

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CẦN THƠ
KHOA CÔNG NGHỆ
--- oOo ---

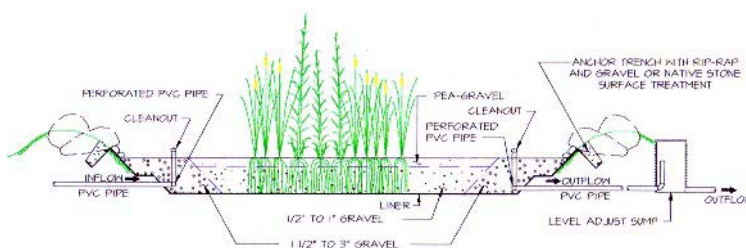


BÀI GIẢNG MÔN HỌC

CÔNG TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC THẢI

(Wastewater Treatment Works)

GIÁO TRÌNH DÙNG CHO CÁC SINH VIÊN
CHUYÊN NGÀNH KỸ THUẬT MÔI TRƯỜNG



Biên soạn

LÊ ANH TUẤN

- 2005 -

LỜI MỞ ĐẦU

--- oOo ---

Con người là một trong các sinh vật sống trong tự nhiên và là một phần của hệ sinh thái môi trường. Các hoạt động của con người ngày càng tác động đến môi trường sống càng rõ rệt. Nước thải từ các hoạt động sản xuất, sinh hoạt đang là một trong các nguy cơ làm ô nhiễm và hủy hoại môi trường sống. Việc hạn chế và ngăn chặn ô nhiễm do nước thải là một trong các yêu cầu quan trọng của kỹ thuật môi trường. Bài giảng môn học **CÔNG TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC THẢI** này dành cho các sinh viên chuyên ngành Kỹ thuật Môi trường. Bài giảng đặt trọng tâm cho sinh viên các nguyên lý tính toán và thiết kế cơ bản cho một số hạng mục công trình xử lý nước thải. Sinh viên học môn học này còn bắt buộc thực hiện thêm 1 đồ án môn học, được xem như một chuyên đề nghiên cứu thực tế (case study).

Môn học có 2 phần: Phần lý thuyết có 2 tín chỉ (30 tiết) và phần Đồ án 1 tín chỉ. Phần Đồ án sẽ thực hiện sau khi học phần lý thuyết. Trong điều kiện cho phép, Khoa Công nghệ sẽ phối hợp với giảng viên tổ chức cho sinh viên đi thăm một số chuyển viếng thăm các công trình xử lý nước thải trong khu vực.

Các thuật ngữ sử dụng trong bài giảng là các từ tương đối quen thuộc trong nước. Để tránh nhầm lẫn, một số thuật ngữ có phần chú thích tiếng Anh đi kèm. Ngoài các bài giảng chính, sinh viên có thể tham khảo thêm một số tài liệu tham khảo trình bày ở cuối giáo trình. Sinh viên có thể sử dụng các tài liệu tham khảo như một tài liệu thứ hai cho việc bổ sung kiến thức của mình.

Tài liệu này biên soạn dựa vào nhiều tài liệu tham khảo và nghiên cứu khác nhau mà người viết tích lũy được. Một số ví dụ, hình vẽ, câu giải thích ... trong bài giảng được trích dịch từ các tài liệu của các tác giả trong tài liệu tham khảo. Do không có điều kiện tiếp xúc, trao đổi để xin phép để trích dẫn các nguồn khác nhau, mong quý vị vui lòng miễn chấp. Bài giảng này chỉ sử dụng trong nội bộ, không mang tính kinh doanh vụ lợi.

Mặc dầu có nhiều cố gắng nhưng bài giảng không thể tránh khỏi các khuyết điểm, sai sót, tác giả mong được nhận các phê bình đóng góp của các bạn để hoàn chỉnh dần cho các biên soạn kế tiếp.

Trân trọng.

Lê Anh Tuấn

MỤC LỤC

=====

	trang ...
TRANG BÌA.....	
LỜI MỞ ĐẦU	ii
MỤC LỤC.....	iii
Chương 1 KHÁI QUÁT VỀ CÔNG TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC THẢI.....	1
1.1 ĐỊNH NGHĨA VÀ CÁC KHÁI NIỆM.....	1
1.1.1 Định nghĩa Nước thải	1
1.1.2 Giới thiệu môn học	1
1.1.3 Khái niệm về Công trình Xử lý Nước thải	2
1.1.4 Các phương pháp cơ bản để Xử lý Nước thải	3
1.1.5 Các yêu cầu chính của một Công trình XLNT	7
1.2 CÁC BƯỚC HÌNH THÀNH MỘT DỰ ÁN XỬ LÝ NƯỚC THẢI	7
1.2.1 Tiến trình tổng quát.....	7
1.2.2 Điều tra, khảo sát.....	8
1.2.3 Định khối lượng nước thải.....	8
1.2.4 Đề xuất Phương án	9
1.2.5 Phân tích các Phương án.....	9
1.3 HỒ SƠ CÔNG TRÌNH XLNT	9
1.3.1 Yêu cầu.....	9
1.3.2 Tóm tắt công trình.....	10
1.3.3 Tập thuyết minh Công trình	10
1.3.3 Các số liệu - Phụ lục.....	11
Chương 2 XÁC ĐỊNH KHỐI LƯỢNG VÀ THÀNH PHẦN NƯỚC THẢI LIÊN QUAN ĐẾN CÁC CHỈ SỐ THIẾT KẾ CÔNG TRÌNH	12
2.1 NƯỚC THẢI SINH HOẠT.....	12
2.1.1 Khối lượng	12
2.1.2 Thành phần và tính chất.....	13
2.2 NƯỚC THẢI SẢN XUẤT	17
2.2.1 Khối lượng	17
2.2.2 Thành phần và tính chất.....	18
2.3 CÁC VÍ DỤ CƠ BẢN XÁC ĐỊNH CHỈ SỐ THIẾT KẾ THỦY LỰC.....	19
2.3.1 Phương trình Manning và phương trình Hazen-Williams	19
2.3.2 Xác định đường kính tối ưu cho máy bơm.....	20
2.3.3 Đập tràn thành mỏng	21
2.3.4 Đo lưu lượng nước thải	21
2.3.5 Cân bằng dòng chảy.....	22

Chương 3 CÔNG TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC THẢI BẰNG CƠ HỌC	25
3.1 CÔNG TRÌNH LÀM SẠCH CƠ HỌC.....	25
3.1.1 Song chắn rác	25
3.1.2 Một số kiểu song chắn rác	27
3.2 BỂ LẮNG CÁT	31
3.3 BỂ LẮNG SƠ CẤP	37
3.4 BỂ THU DẦU, BỂ THU MỠ	42
3.5 BỂ LỌC.....	43
Chương 4 CÔNG TRÌNH LÀM SẠCH NƯỚC THẢI DƯỚI ĐẤT	48
4.1 CÔNG TRÌNH NHÀ VỆ SINH.....	48
4.1.1 Khái quát.....	48
4.1.2 Bố trí Nhà vệ sinh	49
4.1.3 Phân loại Nhà vệ sinh.....	51
4.1.4 Bể tự hoại	53
4.3 HỆ THỐNG GÒ LỌC	61
4.2 CÔNG TRÌNH GIẾNG THẨM	62
4.2.1 Nguyên lý và Sơ đồ giếng thấm	62
4.2.2 Kết cấu giếng thấm.....	64
4.3 CÁCH ĐỒNG LỌC, TƯỚI	65
4.3.1 Nguyên lý	65
4.3.2 Thiết kế	65
4.3.3 Tính toán mức tải thủy lực và xác định diện tích.....	70
Chương 5 TỔ HỢP CÔNG TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC THẢI	81
5.1 NGUYÊN LÝ	81
5.2 CÁC CHỈ TIÊU THIẾT KẾ	83
5.2.1 Số liệu thiết kế	83
5.2.2 Sơ đồ hệ thống công trình	83
5.2.3 Chọn phương án xử lý	85
5.3 VÍ DỤ THIẾT KẾ MẠNG LƯỚI NƯỚC THẢI ĐÔ THỊ VÀ KỸ NGHỆ	86
5.4 QUẢN LÝ CÔNG TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC THẢI	90
5.4.1 Nguyên tắc chung	90
5.4.2 Công tác đo lường	90
5.4.3 Công tác quản lý	91
BẢNG QUI ĐỔI ĐƠN VỊ	92
PHỤ LỤC	93
TÀI LIỆU THAM KHẢO	99

Chương 1**KHÁI QUÁT VỀ CÔNG TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC THẢI**

--- oOo ---

1.1 ĐỊNH NGHĨA VÀ CÁC KHÁI NIỆM**1.1.1 Định nghĩa Nước thải**

Tất cả các hoạt động sinh hoạt và sản xuất trong mỗi cộng đồng đều tạo ra các chất thải, ở các thể khí, lỏng và rắn. Thành phần chất thải lỏng, hay nước thải (*wastewater*) được định nghĩa như một dạng hòa tan hay trộn lẫn giữa nước (nước dùng, nước mưa, nước mặt, nước ngầm, ...) và chất thải từ sinh hoạt trong cộng đồng cư dân, các khu vực sản xuất công nghiệp, tiểu thủ công nghiệp, thương mại, giao thông vận tải, nông nghiệp, ... Ở đây cần hiểu là sự ô nhiễm nước (*water pollution*) xảy ra khi các chất nguy hại xâm nhập vào nước lớn hơn khả năng tự làm sạch của chính bản thân nguồn nước.

Nước thải chưa xử lý (*untreated wastewater*) là nguồn tích lũy các chất độc hại lâu dài cho con người và các sinh vật khác. Sự phân hủy các chất hữu cơ trong nước thải có thể tạo ra các chất khí nặng mùi. Thông thường, nước thải chưa xử lý là nguyên nhân gây bệnh do nó chứa các loại độc chất phức tạp hoặc mang các chất dinh dưỡng thuận lợi cho việc phát triển cho các loại vi khuẩn, các thực vật thủy sinh nguy hại.

Tại nhiều quốc gia trên thế giới, việc đòi hỏi phải kiểm soát và xử lý nguồn nước thải đã trở thành luật lệ bắt buộc. Hầu hết các ngành sản xuất đều có các tài liệu chỉ dẫn về tiêu chuẩn làm sạch nước thải.

1.1.2 Giới thiệu môn học

Môn học Công trình Xử lý Nước thải (*Wastewater Treatment Works*) là một trong những môn học bắt buộc đối với chuyên ngành học Kỹ thuật Môi trường. Môn này là phần tiếp nối tiếp môn học Phương pháp Xử lý Nước thải. Môn học đặt trọng tâm phần giới thiệu các thiết bị, công trình trong chuỗi xử lý nước. Các kiến thức khoa học cơ bản như Toán học, Vật lý, Hóa học, ... tạo nền móng ban đầu cho môn học. Các môn cơ sở như Thủy lực, Thủy văn, Kết cấu công trình, Ô nhiễm môi trường ... là các môn tiên quyết cho môn học này. Phương pháp và Công trình Xử lý Nước thải là môn học chuyên ngành cho việc đào tạo Kỹ sư ngành Kỹ thuật Môi trường.

Tuy nhiên do giới hạn thời gian và qui mô đào tạo, môn học này chỉ giới hạn ở mức hướng dẫn việc khảo sát, thiết kế, xây dựng và quản lý vận hành các công trình làm sạch nước thải sinh hoạt dân dụng và một phần công nghiệp với qui mô nhỏ (liên quan đến một cộng đồng khoảng 5.000 cư dân trở lại, mức nước thải tối đa trung bình cho 1 cư dân là 250 lít/ngày đêm) và vừa (mức độ từ 5.000 đến 50.000 - 100.000 cư dân). Phần công trình xử lý nước thải cho một cộng đồng trên 100.000 cư dân nằm trong một chuyên đề khác (như Luận văn Tốt nghiệp).

Mục tiêu chính của môn học là:

- Hiểu được tiêu chuẩn chất lượng đòi hỏi cho một hệ thống xử lý nước thải sinh hoạt và một số ngành công nghiệp.
- Có khả năng định lượng việc chuyển tải thủy lực nước thải đến trạm/nhà máy xử lý nước thải.
- Có khả năng xác định việc bố trí và tập trung các ảnh hưởng của nước thải đến trạm /nhà máy xử lý nước thải.
- Có khả năng thiết kế các hạng mục công trình xử lý nước thải.
- Biết cách quản lý, vận hành một hệ thống xử lý nước thải.

1.1.3 Khái niệm về Công trình Xử lý Nước thải

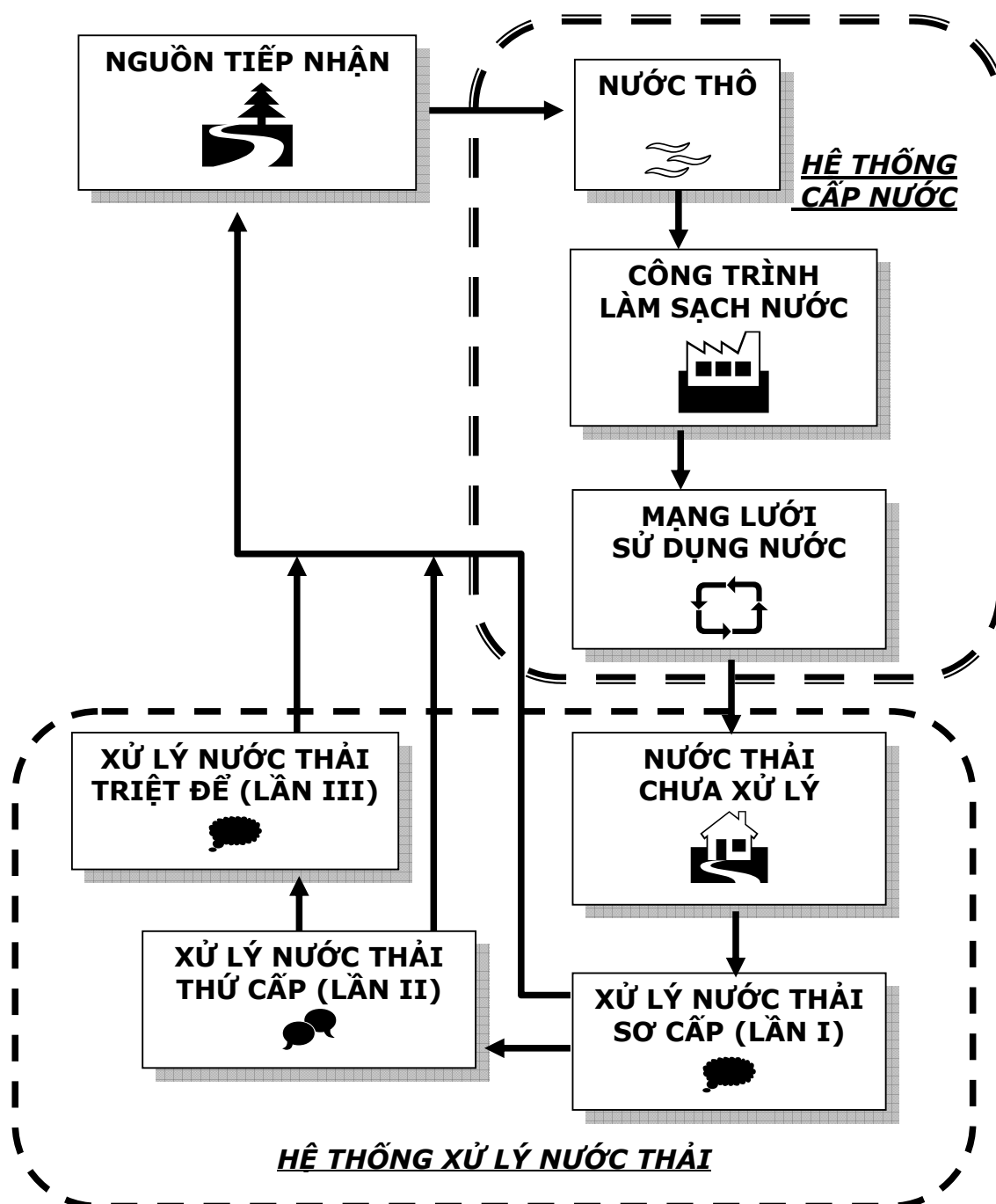
Công trình Xử lý Nước thải là một khái niệm chung để chỉ một hệ thống tổ hợp bao gồm các hạng mục công trình và thiết bị đi kèm để biến nước thải thành nước sạch ở mức độ chấp nhận được.

Có 4 loại nước thải có thể chảy vào hệ thống xử lý nước:

- **Nước thải sinh hoạt cư dân** (*domestic wastewater*): do các hộ dân thải ra qua sinh hoạt gia đình, mua bán, văn phòng, ...
- **Nước thải công nghiệp** (*industrial wastewater*): do các nhà máy sản xuất công nghiệp và tiểu thủ công nghiệp nói chung.
- **Nước thấm lậu/nước chảy tràn** (*infiltration/inflow*): nước thấm lậu là tất cả các loại nước chảy vào hệ thống cống rãnh do sự rò rỉ, bể vỡ đường ống hoặc thấm qua tường chắn. Nước chảy tràn là lượng nước mưa chảy vào hệ thống cống rãnh từ hệ thống tiêu nước mưa, mái nhà, hè phố, ...
- **Nước mưa** (*stormwater*): nước tràn mặt do mưa tại chỗ hoặc tuyết tan.

Tùy theo nhiệm vụ công trình và khả năng tài chính, người ta có thể tách ra từng hệ thống xử lý nước thải sinh hoạt, nước thải công nghiệp và nước mưa riêng rẽ hoặc tổng hợp. Theo thời gian, nước thải có thể tự làm sạch một phần nhờ quá trình chuyển hóa nước toàn cầu. Tuy nhiên, hiện nay con người chưa thể có những tác động lớn vào sự cân bằng nước trong thiên nhiên nhằm làm sạch nguồn nước mà chỉ có thể can thiệp, tạo ra các hệ thống xử lý nước thải đã bị ô nhiễm trước khi đổ vào nguồn tiếp nhận theo một số tiêu chuẩn đã được nhà nước ban hành.

Quy trình tổng quát của nguồn cấp nước và việc xử lý nước thải:



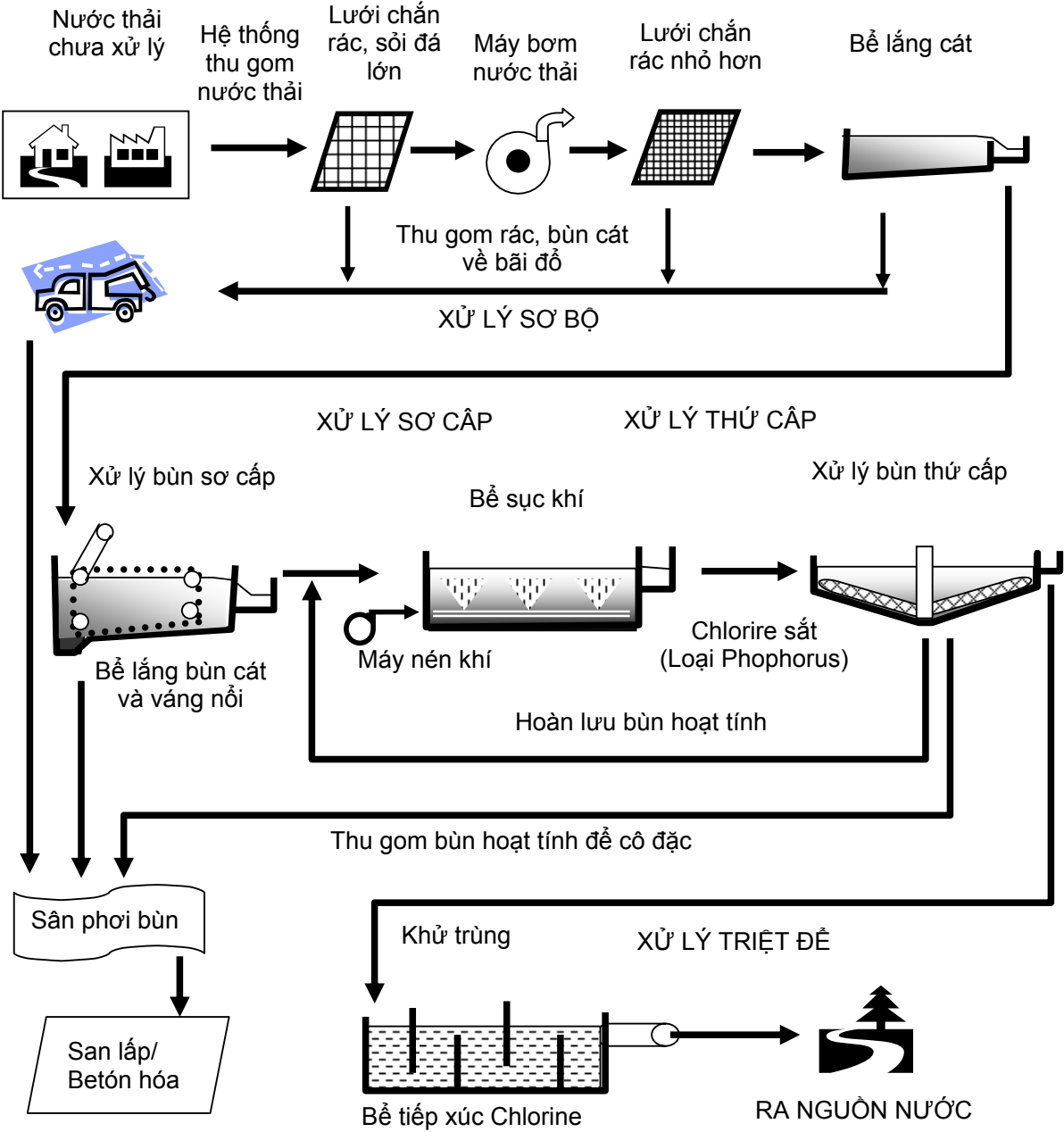
Hình 1.1: Liên quan giữa nguồn cấp nước và xử lý nước thải

1.1.4 Các phương pháp cơ bản để Xử lý Nước thải

Có nhiều phương pháp khác nhau trong xử lý nước thải, bảng dưới đây cho một tổng quan về từng công nghệ và phương pháp. Trong thực tế tùy điều kiện địa phương, tài chính và chính sách mà ta có các chọn lựa có thể khác nhau (ví dụ như hình 1.2). Sinh viên tham khảo giáo trình Phương pháp xử lý nước thải và tài liệu liên quan để hiểu thêm về việc lựa chọn công trình.

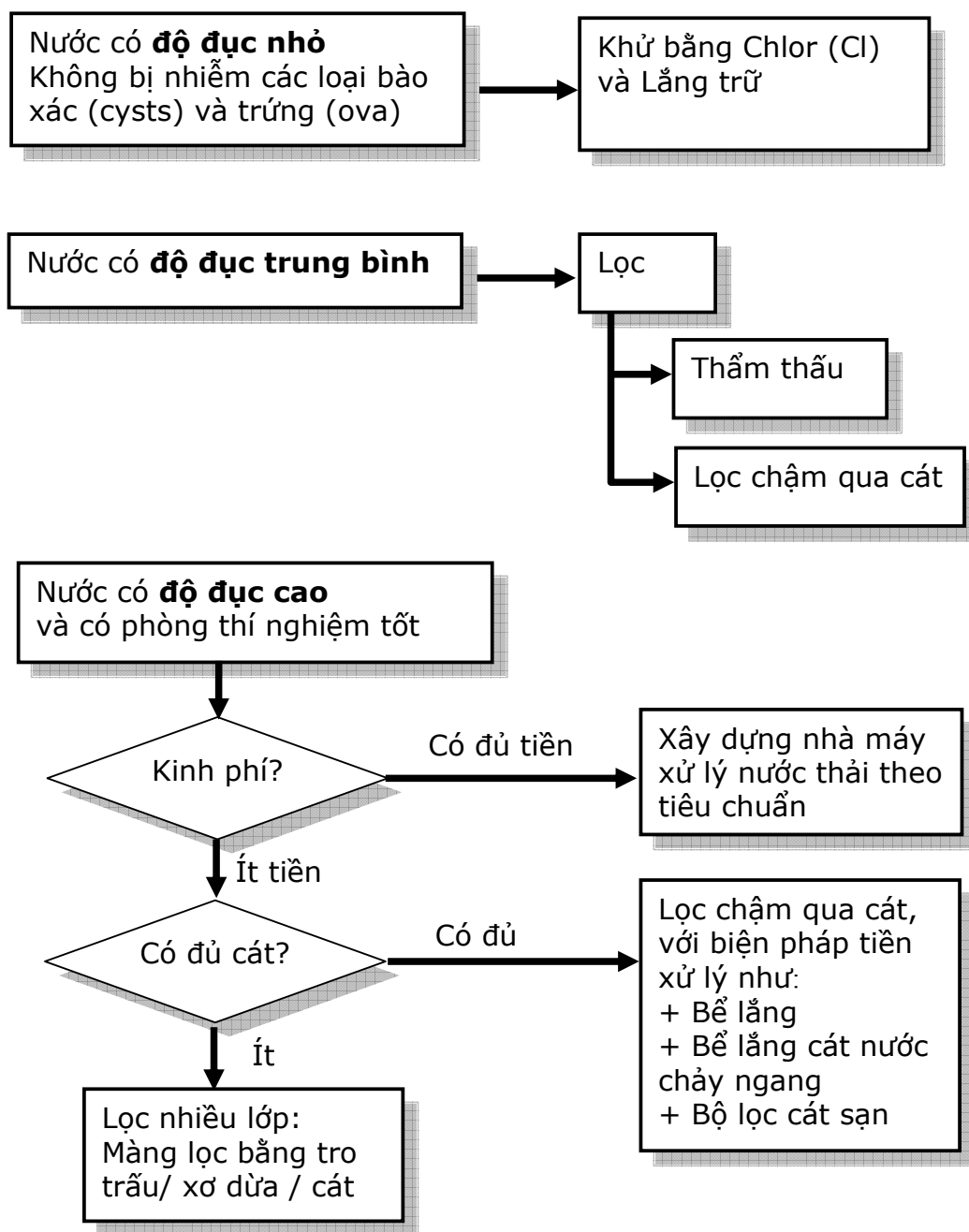
Bảng 1.1 : Tổng quan về công nghệ và phương pháp xử lý nước thải

Công nghệ xử lý	Phương pháp xử lý	Công trình xử lý	Mục tiêu xử lý
Xử lý sơ bộ	+ Hóa Lý	- Tuyển nổi - Hấp phụ - Keo tụ...	- Tách các chất lơ lửng và khử màu
	+ Hóa học	- Oxy hóa - Trung hòa	- Trung hòa và khử độc nước thải
Xử lý tập trung	+ Cơ học	- Song chắn rác - Bể chắn rác - Bể lắng đợt I	- Tách các tạp chất rắn và cặn lơ lửng
	+ Sinh học	- Hồ sinh vật - Cánh đồng lọc, tưới - Kênh oxy hóa - Aeroten - Bể lọc sinh học - Bể lắng đợt II	- Tách các chất hữu cơ dạng lơ lửng và hòa tan
	+ Khử trùng	- Trạm trộn Clor - Máng trộn - Bể tiếp xúc	- Khử trùng trước khi xả ra nguồn
	+ Xử lý bùn cặn	- Bể metan - Sân phơi bùn - Trạm xử lý cơ học bùn cặn	- Ổn định và làm khô nguồn cặn
Xử lý triệt để	+ Cơ học	- Bể lọc cát	- Tách các chất lơ lửng
	+ Sinh học	- Bể aeroten bậc II - Bể lọc sinh học bậc II - Hồ sinh vật - Bể khử nitơrat	- Khử nitơ và photpho
	+ Hóa học	- Bể oxy hóa	- Khử nitơ, photpho và các chất khác



Hình 1.2: Một ví dụ về sơ đồ xử lý nước thải

Ví dụ 1.1: Sơ đồ hướng dẫn chọn lựa một hệ thống xử lý nước thải sinh hoạt dựa vào độ đục của nước (hình 1.3).



Hình 1.3: Sơ đồ hướng dẫn chọn phương án xử lý độ đục của nước thải

1.1.5 Các yêu cầu chính của một Công trình XLNT

Một công trình Xử lý nước thải phải được xem xét trên cả 3 chỉ tiêu (3E): **kỹ thuật** (*Engineering*), **kinh tế** (*Economics*) và **môi trường** (*Environment*).

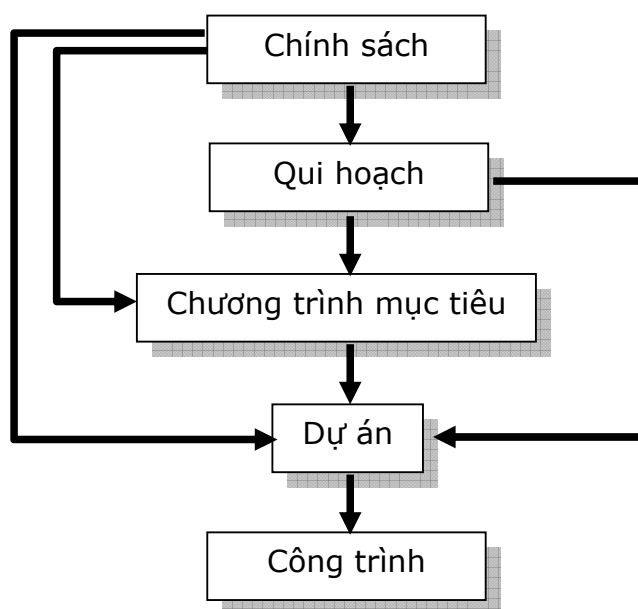
Tổng quát, một dự án xử lý nước thải tốt cần có một số đặc điểm sau:

- Sau khi xử lý, nước thải phải giảm được độ đục, màu, mùi, độ cứng và các chất hữu cơ gây bệnh thỏa các yêu cầu của Nhà nước.
- Công trình càng đơn giản, càng bền vững và hiện thực thì càng tốt
- Công trình cần xem xét các liên quan đến mức độ lao động với chi phí thấp, giới hạn việc phải nhập khẩu nguyên vật liệu và chuyên gia nước ngoài.
- Công trình phải thỏa nhu cầu phát triển dân số.
- Công trình cần thiết phải nằm trong khả năng quản lý, vận hành và bảo dưỡng của cộng đồng địa phương.
- Công trình cần được thừa nhận và đồng tình cao của cộng đồng và có sự tham gia càng nhiều càng tốt của cư dân, nguyên vật liệu tại chỗ, ...

