5]

Nước thải sinh hoạt thông thường chiếm khoảng 80% lượng nước được cấp cho sinh hoạt. Nước thải sinh hoạt chứa nhiều chất hữu cơ dễ bị phân hủy sinh học, ngoài ra còn có cả các thành phần vô cơ, vi sinh vật và vi trùng gây bệnh rất nguy hiểm. Nồng độ chất hữu cơ trong nước thải sinh hoạt dao động khoảng 150-450 mg/l theo trọng lượng khô. Có khoảng 20-40 % chất hữu cơ khó phân hủy sinh học. Ở những khu dân cư đông đúc, điều kiện vệ sinh thấp kém, nước thải sinh hoạt không được xử lý thích đáng là một trong những nguồn gây ô nhiễm môi trường nghiêm trọng.

Ngoài ra, nước thải sinh hoạt thường chứa các chất dinh dưỡng rất cao. Nhiều trường hợp, lượng chất dinh dưỡng này vượt qua nhu cầu phát triển của vi sinh vật dùng trong xử lý bằng phương pháp sinh học. Trong các công trình xử lý theo phương pháp sinh học, lượng dinh dưỡng cần thiết trung bình tính theo tỉ lệ BOD : N : P = 100 : 5 : 1. Các chất hữu cơ có trong nước thải không phải được chuyển hóa hết bởi các loại vi sinh vật mà có khoảng 20-40 % BOD không qua quá trình chuyển hóa bởi vi sinh vật, chúng chuyển ra chung với bùn lắng.

Bảng 2.2 Tải lượng ô nhiễm từ nước thải sinh hoạt. [7]

Chỉ tiêu ô nhiễm	Hệ số tải lượng (g/người.ngày)
Chất rắn lơ lửng	70 – 145
Amôni (N-NH ₄)	2,4 – 4,8
BOD ₅	45 – 54
Nitơ tổng	6 – 12
Tổng Photpho	0,8 – 4,0
COD	72 – 102
Dầu mỡ	10 – 30

Loại nước thải này có chứa các chất cặn bã, các chất lơ lửng (SS), các chất hữu cơ dễ phân hủy sinh học, các hợp chất dinh dưỡng (N,P), vi khuẩn...

Bảng 2.3 Nồng độ các chất ô nhiễm trong nước thải sinh hoạt. [2]

Chỉ tiêu ô nhiễm	Nồng độ chất ô nhiễm (mg/m³)	
	Chưa qua xử lý	Qua bể tự hoại nhỏ
Chất rắn lơ lửng	730 – 1510	83 – 167
Amôni (N-NH ₄)	25 – 1510	5 – 16
BOD ₅	469 – 563	104 - 208
Nitơ tổng	63 – 125	21 – 42
Tổng Photpho	8 – 42	-
COD	750 – 1063	188 - 375
Dầu mỡ	104 – 313	-

Số liệu trên cho thấy nước thải sinh hoạt ô nhiễm hữu cơ và dinh dưỡng ở mức rất cao, sau khi qua bể tự hoại giảm đáng kể, tuy nhiên vẫn còn ở mức cao.

Bảng 2.4 Thành phần trung bình của nước thải sinh hoạt. [2]

Các chất ô nhiễm có trong nước thải (mg/l)	Mức độ ô nhiễm		
	Nặng	Trung bình	Nhẹ
Tổng chất rắn	1.000	500	200
Chất rắn hòa tan	700	350	120
Chất rắn không hòa tan	300	150	8
Tổng chất rắn lơ lửng	600	350	120
Chất rắn lắng	12	8	4
Oxy hòa tan	0	0	0
Nitơ tổng	85	50	25
Nitơ hữu cơ	35	20	10
N-NH ₃	50	30	15
N-NO ₂	0,1	0,05	0
N-NO ₃	0,4	0,2	0,1
Clrua	175	100	15
Độ kiềm (mg CaCO ₃)	200	100	50
Chất Bo	40	20	0
Tổng Photpho	-	8	-

2.3 Tổng quan phương pháp xử lý nước thải sinh hoạt [2]

Nước thải thường chứa rất nhiều tạp chất khác nhau. Vì vậy mục đích của xử lý nước thải là khử các tạp chất đó sao cho nước sau khi xử lý đạt tiêu chuẩn chất lượng ở mức chấp nhận được theo các chỉ tiêu đã đặt ra. Các tiêu chuẩn đó phụ thuộc vào mục đích sử dụng: nước sẽ được tái sử dụng hay xả vào các nguồn tiếp nhận nước. Để đạt được mục đích trên có thể sử dụng các phương pháp xử lý khác nhau, được nhóm thành các công đoạn: xử lý cấp 1, xử lý cấp 2, xử lý cấp 3:

- Xử lý cấp 1 gồm các quá trình xử lý sơ bộ và lắng, bắt đầu từ xong chắn rác và kết thúc bằng bể lắng cấp 1. Công đoạn này có tác dụng loại bỏ các vật rắn nổi có kích thước lớn và các tạp chất có thể lắng ra khỏi nước thải để bảo vệ bơm và đường ống. Hầu hết các chất rắn lơ lửng lắng ở bể lắng cấp 1. Ở đây thường có quá trình lọc qua xong chắn rác, tuyển nổi, lắng, tách dầu mỡ và trung hòa.

- Xử lý cấp 2 gồm các quá trình sinh học (đôi khi cả hóa học) có tác dụng khử hầu hết các hợp chất hữu cơ hòa tan có thể phân hủy được bằng con đường sinh học, nghĩa là khử BOD. Đó là các quá trình: hoạt hóa bùn, lọc sinh học hay oxy hóa sinh học trong các hồ và phân hủy yếm khí. Tất cả các quá trình này đều sử dụng vi sinh vật để chuyển hóa các chất hữu cơ về dạng ổn định và năng lượng thấp.

- Xử lý cấp 3 gồm các quá trình: vi lọc, lọc kết tủa hóa học và đông tụ, hấp phụ bằng than hoạt tính, trao đổi ion, thẩm thấu ngược, các quá trình khử chất dinh dưỡng, Clo hóa, Ozôn hóa.

2.3.1 Tổng quan về các phương pháp xử lý nước thải sinh hoạt

Các loại nước thải đều chứa tạp chất gây ô nhiễm rất khác nhau: từ các loại chất rắn không tan, đến những loại chất rắn khó tan hoặc tan được trong nước, xử lý nước thải là loại bỏ các tạp chất đó, làm sạch lại nước hoặc thải vào nguồn tiếp nhận. Để đạt được những mục đích đó chúng ta thường dựa vào đặc điểm của từng loại tạp chất để lựa chọn phương pháp xử lý thích hợp.

Thông thường có các phương pháp xử lý sau:

- Xử lý bằng phương pháp cơ học.
- Xử lý bằng phương pháp hóa lý và hóa học.
- Xử lý bằng phương pháp sinh học.

Phương pháp cơ học

Trong nước thải sinh hoạt thường có những tạp chất rắn có kích cỡ khác nhau bị cuốn theo như: rom cỏ, bao bì chất dẻo, giấy, cát, sỏi...ngoài ra, còn có các loại chất lơ lửng dạng huyền phù rất khó lắng. Tùy theo kích cỡ, các hạt

huyền phù thường được chia thành hạt chất lắng lơ lửng có thể lắng được và hạt rắn được khử bằng đông tụ. Các loại chất trên dùng các phương pháp xử lý cơ học là thích hợp. Một số công trình xử lý cơ học điển hình như sau:

- + Song chắn rác
- + Bể lắng cát
- + Bể lắng
- + Bể tách dầu, mỡ
- + Bể lọc

Song chắn rác: song chắn rác dùng để chắn giữ các cặn bản có kích thước lớn như: giấy, rác, rau, cỏ,... được gọi chung là rác. Rác được chuyển tới máy nghiền để nghiền nhỏ sau đó được chuyển tới để phân hủy cặn.

Song chắn rác là công trình xử lý sơ bộ chuẩn bị cho việc xử lý nước thải sau đó. Song chắn rác gồm các thanh đan sắp xếp với nhau ở mương dẫn nước. Khoảng cách giữa các thanh đan là khe hở. Song chắn rác có thể chia theo:

- + Theo khe hở: song chắn rác loại thô (30-200 mm) và loại trung bình (5-30 mm).
- + Theo phương pháp lấy rác: loại lấy rác thủ công và loại lấy rác cơ giới.



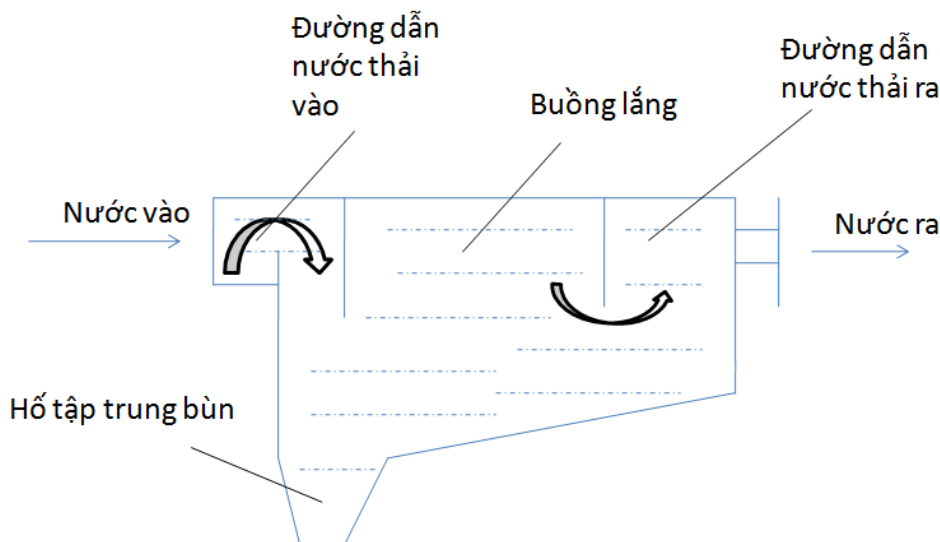
Hình 2.1 Song chắn rác

Bể lắng cát:

Trên công trình xử lý nước thải, việc lắng cát lại trong bể lắng gây khó khăn cho công tác lấy cặn. Ngoài ra trong cặn có cát thì có thể làm cho các ống dẫn bùn của các bể lắng không hoạt động được, máy bơm chóng hỏng. Đối với bể metan và bể lắng hau vò thì cát là một chất thừa, do đó xây dựng các bể lắng cát trên trạm xử lý khi lưu động nước thải lớn hơn $100 \text{ m}^3/\text{ngày}$ là cần thiết. Có 3 loại bể lắng cát:

- + Bể lắng cát ngang nước chảy thẳng hoặc vòng.
- + Bể lắng cát đứng nước dâng từ dưới lên.
- + Bể lắng cát nước chảy xoắn ốc.

Lượng cát giữ lại ở bể lắng cát phụ thuộc vào các yếu tố: loại hệ thống thoát nước, tổng chiều dài mạng lưới, điều kiện sử dụng, tốc độ nước chảy, thành phần và tính chất nước thải....



Hình 2.2: Bể lắng cát ngang.

Bể lắng

Dùng để tách các chất rắn vô cơ có trọng lượng riêng lớn hơn nhiều so với trọng lượng riêng nước thải như: xỉ, than, cát... các chất rắn nặng hơn nhiều

khối lượng riêng của nước thải lắng xuống đáy còn các chất có khối lượng riêng nhỏ hơn nổi lên trên mặt nước (thường là dầu mỡ). Dùng các thiết bị thu gom và vận chuyển các chất rắn lắng và nổi ra công trình xử lý cặn. Theo chiều nước thải chảy trong bể có thể chia làm 3 loại bể lắng:

+ Bể lắng ngang: Nước chảy theo phương ngang từ đầu tới cuối bể.

+ Bể lắng đứng: Nước chảy từ dưới lên trên theo chiều thẳng đứng.

+ Bể lắng radian: Nước chảy từ tâm ra quanh thành bể hoặc có thể ngược lại.

Ngoài ra trong thực tế người ta còn sử dụng những loại bể lắng có chứa buồng keo tụ bên trong và bể lắng là bể chứa kín hoặc hở.

Bể tách dầu mỡ

Trong nhiều loại nước thải có chứa dầu mỡ. Dầu mỡ là những chất nổi, chúng sẽ gây ảnh hưởng xấu đến các công trình thoát nước và nguồn tiếp nhận. Chất mỡ sẽ bịt kín lỗ hỏng giữa các hạt vật liệu lọc trong bể sinh học, cánh đồng tưới, cánh đồng lọc. Chúng sẽ phá hủy cấu trúc bùn hoạt tính trong bể aroten, gây khó khăn quá trình lên men... Vì vậy người ta phải thu hồi những chất này trước khi thải vào hệ thống thoát nước sinh hoạt và sản xuất.

Tại bể tách dầu mỡ có thể dùng phương pháp thủ công hút dầu mỡ hoặc dùng các tấm hút dầu.

Bể lọc

Người ta dùng bể lọc để tách các tạp chất nhỏ khỏi nước thải (bụi, dầu, mỡ trôi...) mà ở bể lắng không giữ lại được. Những loại vật liệu lọc có thể sử dụng là cát thạch anh, than cốc hoặc sỏi nghiền... Việc chọn vật liệu lọc phụ thuộc vào loại nước thải và điều kiện địa phương.

Bên cạnh các bể lọc với lớp vật liệu lọc, người ta sử dụng các máy vi lọc có lưới và lớp vật liệu tự hình thành khi máy vi lọc hoạt động. Các loại máy vi lọc này thường được sử dụng xử lý nước thải có chứa chất rắn dạng sợi mảnh nhỏ.

Bảng 2.5 chức năng các công trình, thiết bị trong hệ thống xử lý nước thải.

Công trình hoặc thiết bị	Chức năng
Lưu lượng thiết kế	Theo dõi quản lý lưu lượng nước thải
Song chắn rác, lưới chắn rác	Loại bỏ rác có kích thước lớn
Thiết bị nghiền rác	Nghiền các loại rác có kích thước lớn
Bể điều lưu	Điều hòa lưu lượng cũng như khối lượng các chất ô nhiễm
Thiết bị khuấy trộn	Khuấy trộn các hóa chất và chất khí với nước thải, giữ các chất rắn ở trạng thái lơ lửng
Bể tạo bông cặn	Tạo điều kiện để các hạt nhỏ liên kết với nhau thành bông cặn để chúng có thể lắng được
Bể lắng	Loại các cặn lắng, cô đặc bùn
Bể tuyển nổi	Loại các chất rắn có kích thước nhỏ và tỷ trọng gần bằng tỷ trọng của nước
Bể lọc	Loại bỏ các chất rắn có kích thước nhỏ còn sót lại sau khi xử lý hóa hoặc sinh học
Siêu lọc	Lọc tảo trong các hồ cố định nước thải
Trao đổi khí	Đưa thêm hoặc khử đi các chất khí trong nước thải
Làm bay hơi và khử các chất khí	Khử các chất hữu cơ bay hơi có trong nước thải
Khử trùng	Loại bỏ các vi sinh vật bằng hóa chất, tia UV

Trường hợp khi mức độ cần làm sạch nước thải không cao lắm và các điều kiện vệ sinh cho phép thì phương pháp lý học giữ vai trò chính trong trạm xử lý. Trong các trường hợp khác phương pháp lý học chỉ là làm sạch sơ bộ trước khi xử lý sinh học.

2.3.2 Phương pháp hóa học

Cơ sở của phương pháp hóa học là các phản ứng hóa học, các quá trình hóa lý diễn ra giữa chất bản và chất cho thêm vào. Các phương pháp hóa học là đông tụ, trung hòa, hấp phụ và oxy hóa. Thông thường các quá trình keo tụ thường đi kèm với quá trình trung hòa hoặc các hiện tượng vật lý khác. Những phản ứng xảy ra là phản ứng trung hòa, phản ứng oxy hóa-khử, phản ứng tạo chất kết tủa hoặc phản ứng phân hủy các chất độc hại.

Phương pháp đông tụ-tạo bông

Đông tụ và tạo bông là một công đoạn của quá trình xử lý nước thải, mặc dù chúng chỉ là hai quá trình riêng biệt nhưng chúng không thể tách rời nhau. Vai trò của quá trình đông tụ và tạo bông nhằm loại bỏ huyền phù, chất keo có trong nước thải.

Đông tụ là phá vỡ tính bền vững của các hạt keo bằng cách đưa thêm chất phản ứng gọi là chất đông tụ.

Tạo bông (kết bông) là tích tụ các hạt “đã phá vỡ độ bền” thành các cụm nhỏ sau đó kết thành cụm lớn hơn và có thể lắng được gọi là quá trình tạo bông. Quá trình tạo bông có thể được cải thiện bằng cách đưa thêm vào các chất phản ứng gọi là chất trợ tạo bông. Tuy nhiên quá trình tạo bông chịu sự chi phối của 2 hiện tượng: kết bông động học và kết bông Orthocinetique.

Kết bông động học liên quan đến khuếch tán Brao (chuyển động hỗn độn), kết bông dạng này thay đổi theo thời gian và chỉ có tác dụng đối với hạt nhỏ hơn 1 micromet. Kết bông Orthocinetique liên quan đến quá trình tiêu hao năng lượng và chế độ của dòng chảy là chảy ngầm hay chảy rối.

Bảng 2.6 Quá trình đông tụ của bông.

Giai đoạn	Đặc điểm	Thuật ngữ
Cho thêm chất đông tụ	Phản ứng với nước, ion hóa, thủy phân, polymer hóa	Thủy phân
Phá hủy tính bền	Đặc tính hút ion làm đông lạnh bề mặt các phân tử. Đặc tính liên quan đến ion hoặc trường hợp bề mặt phân tử.	Đông tụ
Vận chuyển	Chuyển động Brao	Kết bông ngoại vi
	Năng lượng tiêu tán	Kết bông trực giao

Để tăng quá trình lắng các chất lơ lửng hay một số tạp chất người ta thường sử dụng các chất làm đông tụ, kết bông như nhôm sunfat, sắt sunfat, polymer nhôm...

Để phản ứng diễn ra hoàn toàn và tiết kiệm hóa chất thì phải khuấy trộn đều nước thải, liều lượng hóa chất cần tính bằng Grotamet. Tùy vào các chất tạo bông và chất phụ trợ mà điều chỉnh pH cho tối ưu.

Phương pháp trung hòa

Phương pháp trung hòa chủ yếu được sử dụng trong nước thải công nghiệp có chứa kiềm hay axit. Để tránh hiện tượng nước thải gây ô nhiễm môi trường xung quanh thì người ta phải trung hòa nước thải, với mục đích là làm lắng các muối của kim loại nặng xuống và tách chúng khỏi nước thải. Trong thực tế nước thải phải có pH từ 6.7-8.5 thì nước thải đó mới được coi là đã trung hòa.

Phương pháp hấp phụ

Phương pháp hấp phụ dùng để loại hết các chất bẩn hòa tan vào nước mà phương pháp xử lý sinh học cùng các phương pháp khác không thể loại bỏ được với hàm lượng rất nhỏ. Thông thường đây là các hợp chất hòa tan có độc tính cao hoặc các chất có màu, mùi rất khó chịu.

Các chất hấp phụ thường dùng là: than hoạt tính, đất sét hoạt tính, silicagen, keo nhôm...trong số này, than hoạt tính thường được sử dụng phổ biến nhất. Các chất hữu cơ, các chất màu, kim loại nặng dễ bị than hấp phụ. Lượng chất hấp phụ tùy thuộc vào khả năng của từng loại chất hấp phụ và hàm lượng chất bị hấp phụ. Phương pháp này có thể hấp phụ 58-95 % chất hữu cơ màu.

Phương pháp oxy hóa-khử

Oxi hóa bằng không khí dựa vào khả năng hòa tan của oxy vào nước. Phương pháp thường dùng để oxy hóa Fe^{2+} thành Fe^{3+} . Ngoài ra còn dùng để loại bỏ một số hợp chất như: H_2S , CO_2 . Tuy nhiên cần phải lưu ý hàm lượng khí sục vào nếu không sẽ làm tăng pH của nước.

Oxy hóa bằng các chất hóa học như Clo, ozôn. Clo là một trong các chất dùng để khử trùng nước, khi hòa tan trong nước tạo thành $HClO$ có tác dụng diệt khuẩn. Clo có khả năng giữ lại trong nước không lâu, dễ dàng bị bay hơi khi ra ngoài môi trường. Ozôn có khả năng oxy hóa mạnh thường dùng trong khử trùng nước uống.

Phương pháp oxy hóa điện hóa

Thường dùng xử lý nước thải chứa kim loại. Nếu xử lý nước thải bằng điện phân nước thì nước thải có thể dùng lại được và dung dịch Axit sunfuric có thể dùng lại cho quá trình điện phân sau.

Bảng 2.7 ứng dụng quá trình xử lý hóa học. [8]

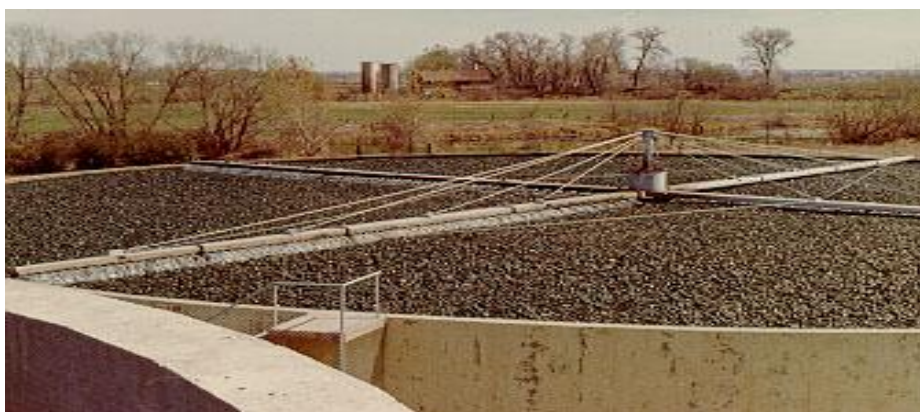
Quá trình	Ứng dụng
Trung hòa	Để trung hòa nước thải có độ kiềm hoặc độ axit cao
Keo tụ	Loại bỏ photpho và tăng hiệu quả lắng của các chất rắn lơ lửng trong các công trình lắng sơ cấp
Hấp phụ	Loại bỏ các chất hữu cơ không thể xử lý được bằng phương pháp hóa học hay sinh học thông dụng. Cũng được dùng để khử chlor của nước thải sau xử lý, trước khi thải vào môi trường

Quá trình	Ứng dụng
Khử trùng	Để loại bỏ các vi sinh vật gây bệnh. Các phương pháp cần sử dụng là: chlorine, chlorine dioxide, bromide chlorine, ozone...
Khử chlor	Loại bỏ các hợp chất của chlorine còn sót lại sau quá trình khử trùng bằng chlor
Các quá trình khác	Nhiều loại hóa chất được sử dụng để đạt được những mục tiêu nhất định vào đó. Ví dụ như dùng hóa chất để kết tủa các kim loại nặng trong nước thải

2.3.3 Phương pháp sinh học

Xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học là dựa trên hoạt động sống của sinh vật, chủ yếu là vi khuẩn dị dưỡng hoại sinh có trong nước thải. Quá trình hoạt động của chúng cho kết quả là các chất hữu cơ gây nhiễm bẩn được khoáng hóa và trở thành chất vô cơ, các chất khí đơn giản và nước.