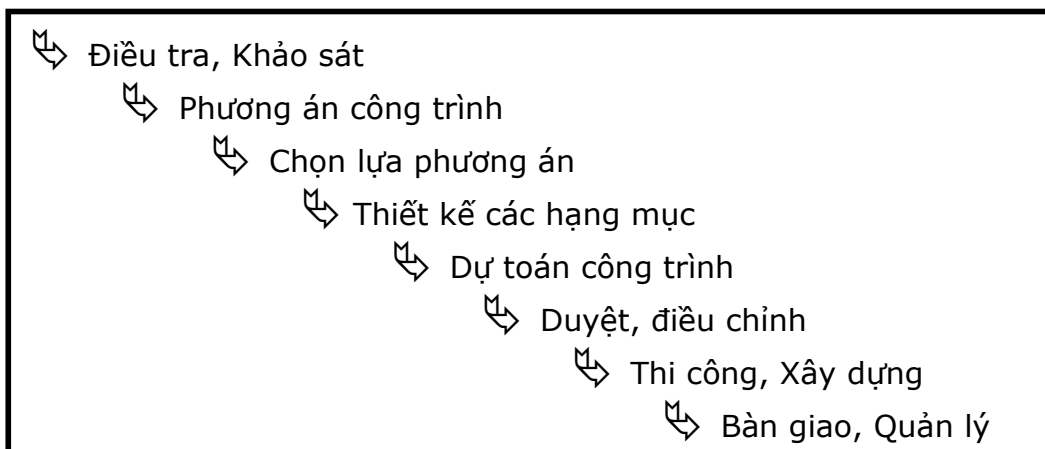
1.2 CÁC BƯỚC HÌNH THÀNH MỘT DỰ ÁN XỬ LÝ NƯỚC THẢI**1.2.1 Tiến trình tổng quát**

Việc hình thành một dự án hay một công trình cụ thể phải bắt nguồn từ một hay nhiều chính sách chung (*general policies*), các chủ trương cấp chính quyền sẽ được thể hiện bằng các văn bản, nghị quyết. Sau đó, các qui hoạch tổng thể (*master plans*) cụ thể sẽ được vạch định. Từ qui hoạch này, các chương trình (*programs*) ra đời và tiếp theo là các dự án (*project*) cụ thể. Trong chi tiết dự án có thể có nhiều hạng mục công trình. Tuy nhiên, cũng có nhiều dự án hay công trình (đặc biệt là loại nhỏ hoặc vừa) có thể trực tiếp từ các chủ trương chính sách mà không qua các bước trung gian như qui hoạch tổng thể, chương trình mục tiêu, ...

Một tiến trình tổng quát từ chính sách đến một công trình như sau:



Hình 1.2: Tiến trình tổng quát của việc xây dựng và thực hiện dự án
Việc thực hiện một công trình sẽ có những bước đi cơ bản sau:



Hình 1.3. Các bước cơ bản trong thực hiện một công trình

1.2.2 Điều tra, khảo sát

Trước khi tiến hành việc xây dựng một đề án xử lý nước thải, cần thiết phải có bước điều tra, khảo sát và đánh giá hiện trạng của khu vực công trình cần thực hiện. Một nhóm điều tra khảo sát sẽ được thành lập nhằm mục đích thu thập các dữ liệu sau:

- Bản đồ tự nhiên khu vực với các điểm hoặc đường đồng cao độ với tỉ lệ xích 1/500 - 1/5 000.
- Số liệu và biểu đồ các diễn biến tình hình khí tượng thủy văn khu vực.
- Số dân và số hộ trong khu vực công trình: số cư dân hiện tại và số cư dân phỏng đoán cho 5, 10 và 15 năm sau.
- Số lượng và qui mô các hoạt động sản xuất trong vùng: tiểu thủ công nghiệp, công nghiệp, chế biến nông thủy hải sản, ...
- Mức độ nước thải do sinh hoạt và sản xuất: lưu lượng thải, thời đoạn thải và thành phần lượng nước thải.
- Phỏng vấn và đánh giá nguồn thu nhập và sức khỏe của cộng đồng cư dân. Đánh giá sơ bộ theo cảm tính ảnh hưởng của lượng nước thải lên các hoạt động và sức khỏe cộng đồng cũng như cảnh quan môi trường.
- Các chủ trương của chính quyền (định hướng phát triển, các qui hoạch trước đó, qui định chung về môi trường, ...) và nguyện vọng nhân dân khu vực.
- Diện tích xây dựng cho phép và các nguồn nguyên vật liệu xây dựng cũng như nguồn năng lượng cho công trình về sau.
- Ước lượng khả năng cung cấp tài chính cho dự án.

Các dữ liệu được tập hợp và hình thành một báo cáo sơ bộ đánh giá ban đầu.

1.2.3 Định khối lượng nước thải

Lưu lượng nước thải trong một ngày đêm (m^3/day) và lưu lượng nước thải cần làm sạch qua công trình (l/s hoặc m^3/h) phụ thuộc vào nhiều yếu tố như số người, thời điểm, mùa vụ, giai đoạn sản xuất... Tổ hợp các điều kiện bất lợi nhất để có số liệu thiết kế.

1.2.4 Đề xuất Phương án

Các chuyên gia cần xây dựng càng nhiều phương án xem xét càng tốt. Trước khi xây dựng các phương án cần đánh giá mức độ vấn đề cần giải quyết. Hiện nay, có nhiều phương pháp xử lý nước thải, vậy cần chọn phương án nào? Kết cấu công trình nào là phù hợp? Chi phí xây dựng và vận hành có vượt qua khả năng tài chính cho phép không? Các giới hạn về diện tích đất? Quản lý công trình ra sao? Mỗi phương án phải nêu lên mặt mạnh và mặt yếu của nó. Chọn phương án tối ưu (lợi ích cao, thỏa yêu cầu, chi phí ít, vận hành dễ, ...).

Khi xem xét một hệ thống xử lý nước thải, cần thiết lưu ý ba yếu tố sau:

- + Nguồn xả nước thải
- + Khối lượng và thành phần nước thải
- + Xây dựng và quản lý công trình làm sạch nước thải

Công trình xử lý nước thải, với mục tiêu chính là ngăn ngừa ảnh hưởng xấu của nước thải đến nguồn nước chung, sức khỏe cộng đồng và sinh thái khu vực. Cơ quan quản lý tài nguyên nước phải cung cấp yêu cầu làm sạch và đánh giá tình trạng nơi nước thải xả ra. Việc thiết kế xây dựng công trình cần chú ý đến khả năng hợp nhất các trạm xử lý nước thải khác nhau nhằm làm giảm chi phí xây dựng, ngay cả trong trường hợp xây dựng công trình biệt lập như xử lý nước thải sinh hoạt riêng, xử lý nước tràn mặt (mưa) và xử lý nước thải sản xuất.

1.2.5 Phân tích các Phương án

Việc xem xét phân tích các phương án bao gồm các mặt sau:

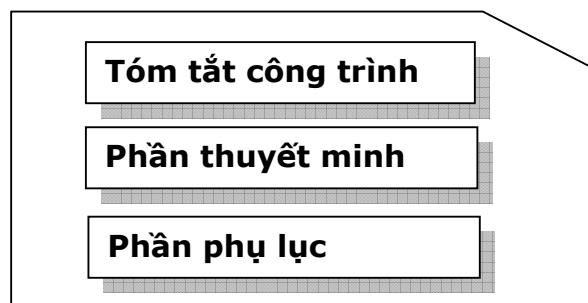
- Phân tích tính hợp lý trong việc xây dựng công trình.
- Phân tích qui mô công trình
- Phân tích tuyến công trình
- Phân tích việc chọn lựa các phương pháp xử lý
- Phân tích chi phí
- Phân tích khả năng quản lý và bảo dưỡng công trình

Phần này, sinh viên có thể tham khảo thêm các giáo trình kinh tế xây dựng, kinh tế môi trường và các tài liệu tham khảo về phân tích dự án.

1.3 HỒ SƠ CÔNG TRÌNH XLNT

1.3.1 Yêu cầu

Bất kỳ công trình hay dự án nào cũng phải có một hồ sơ thuyết minh công trình đó. Mục đích chính của việc lập hồ sơ là tóm tắt các nghiên cứu khảo sát, phân tích, tính toán và kết luận kiến nghị. Mỗi công trình và nguồn ngân sách thường được qui định theo một hình thức trình bày riêng (*format*). Một hồ sơ thường gồm có 3 phần trong mục lục chính:



Hồ sơ công trình thường được in ra rõ ràng theo khổ giấy A4 (210 x 297 mm), kiểu chữ chân phương, có đánh số trang và sắp xếp theo một trình tự nhất định. Hồ sơ phải được đóng thành tập với bìa cứng. Phần phụ lục có thể đóng chung với tập hồ sơ nếu không quá dày. Trường hợp công trình lớn, biểu bảng tính toán, bản đồ, sơ đồ nhiều thì có thể tách ra thành một tập phụ lục riêng.

Số lượng hồ sơ cần in ra tùy thuộc vào số lượng các cấp thẩm quyền xem xét.

1.3.2 Tóm tắt công trình

Phần này dùng để tóm lược các tiêu chí quan trọng liên quan đến công trình. Phần tóm tắt không dài quá 1 trang A4. Thứ tự trình bày có thể như sau:

Tên công trình	:	Mã số:
Vị trí, địa danh	:	
Cơ quan chủ trì	:	
+ Khảo sát	:	
+ Thiết kế	:	
+ Xây dựng...	:	
Thời gian	:	
Kinh phí	:	
+ Địa phương	:	
+ Quốc gia	:	
+ Quốc tế	:	

1.3.3 Tập thuyết minh Công trình

Tập thuyết minh công trình nhằm lý giải, mô tả phương pháp và minh họa các tính toán cho công trình. Lời lẽ trong tập thuyết minh phải rõ ràng, ngắn gọn nhưng đầy đủ, các ngôn từ chuyên môn đôi khi cũng có thêm phần giải thích:

1. **Bối cảnh** (*Background*)
2. **Lý giải** (*Justification*)
3. **Mục tiêu** (*Objectives*)
4. **Đầu ra và các hoạt động** (*Outputs and Activities*)
5. **Đầu vào** (*Inputs*)
6. **Sắp xếp việc thực hiện** (*Implementation Arrangements*)
7. **Quản lý dự án** (*Project Management*)

1.3.3 Các số liệu - Phụ lục

- Các chỉ tiêu thiết kế do nhà nước ban hành, tiêu chuẩn môi trường, ...
- Các số liệu khảo sát ban đầu
- Bản đồ khu vực
- Bình đồ bố trí công trình
- Bản vẽ kết cấu
- Bản dự toán công trình

Các số liệu, phụ lục phải được đánh số và ghi rõ nguồn cung cấp số liệu.

=====

Chương **2**

XÁC ĐỊNH KHỐI LƯỢNG VÀ THÀNH PHẦN NƯỚC THẢI LIÊN QUAN ĐẾN CÁC CHỈ SỐ THIẾT KẾ CÔNG TRÌNH

--- oOo ---

2.1 NƯỚC THẢI SINH HOẠT

2.1.1 Khối lượng

Nước thải sinh hoạt thường không cố định lượng xả ra theo thời gian trong ngày và theo tháng hoặc mùa. Lượng nước thải sinh hoạt thường được tính gần đúng dựa vào kinh nghiệm đánh giá qua qui mô khu vực sinh sống (thành thị, ngoại ô, nông thôn), chất lượng cuộc sống (cao, trung bình, thấp), ... Việc đo lưu lượng nước thải cũng rất cần thiết nếu có điều kiện. Trong ngày, việc đo lưu lượng có thể thực hiện vào các thời điểm từ 6:00 - 8:00, 11:00 - 13:00 và 17:00 - 19:00. Trong năm, nên chọn việc đo nước thải vào mùa hè (tháng 3, 4, 5).

Sơ bộ trong 1 ngày đêm, có thể lấy lượng nước thải khoảng 200 - 250 l/người cho khu vực có dân số $P < 10.000$ người. Khu vực có $P > 10.000$ người có thể lấy vào khoảng 300 - 380 l/người. Trong hoàn cảnh hiện tại ở khu vực Đồng bằng sông Cửu Long có thể lấy lượng nước thải khoảng 150 - 200 l/người.

Lượng nước thải sinh hoạt và tính chất tập trung ô nhiễm thường biến động cao. Nếu lượng nước cấp giảm, thì độ tập trung ô nhiễm gia tăng.

Lưu lượng dòng chảy nhỏ nhất cho hệ thống xử lý nước thải có thể lấy vào khoảng 25% lưu lượng dòng chảy trung bình.

Đối với nước thải sinh hoạt, có thể lấy theo các bảng sau:

Bảng 2.1 Khối lượng chất bẩn có trong 1 m³ nước thải sinh hoạt

Chất	Chất bẩn (g/m ³)			
	Khoáng	Hữu cơ	Tổng cộng	BOD ₅
Lắng	50	150	200	100
Không lắng	25	50	75	50
Hòa tan	375	250	625	150
Cộng toàn bộ	450	450	900	300

Nguồn: Imhoffk, 1972

Bảng 2.2 Khối lượng chất bẩn có trong nước thải sinh hoạt cho 1 người

Chất	Chất bẩn (g/người/ngày-đêm)			
	Khoáng	Hữu cơ	Tổng cộng	BOD ₅
Lắng	10	30	40	20
Không lắng	5	10	15	10
Hòa tan	75	50	125	30
Cộng toàn bộ	90	90	180	60

Nguồn: Imhoffk, 1972

Bảng 2.3 Lượng nước thải hằng ngày ở các công trình sinh hoạt và thương mại

Loại công trình	Đơn vị (Đv)	Lượng nước thải (l/ Đv. ngày)	BOD ₅ (kg/ Đv. ngày)
Phi trường	khách	20	0.01
Nhà thờ	chỗ ngồi	20	0.01
Câu lạc bộ đồng quê	hội viên	100	0.03
Xưởng (không chất thải công nghiệp)	công nhân	135	0.04
Bệnh viện	giường	950	0.24
Tiệm giặt ủi	máy giặt	2200	biến đổi
Nhà trọ (không kèm nhà hàng)	giường	190	0.06
Văn phòng (không kèm căn tin)	nhân viên	60	0.02
Công viên	người	20	0.01
Nhà hàng	món	20	0.01
Trường nội trú	học sinh	380	0.08
Trường tiểu học	học sinh	60	0.02
Trường trung học	học sinh	75	0.02
Siêu thị	người	60	0.02
Hồ bơi	người	40	0.01
Sân vận động	người	20	0.01
Nhà hát	chỗ ngồi	20	0.01

Nguồn: S.N. Goldstein, W.J. Woberg, *Wastewater Treatment Systems for Rural Communities*, 1973

Bảng 2.3 Lượng nước thải và BOD₅ gần đúng ở Hoa Kỳ và Châu Âu

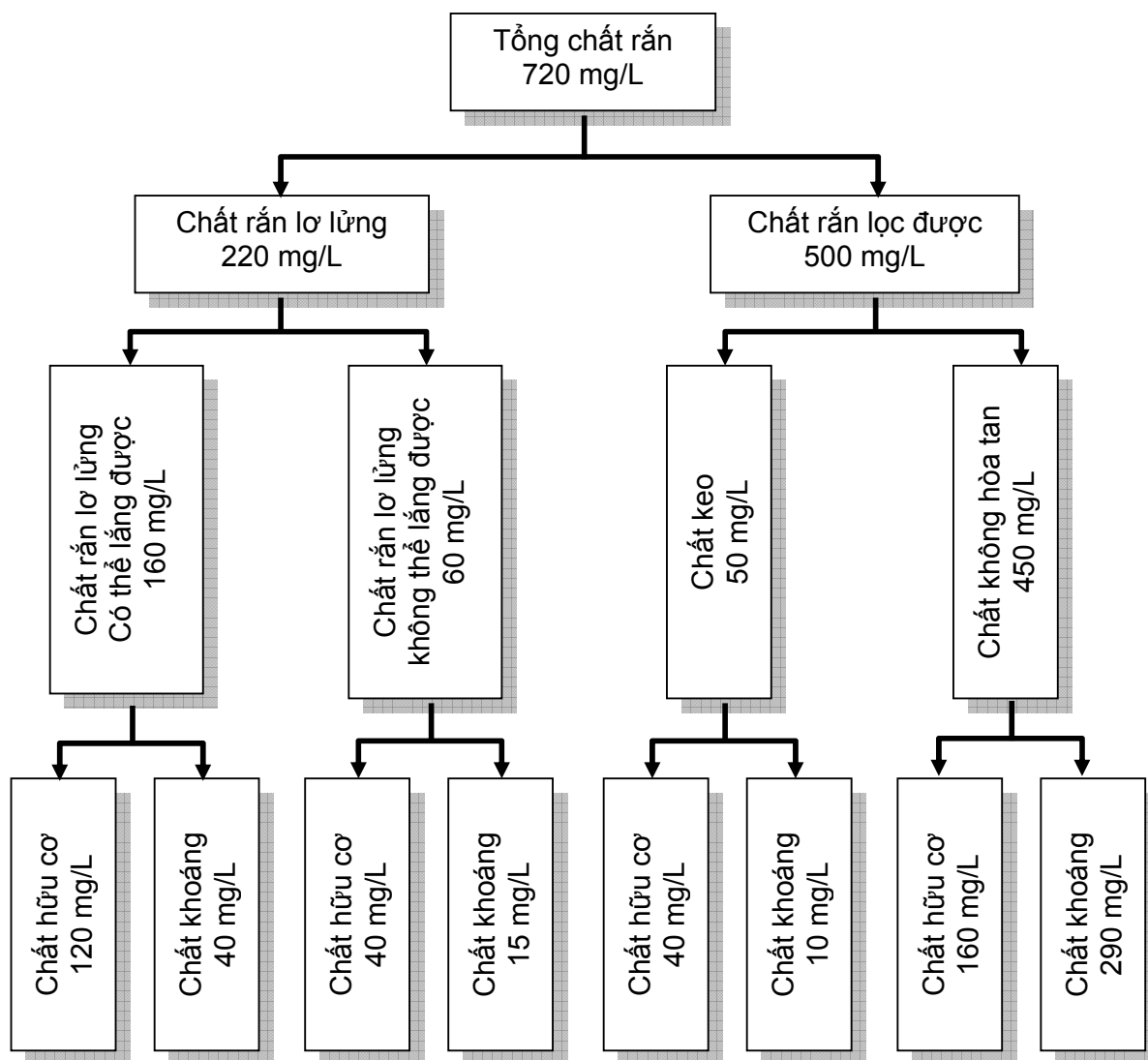
Nơi thải	Đơn vị	Mức thải (l/ngày)	Trung bình (l/ngày)	BOD ₅ (kg/ngày)
Nhà ở				
- Hoa Kỳ	người	250 - 1100	630	0.1
- Châu Âu	người	-	225	0.1
Trường học				
- Nội trú	học sinh	180 - 370	280	0.1
- Trường có căn tin	học sinh	40 - 80	60	0.03
- Trường không có căn tin	học sinh	20 - 60	40	0.02
Nhà hàng	khách	20 - 40	30	0.03
Khách sạn	khách	160 - 240	200	0.1
Bệnh viện	bệnh nhân	300 - 1000	600	0.14
Văn phòng	nhân viên	30 - 80	60	0.02
Cửa hàng tạp phẩm	nhân viên	30 - 50	40	0.02

Nguồn: định mức của Benefield và Randall, 1980 (trích đoạn)

2.1.2 Thành phần và tính chất

Nước thải sinh hoạt thường không được xem một cách phức tạp như là nguồn nước thải công nghiệp vì nó không có nhiều thành phần độc hại như phenol, và các chất hữu cơ độc hại. Trong thiết kế các trạm xử lý nước thải, các thông số về lượng chất rắn lơ lửng (*suspended solids*, SS) và BOD₅, ... thường được sử dụng giới hạn. Tổng chất rắn (*total solids*, TS) có thể lấy theo hình 2.1 hoặc chừng 225 l/người/ngày đêm hoặc xấp xỉ 800 mg/l. Lượng chất rắn lơ lửng có thể lấy chừng 40% tổng lượng rắn, hoặc chừng 350 mg/l. Trong số này, khoảng 200 mg/l là

lượng rắn lơ lửng có thể lắng đọng chừng 60% sau khoảng 1 giờ để yên nước, được lấy ra khỏi nước và xử lý vật lý như một biện pháp lắng sơ cấp (*primary settling*). Phần còn lại, chừng 100 mg/l là những chất không thể lắng đọng và có thể dùng các biện pháp xử lý hóa học hoặc sinh học để loại thải. Hầu hết biện pháp xử lý thứ cấp (*secondary treatment process*) là sinh học. Phần còn lại cuối cùng phần lớn là vi chất vô cơ của chất rắn không lắng đọng được, muốn loại bỏ hoàn toàn phải dùng những biện pháp xử lý triệt để.



Hình 2.1. Phân loại chất rắn trong nước thải loại vừa

Nguồn: Metcalf & Eddy, *Wastewater Engineering*, 1991

Bảng 2.4: Thành phần đặc trưng của các loại nước thải sinh hoạt

Chất ô nhiễm trong nước thải	Nồng độ (mg/lít)		
	Loại mạnh*	Loại yếu*	Trung bình*
Tổng chất rắn (TS)	$\geq 1\ 200$	≤ 350	700
Chất rắn lơ lửng (SS)	≥ 350	≤ 100	250
Nitơ tổng số	≥ 85	≤ 20	40
Nhu cầu oxy sinh hóa (BOD ₅)	≥ 300	≤ 100	200
Nhu cầu oxy hóa học (COD)	$\geq 1\ 500$	≤ 250	500
Phốt phát tổng số	≥ 20	≤ 6	10
Dầu, mỡ	≥ 150	≤ 50	100
Nitơrit NO ₂ ⁻	0	0	0
Nitơrat NO ₃ ⁻	0	0	0

Nguồn: Ng.Thị Kim Thái, Lê Hiền Thảo, 1999

*: có thể phân theo ô nhiễm cao (mạnh), vừa (trung bình) và nhẹ (yếu)

Ví dụ 2.1: Xác định lưu lượng nước thải trung bình ngày và lượng BOD₅ cho một khu cư dân đô thị với các số liệu sau:

- (a) Dân số : 150 000 người
- (b) Bệnh viện : 1 000 giường
- (c) Nhà hàng : 40 tiệm ăn, số thực khách trung bình 40 người/tiệm
- (d) Đại học và cao đẳng : 1 trường với 15 000 sinh viên, có căn tin.
- (e) Trung tiểu học : 30 000 học sinh, không có căn tin.

Giải: Sử dụng bảng 2.3, ta có:

Nguồn thải	Mức thải (m ³ /ngày)	Lưu lượng (m ³ /ngày)	BOD ₅ (kg/ngày)	BOD ₅ (kg/ngày)
Dân cư	150 000 x 0.225	33 750	150 000 x 0.10	15 000
Bệnh viện	1 000 x 0.6	600	1 000 x 0.14	40
Nhà hàng	1 600 x 0.03	48	1 600 x 0.03	48
Đại học	15 000 x 0.06	900	15 000 x 0.03	450
Trung học	30 000 x 0.04	1 200	30 000 x 0.02	600
$\Sigma = 36\ 498$			$\Sigma = 16\ 238$	

Ví dụ 2.2: Xác định lượng tập trung BOD₅ trung bình của lượng nước thải đô thị đo được trong liên tiếp 12 ngày đêm như sau:

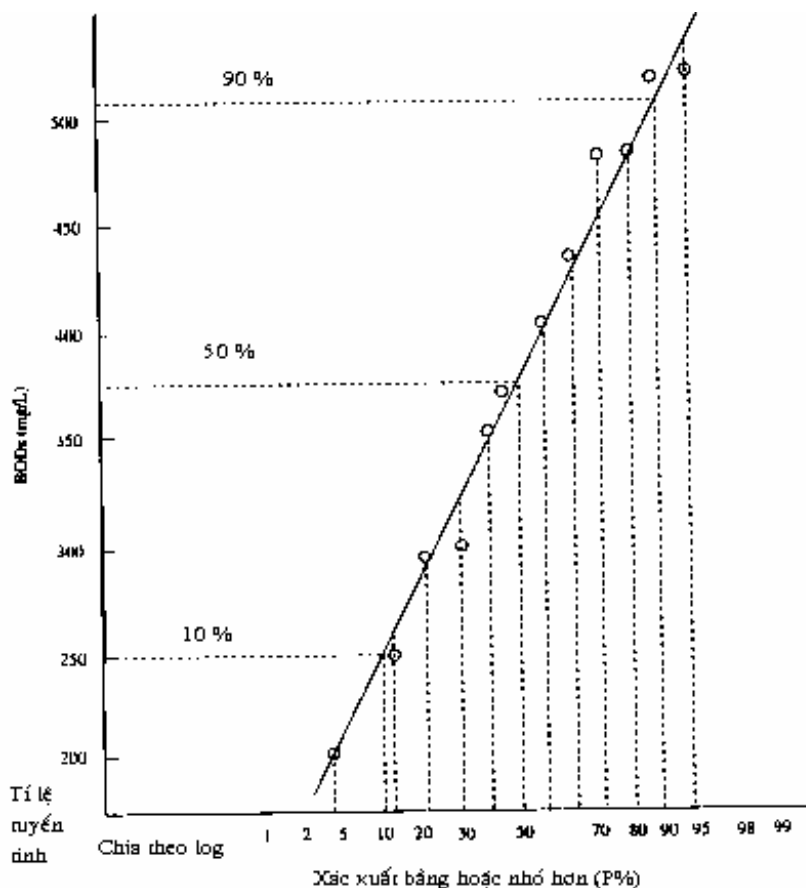
Ngày thứ	BOD ₅ (mg/l)	Ngày thứ	BOD ₅ (mg/l)
1	525	7	300
2	350	8	375
3	475	9	425
4	200	10	525
5	250	11	475
6	300	12	400

Xác định thêm độ lệch chuẩn, độ tập trung ở mức 90% và 50%.

Giải: Sắp xếp chuỗi số liệu đo BOD₅ từ nhỏ đến lớn. Tính xác suất xuất hiện nhỏ

hơn hoặc bằng giá trị quan trắc được (vị trí điểm) theo công thức, trong đó m khoảng thứ tự giá trị và n là tổng số quan trắc. Bảng tính như sau:

Thứ tự	BOD ₅	Vị trí điểm	Thứ tự	BOD ₅	Vị trí điểm
1	200	4.17	7	400	54.20
2	250	12.50	8	425	62.50
3	300	20.80	9	475	70.80
4	300	29.20	10	475	79.20
5	350	37.50	11	525	87.50
6	375	45.80	12	525	95.80



Hình 2.2 Quan hệ BOD₅ ~ P (x ≤ xi) %

Lấy kết quả đã tính chấm điểm lên giấy bán logarit (giấy tần suất, trục hoành vẽ theo logarit).

Trục tung chỉ lượng BOD₅, trục hoành là P (x ≤ xi) %.

Vẽ đường thẳng đi qua trung tâm các điểm, sao cho khoảng lệch là nhỏ nhất.

Trung bình = 383 mg/l

Trị ở 90% = 510 mg/l

Trị ở 50% = 380 mg/l

Trị ở 10% = 255 mg/l

Độ lệch chuẩn = $(2/3) \cdot (90\% - 10\%) = 2/3 (510 - 255) = 170$ mg/l

*Ghi chú: Phương pháp này tương tự cách xác định tần suất lũ xuất hiện trong thủy văn.

2.2 NƯỚC THẢI SẢN XUẤT**2.2.1 Khối lượng**

Chúng ta cần phân biệt 2 loại:

- **nước thải công nghiệp** (*industrial wastewater*) là nước thải của quá trình sản xuất công nghiệp.
- **nước thải khu công nghiệp** (*industrial zone wastewater*) là nước thải sản xuất cộng thêm lượng nước thải sinh hoạt từ các nhà vệ sinh, nhà ăn, ... và lượng nước mưa rơi trong khu vực.

Để so sánh giữa nước thải sản xuất công nghiệp (nếu nước thải có khả năng bị phân hủy do vi sinh vật) và nước thải sinh hoạt, người ta đưa ra khái niệm "**số dân tương đương**" (*the population equivalent, PE*) qua đặc trưng chỉ tiêu nhu cầu oxy sinh hóa BOD₅ để chỉ nhu cầu oxy của vi sinh vật trong mẫu nước thải trong 5 ngày, ở 20°C. Giá trị BOD₅ tính trên toàn bộ lượng nước thải cho 1 người trong 1 ngày đêm là 60 - 100 gram (nếu lấy giá trị BOD₂₀ thì thường tính 140 gr/người/ngày đêm). Dem chia toàn bộ khối lượng nước thải của cơ sở sản xuất công nghiệp cho giá trị trên để tính ra số dân tương đương.