Các quá trình sinh học có thể diễn ra trong các khu vực tự nhiên, hoặc các bể được thiết kế và xây dựng để phục vụ cho việc xử lý một loại nước thải cụ thể nào đó.



Hình 2.3 Bể lọc sinh học biofilter.

Dạng thứ nhất: gồm các loại cánh đồng tưới, cánh đồng lọc, hồ sinh vật... Trong điều kiện xử lý nước ta, các công trình xử lý sinh học tự nhiên có một ý

ngiã to lớn. Thứ nhất nó giải quyết vấn đề làm sạch nước thải đến mức độ cần thiết, thứ hai nó phục vụ tưới ruộng làm màu mỡ đất đai và nuôi cá. Điều kiện quan trọng là cần nghiên cứu tìm cho được các thông số tính toán thích hợp với điều kiện nước ta và trên cơ sở đó tìm phương pháp xử lý tối ưu nhất. Tuy nhiên, việc vận chuyển hay lắp đặt các hệ thống dẫn nước thải sau xử lý đến nơi cần tưới tiêu có thể là một giới hạn cho ứng dụng này do chi phí đầu tư cao.

Dạng thứ hai: gồm các công trình như bể bùn hoạt tính, bể lọc sinh học nhỏ giọt, bể lọc sinh học cao tải, hầm ủ biogas...

Giai đoạn xử lý sinh học được tiến hành sau giai đoạn xử lý lý học. Bể lắng ở trước giai đoạn xử lý sinh học được gọi là bể lắng sơ cấp. Sau giai đoạn xử lý sinh học bằng biofilm hoặc bùn hoạt tính, để loại màng vi sinh vật và bùn hoạt tính ra khỏi nước thải người ta thường dùng bể lắng thứ cấp. Sau bể lắng thứ cấp thường là quá trình khử trùng để loại bỏ các vi sinh vật gây bệnh.

Xử lý cặn của nước thải: các cặn của nước thải ở các bể lắng cũng cần phải xử lý. Thường người ta sử dụng một phần lượng cặn ở bể lắng thứ cấp để bơm hoàn lưu vào bể aroten nhằm mục đích bổ sung lượng vi khuẩn hoạt động cho công trình này. Phần còn lại cộng với cặn lắng của bể lắng sơ cấp được đưa vào bể tự hoại, để ủ phân bùn, sản phẩm phân, ủ phân compost, thiết bị lắng bùn để xử lý tiếp.

Bảng 2.8 Các quá trình sinh học trong xử lý nước thải. [5]

Loại	Tên gọi	Áp dụng
<i>Quá trình hiếu khí:</i> - Sinh trưởng lơ lửng	- Quá trình bùn hoạt tính thông thường (dòng chảy) - Xáo trộn hoàn toàn - Làm thoáng theo bậc - Oxi nguyên chất - Bể phản ứng hoạt động gián đoạn	- Khử BOD chứa cacbon - Ổn định BOD-chứa cacbon - Nitrat hóa

Loại	Tên gọi	Áp dụng
<ul style="list-style-type: none"> - Sinh trưởng gắn kết - Kết hợp sinh trưởng lơ lửng và gắn kết 	<ul style="list-style-type: none"> - Ổn định tiếp xúc - Làm thoáng kéo dài - Kênh oxy hóa - Nitrat hóa sinh trưởng lơ lửng - Hồ làm thoáng - Phân hủy hiếu khí - Bể lọc sinh học - Tháp tải nhỏ giọt - Cao tải - Lọc trên bề mặt xù xì - Địa tiếp xúc sinh học - Quá trình lọc sinh học hoạt tính - Lọc nhỏ giọt-vật liệu rắn tiếp xúc - Quá trình bùn hoạt tính-lọc sinh học - Quá trình lọc sinh học-bùn hoạt tính nối tiếp nhiều bậc 	<ul style="list-style-type: none"> - Khử BOD chứa cacbon-nitrat hóa - Khử BOD chứa cacbon
<p><i>Quá trình trung gian Anoxic:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Sinh trưởng lơ lửng - Sinh trưởng gắn kết 	<ul style="list-style-type: none"> - Sinh trưởng lơ lửng khử nitrat hóa - Màng cố định khử nitrat hóa 	<p>Khử nitrat hóa</p>
<p><i>Quá trình kỵ khí:</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Lên men phân hủy kỵ khí 	<ul style="list-style-type: none"> - Ổn định, khử BOD

Loại	Tên gọi	Áp dụng
<ul style="list-style-type: none"> - Sinh trưởng lơ lửng - Sinh trưởng gắn kết 	<ul style="list-style-type: none"> - Tác động tiêu chuẩn một bậc - Cao tải một bậc - Hai bậc - Quá trình tiếp xúc kị khí - Lớp bùn lơ lửng kị khí hướng lên - Quá trình lọc kị khí 	<ul style="list-style-type: none"> chứa cacbon - Khử BOD chứa cacbon - Ổn định chất thải và khử nitrat hóa
Quá trình ở hồ	<ul style="list-style-type: none"> - Hồ hiếu khí - Hồ bậc ba - Hồ tùy tiện - Hồ kị khí 	<ul style="list-style-type: none"> - Khử BOD chứa cacbon - Khử BOD chứa cacbon-nitrat

Nước thải sau khi xử lý bằng phương pháp sinh học còn chứa nhiều vi khuẩn. Hầu hết các loại vi khuẩn có trong nước thải không phải là vi trùng gây bệnh, nhưng không loại trừ khả năng tồn tại một vài loài vi khuẩn gây bệnh nào trong nước thải ra nguồn cấp nước, hồ bơi, hồ nuôi cá thì khả năng lan truyền bệnh sẽ rất cao, do đó phải có biện pháp tiệt trùng nước thải trước khi xả ra nguồn tiếp nhận. Các biện pháp tiệt trùng nước thải phổ biến hiện nay là:

- + Dùng Clo hơi qua thiết bị định lượng Clo
- + Dùng Hypoclorit-canxi dạng bột hòa tan thành dung dịch 3-5 % rồi định lượng vào bể tiếp xúc
- + Dùng Hydroclorit-natri, nước javel NaClO
- + Dùng Ozôn, dẫn ngay vào bể khi vừa tạo ra
- + Dùng tia cực tím

Từ trước đến nay, khi tiệt trùng nước thải hay dung Clo hơi và các hợp chất của Clo vì nó là hóa chất được các ngành công nghiệp dùng nhiều, có sẵn trên thị trường, giá thành chấp nhận được mà hiệu quả xử lý lại cao. Nhưng những năm

gần đây các nhà khoa học đưa ra khuyến cáo nên hạn chế dùng Clo để tiệt trùng nước thải vì:

+ Lượng Clo dư trong nước thải để đảm bảo an toàn và ổn định cho quá trình tiệt trùng sẽ gây hại cho cá và các sinh vật nước có ích khác.

+ Clo kết hợp với Hydrocacbon thành hợp chất có hại cho môi trường sống

Trong quá trình xử lý nước thải, công đoạn khử khuẩn thường được đặt ở cuối quá trình, trước khi làm sạch triệt để và chuẩn bị đổ vào nguồn tiếp nhận.

2.4 Tìm hiểu vùng đất ngập nước trong xử lý nước thải

2.4.1 Cấu tạo vùng đất ngập nước [6]

Có các loại thiết kế khác nhau của bãi lọc trồng cây được xây dựng (Haberl,1999), có thể được phân loại theo các mục sau:

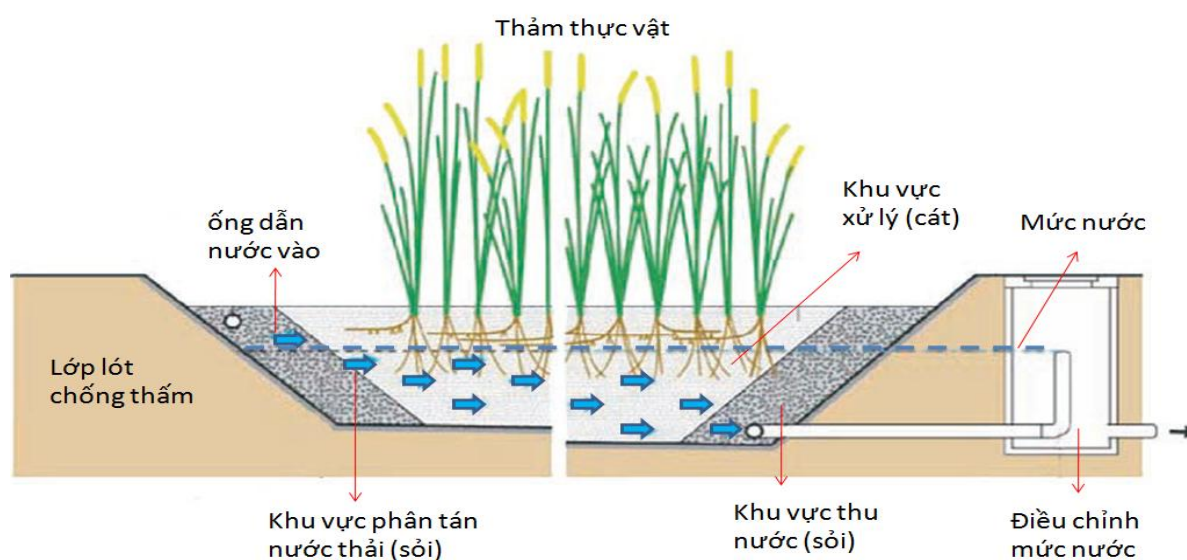
Dựa theo cách thức bố trí thực vật trong vùng ngập nước (trôi nổi tự do, nổi, chìm).

- Theo dòng chảy của nước thải (dòng chảy đứng, dòng chảy ngang, kết hợp giữa dòng chảy đứng và ngang.)
- Cấu tạo hệ thống vùng đất ngập nước (hệ thống hybrid, một bãi lọc, nhiều bãi lọc kết hợp).
- Loại nước thải xử lý.
- Mức độ xử lý nước thải (sơ cấp ,trung cấp).
- Loại chất nền (sỏi, đá, cát, vv...).
- Loại tải (liên tục và không liên tục).

Hai loại chủ yếu được nghiên cứu và đề cập đến là dòng chảy dưới vùng đất ngập nước, đó là dòng chảy ngang (HF) và dòng chảy đứng (VF)

2.4.1.1 Bãi lọc trồng cây dòng chảy ngang (Horizontal flow-HF)

Hình 2.4 cho thấy mặt cắt ngang của một bãi lọc dòng chảy ngang (HF). Nước thải chảy ngầm trong lớp vật liệu nền và đi qua bộ rễ của thực vật dùng để xử lý theo chiều ngang từ đầu tới cuối bãi lọc. Nước thải sẽ được làm sạch bởi các quá trình hóa học, lý học và sinh học (Cooper et al. 1996). HF có thể loại bỏ hiệu quả các chất ô nhiễm hữu cơ (TSS, BOD và COD). Việc chuyển hóa oxy trong vùng đất ngập nước còn hạn chế nên việc loại bỏ nitrogen còn hạn chế, tuy nhiên lại rất hiệu quả trong việc loại bỏ nitrat.



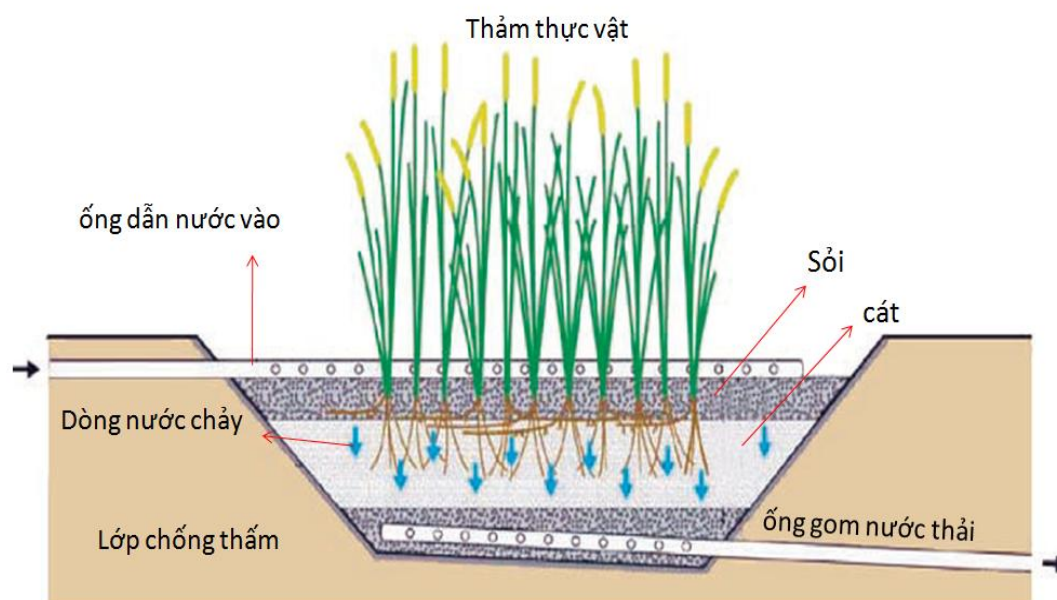
Hình 2.4: Mặt cắt ngang bãi lọc trồng cây dòng chảy ngang. [6]

2.4.1.2 Bãi lọc trồng cây dòng chảy đứng (Vertical flow-VF)

Bãi lọc ngập nước dòng chảy đứng (VF) bao gồm mặt bằng bằng phẳng, cát, sỏi và phía trên cát sỏi là thảm thực vật. (hình 2.5)

Bãi lọc được cung cấp nước liên tục ngập bề mặt bãi lọc. nước thải chảy xuống qua lớp sỏi cát theo chiều thẳng đứng xuống hệ thống thu gom nước dưới đáy. Các rãnh nước chảy cho phép khuếch tán oxy vào lớp nền một cách dễ dàng và ổn định. Sự khuếch tán không khí xảy ra liên tục trên bề mặt bãi lọc. Vì vậy các quá trình chuyển hóa hiệu quả hơn, tăng khả năng loại bỏ nitrat. Hệ thống

định lượng giúp tăng khả năng khuếch tán oxy vào bãi lọc. Platzer (1998) cho thấy hệ thống định lượng chuyên 23 đến $64\text{g O}_2.\text{m}^{-2}.\text{d}^{-1}$, trong khi Brix (1997) cho thấy lượng oxy chuyển thông thường chuyển qua cây cối thông thường chỉ là $2\text{g O}_2.\text{m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ tới vùng rễ mà được sử dụng chủ yếu bởi thân và rễ của mình.



Hình 2.5. Sơ đồ mặt cắt ngang của một bãi lọc dòng chảy đứng. [6]

Thế hệ mới nhất của vùng đất ngập nước xây dựng đã được phát triển như là hệ thống dòng chảy dọc với tải liên tục. Lý do của việc quan tâm phát triển trong việc sử dụng các hệ thống dòng chảy dọc là:

- VF có năng lực chuyển oxy lớn.
- VF nhỏ hơn đáng kể so với hệ thống HF
- VF có hiệu quả có thể loại bỏ BOD_5 , COD và các mầm bệnh.

2.4.1.3 Kết hợp HF và VF

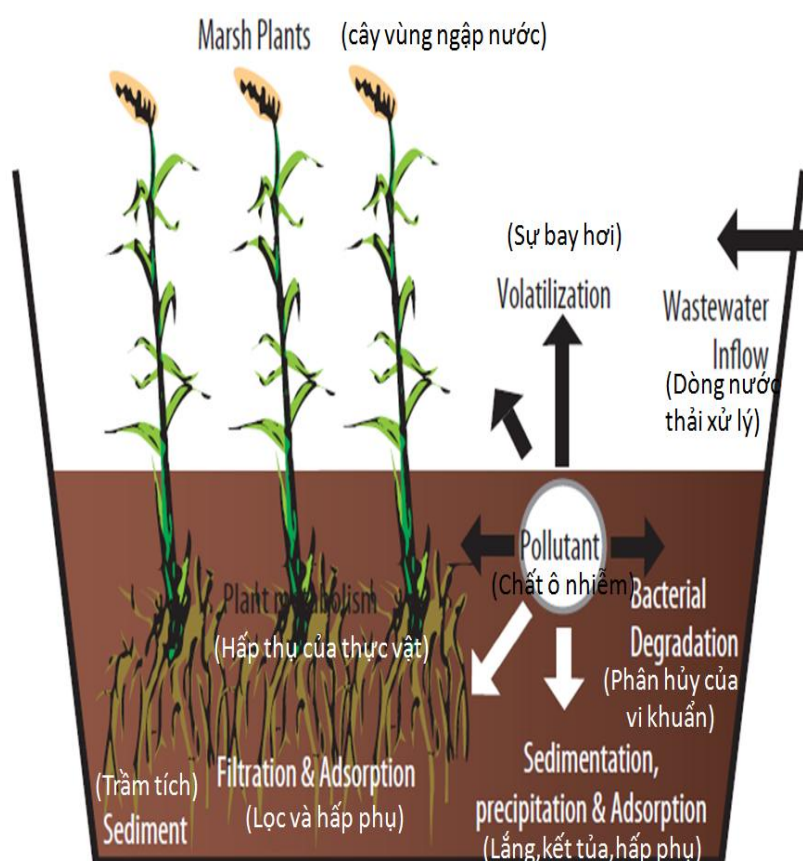
HF đất ngập nước được dùng để loại bỏ BOD_5 và TSS cho xử lý nước thải thứ cấp nhưng không phải cho quá trình nitrat hóa do năng lực hạn chế chuyển oxy. Kết quả là sự quan tâm ngày càng tăng trong VF vì có thể chuyển oxy lớn hơn nhiều năng lực và yêu cầu diện tích ít hơn đáng kể so với HF. Nhưng VF cũng có một số hạn chế như kém hiệu quả trong việc loại bỏ các chất rắn và có

thể bị tắc nghẽn trong lớp lọc nếu lựa chọn vật liệu đệm không chính xác. Do những lý do đó người ta ngày càng quan tâm đến sự kết hợp giữa 2 phương thức (hybrid). Trong các hệ thống này, những ưu điểm và nhược điểm của HF và VF có thể kết hợp để bổ sung cho nhau.

Tùy thuộc vào mục đích, người ta có thể xây dựng hệ thống HF hoặc VF hoặc có thể kết hợp cả hai hệ thống vào quá trình xử lý nước thải.

2.4.2 Cơ chế xử lý nước thải

Một vùng đất ngập nước là một tập hợp phức tạp của nước thải, chất nền, thảm thực vật và tập hợp các vi sinh vật (vi khuẩn quan trọng nhất). Thảm thực vật đóng một vai trò quan trọng trong các vùng đất ngập nước vì chúng cung cấp các bề mặt và một môi trường thích hợp cho sự phát triển của vi sinh vật và có vai trò quan trọng trong quá trình lọc. Các chất ô nhiễm được loại bỏ trong các vùng đất ngập nước bởi một số quá trình vật lý, hóa học và các quá trình sinh học như mô tả trong hình 2.6



Hình 2.6. Cơ chế xử lý nước thải trong bãi lọc. [6]

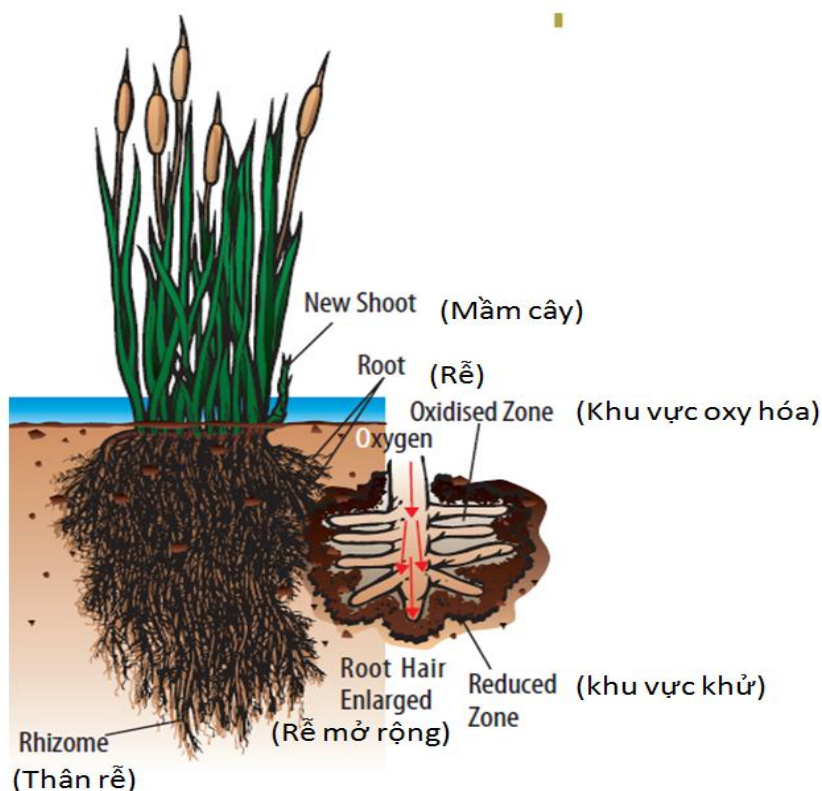
Cơ chế loại bỏ chất ô nhiễm của vùng đất ngập nước thể hiện trong bảng sau:

Bảng 2.9 Cơ chế loại bỏ chất ô nhiễm. [6]

Thành phần nước thải	Cơ chế xử lý
Chất rắn lơ lửng	Lắng đọng Lọc
Chất hữu cơ hòa tan	Phân giải của vi sinh vật kỵ khí Phân giải của vi sinh vật hiếu khí
Photpho	Sự hấp thụ của thực vật Sự hấp phụ của đá
Nitơ	Amoni hóa và nitrat hóa của vi sinh vật Khử nitơ Sự hấp thụ của thực vật Sự hấp phụ của đá Sự bay hơi của amoniac (chủ yếu trong SF)
Kim loại	Sự hấp phụ và trao đổi cation Tạo phức Kết tủa Sự hấp thụ của thực vật Quá trình oxy hóa của vi sinh vật
Mầm bệnh	Lắng đọng Quá trình lọc Chết tự nhiên Cạnh tranh tấn công nhau Tia cực tím Bài tiết chất kháng sinh từ rễ thực vật

Các chất rắn lắng đọng và lơ lửng không được xử lý tốt trong xử lý sơ cấp sẽ được loại bỏ trong bãi lọc ngập nước bằng quá trình lắng và lọc. Các hạt bị giữ lại do dòng chảy qua các mao quản có kích thước nhỏ.