Tổng quát, PE (một số sách dùng ký hiệu N_p) tính theo:

$$PE = \frac{C_{cn} \times Q_{cn}}{T_p} \quad (2-1)$$

với C_{cn} và Q_{cn} là nồng độ và lưu lượng nước thải công nghiệp.
 T_p lượng nước thải trên mỗi đầu người.

Ví dụ 2.3: Một xí nghiệp công nghiệp thải ra 2 500 m³ nước thải/ngày với lượng BOD₅ là 200 mg/l. Xác định số dân tương đương PE ứng với chỉ tiêu BOD₅ đơn vị là 95 g/người/ngày.

Giải:

$$PE = \frac{200 \text{ .mg}}{1} \times \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ .mg}} \times \frac{2500 \text{ .m}^3}{\text{ngày}} \times \frac{1000 \text{ .l}}{1 \text{ m}^3} \times \frac{1 \text{ .nguoì .ngày}}{95 \text{ .g}} = 5263 \text{ người}$$

Ta có thể dựa vào bảng qui số dân tương đương ứng với qui mô sản xuất sau:

Bảng 2.5: Số dân tương đương (PE) ứng với qui mô sản xuất của các nhà máy

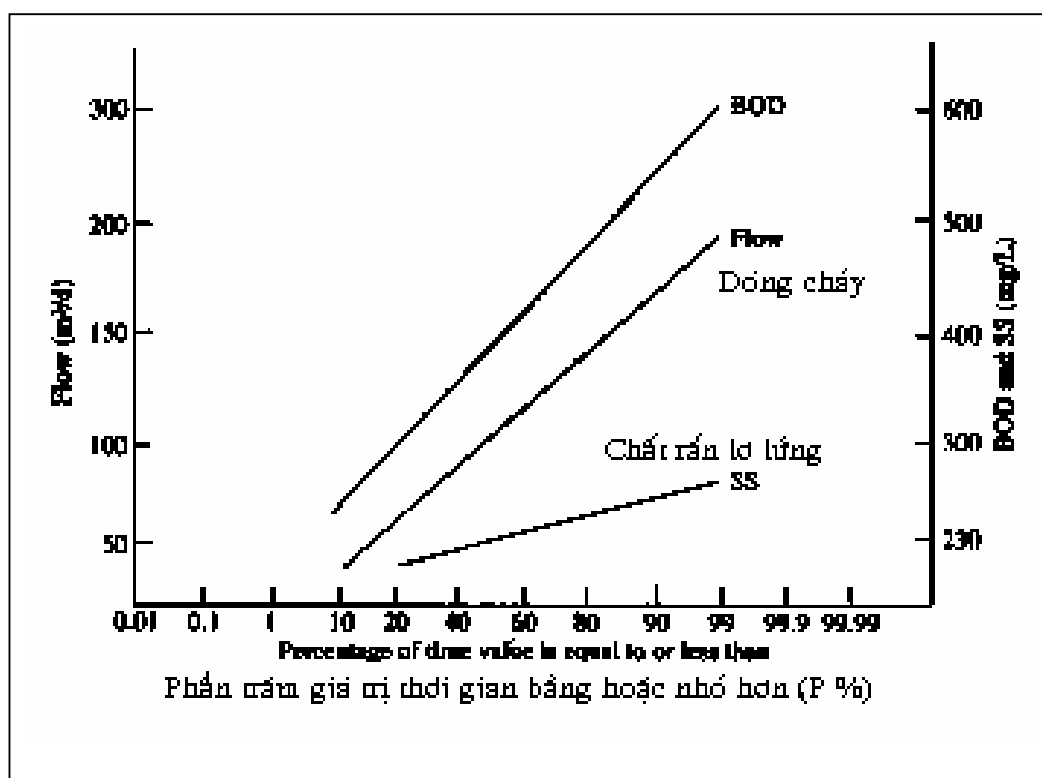
Nhà máy	Qui mô sản xuất	PE
Nhà máy sữa không sản xuất pho-mát	x 1 000 lít sữa	30 - 80
Nhà máy sữa có sản xuất pho-mát	x 1 000 lít sữa	50 - 250
Lò sát sinh	x 1 con bò (=2,5 con heo)	70 - 200
Lò sát sinh	x 1 tấn thịt	150 - 450
Nhà máy bia	x 1 000 lít bia	150 - 400
Nhà máy sản xuất tinh bột	x 1 tấn bắp hoặc lúa mì	500 - 1 000
Nhà máy thuộc da	x 1 tấn da	1 000 - 4 000
Nhà máy chế biến len	x 1 tấn len	2 000 - 5 000
Phân xưởng tẩy	x 1 tấn sản phẩm	1 000 - 4 000
Nhà máy nhuộm (có chứa lưu huỳnh)	x 1 tấn vật liệu	2 000 - 3 500
Nhà máy giặt	x 1 tấn vải giặt	370 - 1 000
Sự rò rỉ dầu khoáng	x 1 tấn dầu	12 000

Nguồn: I. Grulo, *Công trình làm sạch nước thải loại nhỏ*, 1980.

2.2.2 Thành phần và tính chất

Thành phần và tính chất của nước thải công nghiệp rất đa dạng và phụ thuộc vào nhiều yếu tố của sản xuất công nghiệp gồm như lãnh vực, nguyên liệu tiêu thụ, loại công nghệ áp dụng, qui mô hoạt động, ... Một số tài liệu nước ngoài cho biết khối lượng nước thải công nghiệp thường chiếm 30 - 35% tổng lượng nước thải đô thị. Khi tính toán công trình xử lý chung nước thải sinh hoạt và công nghiệp, ta căn cứ vào chất nhiễm bẩn sinh hoạt. Chất bẩn công nghiệp phải giữ lại để xử lý cục bộ nhằm bảo đảm tính an toàn cho hệ thống dẫn và xử lý nước thải đô thị. Tính chất của nước thải thường được xác định bằng phân tích hóa học thành phần nhiễm bẩn. tuy nhiên để có đầy đủ các số liệu thường gặp nhiều khó khăn về thời gian, thiết bị và kinh phí. Để đơn giản, người ta thường dựa vào một số chỉ tiêu như nhiệt độ, màu sắc, mùi vị, độ trong, pH, chất tro và không tro, hàm lượng chất lơ lửng, chất lắng đọng, BOD, COD và một số chỉ tiêu khác do yêu cầu.

Việc xác định hàm lượng BOD hoặc SS chẳng hạn, thường dẫn đến việc xác định biểu đồ hàm lượng theo dòng chảy và tần suất như hình 2.3.



Hình 2.3 Quan hệ $Q \sim BOD \sim SS \sim P$ ($x \leq x_i$)

2.3 CÁC VÍ DỤ CƠ BẢN XÁC ĐỊNH CHỈ SỐ THIẾT KẾ THỦY LỰC

2.3.1 Phương trình Manning và phương trình Hazen-Williams

Phương trình Manning	Phương trình Hazen-Williams
TRONG ỐNG CỐ ÁP Hệ SI $V = 0,849.CR^{0,63}S^{0,54}$ $Q = 0,278.CD^{2,63}S^{0,54} \quad (2-3)$ Hệ US $V = 1,318.CR^{0,63}S^{0,54}$ $Q = 0,432.CD^{2,63}S^{0,54} \quad (2-4)$	TRONG ỐNG CỐ ÁP Hệ SI $V = \frac{0,397}{n} D^{2/3} S^{1/2}$ $Q = \frac{0,312}{n} D^{8/3} S^{1/2} \quad (2-5)$ Hệ US $V = \frac{0,590}{n} D^{2/3} S^{1/2}$ $Q = \frac{0,463}{n} D^{8/3} S^{1/2} \quad (2-6)$
TRONG KÊNH HỒ Hệ SI $V = \frac{1}{n} R^{2/3} . S^{1/2} \quad (2-7)$ Hệ US $V = \frac{1,468}{n} R^{2/3} . S^{1/2} \quad (2-8)$	trong các công thức trên: V - vận tốc, Q/A, m/s (ft/s) C - hệ số Chezy R - bán kính thủy lực, D/4, m (ft) S - độ dốc đường thế năng = hf/L Q - lưu lượng, m³/s (ft³/s) D - đường kính ống dẫn n - hệ số nhám (tra bảng ở các sách Thủy lực)

Phương trình Manning và Hazen - Williams đều được sử dụng trong tính toán vận tốc và lưu lượng dòng chảy trong lòng dẫn. Từ phương trình này ta có thể xác định tổn thất cột nước trong một đoạn dòng chảy nào đó.

Ví dụ 2.4: Tính tổn thất cột nước trên đường ống dài 1.000 m, đường kính trong 50 mm. Biết lượng nước thải chảy qua ống với lưu lượng 0,25 m³/s, hệ số C = 130.

Giải: Từ công thức (2-3):

$$V = 0.849 \times C \times (D / 4)^{0.63} \times (h_f / L)^{0.54} = \frac{Q}{(\pi . D^2 / 4)}$$

suy ra tổn thất cột nước

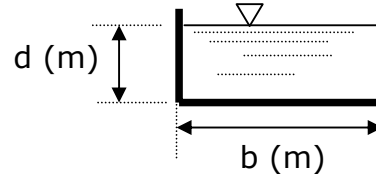
$$h_f = \frac{10,7 \times Q^{1,85} \times L}{C^{1,85} \times D^{4,87}} = \frac{10,7 \times (0,25)^{1,85} \times 1000}{130^{1,85} \times (0,5)^{4,87}} \approx 2,96 \text{ m}$$

Ví dụ 2.5: Thiết kế một kênh dẫn hình chữ nhật bằng bê tông với:
 Lưu lượng nước thải $Q = 2 \text{ m}^3/\text{s}$
 Độ dốc đáy kênh $S = 0,001$
 Hệ số nhám kênh dẫn $n = 0,012$

Giải: Theo lý thuyết, kênh hình chữ nhật có mặt cắt thủy lực tốt nhất khi:
 $Q_{\max}$ khi $d = b/2$ với d là độ sâu dòng chảy, b là bề rộng kênh

$$Q = A.V = \frac{1}{n} AR^{2/3} . S^{1/2}$$

với $A = b.d = (2d).d = 2.d^2$



$$Q_{\max} = \frac{1}{0,012} (2.d^2) \left(\frac{d}{2} \right)^{2/3} (0,001)^{1/2} = 2$$

$$\Rightarrow d = 0,8 \text{ m} \Rightarrow b = 1,6 \text{ m}$$

2.3.2 Xác định đường kính tối ưu cho máy bơm

Đường kính tối ưu là đường kính thỏa mãn đồng thời 2 yêu cầu:

- Chi phí tổng năng lượng bơm nhỏ nhất S1.
- Chi phí đầu tư trang bị máy bơm vừa đủ S2.

Nếu gọi T là tổng chi phí /năm thì $T = S1 + S2$ thì đường kính tối ưu là đường kính có $\frac{dT}{d(d)} = 0$, Kriengsak Udomsinrot, 1989, đưa ra công thức sau:

$$\text{Đường kính tối ưu: } d_{opt} = \frac{(511,4 \times a_1 \times T \times Q^{2,8519})^{0,17}}{(u \times r \times a_2 \times C^{1,8519})^{0,17}} \quad (2-9)$$

trong đó :
 a_1 - chi phí năng lượng bơm (đồng/KWh)
 T - thời gian bơm vận hành trong 1 năm, giờ
 Q - lưu lượng trung bình nước thải, m^3/s
 u - hiệu suất máy bơm (gồm động cơ và máy bơm), %
 a_2 - chi phí đường ống (đồng/mét dài x mét đường kính ống)
 C - hệ số Hazen-Williams
 r - hệ số hồi phục

Ví dụ 2.6: Xác định đường kính máy bơm tối ưu cho việc hút xả một lưu lượng nước thải Q là $0,20 \text{ m}^3/\text{s}$. Thời gian chạy máy là 20 giờ/ngày. Giả sử hiệu suất của cả động cơ và máy bơm là 60%, ống dẫn có $C = 100$. Cho hệ số hồi phục $r = 0,0991$. Giá thành ống dẫn là 500 000 đ/(1m dài x 1m đường kính), chi phí bơm là 150 đ/kWh.

Giải: Thời gian chạy máy trong 1 năm:
 $T = 20 \text{ giờ/ngày} \times 365 \text{ ngày/năm} = 7\,300 \text{ giờ}$

Đường kính tối ưu:

$$d_{opt} = \frac{(511,4 \times a_1 \times T \times Q^{2,8519})^{0,17}}{(u \times r \times a_2 \times C^{1,8519})^{0,17}} = \frac{(511,4 \times 150 \times 7300 \times 0,2^{2,8519})^{0,17}}{(0,60 \times 0,0991 \times 500000 \times 100^{1,8519})^{0,17}}$$

$$\Rightarrow d_{opt} = 0.57391 \text{ m}$$

$\Rightarrow$ Chọn bơm trên thị trường có đường kính ống xả là 600 mm.

Nhiều trường hợp ta phải dùng nhiều máy bơm để thoát nước, việc tính toán một hệ thống nhiều máy bơm trở nên phức tạp hơn, (đề nghị xem lại các Giáo trình và sách về Bơm và Trạm bơm).

2.3.3 Đập tràn thành mỏng

Người ta có thể sử dụng đập tràn thành mỏng có mặt cắt hình chữ nhật hoặc đập tràn thành mỏng hình tam giác để khống chế mực nước trong kênh dẫn hoặc dùng nó để đo lưu lượng dòng chảy.

Công thức cơ bản để tính cho tất cả các loại đập tràn là:

$$Q = mb \cdot \sqrt{2g} \cdot H_o^{2/3} \text{ với } H_o = H + \frac{v^2}{2g} \quad (2-10)$$

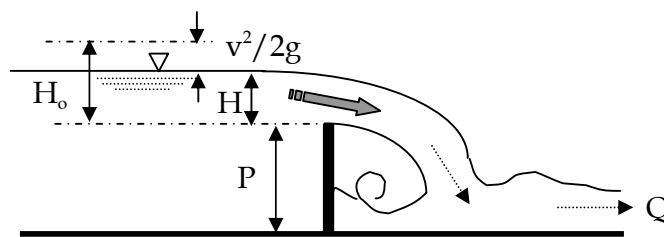
với b là bề rộng đập tràn, m là hệ số đối với đập tràn chảy không ngập, sơ bộ:

đập tràn thành mỏng, m = 0,42

đập tràn có mặt cắt thực dụng không có chân không, m = 0,45

đập tràn có mặt cắt thực dụng có chân không, m = 0,50

đập tràn đỉnh rộng, m = 0,35

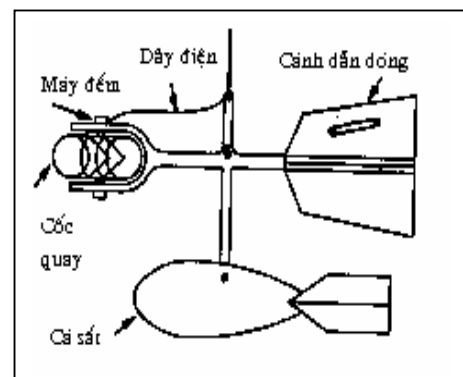


Hình 2.4: Các thông số cơ bản để xác định lưu lượng qua đập tràn thành mỏng

2.3.4 Đo lưu lượng nước thải

Lưu lượng nước thải là lượng nước thải qua một mặt cắt trong một đơn vị thời gian, thường ta có 2 cách: đo bằng lưu tốc kế (hình 2.6), đo mặt cắt ướt và đo bằng đập tràn thành mỏng. Phương pháp đo, đề nghị xem trong các sách thủy lực và thủy văn.

Hình 2.5: Một kiểu lưu tốc kế trực đứng



2.3.5 Cân bằng dòng chảy

Việc loại thải chất rắn, đặc biệt là bùn cát, sẽ làm thay đổi nhanh chóng lượng dòng chảy chất thải. Trong một hệ thống xử lý nước thải thường có một khu trữ tạm thời hoặc một bể điều lưu nhằm loại bỏ một phần lớn chất rắn lơ lửng trong nước. Kích thước hoặc thể tích của bể điều lưu thường được xác định theo thủy đồ nước thải hằng ngày (*the daily wastewater hydrograph*).

Có 2 phương pháp đơn giản:

1. **Mô hình sóng vuông (square-wave model):** Dòng chảy nước thải thường có biểu đồ hình dạng sóng theo thời gian, tuy nhiên nếu ta xấp xỉ các giá trị thời đoạn so với trị trung bình theo hình vuông như một thì ta có thể cân bằng dòng chảy theo hình học.

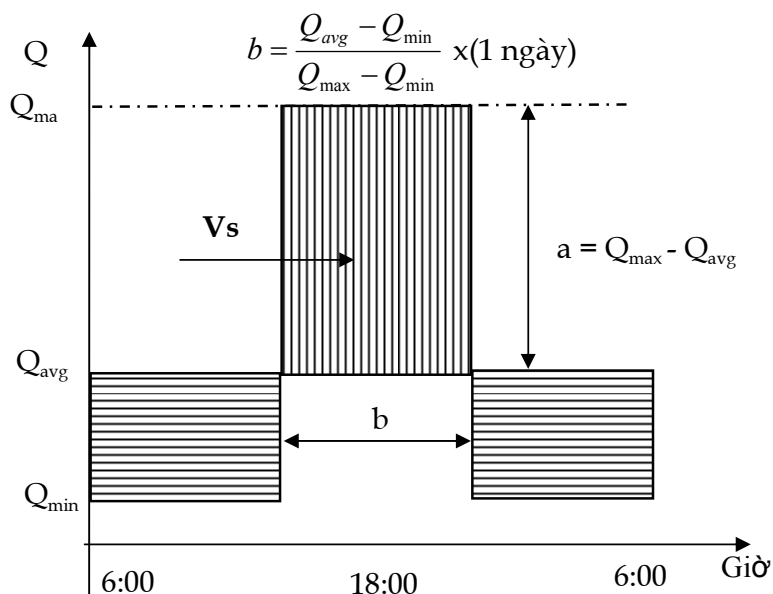
Ta cần có 3 giá trị lưu lượng nước thải theo thời đoạn:

Q_{max} : Lượng nước thải lớn nhất

Q_{min} : Lượng nước thải nhỏ nhất

Q_{ave} : Lượng nước thải trung bình,

$$Q_{ave} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_i \quad (2-11)$$



Hình 2.5: Mô hình sóng vuông cho dòng nước thải trong 1 ngày

Ví dụ 2.7:

Hình 2.5 cho dòng nước thải trong 1 ngày (từ 6:00 sáng hôm nay đến 6:00 sáng ngày hôm sau) theo mô hình này. Vùng diện tích có gạch sọc thể hiện sự thay đổi của lượng chảy thải trong 24 giờ so với trị trung bình Q_{avg} . Theo sự cân bằng khối lượng, ta có:

$$Q_{avg}(1 \text{ ngày}) = Q_{min} (1 \text{ ngày}) + (Q_{max} - Q_{min})(b \text{ ngày})$$

$$\Rightarrow b = \frac{Q_{avg} - Q_{min}}{Q_{max} - Q_{min}} \quad (2-12)$$

Theo Hình 2.5 , ta có $a = Q_{max} - Q_{avg}$ (2-13)

Như vậy dung tích bể trữ /lắng sẽ là : $V_s = a.b$ (2-14)

2. Đường cong lũy tích (cumulative curve) để xác định thể tích bể chứa tối thiểu.

Ví dụ 2.8: Một khu công nghiệp xả nước thải (tính bằng m³/h) như sau:

Giờ đo	2:00	4:00	6:00	8:00	10:00	12:00
Qthải (m ³ /h)	518.4	445.6	359.2	475.2	604.8	864.0
Giờ đo	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00	24:00
Qthải (m ³ /h)	907.2	820.8	777.6	691.2	429.0	418.0

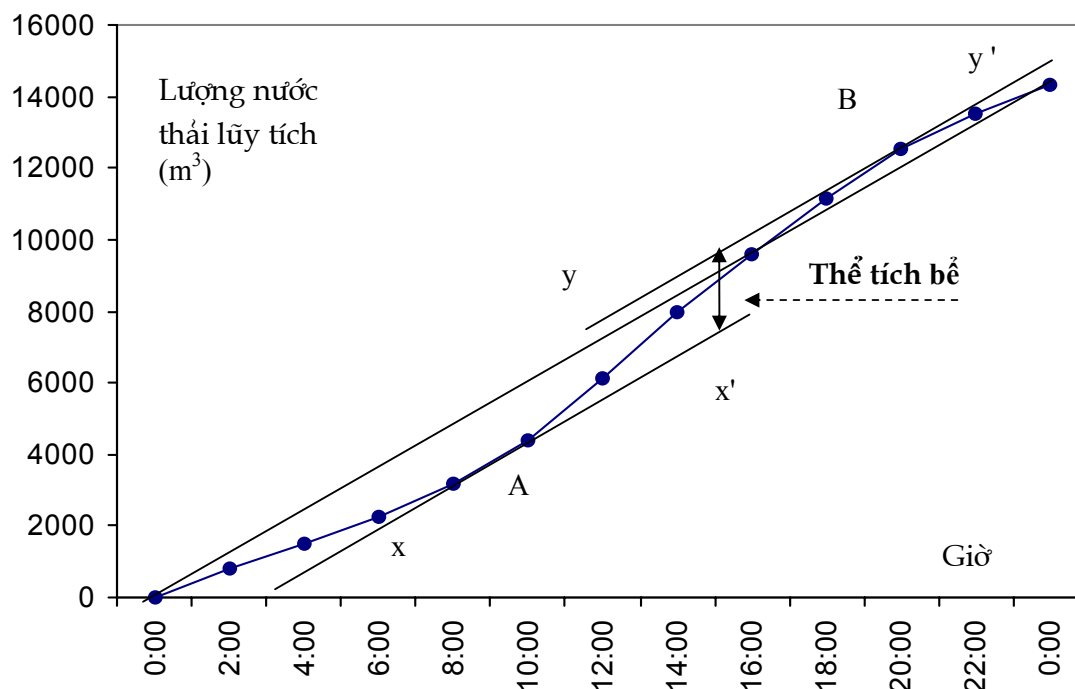
Yêu cầu xác định thể tích bể chứa tối thiểu để cân bằng lượng nước thải hằng ngày.

Giải: Lập bảng tính toán sau:

Giờ đo (giờ)	Lưu lượng thải (m ³ /h)	Thể tích thải (m ³)	Lũy tích thể tích (m ³)
(1)	(2)	(3) = (2) x 2	(5)
0:00	-	-	0.0
2:00	518.4	1036.8	1036.8
4:00	445.6	891.2	1728.0
6:00	359.2	718.4	2246.4
8:00	475.2	950.4	3196.8
10:00	604.8	1209.6	4406.4
12:00	864.0	1728.0	6134.4
14:00	907.2	1814.4	7948.8
16:00	820.8	1641.6	9590.4
18:00	777.6	1555.2	11145.6
20:00	691.2	1382.4	12528.0
22:00	429.0	958.0	13489.0
24:00	418.0	836.0	14325.0

Lấy trục hoành là thời gian trong ngày (cột 1), trục tung là lưu lượng nước thải lũy tích (cột 5). Chấm các điểm tương ứng từ bảng tính. Vẽ đường cong nối liền các điểm lũy tích với nhau. Nối điểm 0 với điểm tích lũy trong 24 giờ, ta được đường trung bình, vẽ 2 đường thẳng x-x' và y-y' song song với với đường trung bình và tiếp xúc với điểm lõm và điểm lồi của đường lũy tích lần lượt tại A và B (hình 2.7).

Khoảng cách thẳng đứng giữa x-x' và y-y' là thể tích bể chứa cần có.



Hình 2.7: Đường cong lũy tích thể tích lượng nước thải trong ngày

Theo hình 2.7, thể tích bể tối thiểu cần xây dựng $V = 2\,000\text{ m}^3$.

Trong thực tế, người ta thường gia tăng thể tích bể khi xây dựng khoảng 10% đến 20% so với tính toán để dự phòng các trường hợp gia tăng lượng nước thải bất thường, đôi khi còn phải cộng thêm một lượng thể tích nước chết nào đó tùy theo ảnh hưởng của cao trình cống thoát.

=====

Chương **3**

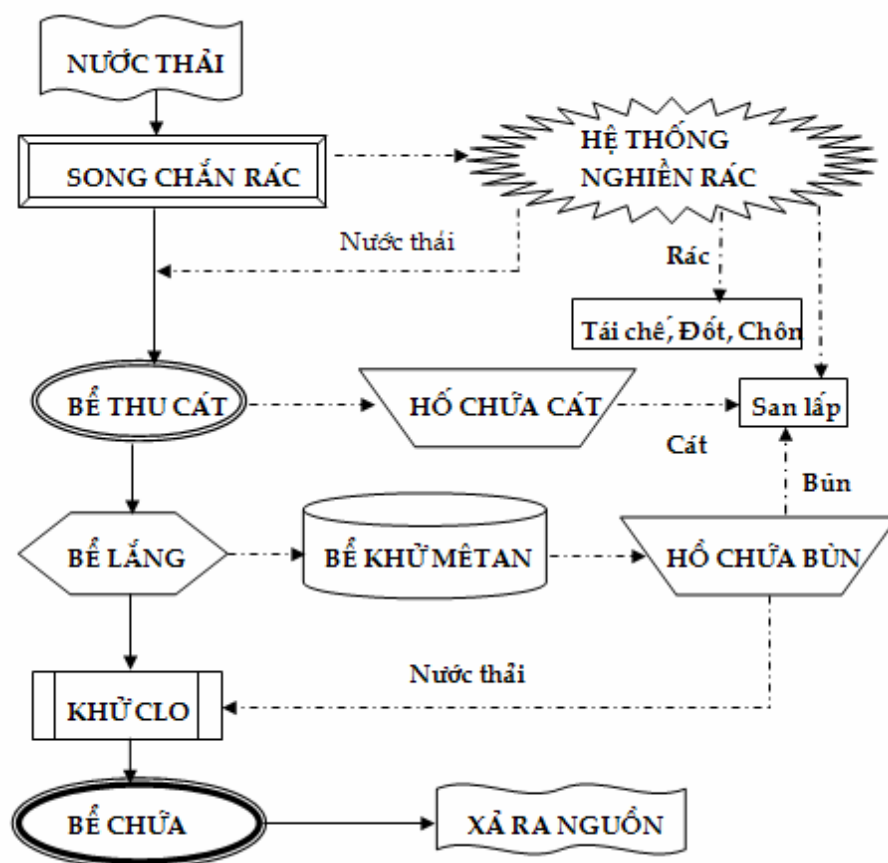
CÔNG TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC THẢI BẰNG CƠ HỌC

--- oOo ---

3.1 CÔNG TRÌNH LÀM SẠCH CƠ HỌC

3.1.1 Song chắn rác

Trong hầu hết các công trình xử lý nước thải bằng biện pháp xử lý cơ học đều có song chắn rác (*bar-rack/screen*). Song chắn rác là hạng mục công trình xử lý sơ bộ đầu tiên nhằm ngăn giữ rác bần thô gồm giấy, bọc nylon, chất dẻo, cỏ cây, vỏ đồ hộp, gỗ, ... Các loại rác này có thể làm tắt nghẽn đường dẫn nước hoặc làm hư hỏng máy bơm. Song chắn rác là một hay nhiều lớp thanh đan xen kẽ với nhau (còn gọi là mắc song) đặt ngang đường dẫn nước thải. Rác sau khi lấy ra khỏi nước thải thường được đem qua bộ phận nghiền (*grinder*), đốt hoặc chôn tùy theo mức độ, kinh phí và công nghệ (xem hình 3.1).

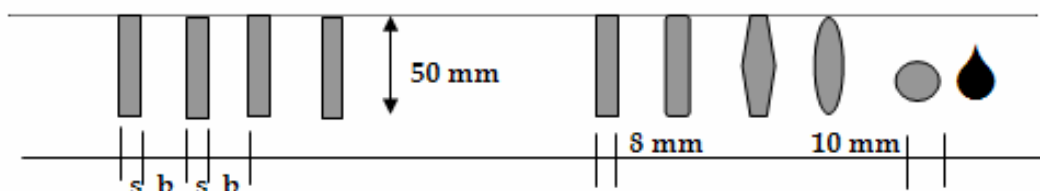


Hình 3.1: Sơ đồ trạm xử lý cơ học

Đối với song chắn rác, ta có thể phân biệt:

- Theo khe hở của song chắn có 3 kích cỡ: loại thô lớn (30 - 200 mm), loại trung bình (16 - 30 mm), loại nhỏ (dưới 16 mm).
- Theo cấu tạo của song chắn: loại cố định và loại di động.
- Theo phương cách lấy rác: loại thủ công và loại cơ giới.

Thanh đan trong song chắn có thể có hình tròn ($\phi = 8 - 10$ mm) hoặc hình chữ nhật (tiết diện ngang ($s \times b$) = 10 x 40 mm, 8 x 60 mm, ...). Hình tròn thì thuận lợi cho dòng chảy nhưng khó cào rác, còn hình chữ nhật thì gây tổn thất dòng chảy. Có nhiều hình dạng khác, tốt nhất là hình bầu dục, nhưng chi phí loại này cao.



Hình 3.2: Các kích thước và hình dạng của thanh chắn rác

Loại song chắn rác di động thường ít được sử dụng do thiết bị phức tạp và quản lý khó. Phổ biến là loại chắn rác dạng thanh chữ nhật cố định, rác được lấy bằng cào sắt gắn với một trục quay. Lượng rác được giữ lại phụ thuộc vào khe hở giữa các thanh chắn. Tùy theo mức độ rác trong nước thải, người ta định các khe hở của song chắn, nếu rộng quá thì sẽ không ngăn rác hiệu quả, còn nếu hẹp quá thì cản trở dòng chảy.

Bảng 3.1: Chỉ số thiết kế thanh chắn

Dữ liệu thiết kế	Cào rác bằng tay	Cào rác bằng cơ học
Kích thước thanh chắn		
+ Bề dày, inches (mm)	0.2 - 0.6 (5.08 - 15.24)	0.2 - 0.6 (5.08 - 15.24)
+ Bề bản, inches (mm)	1.0 - 1.5 (25.4 - 38.1)	1.0 - 1.5 (25.4 - 38.1)
Khoảng hở, inch (mm)	1.0 - 2.0 (25.4 - 38.1)	0.6 - 30 (15.24 - 72.6)
Độ dốc (độ °)	15 - 45	0 - 30
Vận tốc dòng chảy, ft/s (m/s)	1.0 - 2.0 (0.3048 - 0.6096)	2.0 - 3.25 (0.6096 - 0.9906)
Tổn thất dòng chảy, inch (mm)	6 (152.4)	6 (152.4)

Nguồn: George T., Franlin L. B., *Wastewater Engineering*, 1995

Một số lưu ý khi thiết kế song chắn rác:

Không chế tốc độ dòng chảy nước thải qua song chắn từ 0,5 - 1,0 m/s.

Nếu lượng rác $W > 0,1$ m³/ngày thì có thể lấy rác bằng tay.

Nếu lượng rác $W \leq 0,1$ m³/ngày thì có thể lấy rác bằng cơ giới.

Tổn thất cột nước khi đi qua song chắn rác có thể xác định theo:

$$h_L = B(s/b)^{4/3} \cdot h_v \cdot \sin \theta \quad (3-1)$$

trong đó :

s là bề dày thanh chắn b là khoảng hở giữa 2 thanh

h_v là cột nước dòng chảy đoạn gần đến song chắn rác, $h_v = V^2/2g$

θ là góc nghiêng của thanh chắn so với chiều dòng chảy

B là hệ số hình dạng của thanh chắn, lấy theo bảng sau:

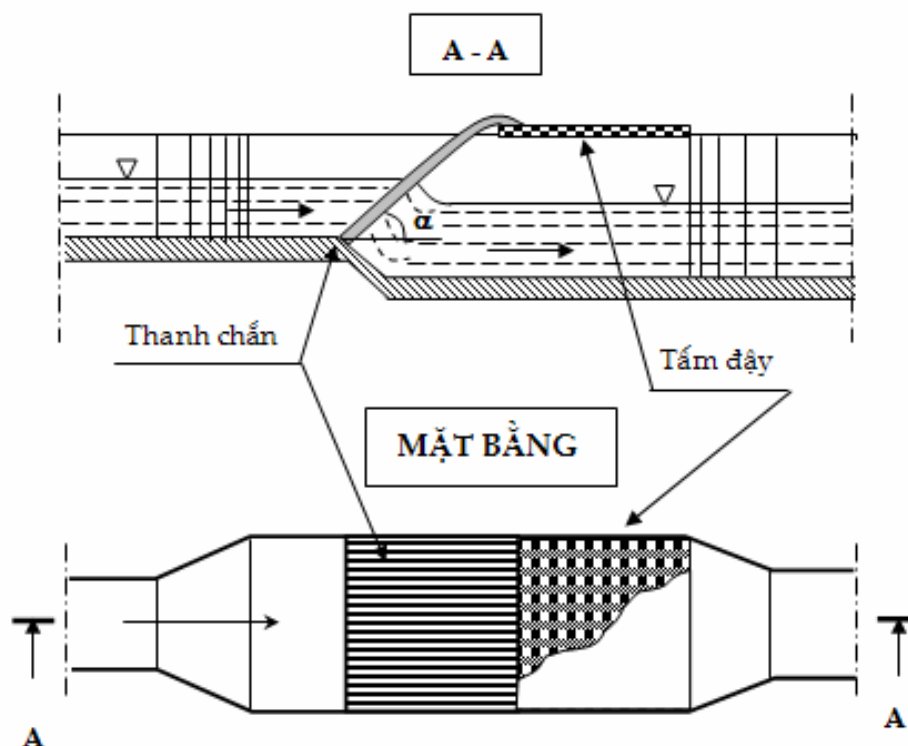
Bảng 3.2: Hệ số hình dạng thanh chắn rác

Hình dạng thanh	Hệ số B
Thanh chữ nhật sắc cạnh vuông	2,42
Thanh chữ nhật có đầu tròn ở mặt thượng lưu dòng chảy	1,83
Hình tròn	1,79
Thanh chữ nhật có đầu tròn ở mặt thượng lưu và hạ lưu	1,67
Thanh hình giọt nước	0,76

Nguồn: Kriengsak Udomsinrot, *Wastewater Engineering Design*, AIT, 1989

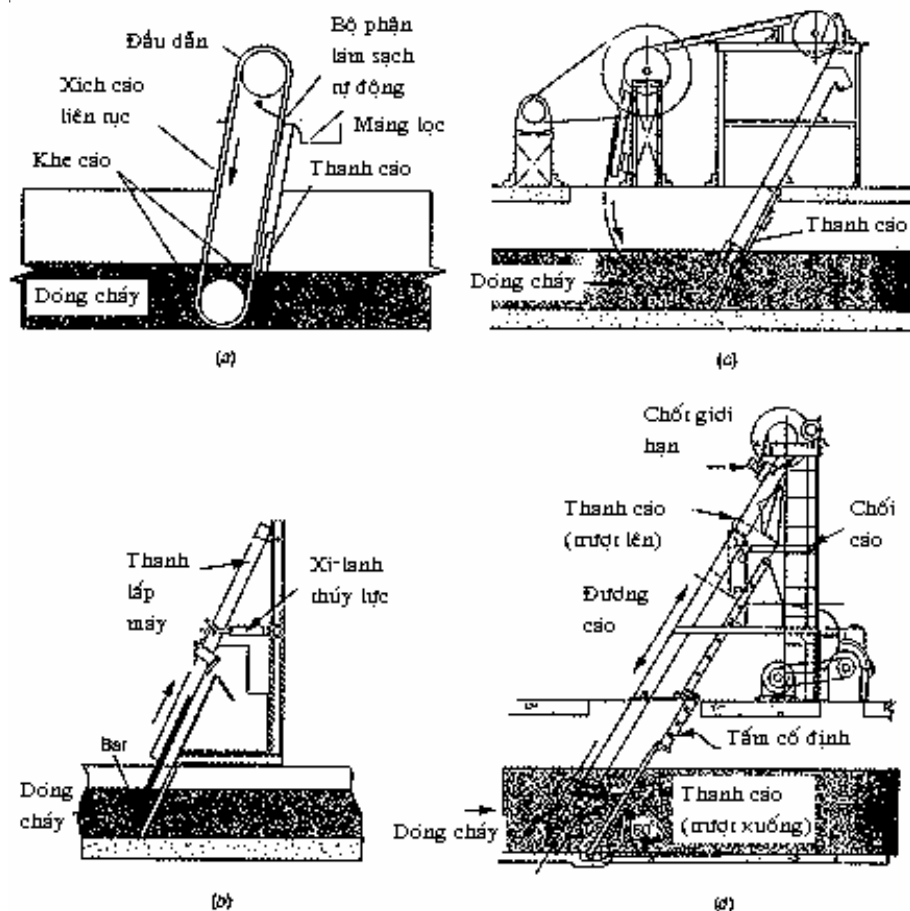
3.1.2 Một số kiểu song chắn rác

Hình 3.3 là một kiểu song chắn rác cào bằng tay, đây là loại được dùng phổ biến ở các công trình đầu mối của trạm bơm nước thải. Khi thiết kế cần lưu ý là chiều dài rãnh làm sạch bằng tay không nên vượt quá khoảng cách thuận lợi cho việc cào rác bằng tay, khoảng 3 m. Thanh chắn rác thường không nhỏ hơn 10 mm theo chiều dày và 50 mm theo chiều sâu. Các thanh này được hàn chặt trong một khung cứng với các khoảng cách phù hợp với dụng cụ cào rác. Phía trên kênh dẫn thường có các tấm đập để ngăn cản mùi hôi của nước thải. Kênh dẫn nước thải cần được thiết kế để ngăn cản các tích tụ sạn sỏi và các vật liệu nặng khác lắng tụ trong kênh, nên xác định bề rộng kênh dẫn trước khu vực chắn rác sao cho vận tốc dòng chảy chỉ giới hạn trong khoảng 0,40 m/s - 0,80 m/s là tốt nhất.



Hình 3.3: Một kiểu kết cấu song chắn rác cào bằng tay

Song chắn rác có bộ phận lấy rác bằng cơ giới rất đa dạng về hình kiểu, mỗi loại đều có ưu điểm và khuyết điểm riêng (hình 3.4).



Hình 3.4: Một số kết cấu chắn rác với thiết bị làm sạch bằng cơ giới
 (a) kiểu vận hành bằng xích quay; (b) kiểu bàn cào trượt (theo Franklin Miller);
 (c) kiểu tời quay (theo Dresser Industries); (d) kiểu đầu cáp

- Trong hình 3.4(a), bộ phận cào rác vận hành bằng xích quay theo một đầu dẫn, rác được cuốn theo chiều đi xuống của dây xích và đưa lên một máng lọc đổ. Ưu điểm của kiểu này là việc lấy rác tương đối triệt để nhất là các loại rác "mềm" như giấy, vải, nylon,... các thanh chắn được bảo vệ khỏi bị hư hại do các mảnh vỡ gây ra. Khuyết điểm là nó thỉnh thoảng bị kẹt do các loại rác "cứng" gây ra, đồng thời gặp khó khăn khi chỉnh sửa bánh xích và cần thiết phải tháo nước khỏi lòng kênh.

- Hình 3.4(b) là một kiểu lấy rác theo cách trượt, bộ phận cào rác di chuyển theo một giá đỡ, lên đến đầu giá đỡ, rác sẽ tự rơi xuống và đưa đi nơi khác. Độ nghiêng của giá đỡ có thể điều chỉnh tùy theo tình trạng rác thải. Ưu điểm của kiểu này là hầu hết các bộ phận lấy rác đều nằm trên mực nước, có thể dễ dàng làm sạch và quản lý mà không cần phải tháo sạch nước trong lòng kênh. Khuyết điểm của nó là bộ phận cào rác chỉ hoạt động trên một chiều giá đỡ thay vì liên tục như loại xích quay.

- Hình 3.4(c) là một hình thức lấy rác theo kiểu tời quay, bộ phận cào rác được giữ trên giá đỡ nhờ vào trọng lượng của dây xích. Ưu điểm của kiểu này là bộ phận đầu bánh răng cơ khí không bị ngập chìm trong nước thải. Khuyết điểm của nó là chiếm nhiều không gian lắp đặt.

- Hình 3.4(d) cho một kiểu lấy rác bằng đầu cáp, bộ phận cào rác đi lên xuống trên một giá trục qua sự chuyển động của hệ thống dây cáp và đầu trống quay. Bộ phận cào đi xuống bằng trọng lượng bản thân và nâng lên bằng cáp quay. Ưu điểm của kiểu này là bộ phận cào rác tự trọng lượng bản thân nó đảm nhận một phần việc vận hành cơ học khi rơi vào vùng nước thải. Khuyết điểm của nó là khả năng cào rác bị giới hạn, quản lý hơi phức tạp, cuộn cáp hay bị vướng do chất thải rắn và bộ phận thắng hãm cơ học thường bị trục trặc.

Ví dụ 3.1: Định hình kích thước liên quan đến việc thiết kế một kênh dẫn trước khi đi đến một bộ phận song chắn rác cào tay với các thông số tính toán sau:

+ Lưu lượng thiết kế lớn nhất	$Q = 1 \text{ m}^3/\text{s}$
+ Vận tốc dòng chảy đi qua song chắn rác	$V = 0,5 \text{ m/s}$
+ Khoảng cách các thanh chắn rác	$b = 50 \text{ mm}$
+ Chiều sâu dòng chảy trong kênh lấy rác	$H = 1 \text{ m}$

Tính hệ số hữu dụng của song lọc và số lượng rác qua song mỗi ngày, giả thiết song có khả năng giữ 20 m^3 rác / 10^6 m^3 nước thải.

Giải:

1. Tính chiều rộng các thanh chắn và bề rộng kênh dẫn nước thải

Diện tích mặt làm sạch qua song chắn A:

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{1}{0,5} = 2 \text{ m}^2$$

Chiều rộng mặt làm sạch qua song chắn W:

$$W = \frac{A}{H} = \frac{2}{1} = 2 \text{ m}$$

Số khoảng hở trên song chắn rác n:

$$n = \frac{W}{b} = \frac{2.m}{5.cm} = \frac{100.cm}{1.m} = 40 \text{ khoảng hở}$$

Mỗi khoảng hở có bề rộng $b = 5 \text{ cm}$, tổng số thanh chắn sẽ là $40 - 1 = 39$ thanh, mỗi thanh chắn có rộng 5 mm , vậy chiều rộng của kênh dẫn nước thải sẽ là:

$B = \text{Bề rộng các khoảng hở} + \text{Bề rộng các thanh chắn}$

$$B = 2,00 + \left(39 \times \frac{5}{1000} \right) = 2,195 \approx 2,2 \text{ m (làm tròn)}$$

2. Tính hệ số hữu dụng - *efficiency coefficient ce* - của song chắn rác (được định nghĩa là tỉ số giữa không gian làm sạch so với bề rộng kênh dẫn, hệ số này cũng được dùng khi tính toán bề rộng kênh)

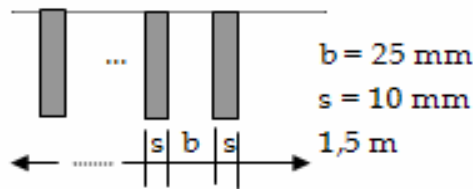
$$ce = \frac{n.b}{B} = \frac{40 \times 50}{2,2 \times 1000} = 0,91$$

3. Tính toán số rác giữ lại ở song lọc trong 1 ngày.

$$\begin{aligned}\text{Khối lượng rác giữ lại} &= (20 \text{ m}^3 / 1.000.000 \text{ m}^3) (1 \text{ m}^3/\text{s}) (3600 \text{ s/h}) (24 \text{ h/ngày}) \\ &= 1,73 \text{ m}^3 \text{ rác/ngày.}\end{aligned}$$

Ví dụ 3.2: Một song cào rác dạng thanh đứng với khoảng hở là $b = 25 \text{ mm}$ để lọc rác từ nước thải đến một nhà máy xử lý qua một ống dẫn hình tròn. Cho biết :

- + Đường kính ống dẫn $D = 1,25 \text{ m}$
- + Hệ số nhám đường ống $n = 0,013$
- + Độ dốc đường ống $S = 0,00064$
- + Vận tốc trung bình dòng nước $V_{\text{avg}} = 0,8 V_{\text{max}}$ (vận tốc lớn nhất)
- + Kích thước thanh chắn $s = 10 \text{ mm}$ (dày), bề rộng song chắn $1,5 \text{ m}$



Yêu cầu xác định

- (1) vận tốc trung bình dòng chảy trong ống.
- (2) số thanh chắn cho bộ phận song cào rác theo các số liệu trên.
- (3) tổn thất cột nước qua song chắn ứng với V_{avg} .

Giải : Trường hợp nước chảy đầy ống, lưu lượng lớn nhất sẽ là (áp dụng phương trình Hazen-Williams):

$$Q_{\text{max}} = \frac{0,312 \cdot D^{8/3} \cdot S^{1/2}}{n} = \frac{0,312 \cdot (1,25)^{8/3} \cdot (0,00064)^{1/2}}{0,013} = 1,10 \text{ m}^3/\text{s}$$

Vận tốc lớn nhất của dòng chảy trong ống:

$$V_{\text{max}} = \frac{Q_{\text{max}}}{A} = \frac{1,10}{\pi \cdot (1,25)^2 / 4} = 0,9 \text{ m/s}$$

(1): Vận tốc trung bình dòng chảy nước thải trong ống

$$V_{\text{avg}} = 0,8 V_{\text{max}} = 0,8 \times 0,9 = 0,72 \text{ m/s}$$

(2): Số thanh chắn yêu cầu tương ứng với kích thước khoảng hở 25 mm

$n = (\text{bề rộng song chắn} - 1 \text{ khoảng hở}) / (1 \text{ khoảng hở} + \text{bề dày 1 thanh chắn})$

$$n = \frac{(1,5 \times 1000 - 25)}{(25 + 10)} = 42,1 \Rightarrow \text{Chọn 42 thanh chắn}$$

(3): Tổn thất cột nước ứng với V_{avg}

$$h_L = B(s/b)^{4/3} \cdot h_v \cdot \sin \theta$$

trong đó : thanh chữ nhật $B = 1,83$, $s = 10 \text{ mm} = 0,01 \text{ m}$, $b = 25 \text{ mm} = 0,025 \text{ m}$

h_v là cột nước dòng chảy đoạn gần đến song chắn rác, $h_v = V_{\text{avg}}^2 / 2g$

θ là góc nghiêng của thanh chắn so với chiều dòng chảy, lấy $\theta = 90^\circ$

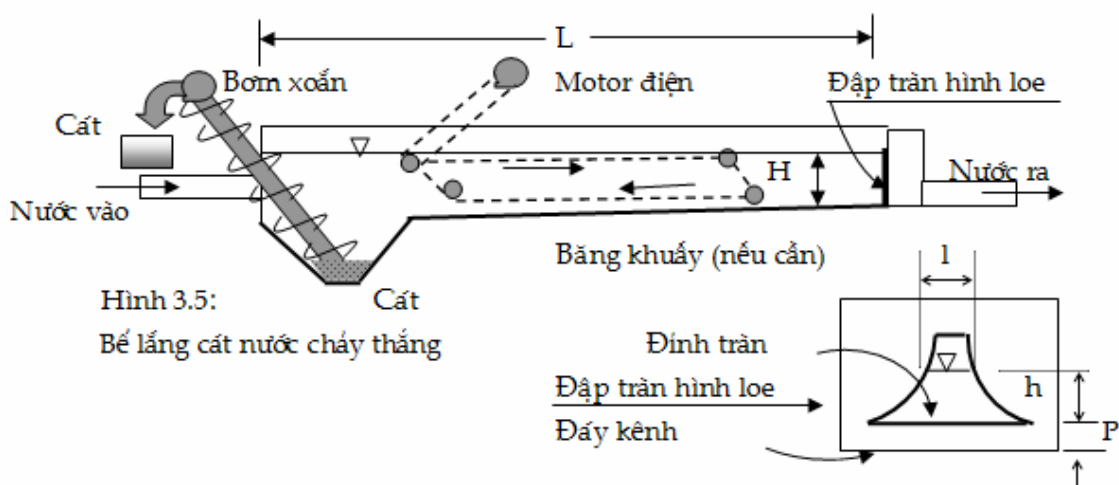
$$h_L = 1,83 \cdot (0,01 / 0,025)^{4/3} \left(\frac{0,72^2}{2 \times 9,81} \right) \cdot \sin 90^\circ = 0,014 \text{ m}$$

3.2 BỂ LẮNG CÁT

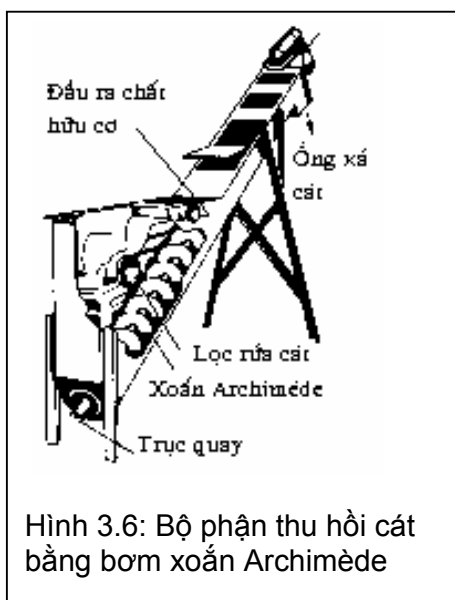
Bể lắng cát (*grit chamber*) dùng để chắn giữ những hạt cát, sạn nhỏ có trong nước thải, đặc biệt là những hệ thống thoát nước mưa và nước thải chảy chung. Các hạt cát này có thể gây hư hỏng máy bơm và làm nghẽn các ống dẫn bùn của các bể lắng. Khi lượng nước thải lớn hơn 100 m³/ngày thì việc xây dựng bể lắng cát là cần thiết. Dòng chảy trong các bể nên khống chế ở vào khoảng $V_{\max} \approx 0,3$ m/s nhằm đảm bảo các hạt cát có thể lắng chìm xuống đáy, đồng thời cũng không nên để nước chảy với vận tốc nhỏ hơn 0,15 m/s làm các liên kết hữu cơ trong nước thải lắng đọng.

Thời gian nước lưu lại trong bể lắng từ 30 - 60 giây. Các bể lắng cát có hố thu cát ở đầu bể, cát được thu hồi bằng biện pháp thủ công khi lượng cát $W_{\text{cát}}$ (0,5 m³/ngày đêm, trên lượng này có thể dùng cơ giới như bơm phun tia, gàu xúc, bơm ruot xoắn kiểu Archimède, ...

Dưới đây là một số kiểu bể lắng cát:



Hình 3.5:
Bể lắng cát nước chảy thẳng



Hình 3.6: Bộ phận thu hồi cát bằng bơm xoắn Archimède

Hình 3.5 là một sơ đồ bể lắng cát nước chảy thẳng với hố thu cát ở đầu kênh, đáy kênh có độ dốc ngược $i = -0,01$, độ dốc của hố thu cát không nhỏ hơn 45° , cuối kênh là một đập tràn thành mỏng thu hẹp bên hình loe. Dòng chảy qua đập tràn này giống như chảy qua lỗ, vận tốc trên mặt cao hơn dưới. Một số trường hợp, để chủ động khống chế vận tốc trong kênh theo ý muốn, người ta làm một băng khuấy quay tròn như hình vẽ (băng khuấy còn làm nhiệm vụ gạt đẩy các chất thải nổi). Hố thu cát có thể bố trí một bộ phận lấy cát như hình 3.6.

Ví dụ 3.3:

(1) Thiết kế một bể lắng cát với lưu lượng nước thải lớn nhất $Q_{\max} = 0,45 \text{ m}^3/\text{s}$. Cho thời gian nước lưu lại trong bể là $T = 1$ phút và vận tốc chảy là $V = 0,3 \text{ m/s}$. Bề rộng kênh dẫn là $B = 1,50 \text{ m}$.

(2) Xác định kích thước của đập tràn hình loe cần thiết. Cho chiều cao từ đáy kênh đến đỉnh tràn là $P = 0,2 \text{ m}$ (xem hình 3.5).

Giải: (1) Tính toán kích thước bể lắng cát

Chiều dài bể lắng cát:

$$L = V \cdot T = 0,3 \text{ m/s} \times 60 = 18 \text{ m}$$

Diện tích mặt cắt ướt: $A = \frac{Q}{V} = \frac{0,450}{0,3} = 1,5 \text{ m}^2$

Chiều sâu lớp nước: $H = \frac{A}{B} = \frac{1,5}{1,5} = 1,0 \text{ m}$

(2) Thiết kế đập tràn hình loe

Đập tràn hình loe đối xứng được bố trí ở cuối kênh dẫn. Đây là dạng phối hợp giữa bài toán dòng chảy qua một đập tràn thành mỏng và một lỗ. Loại này có đặc điểm là khi Q tăng gấp đôi, thì chiều sâu dòng chảy cũng tăng gấp đôi và nhưng vận tốc dòng chảy không đổi:

$$V = \frac{Q}{(B)(H)} = \frac{2Q}{(B)(2H)}$$

với B là bề rộng kênh và $H = (h + P)$ là độ sâu dòng chảy.

Tại điểm lưu lượng max, cột nước trên đỉnh tràn là:

$$h = H - P = 1,00 - 0,20 = 0,80 \text{ m}$$

Lưu lượng qua đập tràn hình loe được tính theo công thức:

$$Q = 1,57 \cdot \sqrt{2g} \cdot C \cdot (l \cdot h^{3/2}) = 7,5 \cdot (l \cdot h^{3/2})$$

với l là bề ngang mặt nước qua hình loe trên mực nước tràn h .

C là hệ số lưu lượng, $C = 0,6$

g là gia tốc trọng trường, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

Từ công thức trên $Q = 0,45 = 4,173 \times l \times (0,8)^{3/2} \rightarrow l = 0,15 \text{ m}$

Để xác định hình dạng của mặt hình loe, ta tính toán theo tiến trình sau:

$$Q = 4,17 l \cdot h^{1/2} \cdot h$$

Xem $l \cdot h^{1/2} = 0,15 \cdot (0,8)^{1/2} = 0,13$ là một hằng số;

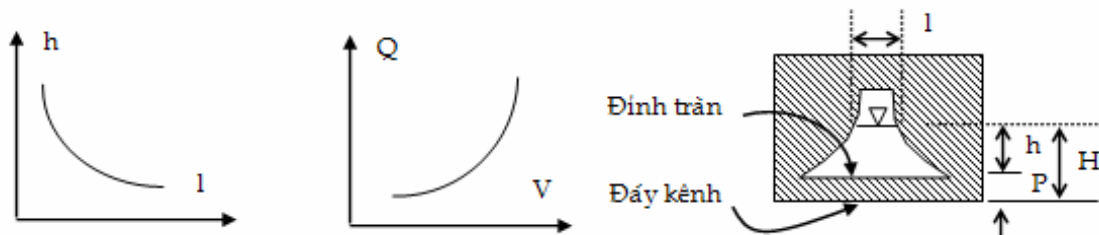
ta có $Q = 4,17(0,13) h \approx 0,56 h$

$$\rightarrow h = \frac{Q}{0,56}$$

Lập bảng tính:

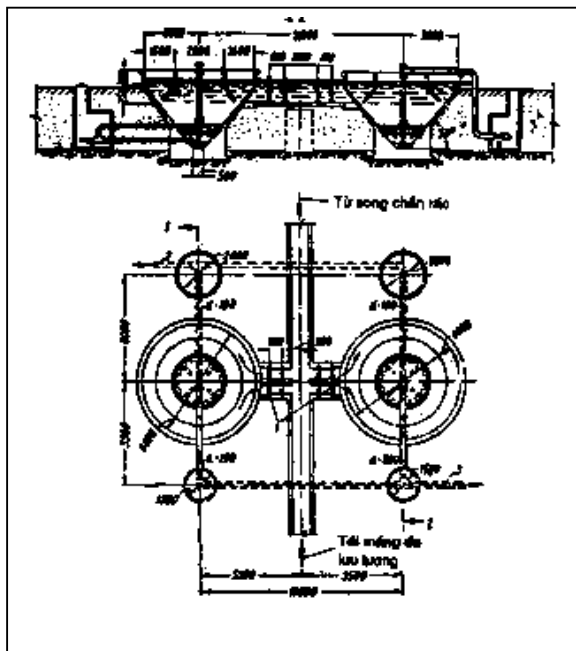
Lưu lượng Q (m^3/s)	Độ sâu tràn $h = Q/0,56$ (m)	Độ sâu $H = h + 0,20$ (m)	Bề rộng $l = 0,13/h^{1/2}$ (m)	Vận tốc $V = Q/BH$ (m/s)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
0.45	0,803	1,003	0,145	0,298
0.40	0,714	0,914	0,153	0,291
0.35	0,625	0,825	0,146	0,282
0.30	0,535	0,735	0,177	0,271
0.25	0,446	0,646	0,194	0,257
0.20	0,357	0,557	0,217	0,239
0.15	0,267	0,467	0,254	0,213
0.10	0,178	0,378	0,307	0,176

Từ bảng tính, ta lập quan hệ $h \sim l$ (cột 2 và 4) cũng như $Q \sim V$ (cột 1 và 5).



+ Bể lắng cát ngang nước chảy vòng

Loại này có thể áp dụng trong trường hợp lưu lượng nước thải lớn hơn 2.000 m^3 /ngày đêm. Loại này có ưu điểm là ít tốn diện tích xây dựng. Bể gồm phần lắng, máng vòng theo chu vi hình tròn của bể. Ở đáy máng làm khe hở rộng chừng 0,10 - 0,15 m để cát chui xuống phần chứa. Phần chứa này hình chóp cụt. Cát được lấy ra bằng máy bơm phun tia. Nguyên tắc làm việc của bể loại này giống như bể lắng cát ngang nước chảy thẳng.

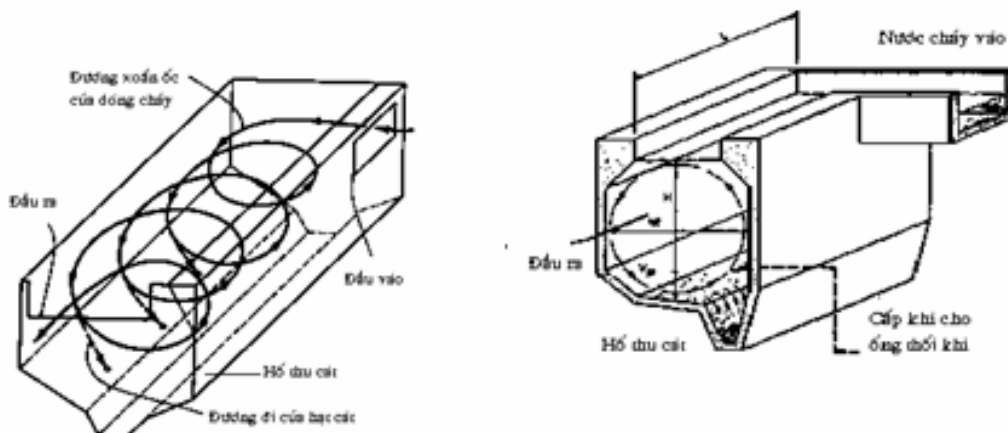


Hình 3.7:
Bể lắng cát nước chảy vòng

1. Tấm phay
2. Nước kỹ thuật (cho bơm phun)
3. Ống dẫn cát ($\frac{1}{8} < \frac{H}{R} < \frac{1}{6}$)

+ Bể lắng cát có sục khí

Bể lắng cát loại này thiết kế theo quan sát chuyển động của chất lỏng xoáy tròn làm các hạt rắn trong chất lỏng tích lũy lại, nhất là các hạt cát có đường kính lớn hơn 0,2 mm, thời gian lưu lại trong bể khoảng 2 đến 5 phút tại thời điểm có lưu lượng cực đại. Hồ thu cát được bố trí dưới đáy đường dẫn chùng 0,9 m dưới các ống thổi khí. Các ống thổi khí được đặt ở vị trí cách đáy bể chừng 0,45 - 0,60 m.