Sự phát triển của các vi sinh vật cố định hay lơ lửng giúp loại bỏ các chất hữu cơ, trong cả quá trình hiếu khí (có oxy hòa tan) và quá trình kỵ khí (không có oxy hòa tan). Oxy cần thiết cho quá trình hiếu khí được cung cấp trực tiếp từ không khí bằng cách khuếch tán hoặc oxy từ rễ thực vật, tuy nhiên việc chuyển oxy từ rễ là không đáng kể. (hình 2.7)



Hình 2.7: Quá trình khuếch tán oxy qua rễ. [6]

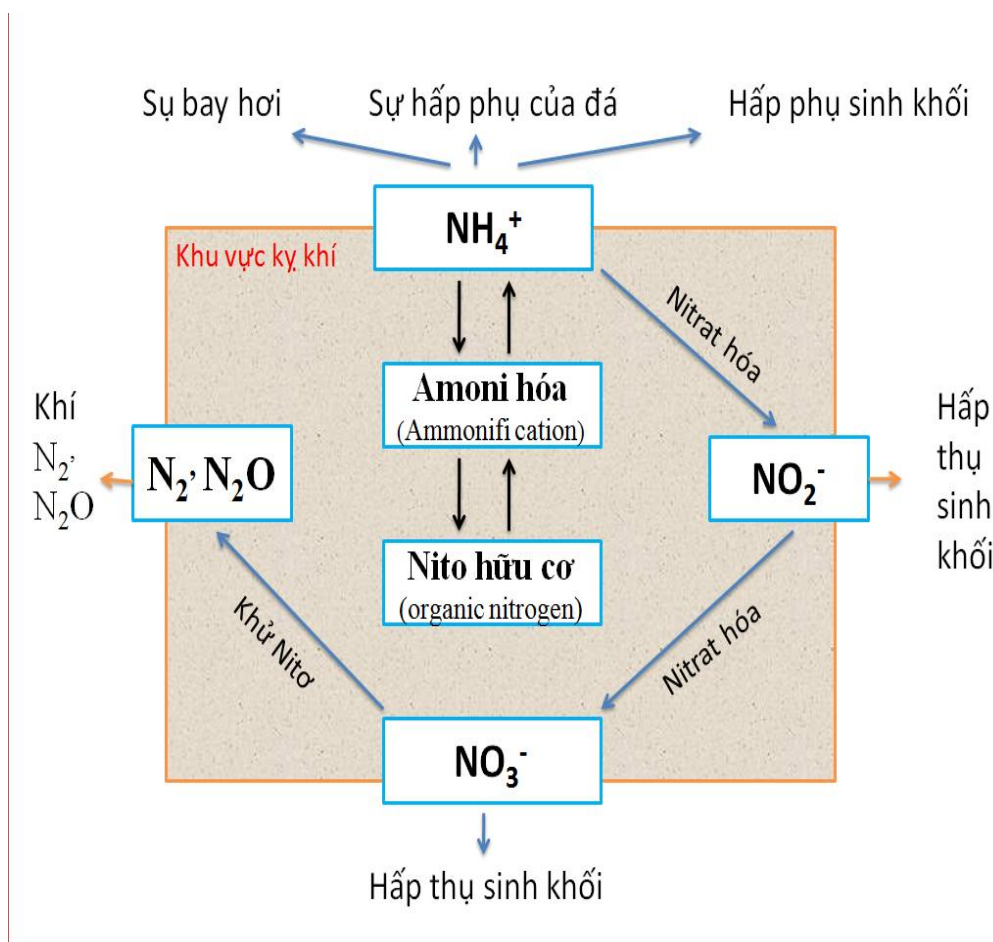
Các cơ chế để loại bỏ phốt pho trong vùng đất ngập là hấp phụ, tạo phức và kết tủa, lưu trữ, sự hấp thu thực vật và sinh vật đồng hoá (Watson et al., 1989).

Cơ chế loại bỏ nitơ trong đất ngập nước rất đa dạng bao gồm bay hơi, amoni hóa, nitrat hóa / khử nitơ, sự hấp thu thực vật và sự hấp phụ của đá (hình 2.8). Các cơ chế loại bỏ chính ở hầu hết các vùng đất ngập nước xây dựng là quá trình nitrat hóa của vi sinh vật / khử nitơ. Amoniac được oxy hóa thành nitrat

bởi vi sinh vật hiếu khí, nitrat được chuyển đổi thành N_2 bởi vi khuẩn khử nito trong quá trình kỵ khí.

Quá trình loại bỏ kim loại trong vùng đất ngập nước là các quá trình lắng đọng, lọc, hấp phụ, phức, kết tủa, trao đổi cation, sự hấp thụ thực vật và vi sinh vật đặc biệt là bằng các phản ứng oxy hóa. Sự hấp phụ phụ thuộc vào khả năng liên kết của ion kim loại với bề mặt rỗng thực vật và của đá trong lớp nền, còn các vi khuẩn thúc đẩy các quá trình kết tủa và sunphat hóa. Một số loại thực vật có khả năng hấp thụ kim loại trực tiếp rất hiệu quả.

Tác nhân gây bệnh được loại bỏ trong đất ngập nước theo thời gian chủ yếu là bởi lắng đọng, lọc và hấp phụ bởi sinh khối. Một khi những sinh vật này kẹt bên trong hệ thống, số lượng của chúng giảm nhanh chóng, chủ yếu là bởi các quá trình tự nhiên chết hàng loạt và cạnh tranh sinh tồn.



Hình 2.8 : Biến đổi nito trong một vùng đất ngập nước. [6]

CHƯƠNG III: TÍNH TOÁN THIẾT KẾ HỆ THỐNG

3.1 Các thông số nước thải

3.1.1 Nồng độ các chất trong nước thải

Nước thải xử lý bao gồm nước xám và nước đen đã qua bể tự hoại nên nồng độ các chất ô nhiễm đã giảm bớt. Khóa luận chỉ thiết kế hệ thống xử lý nước thải bằng bãi lọc trồng cây dòng chảy ngang, áp dụng cho một cụm dân cư giả định với công suất là 30 m³/ngày.

Bảng 3.1 Đặc trưng nước thải sinh hoạt cần xử lý. [2]

Đại lượng	Thông số (mg/l)
Chất rắn lơ lửng	100
Amoni (N-NH ₄)	10
BOD ₅	200
Nitơ tổng	30
COD	300

Nước thải sinh hoạt chứa nhiều chất hữu cơ dễ bị phân hủy sinh học, ngoài ra còn có cả các thành phần vô cơ, vi sinh vật và vi trùng gây bệnh rất nguy hiểm. Nồng độ chất hữu cơ trong nước thải sinh hoạt dao động trong khoảng 150-450 mg/l theo trọng lượng khô. Trong nước thải sinh hoạt chứa rất nhiều các chất dinh dưỡng cần thiết cho sự phát triển của vi sinh vật.

3.1.2 Yêu cầu nước thải đầu ra

Yêu cầu nước thải đầu ra phải đạt tiêu chuẩn Quy chuẩn 14 : 2008 BTNMT – Loại A

Bảng 3.2 : thông số nước thải đầu ra (theo QCVN 14 : 2008 BTNMT – Loại A)

Số tt	Thông số	Đơn vị	Thông số đầu vào	Giá trị loại A
1	pH	-	5-7.5	5-9
2	BOD ₅ (20 ⁰ C)	mg/l	200	30
3	Tổng chất rắn lơ lửng	mg/l	100	50
4	Tổng N	mg/l	30	50
6	COD	mg/l	300	50

3.1.3 Giá trị lưu lượng dùng để thiết kế

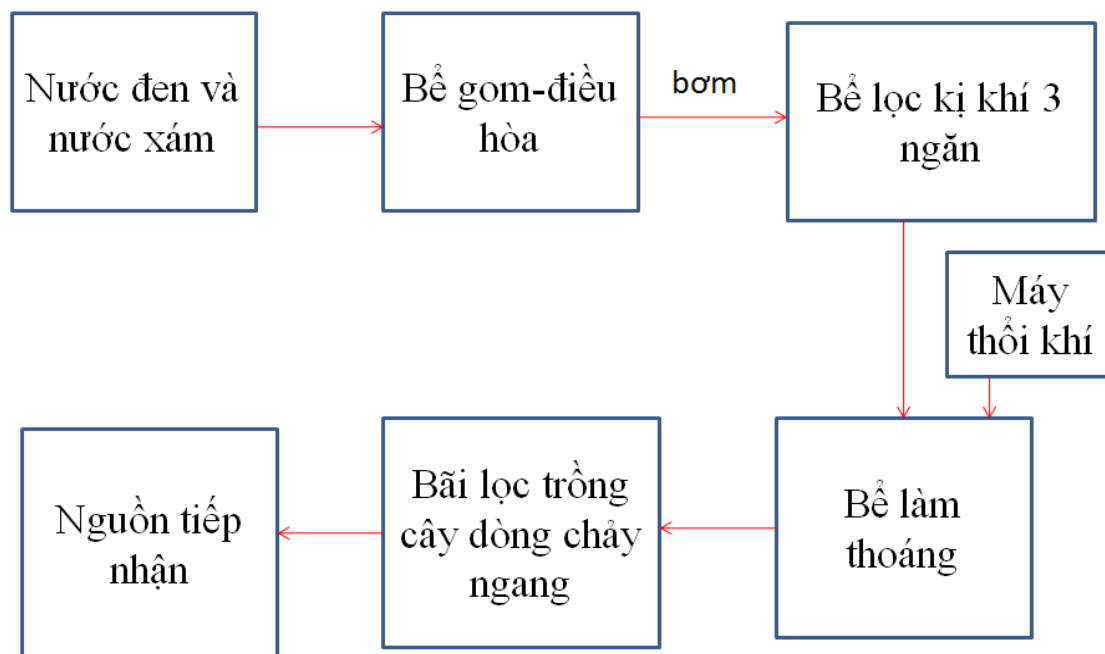
$$Q_{tb} = 30 \text{ m}^3 / \text{ngày} = 1.25 \text{ m}^3/\text{h} = 0.00034722 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{max} = K_{max} \times Q_{tb} = 3 \times Q_{tb} = 3.75 \text{ m}^3/\text{h}$$

Với $Q_{tb} = 30 \text{ m}^3/\text{ngày}$ thì hệ số điều hòa là $K_{max} = 3.0$ (theo TCXDVN 51-2008)

3.2 Đề xuất phương án thiết kế bãi lọc trồng cây dòng chảy ngang xử lý nước thải sinh hoạt

Định hướng của đề tài là thiết kế bãi lọc trồng cây dòng chảy ngang cùng với các hệ thống phụ trợ để xử lý nước thải sinh hoạt. Hệ thống xử lý này được thiết kế cho một cụm dân cư giả định với công suất $30 \text{ m}^3/\text{ngày}$. Sơ đồ hệ thống xử lý như sau:



Hình 3.1 Sơ đồ hệ thống xử lý nước thải sinh hoạt bằng bãi lọc trồng cây dòng chảy ngang.