Hình 3.8: Chuyển động của hạt cát trong bể lắng có khí nén

Bảng 3.3: Thông số thiết kế bể lắng cát với bơm khí nén

Thông số	Khoảng áp dụng	Khoảng chuẩn
Thời gian lưu lại trong bể tại Q max, phút	2 - 5	3
Kích thước bể, ft (1 ft # 0,3048 m) {		
+ Sâu	7 - 16 (2,133 - 4,867)	
+ Rộng	25 - 65 (7,620 - 19,812)	
+ Dài	8 - 23 (2,438 - 19,507)	
Tỉ số Rộng : Sâu	1:1 - 5:1	1,5 : 1
Tỉ số Dài : Rộng	3:1 - 5:1	4:1
Máy nén khí, ft ³ /min.ft (# 0.0929 m ³ /min.m)	2 - 5 (0,1855 - 0,4645)	
Lượng cát thu, ft ³ /Mgal (# 0,00748 m ³ /10 ³ m ³ nước)	0,5 - 27 (0,0037 - 0,2019)	2 (0,0149)

Nguồn: George T., Franlin L. B., *Wastewater Engineering*, 1995

Ví dụ 3.4: Xác định kích thước bể lắng cát hoạt động với bơm khí nén cho một kênh dẫn nước thải có lưu lượng thải lớn nhất là $Q_{max} = 30\,000\text{ m}^3/\text{ngày}$, thời gian chất thải trong kênh ứng với Q_{max} là 3 phút, chiều sâu dòng chảy trong bể là $H = 3\text{ m}$. Dùng máy nén khí với công suất nén = $0,6\text{ m}^3/\text{phút.m}$, hiệu suất $\eta_a = 60\%$ để thổi khí vào bể. Máy nén khí này được kéo bởi 1 mô-tơ điện hoạt động hiệu suất $\eta_m = 90\%$. Cho biết:

- Độ ngập máy khuấy 2,5 m
- Tổn thất cột nước tại ống khuấy 300 mm, ống khuấy dài $L = 2,8\text{ m}$
- Tổn thất đường ống khuấy và van khoảng 30%
- Giá điện tiêu thụ $C_e = 0.03\text{ USD/KWh}$

Tính lượng khí cần thiết, công suất khí tại đầu ra của máy nén khí và chi phí tiền điện hàng tháng.

Giải :

Với số liệu đã cho, xác định kích thước bể

Lưu lượng kênh max $Q = 30.000 \text{ m}^3/\text{ngày}$

Thời gian lưu lại $T = 3 \text{ phút} = V/Q$ (V là thể tích khối nước thải)

Thể tích khối nước thải trong kênh:

$$V = T.Q = \frac{3.\text{phút} \times 30000.\text{m}^3 / \text{ngày}}{24.\text{giờ} \times 60.\text{phút}} = 62,5 \text{ m}^3 \text{ nước thải}$$

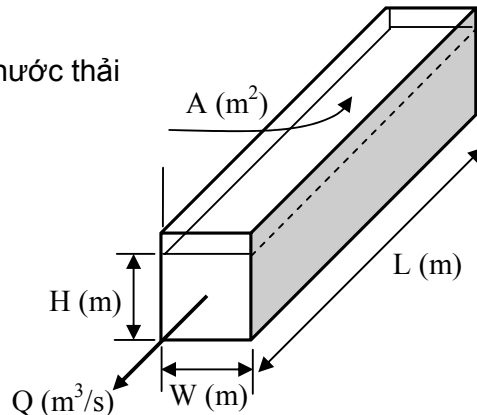
Diện tích mặt thoáng:

$$A = \frac{V}{H} = \frac{62,5}{3} = 20,8 \text{ m}^2$$

Chọn mặt thoáng có

bề dài $L = 8,5 \text{ m}$ và bề rộng $W = 2,5 \text{ m}$:

$$(8,5 \times 2,5) = 21,25 \text{ m}^2 > 20,8 \text{ m}^2$$



Xác định lưu lượng khí cần thiết

$$Q_{air} = 0,6 \text{ m}^3/\text{phút} \cdot m \times 8,5 \text{ m} = 5,1 \text{ m}^3/\text{phút}$$

Xác định công suất:

Tính cột áp nước

$$h = (\text{máy khuấy khí}) + (\text{độ ngập máy khuấy khí}) + (\text{tổn thất ống khuấy và van})$$

$$h = 300 \text{ mm} + 2500 \text{ mm} + 30\% (2800 \text{ mm}) = 3,64 \text{ m}$$

$$h = 3,64 \times 9790 \text{ N/m}^2/\text{m} = 35.700 \text{ N/m}^2 \quad (1 \text{ m áp nước ở } 20^\circ\text{C} = 9790 \text{ N/m}^2)$$

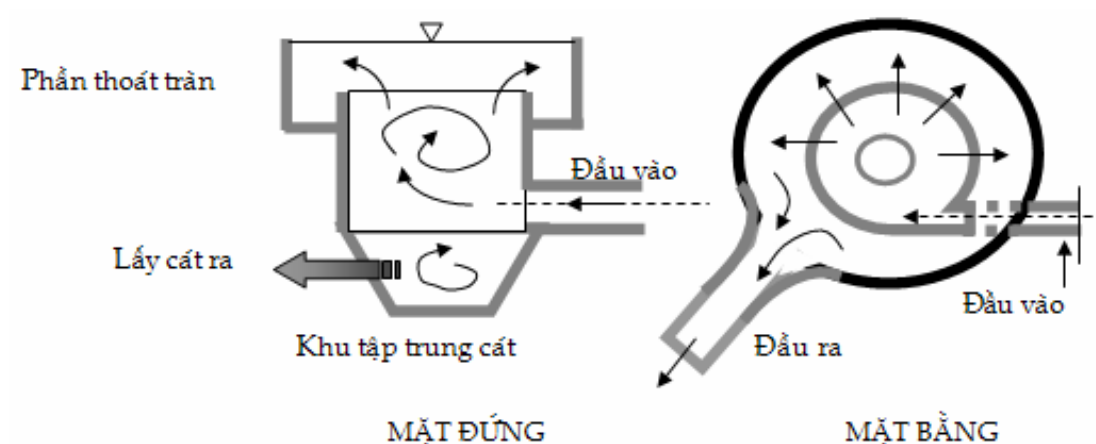
Công suất máy bơm khí P:

$$P = \frac{Q_{air} \times h}{\eta_b} = \frac{5,1 \times 35.700}{0,60} = 303.450 \text{ N.m/60 giây} = 5058 \text{ Watt} \quad (1 \text{ W} = 1 \text{ N.m/s})$$

$$P \approx 5,06 \text{ kW}$$

Chi phí bơm khí mỗi tháng C_m từ động cơ

$$C_m = \frac{T_m \times C_e \times P}{\eta_m} = \frac{24.h / d \times 30.d / \text{m} \times 0,03\$ / \text{kW.h} \times 5,06 \text{ kW}}{0,90} = 121.\$/\text{m}^3$$

+ Bể lắng cát đứng

Hình 3.9: Bể lắng cát đứng

Bể lắng cát đứng được xây dựng theo nguyên tắc nước thải dẫn theo ống tiếp tuyến với phần dưới hình trụ vào bể. Dòng chảy xoáy vòng theo trục, tịnh tiến đi lên. Các hạt cát bị rơi dồn về đáy phễu và được lấy ra khỏi bể.

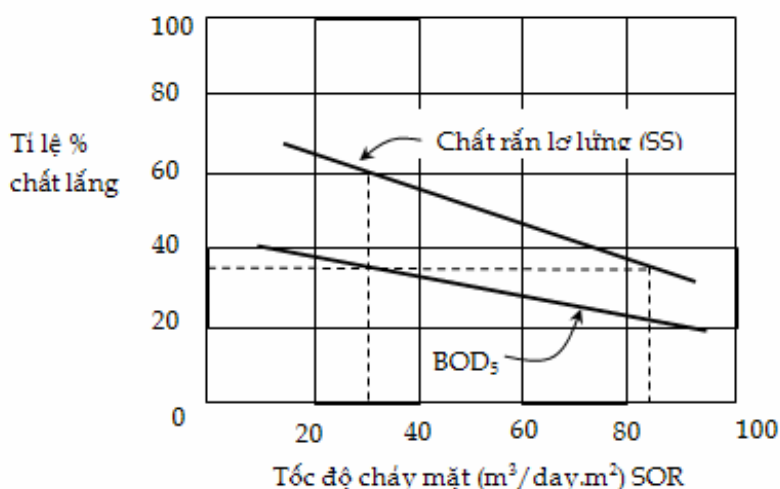
Tải trọng của nước thải lên mặt bể có thể lấy vào khoảng $110 - 130 \text{ m}^3/\text{m}^2$. Tốc độ nước chảy trong máng thu là $0,4 \text{ m/s}$. Lấy thời gian nước lưu tồn $T = 2 - 3,5$ phút. Tốc độ nước dâng lên $3 - 3,7 \text{ m/s}$.

3.3 BỂ LẮNG SƠ CẤP

Bể lắng sơ cấp (*primary sedimentation tanks*) là một trong những tiến trình xử lý nước thải cổ điển nhất, nó có nhiệm vụ giữ lại các chất không hòa tan, trôi lơ lửng trong nước thải. Các chất có thể bị giữ lại trong bể gồm:

- Các chất rắn có khả năng lắng;
- Các chất dầu, mỡ và các vật liệu nổi khác;
- Một phần các chất tải hữu cơ.

Theo tác giả Gerard Kiely (*Environmental engineering*, 1997), nếu bể lắng sơ cấp được thiết kế và vận hành tốt thì có khoảng 50 - 70 % chất rắn lơ lửng bị giữ lại và làm giảm 25 - 40 % hàm lượng BOD₅ trước khi đi vào việc xử lý bằng phương pháp sinh học (hình 3.10).



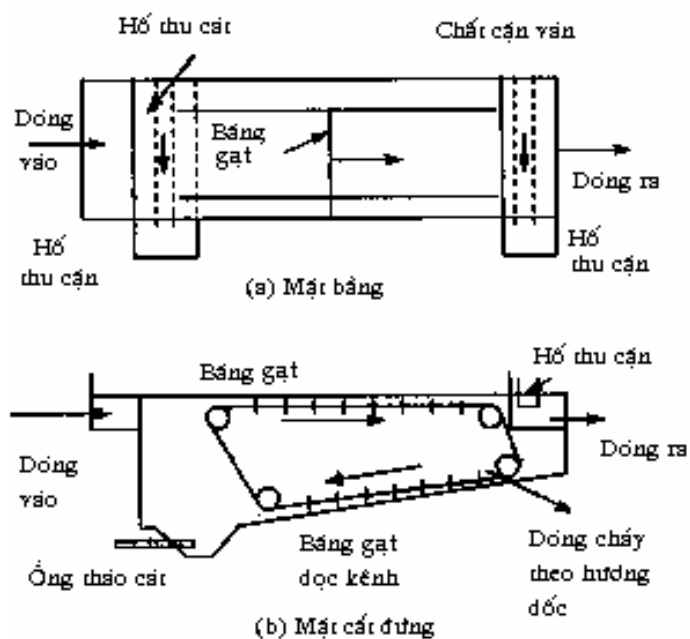
Hình 3.10: Quan hệ giữa tốc độ chảy mặt và tỉ lệ chất thải rắn lắng đọng (McGhee, 1991) (các đường đứt nét - - - - - dùng cho ví dụ 3.5)

Người ta phân biệt:

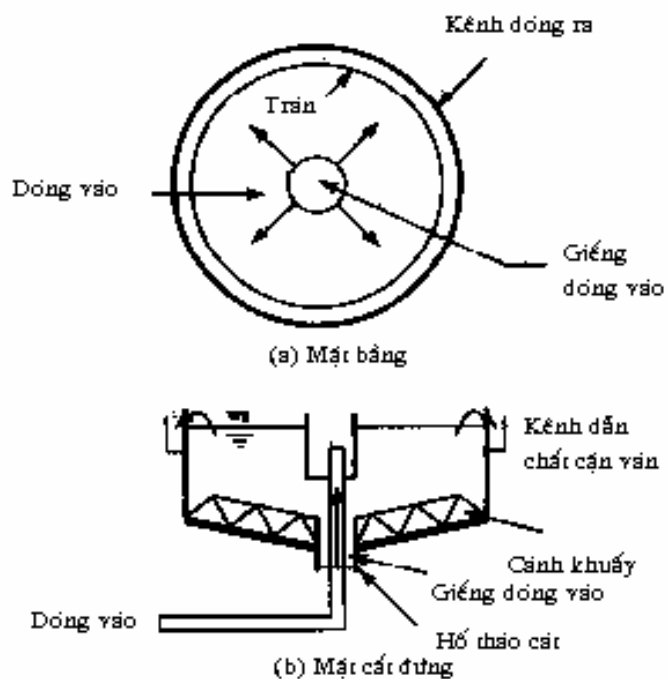
+ Bể lắng sơ cấp hoạt động gián đoạn: loại này áp dụng khi lượng nước thải ít và chế độ thải không đồng đều (ví dụ ở xưởng giặt áo quần). Bể loại này có nguyên tắc hoạt động tương đối đơn giản là ta cứ việc xả nước thải vào một bể chứa (xem cách xác định cách cân bằng dòng chảy ở phần 2.3.5, chương 2) và để nước đứng yên trong một khoảng thời gian nhất định (khoảng 1,5 - 2,5 giờ), sau khi để các chất rắn lắng xuống, ta tháo nước ra và cho lượng xả mới vào.

+ Bể lắng hoạt động liên tục: nước thải được xả liên tục vào bể và trong quá trình di chuyển các chất rắn lơ lửng bị giữ lại. Có nhiều kiểu bể loại này: bể lắng ngang, bể lắng đứng và bể lắng hình tròn.

Hình 3.11 và 3.12 là sơ đồ các kiểu bể lắng chữ nhật và hình tròn, các bể này ngoài chức năng lắng bùn cát còn thêm nhiệm vụ thu hút các chất cặn vẩn như xăng dầu, mỡ, dầu nhờn, chất dẻo nhẹ và các chất thải nổi khác.



Hình 3.11 SƠ ĐỒ BỂ LẮNG HÌNH CHỮ NHẬT

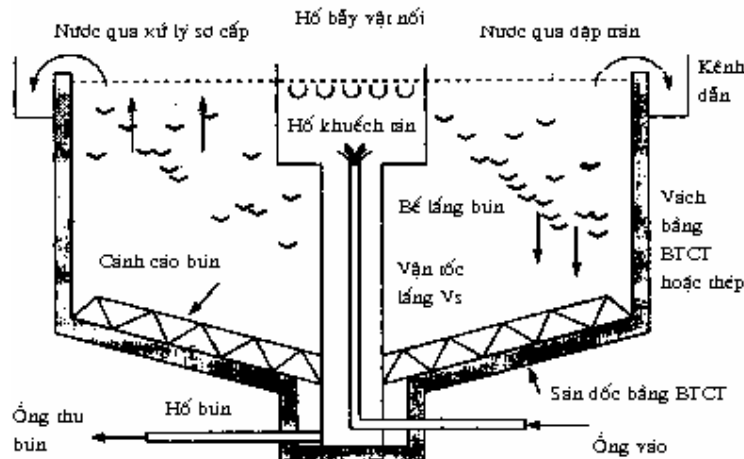


Hình 3.12: SƠ ĐỒ BỂ LẮNG HÌNH TRÒN

Các hạt chất rắn có tốc độ lắng khác nhau, nó phụ thuộc vào nhiều yếu tố như số lượng hạt rắn, hình dạng, trọng lượng riêng, động lực dòng chảy và cả nhiệt độ nước nữa. Một số nhà nghiên cứu về thủy lực đã cố gắng xác định quá trình lắng bằng một phương trình toán học nhưng đến nay vẫn chưa có thể khái quát hóa được. Đến nay quá trình lắng động học thường xác định bằng cách thực nghiệm. Vận tốc lắng của thành phần hạt V_s có thể lấy theo công thức:

$$V_s = \frac{g}{18 \cdot \mu} (\rho_s - \rho_w) \cdot d^2 \quad (3-7)$$

trong đó g - gia tốc trọng trường, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
 μ - hệ số nhớt động học (dynamic viscosity), $\mu = \nu \cdot \rho$, N.s/m^2
 (ν là hệ số nhớt động lực - *kinematic viscosity* - của chất lỏng, m^2/s và
 ρ là trọng lượng riêng - density -, kg/m^3)
 ρ_s và ρ_w - lần lượt là khối lượng riêng của nước thải và nước tinh
 d - đường kính hạt, mm



Hình 3.13: Một kiểu bể xử lý sơ cấp hình tròn

Chỉ tiêu thiết kế bể lắng sơ cấp gồm:

- Lượng chảy tràn mặt thoáng (*surface overflow rate* - SOR) ($\text{m}^3/\text{day}/\text{m}^2$)
- Chiều sâu lớp nước
- Đặc điểm hình học của mặt bằng
- Thời gian lưu tồn thủy lực
- Tốc độ nước chảy qua một đơn vị chiều dài đập tràn thành mỏng

Bảng 3.4: Các số liệu để thiết kế bể lắng sơ cấp

Thông số	Khoảng biến thiên	Khoảng chuẩn
♦ Bể lắng sơ cấp trước trạm xử lý thứ cấp Thời gian lưu tồn, giờ Lưu lượng, gal/ft ² .day (m ³ /m ² .day) - Trung bình - Tối đa Lưu lượng qua 1 đơn vị chiều dài đập tràn gal/ft.day (m ³ /m.day)	1,5 - 2,5 800 - 1.200 (32,56 - 48,84) 2.000 - 3.000 (81,4 - 122,1) 10.000 - 40.000 (124 - 496)	2,0 2.500 (101,75) 20.000 (248)
♦ Bể lắng sơ cấp có hoàn lưu bùn hoạt tính Thời gian lưu tồn, giờ Lưu lượng, gal/ft ² .day (m ³ /m ² .day) - Trung bình - Tối đa Lưu lượng qua 1 đơn vị chiều dài đập tràn gal/ft.day (m ³ /m.day)	1,5 - 2,5 600 - 800 (24,42 - 32,56) 1.200 - 1.700 (48,84 - 69,19) 10.000 - 40.000 (124 - 496)	2,0 1.500 (61,05) 20.000 (248)

Nguồn: George T., Franlin L. B., *Wastewater Engineering*, 1995

Bảng 3.5: Số liệu thiết kế bể lắng sơ cấp hình chữ nhật và hình tròn

Thông số	Khoảng biến thiên	Khoảng chuẩn
♦ Bể lắng hình chữ nhật - chiều sâu, ft (m) - chiều dài, ft (m) - chiều rộng, ft (m) * Vận tốc thiết bị gạt váng, ft/min (m/min)	10 - 15 (3,048 - 4,572) 50 - 300 (15,24 - 91,44) 10 - 80 (3,048 - 24,384) 2 - 4 (0,6096 - 1,2192)	12 (3,6576) 80 - 130 (24,384 - 39,624) 16 - 32 (4,8768 - 9,7536) 3 (0,9144)
♦ Bể lắng hình tròn - chiều sâu, ft (m) - đường kính, ft (m) - độ dốc đáy, in/ft (mm/m) Vận tốc thiết bị gạt váng cặn, r/min	10 - 15 (3,048 - 4,572) 10 - 200 (3,048 - 60,96) 0,75 - 2 (62,5 - 166,6) 0,02 - 0,05	12 (3,6576) 40 - 150 (12,192 - 45,72) 1 (83,3) 0,03

Nguồn: George T., Franlin L. B., *Wastewater Engineering*, 1995

* nếu chiều rộng bể chữ nhật lớn hơn 20 ft (6,096 m) ta có thể dùng thiết bị gạt nhiều cánh, loại này cho phép thiết kế chiều rộng bể lên đến 80 ft (24,384 m) hoặc hơn nữa.

Nước thải có thành phần kích thước hạt như bảng.

Kích thước hạt d, mm	0,1	0,08	0,07	0,06	0,04	0,02	0,01
% trọng lượng hạt lắng	10	15	35	65	90	98	100
Vận tốc lắng Vs (mm/s)	0,81	0,52	0,40	0,30	0,13	0,03	0,008
Số Reynolds, Re	0,08	0,042	0,028	0,018	0,005	0,0006	0,00008

Ví dụ 3.5: Xác định kích thước một bể lắng sơ cấp hình vuông để xử lý 36.400 m³/day nước thải với lượng chảy mặt là SOR = 12 m³/ m².ngày và thời gian lưu là 6 giờ. Tính lượng thải loại toàn bộ nếu trong lượng riêng của nước thải là 1,15.

Giải: Diện tích mặt thoáng $A_p = \frac{Q}{SOR} = \frac{36.400}{12} = 3.033 \text{ m}^2$

Bể hình vuông $L = W = \sqrt{3033} = 55,072 \text{ m}$, lấy tròn 56 x 56 m

Với việc chọn bể hình vuông 56 x 56 m thì lượng chảy mặt thực tế SOR' sẽ là:

$$SOR' = \frac{36.400}{56 \times 56} = 11,607 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{ngày}$$

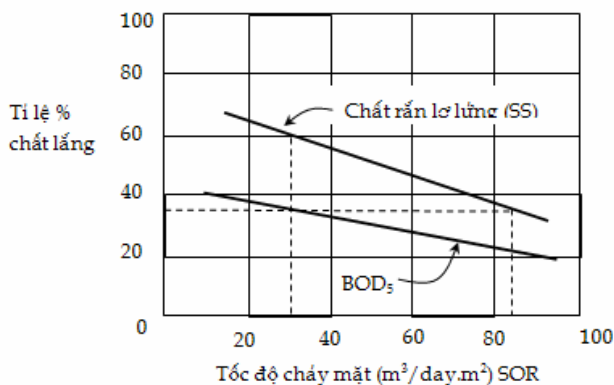
Chiều sâu bể $H = V_s \cdot t = 12,033 \times \frac{6}{24} = 2,901 \text{ m}$. Lấy tròn $H = 3,0 \text{ m}$

Kiểm tra lượng chảy qua đập tràn (Weir overflow rate, WOR):

$$WOR = \frac{Q}{W} = \frac{36.400}{56} = 650 \text{ m}^3 / \text{day} / \text{m}$$

Ví dụ 3.5: Thiết kế một bể lắng sơ cấp để loại 60% chất rắn lơ lửng (SS) với lưu lượng dòng nước thải trung bình là $5.000 \text{ m}^3 / \text{ngày}$ so với hệ số lưu lượng max là 2,5. Xác định mức giảm của BOD_5 .

Giải: Căn cứ vào đồ thị trong hình 3.10 ta thấy, để giảm 60% SS thì tốc độ chảy tràn mặt sẽ cần là $SOR = 35 \text{ m}^3 / \text{day} \cdot \text{m}^2$. Đồng thời giá trị này cũng dẫn đến giảm 32% BOD_5 .



Diện tích mặt thoáng: $A_p = \frac{Q}{SOR} = \frac{5000}{35} = 143 \text{ m}^2$

Chọn bể tròn có đường kính 13,5 m và chiều sâu bể là 3m.

Thể tích bể : $V = 143 \times 3 = 429 \text{ m}^3$

Thời gian lưu tồn : $T = \frac{V_{day}}{Q} = \frac{429 \cdot \text{m}^3 \times 24 \cdot \text{h}}{5000 \cdot \text{m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{ngày}} = 2,06 \text{ h}$

Tại lưu lượng max: $SOR = \frac{2,5 \times 5000}{143} = 87 \text{ m}^3 / \text{day} \cdot \text{m}^2$.

Với $SOR = 87 \text{ m}^3 / \text{day} \cdot \text{m}^2$, tra lại đồ thị hình 3.10 ta xác định được mức loại thải SS là 38% và BOD_5 giảm 20%.

3.4 BỂ THU DẦU, BỂ THU MỠ

Dầu mỡ trong nước thải từ các nhà máy lọc dầu, xưởng sửa chữa xe cộ, xí nghiệp chế biến thực phẩm gia súc, ... là các chất độc hại cho môi trường sinh thái. Cách tính toán kích thước và kết cấu hai loại bể thu dầu và bể thu mỡ thì tương tự.

Đối với các chất cặn vẩn nổi được trong nước như dầu (có kích thước hạt khoảng 0,1 - 0,08 mm) và mỡ (có kích thước hạt lớn hơn 0,1 mm) thì tốc độ nổi lên U_{min} của hạt sẽ được xác định theo công thức Stokes:

$$U_{min} = \frac{981}{18} \cdot d^2 \cdot \frac{\rho_n - \rho_d}{\mu} \quad (\text{cm/s}) \quad (3-8)$$

trong đó : d - đường kính hạt dầu, cm

ρ_n, ρ_d - lần lượt là trọng lượng riêng của nước thải và dầu, g/cm^3

μ - độ nhớt của nước thải, ở 20°C có thể lấy $\mu = 0,01 \text{ g/cm}^3 \cdot \text{s}$

Chiều dài của bể thu dầu có thể xác định theo công thức:

$$L = \alpha \cdot \frac{v_{tt}}{U_{min}} \cdot h \quad (\text{m}) \quad (3-8)$$

trong đó : v_{tt} - tốc độ tính toán của dòng chảy

h - chiều sâu công tác của bể

α - hệ số chảy rối theo quan hệ giữa v_{tt}/U_{min} , có thể lấy theo

v_{tt}/U_{min}	20	15	10
α	1,75	1,65	1,5

Nếu xây và vận hành tốt, có thể thu hồi 97 - 98% lượng dầu trong nước thải.

Ví dụ 3.6:

Một nhà máy lọc dầu xả có kênh nước thải trộn lẫn với dầu cặn với lưu lượng thải 220 l/s. Hàm lượng dầu trong nước thải là 5.000 mg/l. Cho biết hạt dầu có đường kính $d = 0,008 \text{ cm}$, ở nhiệt độ 20°C , trọng lượng riêng của dầu là $\rho_d = 0,87 \text{ g/cm}^3$, nước thải $\rho_n = 1 \text{ g/cm}^3$, độ nhớt của môi trường nước thải là $\mu = 0,01 \text{ g/cm}^3 \cdot \text{s}$. Tỷ số vận tốc dòng chảy ngang trong bể và vận tốc nổi tối thiểu là $v_{tt}/U_{min} = 10$. Yêu cầu xác định kích thước bể thu dầu.

Giải : Tốc độ nổi lên của hạt dầu:

$$U_{min} = \frac{981}{18} \cdot d^2 \cdot \frac{\rho_n - \rho_d}{\mu} = \frac{981}{18} \cdot 0,008^2 \cdot \frac{1 - 0,87}{0,01} = 0,0465 \text{ cm/s} = 0,00465 \text{ m/s}$$

Với $v_{tt}/U_{min} = 10$, ta có hệ số chảy rối $\alpha = 1,5$

Vận tốc tính toán $v_{tt} = 10 \cdot U_{min} = 0,465 \text{ cm/s}$

Mặt cắt ướt bể thu dầu:

$$\omega = \frac{Q}{v_{tt}} = \frac{0,22}{0,00465} \approx 48 \text{ m}^2$$

Thanh gạt dầu thường có chiều rộng 1,2 - 1,5 m. Chọn 4 thanh, chiều rộng bể thu dầu lấy là $B = 6 \text{ m}$, 4 ngăn. Khi đó chiều sâu công tác của bể là:

$$h = \frac{w}{B} = \frac{48}{6 \times 4} = 2 \text{ m}$$

Chiều dài của bể thu dầu:

$$L = \alpha \cdot \frac{v_{it}}{U_{\min}} \cdot h = 1,5 \times 10 \times 2 = 30 \text{ m}$$

Dung tích bể thu dầu:

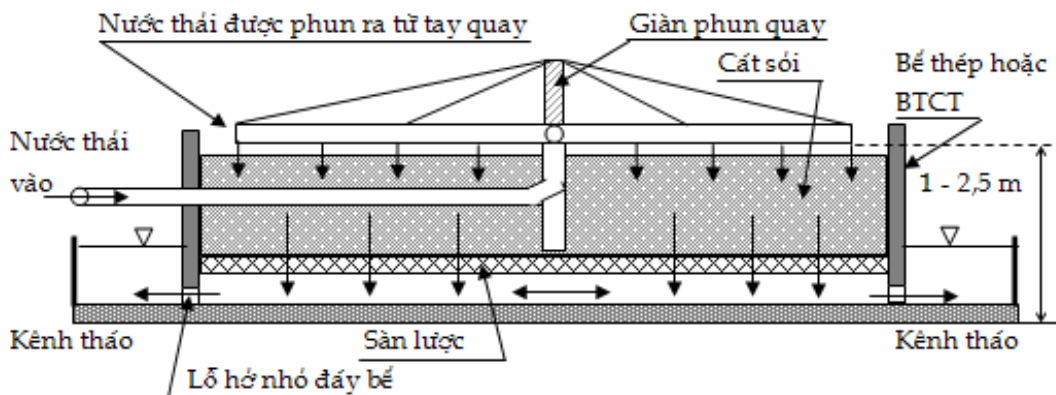
$$W = B.L.h = 24 \times 30 \times 2 = 1.440 \text{ m}^3$$

Thời gian lắng nước thải trong bể thu dầu:

$$t = \frac{L}{v_{it}} = \frac{30 \times 100}{0,465 \times 60} = 107,52 \text{ phút} \approx 1 \text{ giờ } 47 \text{ phút}$$

3.5 BỂ LỌC

Người ta có thể dùng các hạt sạn sỏi, cát, than ... để loại bỏ một phần các chất rắn lơ lửng của nước thải và lượng BOD trước khi cho qua các công trình xử lý sinh học hay hóa học khác. Bể lọc thấm hay bể lọc nhỏ giọt (percolating hay trickling filters) là một trong các hình thức lọc cổ điển với dạng hình hộp tròn, hình chữ nhật bằng bê tông hoặc thép chứa sỏi, đá vôi (có đường kính hạt khoảng 25 - 100 mm). Kích thước các bể thường vào khoảng 1,0 - 2,5 m theo chiều sâu và có đường kính khoảng 5 - 50 m, đáy bể là các tấm lược để thu hồi nước thải đã qua xử lý bể lọc thấm. Gần đáy bể có một lỗ nhỏ thông khí. Sơ đồ bể như hình vẽ.



Hình 3.14: Sơ đồ một bể lọc thấm

Các yếu tố ảnh hưởng đến việc xử lý và thiết kế bể lọc:

- Thành phần và khả năng xử lý của nước thải;
- Loại vật liệu lọc và bề dày lớp lọc;
- Tính dẫn tải thủy lực và hữu cơ;
- Tỷ số quay vòng và sắp xếp nước thải;
- Nhiệt độ nước thải;
- Sự vận hành của hệ thống phân phối nước thải

Bảng 3.6: Các đặc trưng của bể lọc nhỏ giọt

Đặc trưng thiết kế (vận tốc)	Thấp	Trung	Cao	Rất cao	Lọc tròn
Loại vật liệu lọc	Sỏi	Sỏi	Sỏi	Plastic	Plastic/ Sỏi
Tải thủy lực ($\times 1000 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{ngày}$)	10 - 40	40 - 100	100 - 400	150 - 900	600 - 1800
Tải hữu cơ ($\text{kg BOD}_5/\text{m}^3 \cdot \text{ngày}$)	1 - 3	3 - 6	6 - 12	< 30	> 20
% BOD bị loại khử	80 - 85	50 - 70	40 - 80	65 - 85	40 - 85
Nitrat hóa	Có	Một số	Không	Ít	Không

Nguồn: American Water Works Association (AWWA), 1992

Nhiệt độ của dòng nước thải càng cao thì hiệu quả lọc càng lớn. Công thức kinh nghiệm sau cho thấy quan hệ giữa hiệu suất bể lọc và nhiệt độ nước thải:

$$E_t = E_{20} \cdot a^{t-20} \quad \% \quad (3-9)$$

trong đó : E_t - hiệu suất bể lọc ở nhiệt độ nước thải t °C
 E_{20} - hiệu suất bể lọc ở nhiệt độ nước thải 20 °C
 a - hằng số thực nghiệm, $a = 1,035$

Thông thường, giàn phun nước thải quay với vận tốc 1 vòng/phút với lượng nước thải phun ra mỗi đợt khoảng 30 giây. Nếu tần suất phun lớn hơn 30 giây thì phải điều chỉnh giàn quay chậm lại nhằm giảm sự vung vãi bụi nước thải và vi trùng trên mặt bể. Bể lọc có khả năng làm giảm lượng BOD. Tuy nhiên hiệu suất của việc giảm BOD tùy thuộc rất nhiều vào thành phần và độ đồng đều của vật liệu lọc. Hai công thức kinh nghiệm sau để tính toán hiệu suất giảm BOD của bể:

→ Theo Mô hình của Hội đồng Nghiên cứu Quốc gia (*The National Research Council*, NRC) của Mỹ, 1948:

$$E = \frac{100}{1 + 0,448 \cdot \sqrt{W/VF}} \quad \% \quad (3-10)$$

trong đó: E - hiệu suất giảm BOD (*efficiency of BOD removal*) của bể lọc
 W - lượng BOD vào (*influent BOD*), kg/ngày
 V - lượng lọc thải (*filter removal*), m³
 F - hệ số hoàn lưu (*recirculation factor*) = $(1+R)/(1+0,1R)^2$
 $R = Q_r/Q$ = lượng hoàn lưu/lượng nước thải

Lưu ý: + Có thể thay W/V bằng L với L là lượng tải BOD (g/m^3 mỗi ngày)
 + Theo Kriengsak Udomsinrot (AIT, 1989), hệ số thực nghiệm 0,448 của Mỹ có thể thay bằng 0,014 trong điều kiện áp dụng ở Đông Nam Á do điều kiện xử lý lọc thải vùng nhiệt đới cao hơn các vùng ôn đới, dẫn đến hiệu suất cao hơn.

→ Theo Cẩm nang Mô hình Thực nghiệm Anh quốc (*The British Manual of Practices Model*), 1988:

$$\frac{L_1}{L_0} = \frac{1}{\left[1 + K \alpha^{t-15} \left(A.S^m / Q^n \right) \right]} \quad (3-11)$$

trong đó: L_1 - lượng BOD vào, mg/l
 L_0 - lượng BOD ra sau khi đã xử lý, mg/l

K - hệ số lọc ($K = 0,02$ với sạn sỏi, $= 0,4$ với plastic)
 As^m - diện tích mặt thấm (*media surface area*) và hệ số, m^2/m^3
 $(m = 1,41$ với sạn sỏi, $= 0,73$ với plastic)
 Q_n - tốc độ tải khối (*volumetric loading rate*) và hệ số, $m^3/m^3.ngày$
 $(m = 1,25$ với sạn sỏi, $= 1,4$ với plastic)
 α - hệ số nhiệt độ ($= 1,111$), t - nhiệt độ của nước thải, $^{\circ}C$

Ví dụ 3. 7: Nước thải đô thị cho số liệu sau:

Lượng BOD₅ ban đầu = 360 mg/l

Tiêu chuẩn BOD₅ đòi hỏi = 25 mg/l

Dân số tương đương (PE) = 20.000 người với lượng thải 225 l/người.ngày

Nhiệt độ nước thải $t = 20^{\circ}C$

Xác định thể tích một bể lọc nhỏ giọt đơn với vật liệu lọc là sạn sỏi, nếu tỉ số hoàn lưu R là 1:1 và 2:1. Sử dụng phương trình NRC.

Giải: Hiệu suất giảm BOD yêu cầu: $E = \frac{360 - 25}{360} = 93\%$

Với $R = 1:1 = 1$, sử dụng phương trình NRC:

Hệ số hoàn lưu:

$$F = \frac{1 + R}{(1 + 0,1R)^2} = \frac{1 + 1}{(1 + 0,1.1)^2} = 1,65$$

Lượng tải BOD₅ ban đầu:

$$W = 20.000 \times 225 \times 360 \times 10^{-6} = 1620 \text{ kg/ngày}$$

Phương trình NRC:

$$E = \frac{100}{1 + 0,448 \cdot \sqrt{W / VF}} = 93 = \frac{100}{1 + 0,448 \cdot \sqrt{1620 / V(1,65)}}$$

$\rightarrow V = 34.793 \text{ m}^3$

Nếu hiệu suất hữu dụng là 80 % thì $V' = 34.793 / 80\% = 43.491 \text{ m}^3$

Với $R = 2:1 = 2$

Hệ số hoàn lưu:

$$F = \frac{1 + R}{(1 + 0,1R)^2} = \frac{1 + 2}{(1 + 0,1 \times 2)^2} = 2.083$$

Phương trình NRC:

$$E = \frac{100}{1 + 0,448 \cdot \sqrt{W / VF}} = 93 = \frac{100}{1 + 0,448 \cdot \sqrt{1620 / V(2,083)}}$$

$\rightarrow V = 26.550 \text{ m}^3$

Nếu hiệu suất hữu dụng là 80 % thì $V' = 26.550 / 80\% = 33.188 \text{ m}^3$

Chọn $n = 10$ bể lọc hình tròn với kích thước: sâu $h = 2,5$ m, đường kính $D = 40$ m.

Kiểm tra: $V_{tk} = n \cdot \left(\frac{\pi D^2}{4} \cdot h \right) = 10 \times \left(\frac{3,1416 \times 40^2}{4} \times 2,5 \right) = 31.416 \text{ m}^3 > 31.212 \text{ m}^3$ (thỏa).

Ví dụ 3.8: Cho BOD₅ của nước thải $W_{BOD} = 200$ mg/l

Lượng nước thải $WW = 1.400 \text{ m}^3/\text{ngày}$

Thể tích bể lọc nhỏ giọt $V_{tf} = 16.000 \text{ m}^3$

Sử dụng bể lọc nhỏ giọt vận tốc thấp, không có hệ thống hoàn lưu.

Xác định hiệu suất lọc hệ thống trong điều kiện nhiệt đới và lượng BOD₅ loại bỏ.

Giải: Tính lượng tải BOD₅

$$L = \frac{WW \times W_{BOD}}{V_{tf}} = \frac{1400.(m^3 / \text{ngày}) \times 200.(mg / l)}{16000.(m^3)} = 17,5 \text{ g/m}^3.\text{ngày}$$

Hệ số hoàn lưu

$$F = \frac{1 + R}{(1 + 0,1R)^2} = 1, \text{ vì } R = 0 \text{ (không có lượng nước thải hoàn lưu)}$$

Hiệu suất bể lọc trong điều kiện nhiệt đới :

$$E = \frac{100}{1 + 0,014 \cdot \sqrt{L / F}} = \frac{100}{1 + 0,014 \cdot \sqrt{17,5 / 1}} = 84,41 \%$$

Lượng BOD₅ loại thải:

$$\text{Eff}_{BOD} = (1 - E) \cdot W_{BOD} = (1 - 0,8441) \times 200 = 31 \text{ mg/l}$$

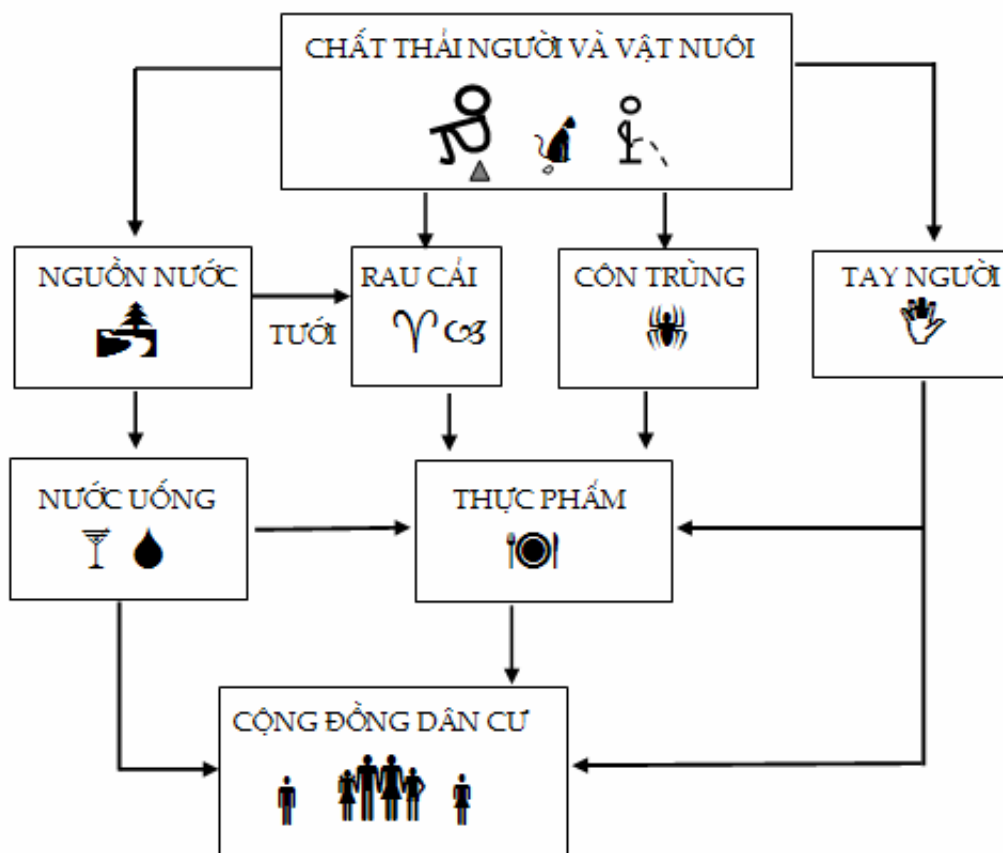
=====

Chương 4**CÔNG TRÌNH LÀM SẠCH NƯỚC THẢI DƯỚI ĐẤT**

--- oOo ---

4.1 CÔNG TRÌNH NHÀ VỆ SINH**4.1.1 Khái quát**

Con người và gia súc luôn luôn tạo ra chất thải từ chính mình, chủ yếu là phân và nước tiểu. Các chất thải người và gia súc là nguồn mang nhiều vi trùng mang mầm bệnh (germs) như tiêu chảy (diarrhoea), dịch tả (cholera), thương hàn (typhoid) hoặc viêm gan siêu vi loại A (hepatitis A), ..., ngoài vấn đề gây mùi hôi khó chịu và mất thẩm mỹ. Hình 4.1 cho thấy các đường đi của bệnh tật do ô nhiễm vi khuẩn từ chất thải người.



Hình 4.1 : Đường đi của sự lây nhiễm bệnh tật từ chất thải con người và gia súc

Vì vậy, các chất thải này cần phải có công trình tiếp nhận và xử lý tại chỗ trước khi cho vào hệ thống chung. Các hộ xí gia đình hay tập thể trở thành một nhu cầu không thể thiếu trong một xã hội hiện đại và văn minh. Bảng 4.1 cho thành phần chất thải người.

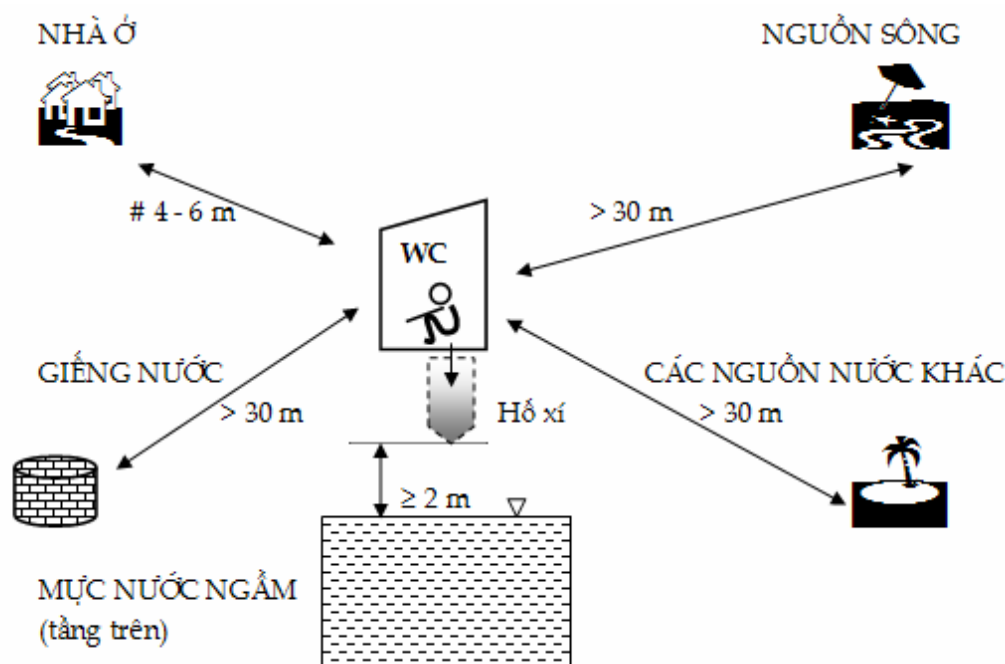
Bảng 4.1: So sánh thành phần hóa học của phân, nước tiểu của người và gia súc

Loại chất thải	Hàm lượng theo % trọng lượng		
	P ₂ O ₅	K ₂ O	N
Phân heo	0,45 - 0,6	0,32 - 0,50	0,5 - 0,6
Nước tiểu heo	0,07 - 0,15	0,2 - 0,7	0,3 - 0,5
Rác thải sinh hoạt	0,60	0,60	0,60
Phân chuồng heo	0,25	0,49	0,48
Phân người	0,50	0,37	1,00
Nước tiểu người	0,13	0,19	0,50
Phân lẫn nước tiểu người	0,20 - 0,4	0,2 - 0,3	0,5 - 0,8

(Nguồn: Nguyễn Đăng Đức, Đặng Đức Hữu (1968), Bùi Thanh Tâm (1984) trích bởi Trần Hiếu Nhuệ, 2001)

4.1.2 Bố trí Nhà vệ sinh

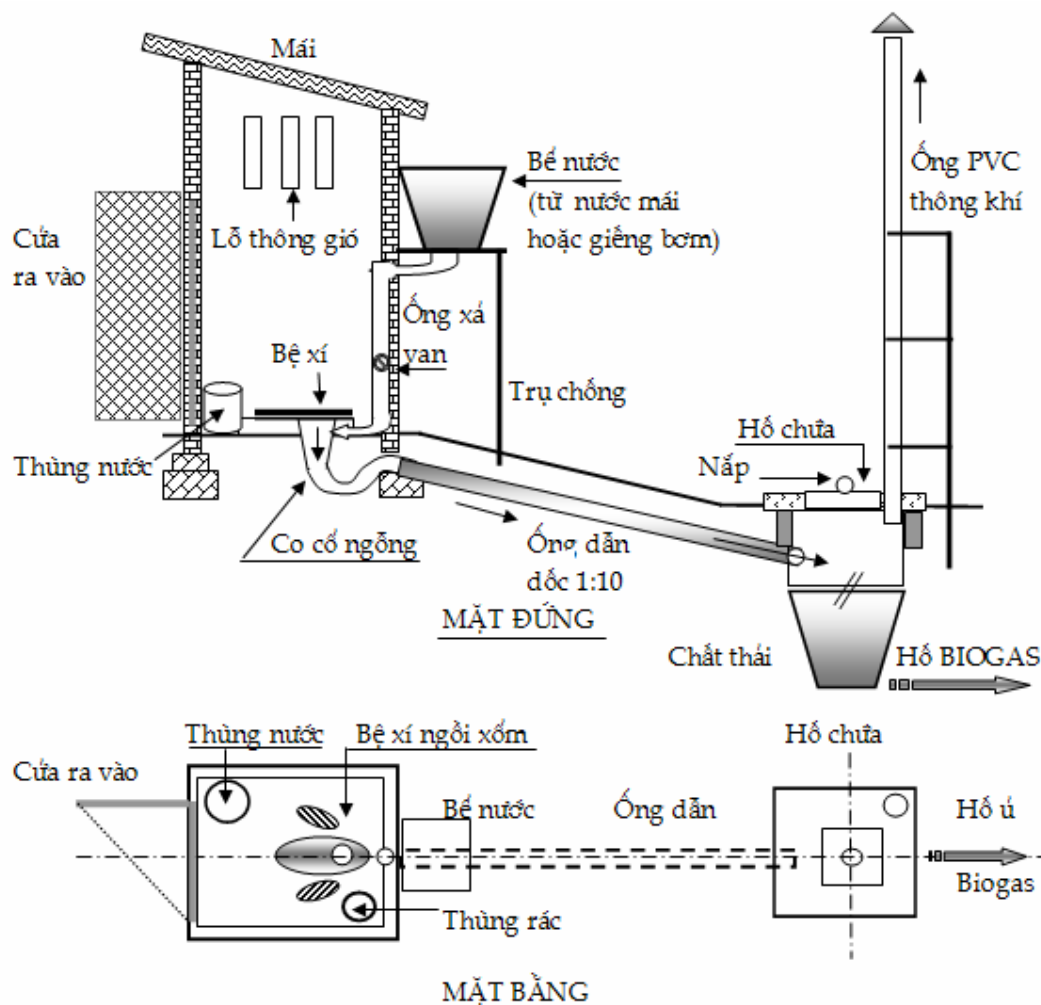
Ở các vùng nông thôn, nơi có diện tích rộng rãi, kinh phí và vật liệu xây dựng khó khăn, nhà vệ sinh thường bố trí bên ngoài nhà ở, mang tính cộng đồng (cho 1 hoặc vài nông hộ sử dụng chung), cấu trúc đơn giản nhưng để đảm bảo yêu cầu vệ sinh môi trường, một số khoảng cách tối thiểu ở hình 4.2 cần được tham khảo.



Hình 4.2 : Khoảng cách tối thiểu tham khảo khi bố trí hố xí công cộng ở vùng nông thôn

Nhà vệ sinh nên bố trí nơi thấp nhất, cần cách xa giếng và các nguồn nước khác ít nhất 30 m, hướng chảy của nước ngầm phải chảy theo hướng từ giếng đến hố xí để tránh nước thải người chảy vào giếng. Đáy hố xí phải cao hơn mực nước ngầm tầng trên. Lượng phân thải tính trung bình cho mỗi người là 0,06 m³/năm. Hố xí dành cho một gia đình trung bình từ 4 - 6 người trong 5 năm, cần có khối tích khoảng 1,5 m³ - 1,8 m³ (đào sâu 1,5 - 1,8 m + 0,5 m, đáy rộng 1 x 1 m²). Nếu có điều kiện nên xây thành xi măng - gạch ngăn một phần nước phân tiểu thấm

vào đất. Một số hộ nông dân có thể sử dụng chất thải người đã hoại để làm phân bón cho cây trồng (tuy nhiên cách này không được khuyến khích vì có thể gây nhiễm bẩn đất và lây lan giun sán, vi khuẩn), hồ chứa chất thải có thể dẫn đến một hầm ủ biogas thì tốt hơn (vừa có chất đốt, vừa có thể tận dụng phân bón, nuôi cá, ...). Nhà vệ sinh có thể xây dựng theo như một kiểu như hình 4.3.



Hình 4.3 : Một kiểu nhà vệ sinh đơn giản vùng nông thôn

Thông thường ở các đô thị, nhà vệ sinh (bao gồm trung chỗ tắm rửa, chỗ tiểu, chỗ xí, ...) phải gần nơi ở và làm việc và được bố trí ở vị trí thuận lợi, một phần nhằm tiết kiệm diện tích đất đai, một phần để tiện việc đi lại. Các chất thải của người phải được dòng nước có áp lực mạnh tống xuống các bể tự hoại hoặc bể phân hủy.

4.1.3 Phân loại nhà vệ sinh

Có 3 dạng chính để chọn lựa khi quyết định xây dựng nhà vệ sinh:

Bảng 4.2: Phân loại nhà vệ sinh theo nguyên lý xử lý phân

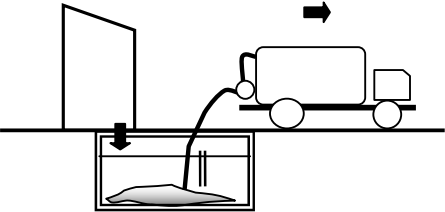
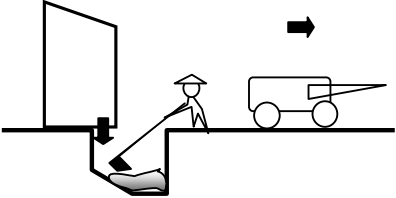
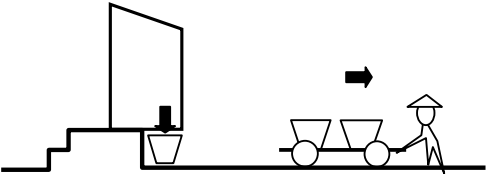
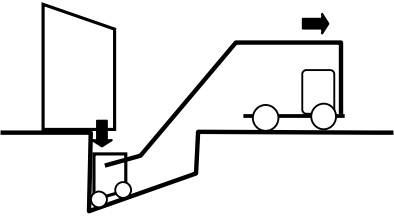
Dạng nhà vệ sinh	Nguyên lý xử lý phân	Tính chất	
		Ưu điểm	Nhược điểm
Tự hoại	Vi khuẩn yếm khí sẽ phân hủy các chất thải người sau một thời gian trong bể tự hoại.	- Sạch sẽ, gọn gàng, không hoặc ít gây rò rỉ mùi hôi - Thích hợp cho những vùng đất cao, đất phù sa nước ngọt.	- Chi phí cao. - Không thể dùng nước mặn và nước phèn được vì các loại nước này không giúp cho phân tự hoại được.
Tự thấm	Chất thải thấm qua các tầng đất và tự làm sạch	- Thích hợp cho các vùng đất thấm nước tốt như các vùng cao, vùng đồi núi, vùng giồng cát ven biển - Được UNICEF đề xuất xây dựng khá nhiều nơi khô hạn.	Có thể ảnh hưởng phần nào đối với nền đất nơi đặt nhà vệ sinh.
Dạng khô	- Dạng này không dùng nước, thường dùng tro bếp, tro trấu hoặc cát mịn để phủ lấp phân. - Có thể thiết kế để phân và nước tiểu đi đến những thùng chứa riêng biệt.	- Rẻ tiền - Phân người sau một thời gian ủ trộn với tro bếp có thể dùng để làm phân bón cho cây trồng.	- Không được vệ sinh và thẩm mỹ - Có mùi hôi - Nếu không che đậy cẩn thận, ruồi có thể đến sinh sản.

Khi xét đến việc có hay không sự chuyển vận phân đi nơi khác kết hợp với khả năng có hoặc không có nước để dội cầu thì ta có thể theo sự khuyến cáo ở Bảng 4.3 và 4.4:

Bảng 4.3 : Phân loại bể thải liên quan để sự dùng nước và vận chuyển phân

	Có sự vận chuyển phân	Không vận chuyển phân
Có dùng nước	1. Xây dựng nhà vệ sinh loại có nút nhấn xả nước nối với hệ thống dẫn thoát nước	3. Xây dựng loại nhà vệ sinh có nút xả nổi hồ chứa phân hoặc ao cá hoặc hầm biogas
Không dùng nước	2. Xây dựng loại nhà vệ sinh với loại hố xí thùng	4. Xây dựng loại nhà vệ sinh với hố ủ phân compost

Bảng 4.4: Các hình thức chuyển phân

Hình thức vận chuyển	Đặc điểm
	- Vận chuyển phân bùn bằng xe hút hầm cầu - Phù hợp với các vùng đô thị và ven đô, thị trấn - Chi phí cao - Vệ sinh tốt
	- Vận chuyển phân bằng công lao động (người cào và xe đẩy) - Phù hợp với vùng nông thôn và vùng núi, nơi khan hiếm nước - Tiết kiệm phân bón - Thiếu vệ sinh
	- Vận chuyển phân bằng thùng - Phù hợp với vùng nông thôn và vùng núi, nơi khan hiếm nước - Tiết kiệm phân bón - Thiếu vệ sinh
	- Vận chuyển phân bằng thùng dạng cơ giới - Phù hợp với vùng nông thôn và thành thị - Có thể làm phân bón - Vệ sinh ở mức độ vừa

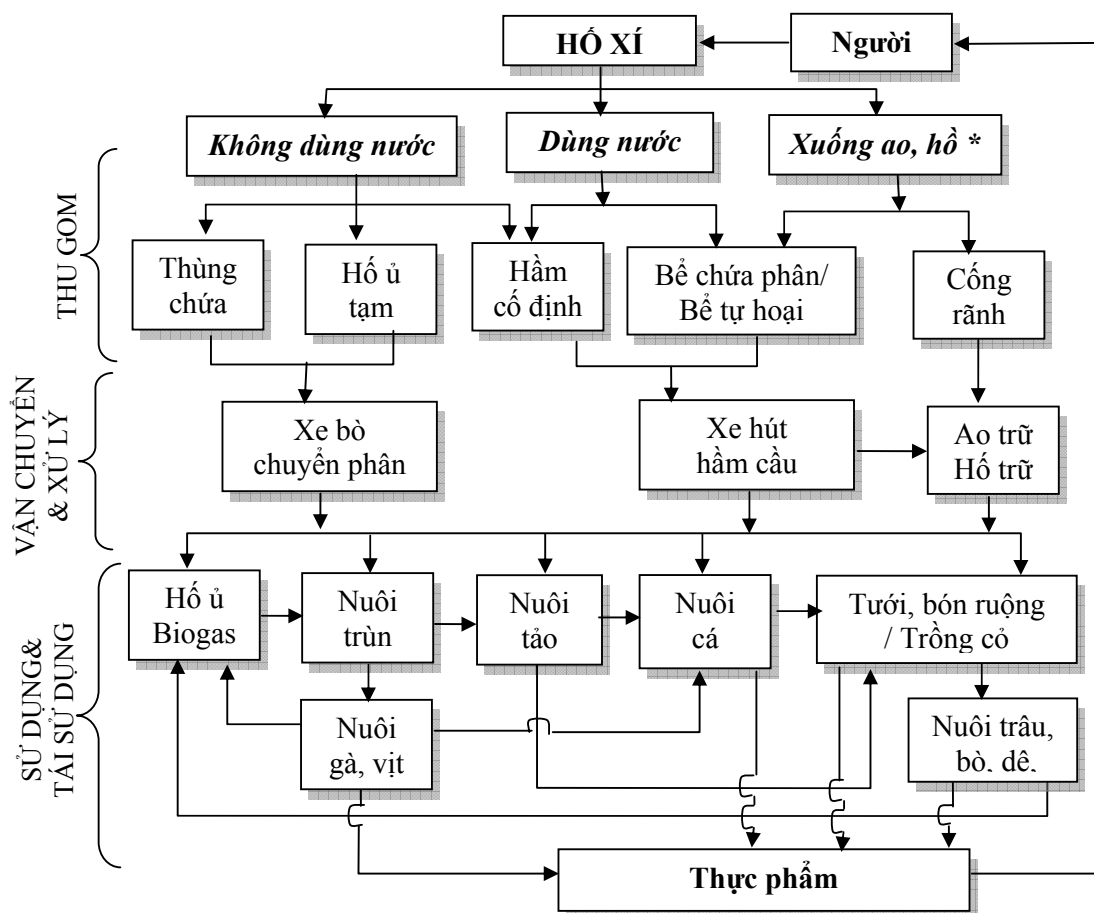
Phân biệt bể tự hoại theo kết cấu:

Bảng 4.5 : Phân loại bể thải theo kết cấu

Loại bể	Số người sử dụng	Dung tích
Bể tự hoại 2 ngăn	15 - 20	3.000 - 4.000 lít
Bể tự hoại 3 ngăn	20 - 50	4.000 - 10.000 lít
Bể tự hoại nhiều (> 3) ngăn	> 50	1.000 lít/người
Bể phân hủy	4 – 200	1.000 lít/người

Ngoài ra người ta còn phân loại theo kiểu nhà xí có hay không sự chia tách phân và nước tiểu cho các mục tiêu xử lý và sử dụng khác nhau.