Thuyết minh sơ đồ

Nước thải từ bể tự hoại và nước thải sinh hoạt của các hộ dân trong cụm dân cư theo hệ thống thoát nước chung đi vào hệ thống xử lý. Trước tiên nước thải đi qua song chắn rác để loại bỏ tạp chất có kích thước lớn rồi chảy vào bể gom-điều hòa. Bể gom-điều hòa còn giúp ổn định nồng độ nước thải và điều chỉnh lưu lượng xử lý của hệ thống. Sau đó nước thải được đưa vào bể lọc kị khí. Trong bể lọc kị khí nước thải được đưa từ dưới lên trên qua các lớp vật liệu lọc. Khi nước thải tiếp xúc với các lớp vật liệu lọc có vi khuẩn yếm khí dính bám, các chất hữu cơ trong nước thải được hấp phụ và phân hủy. Nước thải sau khi qua bể lọc kị khí sẽ chảy sang bể làm thoáng. Bể làm thoáng này có bố trí máy nén khí để tăng cường oxy cho nước thải trước khi vào bãi lọc trồng cây. Để tiết kiệm năng lượng bể làm thoáng được bố trí sao cho có cửa tràn cao hơn ống phân phối nước cho bãi lọc trồng cây dòng chảy ngang. Nước thải di chuyển theo các mao quản dưới bãi lọc theo phương ngang. Nhờ quá trình sinh trưởng

của hệ thực vật, vi sinh vật và các quá trình vật lý như: lắng, lọc, bốc hơi... mà các chất ô nhiễm trong nước thải được xử lý với hiệu quả cao. Hệ thống này còn có khả năng lưu giữ tốt một số kim loại nặng trong giới hạn không gây độc cho hệ thực vật, vi sinh vật. Bãi lọc trồng cây có khả năng khử vi trùng thông qua các quá trình tiêu hủy tự nhiên, bức xạ tử ngoại, cạnh tranh với các vi sinh vật khác. Nước thải sau khi đi qua bãi lọc được xả ra nguồn tiếp nhận.

3.3 Tính toán thông số hệ thống

Bể gom-điều hòa, bể lọc kị khí, làm thoáng xây nối tiếp nhau và có bề mặt cao hơn 0.5 m so với mặt bằng bãi lọc.

3.3.1 Song chắn rác

Nhiệm vụ

- Loại bỏ các chất thải rắn khô như nhánh cây, gỗ, nhựa, giấy...
- Rác sau khi tách ra ở song chắn rác sẽ được thu gom lại và xử lý theo định kì.

Thiết kế

Do lưu lượng xả thải thấp ($30 \text{ m}^3/\text{ngày}$) nên ta có thể sử dụng song chắn rác loại thô sơ và xử lý rác bằng phương pháp thủ công.

Chọn song chắn rác kích thước $0.3 \times 0.5 \text{ m}$; kích thước khe 0.02 m ; làm bằng thép không rỉ có $\Phi 0.006 \text{ m}$.

3.3.2 Bể gom - điều hòa [3]

- Thời gian lưu nước trong bể gom-điều hòa chọn là:

$$t_o = 2\text{h}-6\text{h} \text{ chọn } t_o = 4\text{h}$$

- Thể tích bể gom-điều hòa là: V_{dh}

$$V_{dh} = Q_{\max}^h \times t_o = 3.75 \times 4 = 15 \text{ m}^3$$

- V_{dh} : thể tích gom-bể điều hòa
 - Q_{\max}^h : Giá trị lưu lượng lớn nhất bằng 3 lần lưu lượng trung bình (TCXDVN 51-2008)
 - t_o : thời gian lưu nước
- + Chọn chiều cao hữu ích của bể là $h_1 = 1.5 \text{ m}$

- + Chọn chiều cao an toàn của bể là $h_o = 0.5$ m
- + Chiều cao toàn phần của bể là $H = h_1 + h_o = 1.5 + 0.5 = 2$ m
- + Diện tích bể gom-điều hòa là: F_{dh}

$$F_{dh} = \frac{V_{dh}}{H} = \frac{15}{2} = 7,5 \text{ m}^2$$

Chọn bể hình chữ nhật có kích cỡ là $L \times B = 2,5 \times 3$

- $L = 3$ m : chiều dài bể
 - $B = 2.5$ m : chiều rộng bể
- + Đường ống dẫn nước

$$D = \sqrt{\frac{4Q_{tb}}{v \times \pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 1.25}{3,14 \times (3600 \times 0.7)}} = 0.025 \text{ m} = 25 \text{ mm}$$

- $v = 0.7-1.5$ m/s chọn $v = 0.7$ m/s (theo TCXD 51:2008)
- $Q_{tb} = 1.25$ m³/h

Chọn ống nhựa Tiên Phong PVC $\Phi 27$ (theo Catalogue)

Sử dụng ống $\Phi 27$ cho nước từ bể gom-điều hòa sang bể lọc kỵ khí.

Lắp đặt máy bơm để bơm nước từ bể gom-điều hòa sang bể lọc kỵ khí.

- + Công suất máy bơm

$$N = \frac{Q_T \times \rho \times g \times H}{1000 \times H_0} = \frac{3.47 \times 10^{-4} \times 1000 \times 9.81 \times 5}{1000 \times 0.8} = 0.02 \text{ kW}$$

- Q_T : Lưu lượng trung bình nước thải m³/s.
- ρ : Khối lượng riêng của nước
- g : trọng lực trái đất $g = 9.81$
- H : chiều cao cột áp lấy $H = 5$ m
- H_0 : hiệu suất máy bơm, chọn $H_0 = 0.8$

Chọn máy bơm công suất 0.1 kW.

Sử dụng nắp đậy hình vuông kích thước 0.5×0.5 m

Bảng 3.3 Giá trị tính toán bể gom-điều hòa

STT	Giá trị	Thông số	Đơn vị
1	Chiều dài bể gom-điều hòa	3	m
2	Chiều rộng bể gom-điều hòa	2.5	m
3	Chiều cao bể gom-điều hòa	2	m
4	Ống nước sang bể lọc kỵ khí	Φ 27	mm
5	Nắp đáy	0.5 × 0.5	m
6	Máy bơm	0.1	kW

3.3.3 Bể lọc kỵ khí [1]

Mục đích

Phân hủy các hợp chất hữu cơ hòa tan trong nước thành chất vô cơ bền bằng vi sinh vật kỵ khí, tùy nghi bám trên vật liệu lọc.

Nguyên lý hoạt động

Nước xám và nước đen sau khi được xử lý tại bể tự hoại tiếp tục chảy sang bể gom-điều hòa rồi được bơm vào bể lọc kỵ khí theo chiều từ dưới lên, đi qua lớp vật liệu lọc có vi sinh vật. Bể lọc kỵ khí được chia làm 3 ngăn. Vật liệu lọc chọn là sỏi có đường kính 25 mm, vật liệu lọc được đổ lên trên tấm đan bê tông cốt thép có đục lỗ 20 mm, đặt cách đáy bể 20 cm, chiều cao lớp vật liệu lọc là 1 m. Chất hữu cơ khi tiếp xúc với màng vi sinh vật sẽ bị hấp phụ và phân hủy. Bùn cặn được giữ lại trong khe rỗng của lớp lọc. Sau khoảng 6 tháng đến 1 năm làm việc thì xả bùn và thay rửa lọc một lần. Nước thải được đưa nổi tiếp qua 3 ngăn lọc kỵ khí được đưa sang bãi lọc ngầm trồng cây dòng chảy ngang để xử lý tiếp.

Thiết kế bể lọc kỵ khí [3]

Bể lọc hình chữ nhật chia làm 3 ngăn bằng nhau. Trong mỗi ngăn có lớp vật liệu lọc là sỏi, chiều cao lớp vật liệu lọc là 1 m; lớp vật liệu lọc cách đáy 0.2 cách nắp đáy 0.2 m.

+ Diện tích bể

$$F = \frac{Q_{tb}}{U_o} = \frac{30}{1.5} = 20 \text{ m}^2$$

F: Diện tích bề lọc kỵ khí

Q_{tb} : lưu lượng nước trung bình

U_0 : tải trọng thủy lực, $U_0 = 0.5-1.5 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{ngày}$, chọn $U_0 = 1.5 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{ngày}$

+ Chiều cao bể lọc kỵ khí

$$h = h_1 + h_2 + h_3 = 0.2 + 1 + 0.2 = 1.4 \text{ m}$$

– h: chiều cao bể lọc kỵ khí (m)

– h_1 : chiều cao từ mặt vật liệu lọc đến mặt nước thu (m)

– h_2 : chiều cao lớp vật liệu lọc (m)

– h_3 : chiều cao từ lớp vật liệu lọc xuống đáy (m)

+ Lượng sỏi dùng trong bể lọc kỵ khí

$$V_{\text{sỏi}} = h_2 \times F = 1 \times 20 = 20 \text{ m}^3$$

+ Thời gian lưu nước mỗi ngăn

$$t = \frac{V}{3 \times Q} \times 24 = \frac{28 \times 24}{3 \times 30} = 7.4 \text{ h}$$

Bể được xây dựng cạnh bãi lọc trồng cây, âm xuống đất nhưng vẫn đảm bảo có mặt bằng cao hơn mặt bằng bãi lọc trồng cây 0.5 m. Có nắp đậy kiểm tra, bảo dưỡng ngăn lọc.