Nếu xem xét đến việc vận chuyển, xử lý và tái sử dụng phân thì có thể theo sơ đồ hình 2.2 sau. Quan hệ này là một phần của mô hình canh tác sinh thái khép kín VACB (Vườn - Ao - Chuồng - Biogas) ở nông thôn.



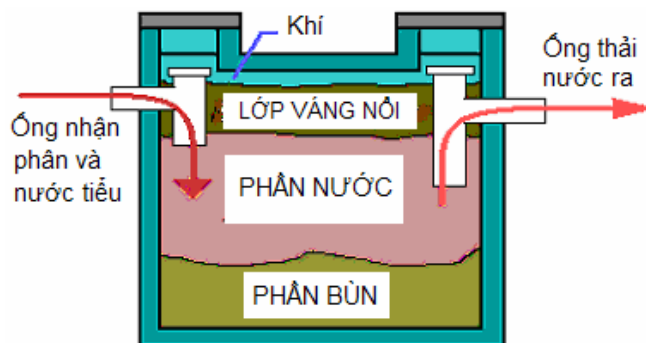
Hình 2.2: Mô hình VACB liên quan đến việc sử dụng hồ xí

Ghi chú:

* Nhà xí thải chất bài tiết xuống ao hồ (như nhà xí ao cá), trong một số phân loại, được xem là loại nhà xí không dùng nước.

4.1.4 Bể tự hoại

Bể tự hoại (septic tank) thường được thiết kế theo dạng hình tròn bằng các cấu kiện lắp ghép sẵn, một số nơi có xu hướng xây theo hình chữ nhật (hình 4.4). Cần lưu ý rằng, bể tự hoại khác bể lắng ở chỗ là nước thải không chảy liên tục vào bể tự hoại nên tính ổn định thủy lực không ứng dụng được.



Hình 4.4: Kết cấu hầm chứa phân và nước tiểu

4.1.4.1 Kích thước bể tự hoại

Qui mô xây dựng nhà vệ sinh được hiểu là dung tích cần thiết của hố chứa phân hay kích thước hố chứa, dung tích chứa của nhà vệ sinh tùy thuộc vào 3 yếu tố: mức thải của từng cá nhân (người lớn hoặc trẻ em), số lượng người sử dụng nhà vệ sinh và thời gian sử dụng (thời gian phải hút sạch hầm cầu). Thật sự, khó có thể xác định chính xác dung tích này, nó mang tính gần đúng, việc tính toán thiên về an toàn, nghĩa là kết quả đủ thừa so với nhu cầu thực tế.

Thể tích hố chứa phân có thể xác định theo (Kalbermatten *et al.*, 1980):

- Nếu kích thước hố chứa nhỏ hơn độ sâu 4 m:

$$V = A.d = 1.33 \times C.P.N \quad (4-1)$$

- Nếu kích thước hố chứa lớn hơn độ sâu 4 m:

$$V = A.(d - 1) = C.P.N \quad (4-2)$$

Trong đó:

- V = thể tích hố chứa phân (m³)
- C = mức thải phân (m³/người.năm). Lấy theo bảng 4.6.
- P = số người sử dụng (người)
- N = thời gian sử dụng (năm)
- A = diện tích mặt cắt ngang hố đào (m²)
- d = độ sâu hố đào (m)

Hệ số 1.33 được xem là hệ số gia tăng an toàn 30% cho thể tích hố chứa phân.

Bảng 4.6: Mức thải phân theo m³/người.năm

Hố chứa ướt		Hố chứa khô	
Dùng nước để rửa sạch hậu môn	Dùng giấy để chùi sạch hậu môn	Dùng nước để rửa sạch hậu môn	Dùng giấy để chùi sạch hậu môn
0.04	0.06	0.06	0.09

(Nguồn: Kalbermatten *et al.*, 1980)

Ví dụ 4.1: (theo tài liệu ESIC, Bangkok, 1987)

Một gia đình 6 người cần một hố chứa chi phí thấp. Đất trong khu vực là loại đất có độ thấm rút thuận lợi và ổn định. Mức thủy cấp là 7 m dưới mặt đất. Xác định kích thước hố chứa phân cho yêu cầu sử dụng 10 năm trong 2 trường hợp: hố hình trụ tròn và hố hình khối chữ nhật. Lưu ý rằng gia đình dùng nước để rửa hậu môn sau khi đi tiêu.

Giải: Theo công thức (4-1):

$$V = 1,33 \times C.P.N = 1,33 \times 0,06 \times 6 \times 10 = 4,8 \text{ m}^3$$

- Hố chứa phân nếu làm theo hình trụ tròn, đường kính hình trụ thường được chọn vào khoảng 1,0 - 1,5 m. Chọn đường kính 1,25 m thì độ sâu của hố chứa phân là:

$$\text{Độ sâu của hố chứa phân} = \frac{\text{Thể tích hố}}{\text{Diện tích chung quanh hố hình trụ}} \quad (4-3)$$

$$\text{Diện tích chung quanh hố} = \frac{\pi}{4} \times D^2 = \frac{3.1416}{4} \times 1,25^2 = 1,23 \text{ m}^2$$

$$\text{Độ sâu của hố chứa phân} = \frac{4,8}{1,23} = 3,91 \text{ m}$$

Bảng 4.7 và 4.8 là bảng tính thể tích cho các hố chứa khô (hố xí không dội nước) và hố chứa ướt (hố xí có dội nước) theo công thức 4-1.

Bảng 4.7: Thể tích hố chứa khô

Số năm sử dụng (năm)	Thể tích (m ³)									
	Số người sử dụng					Số người sử dụng				
	Dùng nước để rửa sạch hậu môn					Dùng giấy để chùi sạch hậu môn				
	4	6	8	10	12	4	6	8	10	12
4	1,28	1,92	2,56	3,20	3,84	1,92	2,88	3,84	4,60	5,32
6	1,92	2,88	3,84	4,60	5,32	2,80	4,20	5,32	6,40	7,48
8	2,56	3,84	4,84	5,80	6,67	3,84	5,32	6,67	8,20	9,64
10	3,20	4,79	5,80	7,00	8,20	4,60	6,40	8,20	10,0	11,8
12	3,84	5,32	6,76	8,20	9,64	5,32	7,48	9,64	11,8	13,96
15	4,60	6,40	8,20	10,0	11,8	6,40	9,10	11,8	14,5	17,2

(Nguồn: ESIC, Bangkok, 1987)

Bảng 4.8: Thể tích hố chứa ướt

Số năm sử dụng (năm)	Thể tích (m ³)									
	Số người sử dụng					Số người sử dụng				
	Dùng nước để rửa sạch hậu môn					Dùng giấy để chùi sạch hậu môn				
	4	6	8	10	12	4	6	8	10	12
4	0,85	1,28	1,71	2,13	2,56	1,28	1,92	2,56	3,20	3,88
6	1,28	1,92	2,5	3,20	3,83	1,92	2,88	3,84	4,60	5,32
8	1,71	2,56	3,41	4,20	4,84	2,56	3,84	4,84	5,80	6,76
10	2,13	3,20	4,20	5,00	5,80	3,70	5,80	5,80	7,00	8,20
12	2,56	3,84	4,84	5,80	6,76	3,84	6,76	6,76	8,20	9,64
15	3,20	4,60	5,80	7,00	8,20	4,60	8,20	8,20	10,0	11,9

(Nguồn: ESIC, Bangkok, 1987)

Bảng sau cho thể tích hố chứa phân theo mặt cắt ngang và chiều sâu, tính theo công thức 4 - 2.

Bảng 4.9: Thể tích hố chứa phân theo kiểu và kích thước

Kiểu và kích thước ↓	Chiều sâu →	Thể tích hố chứa phân (m ³)								
		1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
Hình tròn, Φ 1,00 m		0,785	1,18	1,57	1,96	2,36	2,75	3,14	3,66	4,18
Hình tròn, Φ 1,25 m		1,23	1,84	2,45	3,07	3,68	4,29	4,91	5,71	6,53
Hình tròn, Φ 1,50 m		1,77	2,65	3,53	4,42	5,30	6,18	7,07	8,22	9,40
Hình vuông, cạnh 1,00 m		1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,66	5,32
Hình vuông, cạnh 1,25 m		1,56	2,34	3,13	3,91	4,69	5,47	6,25	7,28	8,31
Hình vuông, cạnh 1,50 m		2,25	3,38	4,50	5,63	6,75	7,88	9,00	10,48	11,97

(Nguồn: ESIC, Bangkok, 1987)

(Các ô bôi đậm trong bảng trên là dùng cho ví dụ 4.2).

Ví dụ 4.2: (theo tài liệu *ESIC, Bangkok, 1987*)

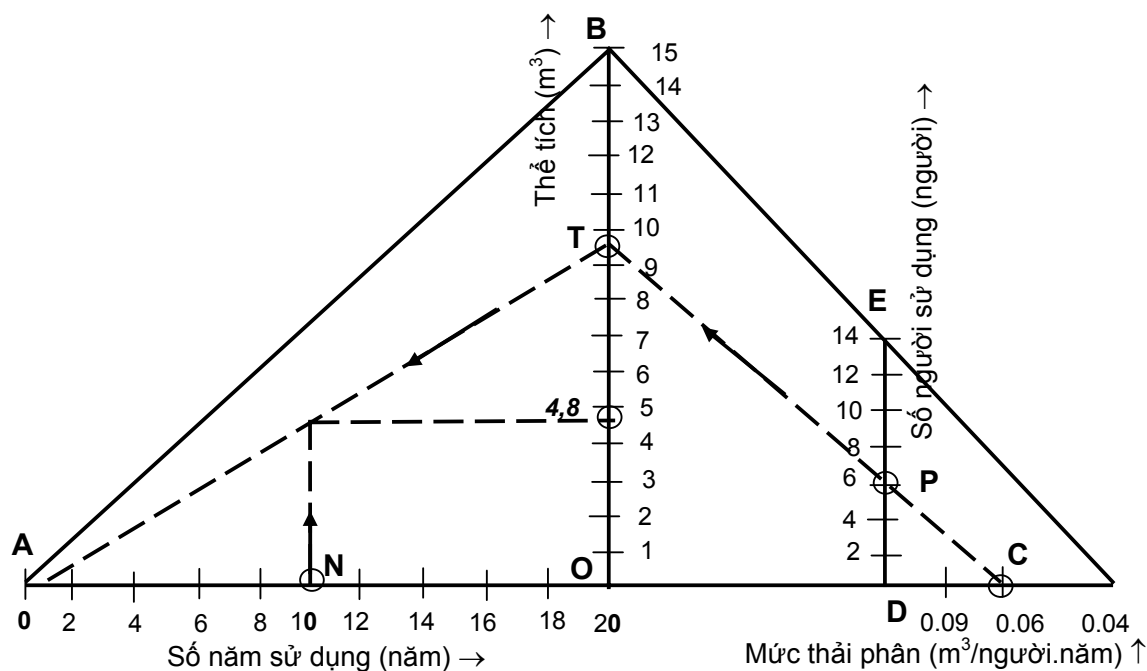
Như ví dụ 4.1, dùng bảng tra để xác định thể tích và hình dạng hố chứa.

Giải: Tra bảng 4.7 cho hố xí khô, với 6 người trong hộ và sử dụng hố chứa 10 năm, dùng nước để rửa hậu môn, ta được thể tích thiết kế là **4.79 m³**. Sử dụng bảng 2.6 với thể tích 4.79 m³, ta có các chọn lựa các kiểu hố chứa sau (xem các ô bôi đậm, chọn số gần 4.79 m³, nghiêng về an toàn):

- Hố tròn: đường kính 1,25 m x chiều sâu 4,0 m
- Hố tròn: đường kính 1,50 m x chiều sâu 3,0 m
- Hố vuông: cạnh 1,00 m x cạnh 1,00 m x chiều sâu 5,0 m
- Hố vuông: cạnh 1,25 m x cạnh 1,25 m x chiều sâu 3,0 m (thể tích hơi hụt)
- Hố vuông: cạnh 1,50 m x cạnh 1,50 m x chiều sâu 5,0 m

Ta cũng có thể sử dụng toán đồ sau (hình 4.6) để xác định thể tích hố chứa:

- Đoạn OA - Thời gian sử dụng (năm)
- Đoạn OB - Mức thải phân (m³/người.năm), lấy ở bảng 2.3.
- Đoạn OC - Thể tích hố chứa (m³)
- Đoạn DE - Số người sử dụng (người)



Hình 4.5: Toán đồ xác định thể tích hố chứa phân

(Nguồn: *ESIC, Bangkok, 1987*)

Ví dụ 4.3: Dùng ví dụ 4.1, sử dụng toán đồ để xác định thể tích hồ chứa phân.

Giải:

1. Chọn điểm C. Từ bảng 4.6, mức thải phân là $C = 0,06$
2. Chọn điểm P, là số người sử dụng, ví dụ này là 6.
3. Nối CP để được điểm T trên đoạn OB.
4. Kẻ đường nối 2 điểm A và T được đoạn AT.
5. Chọn điểm N, là số năm thiết kế, ở đây là 10 năm.
6. Từ điểm N, kéo thẳng lên gặp đoạn AT, từ điểm giao, kéo ngang qua đoạn OB, điểm cắt trên đoạn OB là thể tích thiết kế: # **4,8 m³**.

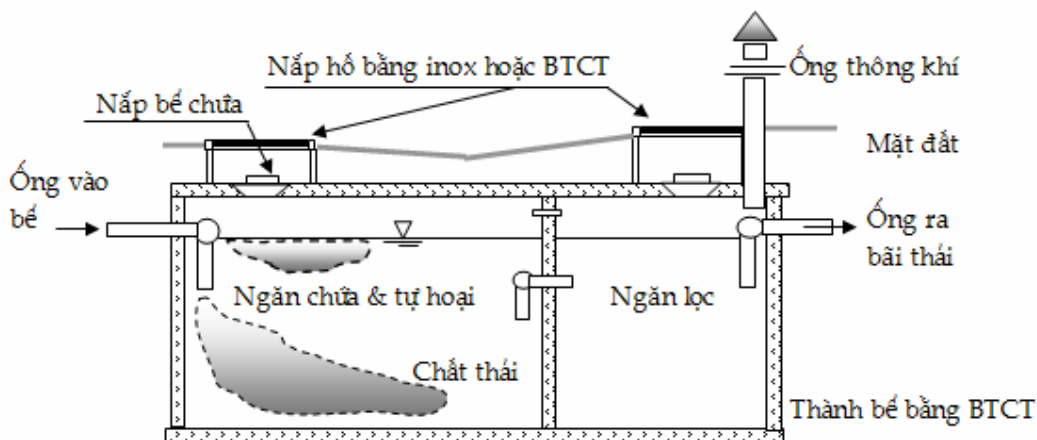
Theo nghiên cứu của Viện Pasteur Nha Trang, để ước tính thể tích ngăn chứa phân ở qui mô gia đình, có thể dùng công thức kinh nghiệm sau (Dương Trọng Phi, 2003):

$$\text{Thể tích ngăn chứa } V \text{ (m}^3\text{)} = \text{Số người trong hộ} \times 0.04 \quad (4-4)$$

Công thức này cũng tương đối phù hợp với mức thải phân theo số liệu ở bảng 2.3 của Kalbermatten *et al.* (1980).

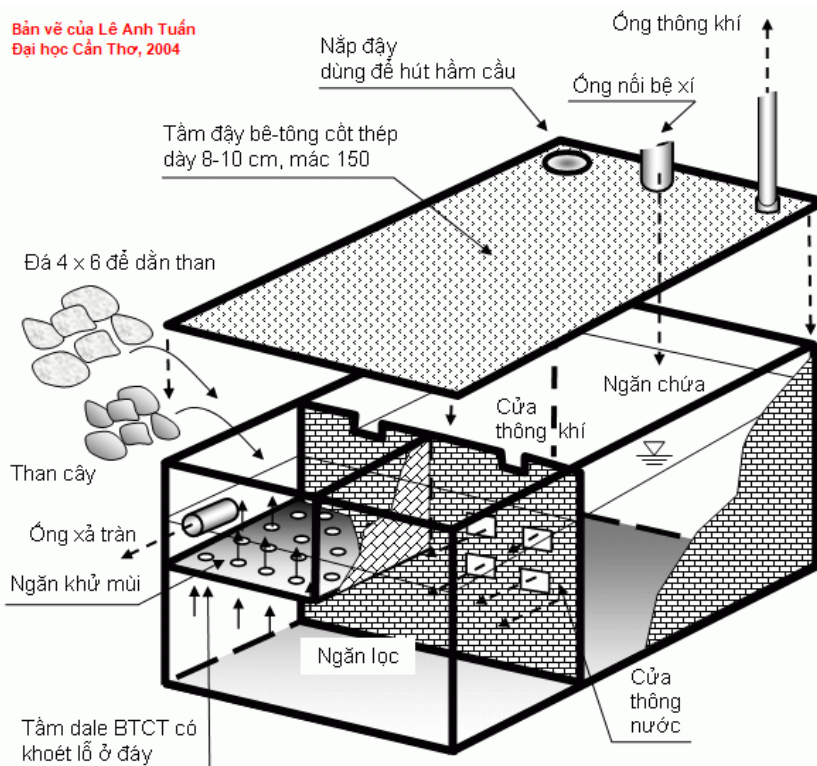
4.1.4.2 Kết cấu và vận hành bể tự hoại

Chiều sâu nước trong bể tự hoại lấy khoảng chừng 1,2 - 2,0 m. Lưu ý cần bố trí tường chắn giữa các ngăn nhằm giữ lại các chất cặn ở đáy và ngăn các váng bọt nổi ở phía trên mặt nước. Tấm ngăn chữ T phải đặt ngập trong nước ít nhất 300 mm và nhô lên khỏi mặt nước 200 mm. Trên nắp bể tự hoại cần có nắp đậy nhỏ để hút cặn (hút hầm cầu) thường kỳ (khoảng 3 - 5 năm). Các hầm vệ sinh tự hoại phải có ống thông khí để thải các khí hydrogen-sulfide (H_2S), carbon-dioxide (CO_2) và methane (CH_4) tránh ăn mòn phá hoại cấu kiện bê tông cốt thép của bể.

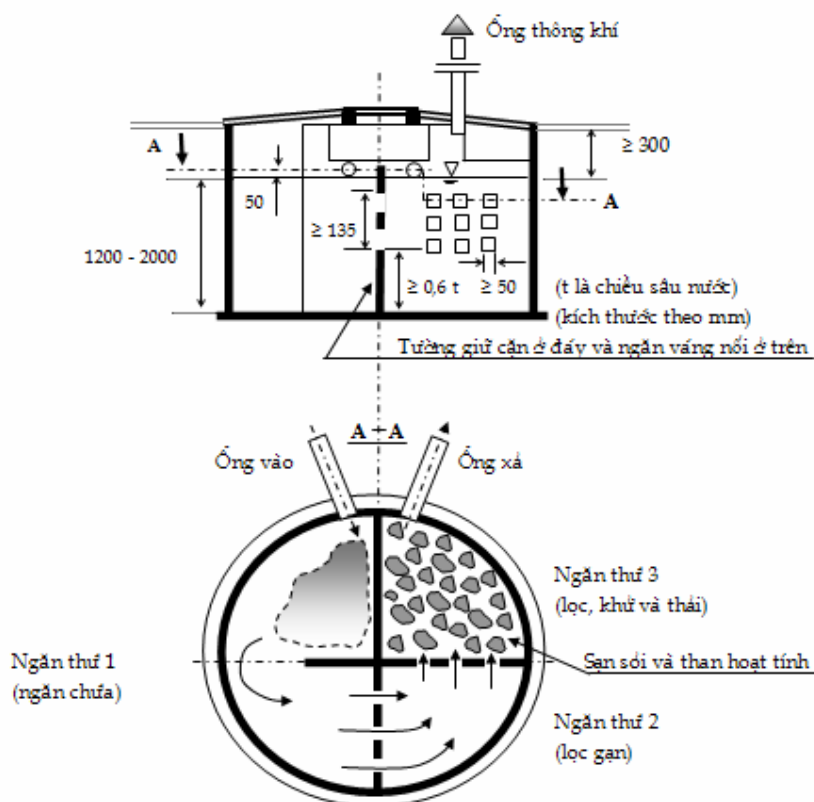


Hình 4.6: Bể tự hoại 2 ngăn kiểu hình khối chữ nhật

Bản vẽ của Lê Anh Tuấn
Đại học Cần Thơ, 2004



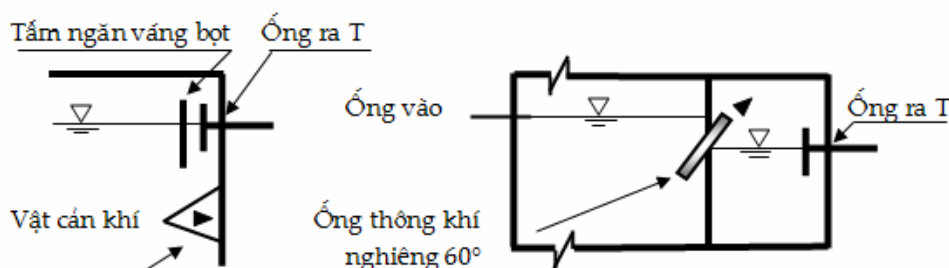
Hình 4.7: Bể tự hoại 3 ngăn kiểu hình khối chữ nhật



Hình 4.8: Một kiểu bể tự hoại 3 ngăn hình tròn

Đối với bể tự hoại 2 ngăn, dung tích của ngăn thứ 1 không nhỏ hơn $\frac{2}{3}$ dung tích của cả bể, còn đối với bể tự hoại 3 ngăn, dung tích của ngăn thứ 1 bằng $\frac{1}{2}$ dung tích bể. Để tránh lắng cặn, đường ống dẫn nước thải ra tới bể phải đặt nghiêng với độ dốc $\geq 1:50$. Đối với các đường ống dẫn quá dài, cần đặt giếng kiểm tra. Đối với đường ống thoát nước thải ra khỏi bể, có thể đặt đường ống có độ dốc nhỏ hơn, khoảng $1:100$ đến $1:50$.

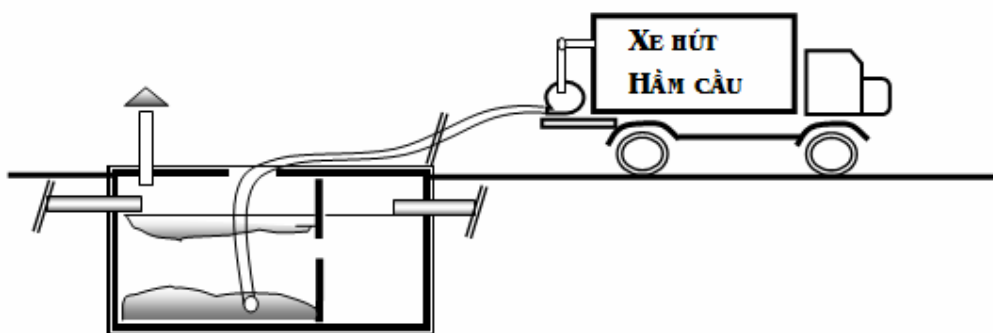
Ngoài ra, nhằm cản các chất khí trong bể xâm nhập vào các ống ra chữ T mang theo các chất thải lơ lửng (ống T còn có chức năng ngăn không cho văng theo nước thải ra ngoài), ta có thể thiết kế thêm các kết cấu làm lệch khí như hình 4.9.



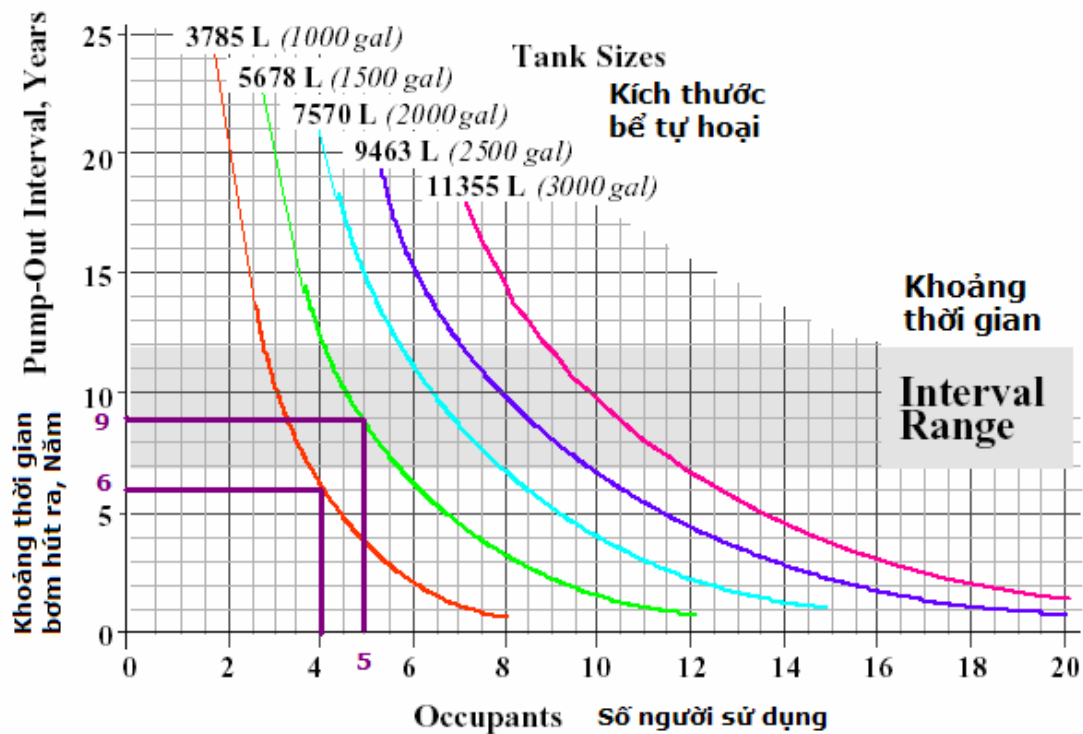
Hình 4.9: Kiểu ngăn để giới hạn khí mang các chất thải lơ lửng vào ống ra T

Bể tự hoại cần được xác định như là một công trình vệ sinh sử dụng lâu dài nên cần xem xét kết cấu của bể cho chắc chắn. Không được sử dụng các chất alkalis hoặc các chất tẩy rửa như thuốc tẩy chlorine đổ vào bể tự hoại. Những hóa chất này sẽ hủy hoại hoặc làm chậm các tiến trình sinh học trong bể. Trước khi sử dụng bể, cần thiết phải đổ đầy nước đến ống ra của bể. Nếu có thể, đổ thêm vào bể một ít phân gia súc như phân heo, bò đang phân hủy để tạo điều kiện cho các vi khuẩn trong bể hoạt động. Điều này làm cho bể hoạt động hiệu quả trong những thời gian đầu. Ngoài ra, một số chế phẩm vi sinh cho bể tự hoại (có bán ngoài thị trường) có thể được sử dụng để gia tăng thời gian giữa 2 lần lấy cặn.

Sau một thời gian (hình 4.11), khi bể tự hoại đã đầy các chất lắng đọng thì cần phải hút loại ra ngoài. Thông thường, có những xe hút hầm cầu chuyên nghiệp với các bơm hút, ống dẫn và thùng chứa của các Công ty Vệ sinh sẽ đảm nhận công việc này, như hình dưới.



Hình 4.10: Xe hút hầm cầu



Hình 4.11: Biểu đồ xác định thời gian bơm hút bể tự hoại

Nguồn: Bounds, T.R., *Design and Performance of Septic Tanks*, 1997

Ví dụ 4.4: Hai gia đình cần bạn tư vấn cho thời gian cần thiết để hút bể tự hoại của họ. Một gia đình 4 người có bể tự hoại với dung tích chứa $(1,8 \times 2,0 \times 1,0) \text{ m}^3$ và gia đình kia có 5 người có bể tự hoại $(2,0 \times 2,2 \times 1,3) \text{ m}^3$.