+ Chọn kích thước nắp đậy các bể là $0.5 \times 0.5 \text{ m}$

+ Chọn chiều rộng bể là: $b = 3 \text{ m}$

+ Chiều dài bể là: $L = \frac{L}{B} = \frac{20}{3} = 6,66 \text{ m}$

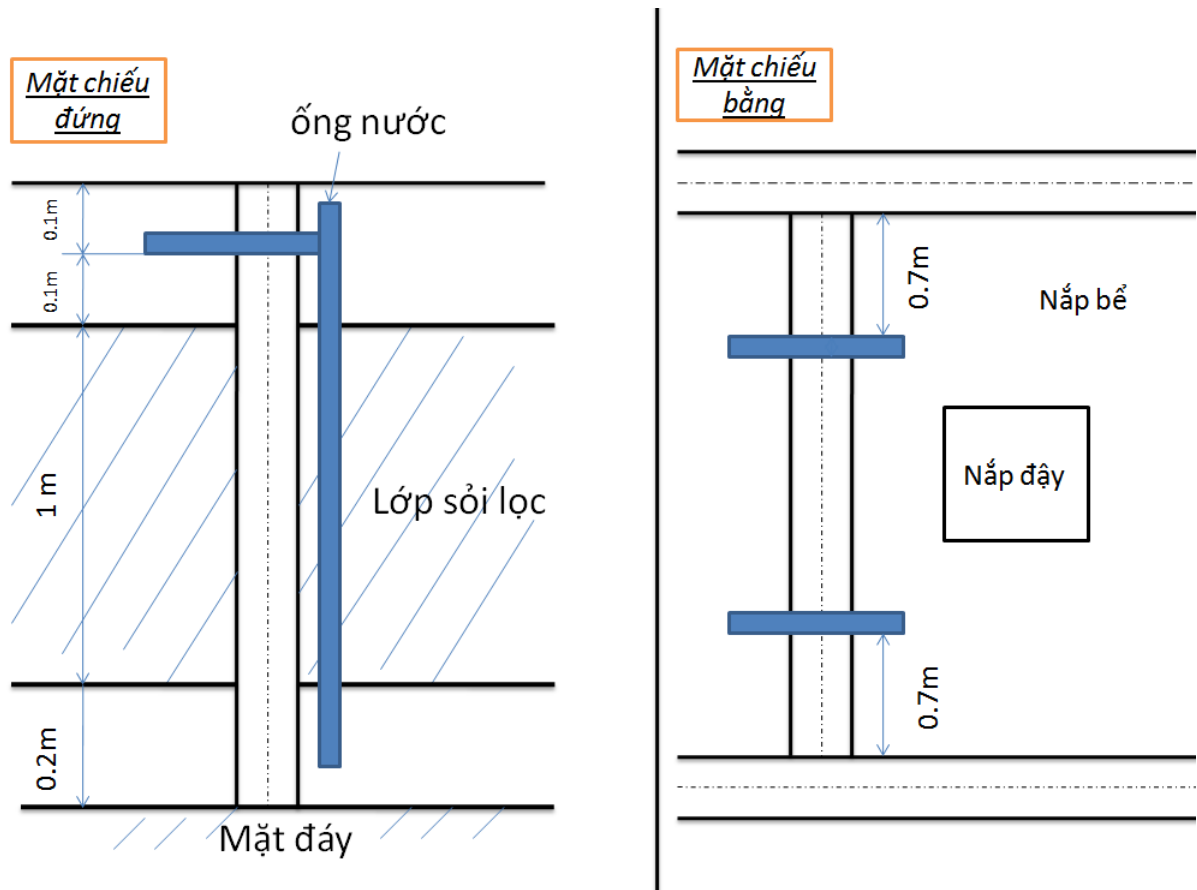
Bể chia là 3 ngăn bằng nhau, kích thước theo chiều dài bể mỗi ngăn là:

$$L_1 = \frac{L}{3} = 2.22 \text{ M}$$

Lấy $L_1 = 2.3 \text{ m}$

Ống cấp nước từ bể lọc kỵ khí thứ 3 sang bể làm thoáng chọn ống PVC $\Phi 60 \text{ mm}$ (theo Catalogue nhựa Tiên Phong)

Đặt 2 ống giữa hai ngăn bể lọc kỵ khí để tránh dòng chảy tắt.



Hình 3.2 Cách bố trí ống nước trong bể lọc kỵ khí.

Kích thước ống là:

$$D = \sqrt{\frac{4Q_{tb}}{2 \times v \times \pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 1.25}{2 \times 3,14 \times (3600 \times 0.7)}} = 0.017m = 17mm$$

– $v = 0.7-1.5$ m/s chọn $v = 0.7$ m/s [10]

– $Q = \frac{Q_{tb}}{2}$ do đặt 2 ống giữa hai bể

Chọn ống PVC $\Phi 27$ mm (theo Catalogue nhựa Tiền Phong)

Bảng 3.4 Giá trị tính toán bể lọc kị khí

STT	Giá trị	Thông số	Đơn vị
1	Chiều dài ngăn lọc kị khí thành phần	3	m
2	Chiều rộng ngăn lọc kị khí thành phần	2.3	m
3	Chiều cao bể lọc kị khí	1.4	m
4	Ống nước	Φ 27	mm
5	Nắp đáy hình vuông	0.5 × 0.5	m
6	Sỏi d = 25 mm	20	m ³

3.3.4 Bể làm thoáng

Vai trò

Gom nước đã xử lý từ bể lọc kị khí, giúp thuận tiện trong việc điều chỉnh lưu lượng nước vào bãi lọc trồng cây.

Là nơi bổ sung thêm oxy cho nước thải để đảm bảo quá trình phân hủy nhờ vi sinh vật trong bãi lọc trồng cây.

Nguyên lý hoạt động

Nước thải được chảy tràn vào bể sục khí và được lưu lại tại đây 1-2 h. sử dụng máy thổi khí để thổi không khí vào nước thải để bổ sung thêm oxy.

Tính toán bể

+ Chọn thời gian lưu nước tại bể $t_0 = 2$ h

$$V_{lt} = Q_{\max}^h \times t_0 = 3.75 \times 2 = 7.5 \text{ m}^3$$

– V_{lt} : thể tích bể sục khí

– Q_{\max}^h : lưu lượng max

+ Chọn chiều cao bể là 1.4 m

+ Diện tích bể F_{TC} là:

$$F_{TC} = \frac{7.5}{1.4} = 5.6 \text{ m}^2$$

+ Lấy kích thước bể là $B = 2 \text{ m}$; $L = 3 \text{ m}$

Tính toán máy thổi khí [5]

Áp lực cần thiết của hệ thống phân phối khí

$$H_K = h_c + h_d + h_f + H$$

– h_d = tổn thất áp lực do ma sát dọc chiều dài ống dẫn

– h_c = tổn thất cục bộ

– $h_d + h_c < 0.4 \text{ m}$; chọn $h_d + h_c = 0.3 \text{ m}$

– h_f = tổn thất qua thiết bị phân phối khí $h_f \leq 0.5 \text{ m}$; chọn $h_f = 0.5 \text{ m}$

– H = chiều sâu hữu ích bể sục khí $H = 1 \text{ m}$

$$H_K = 0.3 + 0.5 + 1 = 1.8$$

Áp lực không khí

$$P = \frac{10.33 + H_K}{10.33} = \frac{10.33 + 1.8}{10.33} = 1.18 \text{ (atm)}$$

Công suất máy nén:

$$N = \frac{34400 \times (p^{0.29} - 1) \times q}{102 \times \eta} = \frac{34400 \times (1.18^{0.29} - 1) \times 0.081}{102 \times 0.8}$$

$$= 1.68 \text{ kW}$$

Trong đó :

η = hiệu suất máy nén khí, $\eta = 0.7 - 0.9$, chọn $\eta = 0.8$

q = lưu lượng khí lấy = 0.081

Chọn máy nén khí công suất 1.8 kW

Bảng 3.5 Giá trị tính toán bể sục khí

STT	Giá trị	Thông số	Đơn vị
1	Chiều rộng bể	2	m
2	Chiều dài bể	3	m
3	Chiều cao bể	1.4	m
4	Máy nén khí	1.8	kW

3.3.5 Bãi lọc trồng cây

Nước thải sau khi đi qua bể lọc kị khí đã giảm bớt đáng kể các chất gây ô nhiễm. Bể lọc kị khí có hiệu suất xử lý BOD, COD đạt 70-80 %. Lấy hiệu suất xử lý là 70 %. [1]

$$\text{Khi đó: } BOD_5 = 200 - 0.7 \times 200 = 60 \text{ mg/l}$$

$$COD = 300 - 0.7 \times 200 = 90 \text{ mg/l}$$

Để giảm bớt diện tích xây dựng và thuận tiện trong việc vận hành ta chia thành 2 bãi lọc trồng cây. $Q_d = \frac{30}{2} = 15 \text{ m}^3/\text{ngày}$

Vai trò bãi lọc

Loại bỏ các chất ô nhiễm hữu cơ (TSS, BOD₅, COD), nitrat... còn lại trong nước thải sau bể lọc kị khí, đảm bảo nước thải sau khi qua bãi lọc đạt quy chuẩn 14:2008 BTNMT-loại A.

Nguyên lý hoạt động

Nước thải khi đi vào bãi lọc trồng cây dòng chảy ngang mang theo các chất rắn lắng đọng và lơ lửng bị giữ lại do các dòng chảy qua các mao quản có kích thước nhỏ hoặc lắng đọng do trọng lượng. Các chất hữu cơ trở thành thành phần dinh dưỡng quan trọng trong sự phát triển của các vi sinh vật cố định hay lơ lửng và bị chúng phân hủy trong cả quá trình kị khí và hiếu khí. Bãi lọc là môi trường để các phản ứng hóa học xảy ra, các chất bẩn tạo phức hoặc kết tủa khiến chúng tăng khối lượng, kích thước và bị giữ lại trong các mao quản. Một số chất gây ô nhiễm được loại bỏ nhờ sự hấp phụ của thực vật trồng trong bãi lọc hoặc của vật liệu lọc (cát, sỏi). Khi nước thải chảy qua bãi lọc, các vi khuẩn gây bệnh bị mắc kẹt lại, bị hấp phụ bởi sinh khối hoặc chết do các quá trình tự nhiên và cạnh tranh sinh tồn.

Tính toán thông số cho một bãi lọc: [6]

+ Diện tích bề mặt bãi lọc

$$A_h = \frac{Q_d (\ln C_i - \ln C_e)}{K_{BOD}}$$

- A_h = diện tích bề mặt của bãi lọc (m^2)
- Q_d = trung bình lưu lượng xử lý nước thải $Q = 15$ ($m^3 / \text{ngày}$)
- C_i = nồng độ BOD_5 nguồn vào, $C_i = 60$ (mg / l)
- C_e = nồng độ BOD_5 nguồn ra, $C_e = 30$ (mg / l)
- K_{BOD} = hằng số tốc độ BOD, $K_{BOD} = 0.15$ với HF (m / d)

$$A_h = \frac{15 \times (\ln 60 - \ln 30)}{0.15} = 69.3 \text{ m}^2$$

Lấy $A_h = 70 \text{ m}^2$

+ Diện tích mặt cắt ngang

$$A_c = \frac{Q_s}{K_f(dH/ds)} = \frac{1.74 \times 10^{-4}}{0.01 \times 0.002} = 8.7 \text{ m}^2$$

- A_c = Diện tích mặt cắt ngang của bãi lọc (m^2)
- Q_s = lưu lượng trung bình xử lý, $Q_s = 1.74 \times 10^{-4}$ (m^3 / s)
- K_f = độ dẫn thủy lực bãi lọc, $K_f = 0.001-0.003$, chọn $K_f = 0.02$
- dH / ds = độ dốc của phía dưới bãi lọc, thường lấy 0.01 (m / m)

Lấy $A_c = 9 \text{ m}^2$

+ Chiều dài bãi lọc L

$$L = \frac{A_c}{h}$$

- L = chiều dài bãi lọc
- A_c = diện tích mặt cắt ngang
- h: độ sâu bãi lọc, $h = 0.6$ (m)

$$L = \frac{9}{0.6} = 15 \text{ m}$$

+ Chiều rộng lưu vực B

$$B = \frac{A_h}{L} = \frac{70}{15} = 4,7 \text{ m}$$

+ Thời gian lưu nước :

$$t = \frac{A_h \times \varepsilon \times h}{Q_d} = \frac{70 \times 0.4 \times 0.6}{15} = 1.12 \text{ ngày}$$