Giải:

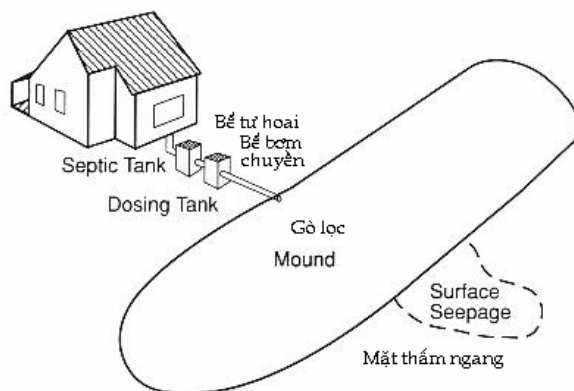
- Gia đình có 4 người và bể tự hoại $(1,8 \times 2,0 \times 1,0) \text{ m}^3 = 3,6 \text{ m}^3 = 3,600 \text{ L}$ sẽ phải bơm hút hầm cầu khoảng sau 6 năm (chọn đường cong gần nhất thiên về an toàn: $V = 3,785 \text{ L}$, trong biểu đồ của Bounds).
- Gia đình có 5 người và bể tự hoại $(2,0 \times 2,2 \times 1,3) \text{ m}^3 = 5,72 \text{ m}^3 = 5720 \text{ L}$ sẽ phải bơm hút hầm cầu khoảng sau 9 năm.

4.3 HỆ THỐNG GÒ LỘC

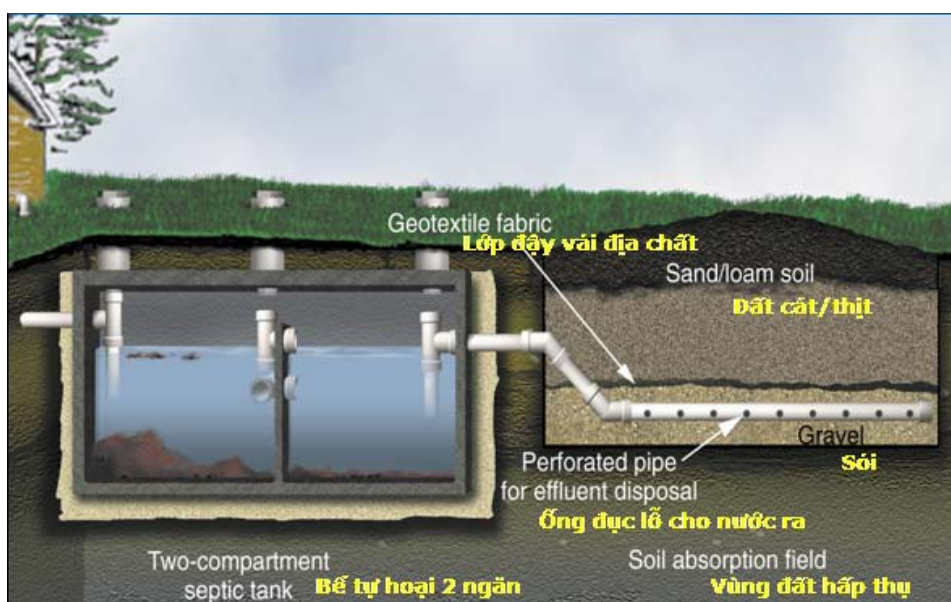
Gò lọc (mound) là một hệ thống xử lý nước thải bằng phương pháp thấm lọc qua đất được xây dựng trên nền đất cát xếp lớp. Phương pháp xử lý nước thải bằng gò lọc được phát triển vào đầu thập niên 1970 tại Đại học Wisconsin (Mỹ). Gò lọc được sử dụng hiệu quả ở:

- Các vùng đất thấm rút chậm được;
- Các vùng đất thấm rút cạn trên nền đá;
- Các vùng đất thấm rút được với mức nước ngầm cao trong mùa mưa.

Ở Việt Nam, có thể xây dựng gò lọc ở các gò cát, đồi cát hoặc các giếng cát dọc theo bờ biển hoặc sườn núi. Ta có thể cho nước thải từ nhà vệ sinh qua bể tự hoại, sau đó chuyển sang bể bơm chuyển và từ đây nước thải được bơm vào gò lọc trên mặt đất. Đây là biện pháp xử lý nước thải đơn giản nhưng bị hạn chế là cần một diện tích tương đối lớn và phải có cát. Trên gò lọc có thể trồng cỏ, cây xanh hoặc vườn hoa. Sơ đồ như sau:

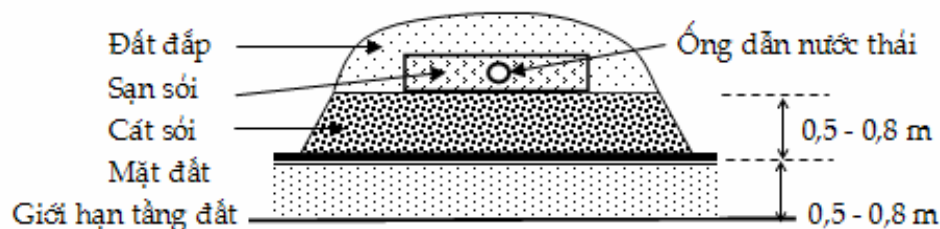


Hình 4.12: Sơ đồ bố trí gò lọc trong xử lý nước thải nhà vệ sinh

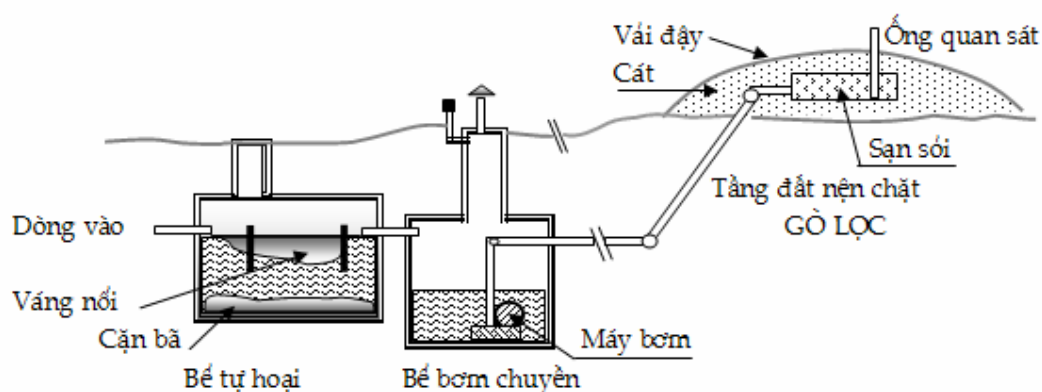


Hình 4.13: Sơ đồ nguyên lý lọc nước thải từ bể tự hoại qua đất

Kích thước gò lọc xê xích trong khoảng 8 - 10 m chiều rộng, 35 - 40 m chiều dài và khoảng 0,5 - 0,8 m chiều cao. Tuyến bố trí gò là nơi thấp hơn khu vực nhà ở, xa nguồn lấy nước, độ dốc khoảng 12%. Đất đắp cho gò lọc là các loại đất cát, cát pha thịt hoặc sét, nơi lỗ ra của ống bơm nước có rải sạn sỏi hoặc cát thô.



Hình 4.13 : Mặt cắt ngang gò lọc

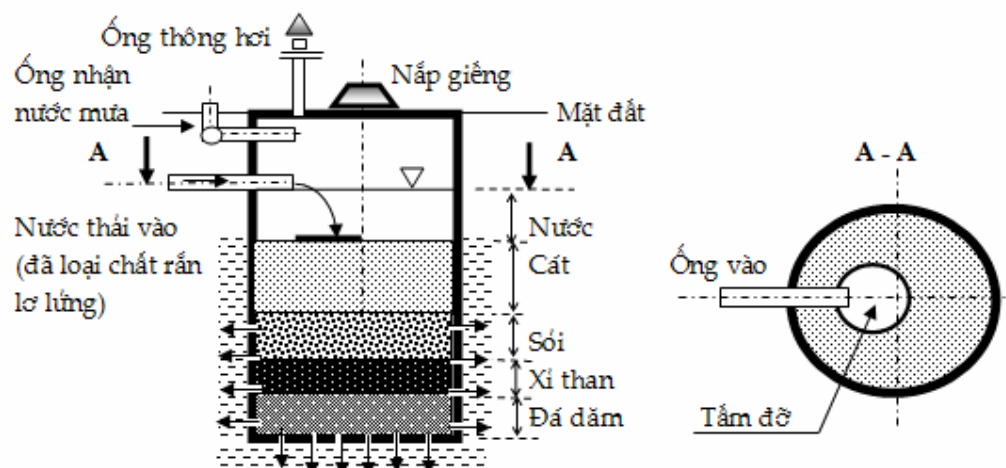


Hình 4.14: Mặt cắt ngang một hệ thống gò lọc (theo Converse and Tyler, 1990)

4.2 CÔNG TRÌNH GIẾNG THẨM

4.2.1 Nguyên lý và Sơ đồ giếng thẩm

Giếng thẩm là một biện pháp công trình tương đối đơn giản nhằm xả nước thải đã qua một phần xử lý đi vào đất để được tiếp tục làm sạch vào thấm vào nguồn nước chung.



Hình 4.15: Sơ đồ một giếng thẩm

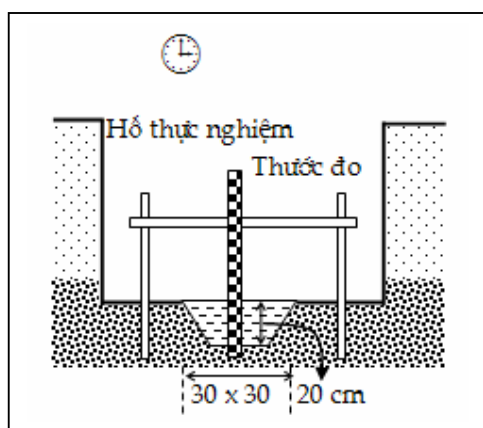
Nguyên tắc cần tôn trọng là giếng thăm không được làm nhiễm bẩn và nhiễm bệnh nguồn nước ngầm và các nguồn nước tự nhiên khác. Ngoài ra, khi thiết kế giếng thăm cần lưu ý là thành phần nước thải đi vào giếng thăm không có cặn lơ lửng để không làm tắc nghẽn giếng. Muốn như vậy, cần có bể tự hoại lớn hoặc bể phân hủy. Đối với nước ngầm tầng mặt, đáy giếng phải cao hơn mực nước ngầm cao nhất trong mùa mưa ít nhất 1,00 m. Nếu mực nước ngầm quá cao, sát mặt đất thì có thể xây dựng hệ thống tưới ngầm, hoặc gò lọc như phần trước, lúc đó chi phí sẽ cao hơn. Nên xây giếng ở vị trí dưới hướng nước chảy của giếng lấy nước. Sau khi sử dụng một thời gian dài, cần làm sạch lại giếng thăm hoặc xây giếng mới. Trong tính toán giếng thăm, cần xác định diện tích thấm. Diện tích thấm cần thiết được định nghĩa là diện tích bề mặt đáy thấm nước và thành ngoài nằm trong đất thấm nước. Độ thấm nước tùy thuộc vào loại đất và chiều cao áp lực cột nước trong giếng. Trường hợp không có điều kiện khảo nghiệm, có thể lấy 1 - 2 m² diện tích thấm cho 1 người sử dụng. Có thể dùng bảng tra sau:

Bảng 4.3 : Diện tích thấm có ích (m², cho 1 người) khi xây giếng thăm

Loại đất	Nhà ở (200 l/ng/day)	Trạm trại (100 l/h/d)	Trường học (65 l/h/d)
Cát thô hoặc sỏi	0,93	0,23	0,14
Cát mịn	1,40	0,37	0,23
Cát pha sét	2,30	0,60	0,37
Sét trộn nhiều cát hoặc sỏi	3,70	0,93	0,60
Sét trộn ít cát hoặc sỏi	7,10	1,85	1,25
Sét nặng, đất, đất cứng, không thấm nước,...	không dùng	không dùng	không dùng

Nguồn: J. Gruhler, 1980, *Công trình làm sạch nước thải loại nhỏ*, V.K. Long dịch

Có thể làm thí nghiệm đơn giản sau để xác định độ thấm của đất ngoài hiện trường: tại chỗ đặt giếng, nơi độ sâu đáy giếng, đào 1 hố có kích thước hình vuông 30 x 30 cm, sâu 20 cm. Đổ đầy nước (làm từ 3 - 5 lần), tính trung bình thời gian (phút) mực nước hạ xuống 10 cm. Thêm điều kiện tắt bùn, lưu lượng thấm:



$$q_s \approx \frac{1200}{2,5.t + 6,2} \quad (4-5)$$

trong đó:

q_s - lưu lượng thấm (l/m²/ngày)
 t - thời gian (phút) cần thiết để
 mực nước hạ xuống 10 cm

Ví dụ 4.5: Đo t trung bình = 2 phút

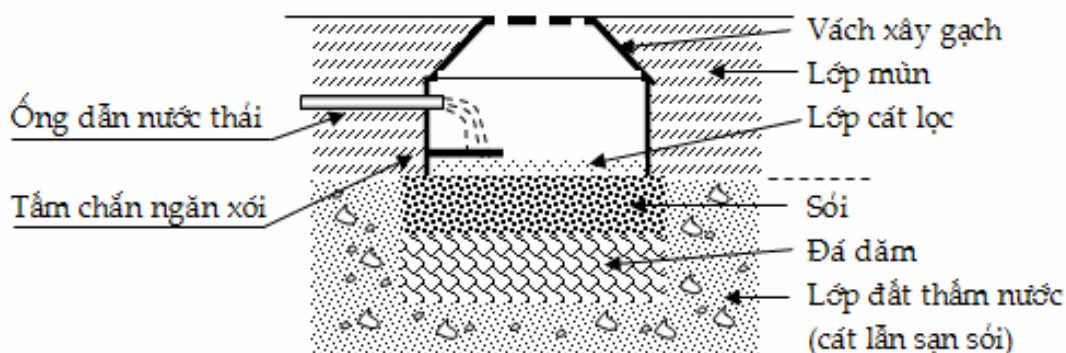
$$\rightarrow q_s = 107 \text{ l/m}^2/\text{ngày}$$

Hình 4.16: Bố trí đo thời gian thấm

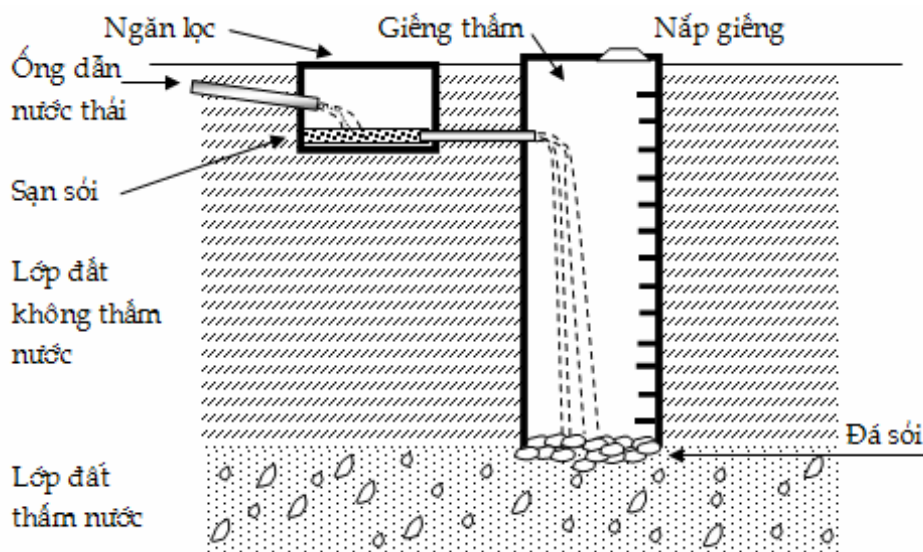
Lưu ý: Khi mới đào giếng không nên đo ngay mà phải đổ nước nhiều lần rồi đo thì chính xác hơn.

4.2.2 Kết cấu giếng thấm

Rất nhiều tác giả đã thiết kế nhiều kiểu giếng thấm khác nhau. Dưới đây là một số kiểu tiêu biểu:



Hình 4.17: Giếng thấm cạn khi lớp đất thấm nước sát mặt đất



Hình 4.11: Giếng thấm đặt sâu khi lớp không thấm nước dày

Tùy theo lớp đất không thấm phía trên mặt dày hay mỏng mà ta quyết định chọn kiểu giếng nông hay sâu. Giếng thấm nông có kinh phí xây dựng rẻ so với giếng thấm đặt sâu nhưng cần thay thế các lớp đá vụn, sỏi, cát thường xuyên. Một tấm chắn nhỏ cũng cần thiết nếu lượng nước thải đổ vào khá nhiều ($\approx 0,5$ l/s) có khả năng gây xói. Để tăng khả năng thấm, phía bên ngoài đáy của giếng nên đổ thêm sỏi. Trên nắp giếng có thể bố trí lỗ thông hơi. Một số giếng thấm được thiết kế kết hợp giữa lọc nước thải và thoát nước mưa. Khi đó, lượng nước nhận được vào giếng thấm phải cộng thêm lượng nước mưa, hay cường độ mưa (tính bằng l/s.m² hoặc l/s. ha hoặc mm/phút).

4.3 CÁCH ĐỒNG LỘC, TƯỚI**4.3.1 Nguyên lý**

Nước thải có khả năng tự làm sạch qua quá trình thấm rút qua đất cát như là một phương thức xử lý tự lọc sinh học và hóa lý, được gọi tổng quát là xử lý nước thải qua đất (*land treatment*). Bằng cách xả nước thải sau khi xử lý sơ bộ qua một hào lọc ngầm hay một cánh đồng tưới hay bãi lọc có diện tích tương đối rộng, các chất cặn lơ lửng trong nước sẽ bị giữ lại ở tầng đất mặt. Nhờ có ôxy và vi khuẩn hiếu khí mà các hạt chất bẩn đó được ôxy hóa và nước được làm sạch thấm xuống mặt đất. Điều kiện quan trọng trong phương pháp này là phải có lớp đất cát khá đủ dày để lọc, chiều dày tối thiểu khoảng 0,2 - 0,5 m. Thực tế cho thấy khả năng xử lý nước thải hữu hiệu diễn ra ở độ sâu 1,50 m từ mặt đất. Sử dụng phương pháp lọc nước thải theo chu kỳ. Chu kỳ lọc được thay đổi bằng chu kỳ thông thoáng với lớp vật liệu lọc. Ngoài ra, lượng nước này có thể sử dụng để tăng độ ẩm trong lớp thổ nhưỡng và cung cấp một phần dưỡng chất cho cây trồng.

Do trong nước thải chứa một lượng N:P:K khá cao (theo tác giả Hoàng Huệ, 1996, trong nước thải, đạm Nitơ khoảng 15 - 60 mg/l, Lân khoảng 3 - 12 mg/l và Kali khoảng 6 - 25 mg/l) đạt tỉ lệ 5:1:2 so với nhu cầu của thực vật nói chung khoảng 2:1:2 thì ta có thể sử dụng nước thải để tưới được nhất là các vùng trồng rau xanh, cỏ gia súc, ... nếu trong nước thải không có các chất dầu mỡ công nghiệp, lượng muối khoáng không quá 2 mg/l và không chứa các kim loại nặng độc hại có hàm lượng cao khác.

Một vấn đề cần lưu ý khác là trong nước thải, đặc biệt là nước thải sinh hoạt, có chứa nhiều mầm bệnh và trứng giun sán. Như vậy khi tưới vào các cánh đồng cần phải có bước xử lý sơ bộ qua bể lắng ngang với tốc độ chảy khoảng 1 mm/s và tốt hơn nếu được xử lý ở nhiệt độ khoảng 50 - 60°C trong vài giờ thì có thể tiêu diệt được các trứng giun sán. Trong các yếu tố, khâu vệ sinh là một trong các điều kiện xem xét quan trọng.

4.3.2 Thiết kế

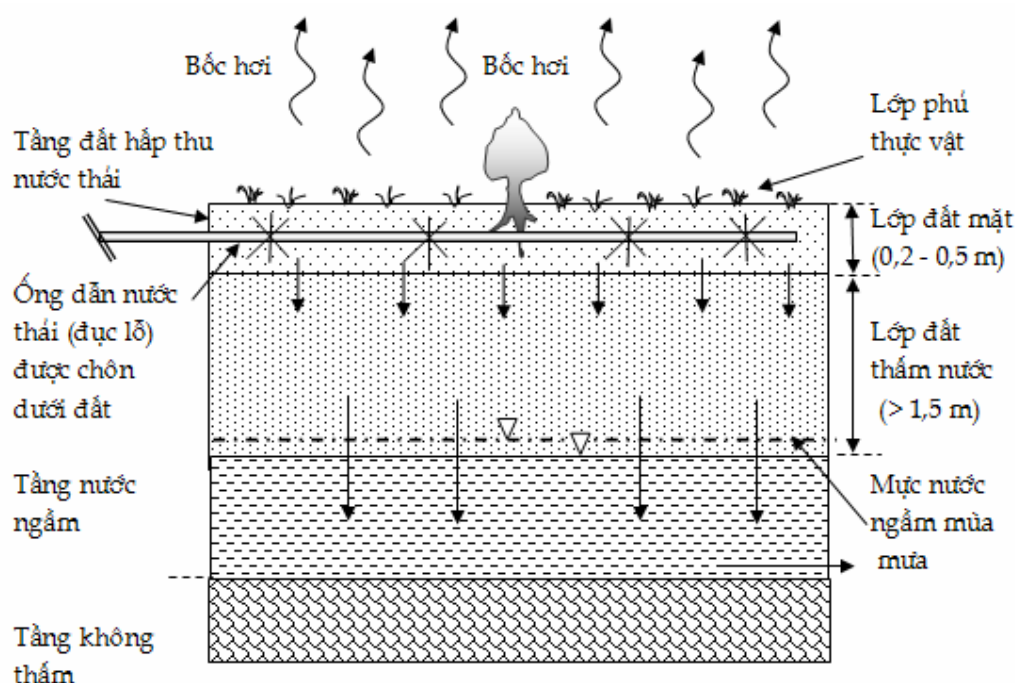
Việc dùng nước thải để tưới cũng cần xem xét nhu cầu nước của cây trồng theo các yếu tố loại cây trồng, thời vụ, loại đất và giai đoạn sinh trưởng. Kích thước các ô tưới cũng không nhỏ hơn 3 ha, nếu ô hình chữ nhật thì bố trí tỉ lệ chiều rộng/chiều dài khoảng 1:4 đến 1:8, chiều dài của ô khoảng 300 - 1.500 m để thuận lợi cho việc cơ giới hóa. Độ dốc khu tưới chọn khoảng 0,02 và khu tưới nên để xa khu dân cư theo bảng sau:

Bảng 4.4 : Khoảng cách vệ sinh đến khu dân cư		
Lượng nước thải (m ³ /ngày)	Khoảng cách đến khu dân cư (m)	
	Bãi lọc	Cánh đồng tưới
200 - 5.000	300	200
5.000 - 50.000	500	400
> 50.000	1.000	1.000

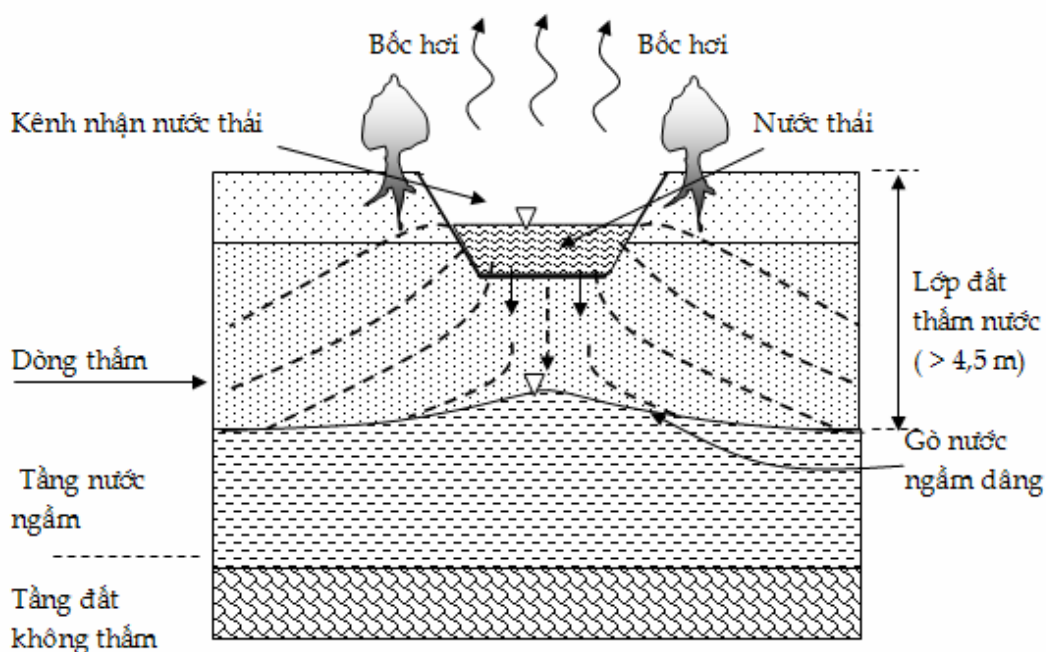
Nguồn: Hoàng Huệ, *Xử lý nước thải*, 1996

Ba hình thức xử lý nước thải qua đất thông dụng là: lọc chậm (*slow rate*), thấm nhanh (*rapid infiltration*) và chảy tràn mặt (*overland flow*). Trong hình thức lọc chậm còn có các kiểu tính toán khác là: Kiểu (1) tính mức tải thủy lực dựa vào tính

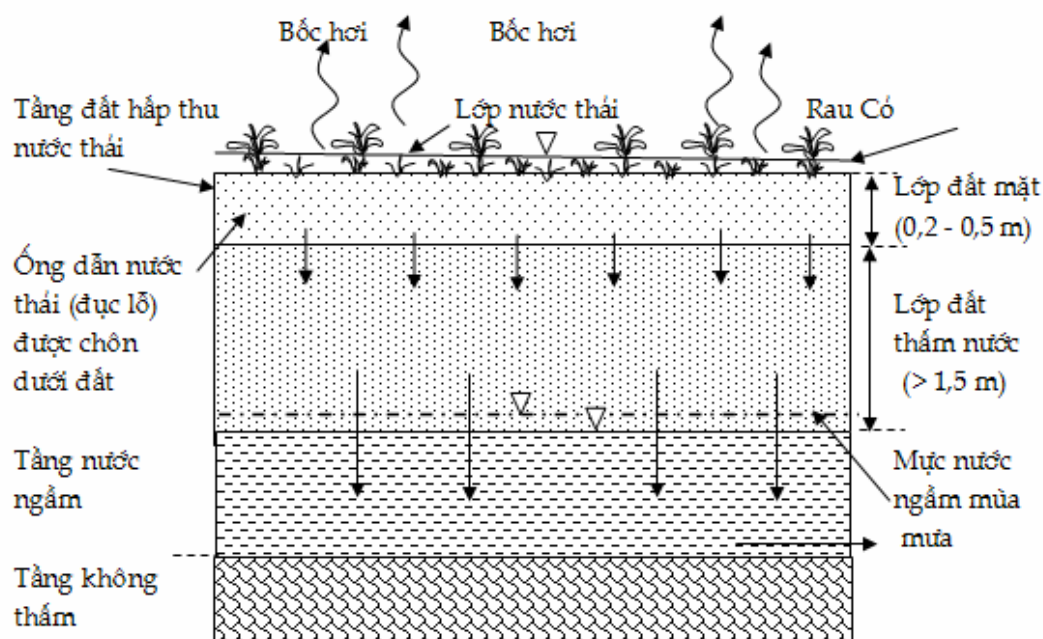
thấm của đất, kiểu (2) tính mức tải thủy lực dựa vào nhu cầu tưới, ngoài ra còn có kiểu tính mức tải thủy lực dựa vào mức giới hạn Nitrogen (xem cách tính toán ở 4.3.3). Mỗi kiểu phù hợp với tính chất công trình nơi xử lý, có thể tham khảo ở bảng 4.5.



Hình 4.12: Xử lý nước thải bằng cách lọc chậm qua đất



Hình 4.13: Xử lý bằng cách cho thấm nhanh qua đất



Hình 4.14: Cánh đồng lọc bằng chảy tràn mặt

Trong 3 phương cách làm sạch nước thải qua đất nói trên, cách thức cho tưới chảy tràn mặt cho hiệu quả cao hơn, xem bảng 4.6.

Bảng 4.5: So sánh chất lượng nước thải xử lý qua 3 phương thức lọc chậm, thấm nhanh và chảy tràn mặt của hệ thống xử lý tự nhiên qua đất

Thành phần	Giá trị đo, mg/L					
	Lọc chậm ^a		Thấm nhanh ^b		Chảy tràn mặt ^c	
	Trung bình	Lớn nhất	Trung bình	Lớn nhất	Trung bình	Lớn nhất
BOD	< 2	< 5	2	< 5	10	< 15
Chất rắn lơ lửng	< 1	< 5	2	< 5	15	< 25
Dung dịch nitrogen (N)	< 0.5	< 2	0.5	< 2	1	< 3
Tổng nitrogen N	3	< 8	10	< 20	5	< 8
Tổng phosphorus P	< 0.1	< 0.3	1	< 5	4	< 6

a. Thấm của nước thải sau khi xử lý sơ cấp hoặc thứ cấp qua độ sâu 1,5 m đất