– ε : độ xốp vật liệu lọc, $\varepsilon = 0.3-0.8$, chọn $\varepsilon = 0.4$

+ Đường kính ống phân phối nước :

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q_d}{v \times \pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0.625}{(3600 \times 0.7 \times 3.14)}} = 0.018 \text{ m}$$

Chọn ống nhựa Tiền Phong PVC Φ 60

Chiều dài ống nước vào 2.8 m

Khoan trên ống 40 lỗ, đường kính mỗi lỗ là 20 mm

Khoảng cách giữa các lỗ là:

$$L_o = \frac{W - n \times d'}{n + 1} = \frac{2.8 - 40 \times 0.02}{40 + 1} = 0.048 \text{ m} = 4.8 \text{ cm}$$

– W: chiều dài ống, W = 2.8 m

– n: số lỗ trên ống, n = 40

– ống thu nước ở cuối bãi lọc có đường kính:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q_{\max}}{v \times \pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 1.875}{(0.7 \times 3600) \times 3.14}} = 0.03 \text{ m} = 30 \text{ mm}$$

Chọn ống nhựa Tiền Phong PVC Φ 60

– v = vận tốc nước chảy trong ống, v = 0.7-1.5 m/s, chọn v = 0.7 m/s. [10]

+ Lượng sỏi cần dùng [6]

Lấy chiều dài lớp sỏi thô (d = 60-80 mm) bảo vệ hai đầu bãi lọc trồng cây là $L_{\text{sỏi } 2} = 0.75 \text{ m}$

+ Thể tích sỏi thô (d = 60-80 mm) là:

$$V_{\text{sỏi } 2} = L_{\text{sỏi } 2} \times 2 \times 0.75 \times 4.7 \times 0.6 = 4.23 \text{ m}^3$$

Chiều dài lớp cát sỏi trồng cây là: $L_{\text{sỏi } 3} = 15 - 0.75 \times 2 = 12.5 \text{ m}$

+ Thể tích cát sỏi ($d=5-20$ mm) dùng để trồng cây là:

$$V_{\text{sỏi 3}} = L_{\text{sỏi 3}} \times R \times h = 12.5 \times 4.7 \times 0.6 = 35.25 \text{ m}^3$$

Tại cuối bãi nơi đặt ống thu nước xây thêm hố gom nước có độ cao bằng bãi lọc kích thước 0.5×0.5 m. Trong hố là một ống dẫn nước có thể thay đổi độ cao nối với ống gom nước trong bãi lọc để điều chỉnh mực nước trong bãi lọc. Khi tiến hành láng nền bãi lọc để chống thấm tạo độ dốc 1% về phía cuối bãi lọc.

Bãi lọc hình chữ nhật, khu vực nước đầu vào và đầu ra có sử dụng một lớp sỏi thô có kích thước lớn làm nhiệm vụ giúp phân phối và thu gom nước hiệu quả, bảo vệ bãi lọc. Lớp bảo vệ nằm sát 2 thành bể kéo dài 0.75 m sử dụng sỏi $d = 60-80$ mm. Tiếp theo là khu vực trồng cây dong sử dụng cát sỏi $d = 5-20$ mm có chiều dài 12.5 m. Sỏi sắp xếp theo kích thước to ở dưới và bé dần lên phía trên. Trên bề mặt bãi lọc trồng cây phủ một lớp đất mỏng để cây dễ sinh trưởng và phát triển. Cây dong có khả năng xử lý chất thải tốt và sinh trưởng khỏe mạnh, ít sâu bệnh và phù hợp với khí hậu thổ nhưỡng nước ta nên chọn là cây trồng trong bãi lọc. Với diện tích trồng cây là 12.5×4.7 m ta trồng 9 hàng cách nhau 0.5 m và cách thành 0.35 m. Mỗi hàng trồng 24 cây cách nhau 0.5 m. Khi mới trồng cây nên bổ sung một số loại phân bón giúp cây phát triển ổn định sau đó mới tiến hành cho dòng thải vào bãi lọc. Khoảng cách giữa các cây luôn phải đảm bảo ≥ 0.3 m. Khi cây phát triển tốt khoảng cách này không được đảm bảo thì phải tiến thành nhổ tỉa. [6]

Bảng 3.6 : Giá trị tính toán bãi lọc

Số TT	Thông số	Giá trị	Đơn vị
1	Chiều dài bãi lọc	15	m
2	Chiều rộng bãi lọc	4.7	m
3	Độ sâu bãi lọc	0.6	m
4	Chiều dài lớp đá thô bảo vệ	0.75	m
5	Ống nhựa phân phối và thu gom nước (PVC)	Φ 60	mm
6	Thể tích sỏi d = 60-80 mm	4 × 2.115	m ³
7	Thể tích sỏi d = 5-20 mm	2 × 38.07	m ³
8	Cây dong	432	cây
9	Kích thước hố gom nước	0.5 × 0.5	m
10	Chiều cao hố thu nước	0.6	m

3.3.6 Tính toán chi phí (tham khảo giá xây dựng trên thị trường)

Chi phí xây dựng

+ Giá thành xây bể gom-điều hòa, bể lọc kị khí, bể sục khí G₁ :

$$G_1 = V_{\text{tổng 1}} \times 1200000 = 52.38 \times 1500000 = 78570000^d$$

- G₁: Giá xây bể gom-điều hòa và bể lọc kị khí

- $V_{\text{tổng 1}} = V_{\text{bể gom-điều hòa}} + V_{\text{bể lọc kị khí}} + V_{\text{bể làm thoáng}} = 15 + 28.98 + 8.4 = 52,38 \text{ m}^3$

- Giá xây dựng 1500000^d cho 1 m³ bể

+ Giá thành xây bãi lọc G₂ :

$$G_2 = V_{\text{tổng 2}} \times 800000 = 85.2 \times 1000000 = 85200000^d$$

- G₂: Giá xây 2 bãi lọc

- $V_{\text{tổng 2}} = 2 \times V_{\text{bãi lọc}} = 42.6 \times 2 = 85.2 \text{ m}^3$

- Giá xây dựng 1000000^d cho 1 m³ bãi lọc

+ Giá thành mua sỏi G₃ :

$$G_3 = V_{\text{sỏi}} \times 300000 = (20 + 84.6) \times 200000 = 31380000^d$$

+ Lắp đặt đường ống, song chắn rác, máy bơm, máy sục khí:

$$G_4 = 20000000^d$$

+ Chi phí mua cây và trồng cây $G_5 = 4000000^d$

$$\begin{aligned} G &= G_1 + G_2 + G_3 + G_4 + G_5 \\ &= 78570000 + 85200000 + 31380000 + 20000000 + 4000000 \\ &= 219150000^d \end{aligned}$$

Giá thành xử lý

+ Nhân công 1 người với nhiệm vụ vận hành hệ thống, rửa vật liệu, chăm sóc cây trong bãi lọc. Lương 5 triệu/tháng.

Tổng lương nhân công là $G_n = 12 \times 3 = 36$ triệu/năm

Tiền điện chạy máy thổi khí: $G_{dk} = 1.8 \times 8 \times 365 \times 1800 = 9460800$ đ/năm

Tiền điện chạy máy bơm: $G_{db} = 0.1 \times 8 \times 365 \times 1800 = 525600$ đ/năm

- Công suất máy bơm 0.1 kW
- Công suất máy nén khí 1.8 kW
- Mỗi ngày 2 máy chạy 8 tiếng
- Giá điện 1800 đ/kW

Giá thành xử lý 1 m³ nước thải có nhân công là;

$$G_{nc} = \frac{G_n + G_{dk} + G_{db}}{30 \times 365} = \frac{36000000 + 9460800 + 525600}{30 \times 365} = 4199 \text{ đ/m}^3$$

Giá thành xử lý 1 m³ nước thải không nhân công là:

$$G_0 = \frac{G_{dk} + G_{db}}{30 \times 365} = \frac{9460800 + 525600}{30 \times 365} = 912 \text{ đ/m}^3$$

KẾT LUẬN

Thiết kế hệ thống nước thải là công việc khó khăn trong ngành môi trường. Để hoàn thành một công trình cần đòi hỏi vận dụng lý thuyết của nhiều ngành khác nhau như: xây dựng, sinh học, hóa học, toán học... và nhiều kinh nghiệm thực tế. Trong đó tập trung chủ yếu vào các yếu tố quan trọng như: thành phần, tính chất nước thải sinh hoạt, đặc biệt nước thải sinh hoạt có nồng độ chất ô nhiễm trung bình nhưng thành phần các chất gây ô nhiễm phức tạp và đa dạng, tính thích hợp của phương pháp xử lý và chi phí của hệ thống và yêu cầu về chất lượng dòng thải sau xử lý... Tôi đã thiết kế hệ thống xử lý nước thải sinh hoạt bằng bãi lọc trồng cây dòng chảy ngang công suất 30 m³/ngày với các công trình đơn vị có kích thước như sau: bể gom-điều hòa có $L \times B \times H = 3 \times 2.5 \times 2$ m; bể lọc kị khí với ba ngăn liên tiếp có $L \times B \times H = 3 \times 2.3 \times 1.4$ m; bể làm thoáng có $L \times B \times H = 3 \times 2 \times 1.4$ m; hai bãi lọc trồng cây dòng chảy ngang có $L \times B \times H = 15 \times 4.7 \times 0.6$ m. Giá thành xây dựng là 219150000^d, giá thành xử lý 1 m³ nước thải có nhân công là 4199 đ/m³ và giá không có nhân công là 912 đ/m³. Tuy nhiên do trình độ và kinh nghiệm còn hạn chế nên việc tính toán hệ thống xử lý nước thải sinh hoạt bằng bãi lọc trồng cây dòng chảy ngang có thể còn thiếu sót cần được bổ sung và chỉnh sửa. Kính mong thầy cô giáo và các bạn đóng góp ý kiến để bài thiết kế tốt nghiệp của tôi được hoàn thiện hơn.

Xin chân thành cảm ơn!

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. *Công nghệ xử lý nước thải bằng biện pháp sinh học*. Lương Đức Phẩm. Nxb Giáo dục. Hà Nội. 2002.

[2]. *Giáo trình công nghệ xử lý nước thải*. Trần Văn Nhân, Ngô Thị Nga. Nxb Khoa học và kỹ thuật. Hà Nội. 1999

[3]. *Tính toán thiết kế các công trình xử lý nước thải*. Trịnh Xuân Lai. Nxb Xây dựng Hà Nội

[4]. *Xử lý nước thải và đô thị - tính toán và thiết kế công trình*. Lâm Minh Triết (chủ biên), Nguyễn Thanh Hùng, Nguyễn Phước Dân. tái bản lần thứ tư (2010). Nxb Đại Học Quốc Gia TP Hồ Chí Minh

[5]. *Xử lý nước thải*. Hoàng Huệ. Nxb Xây dựng. Hà Nội. 1996.

[6]. *Constructed Wetlands Manual*. UN-HABITAT

[7]. *Rapid Environmental Assessment WHO - 1992*.

[8]. *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, and Reuse by Geoger Tchobanoglous*. Franklin L. Burton and Metcalf & Eddy

[9]. *QCVN 14 : 2008 BTNMT: Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về nước thải sinh hoạt*

[10]. *TCXD 51 : 2008 : Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam*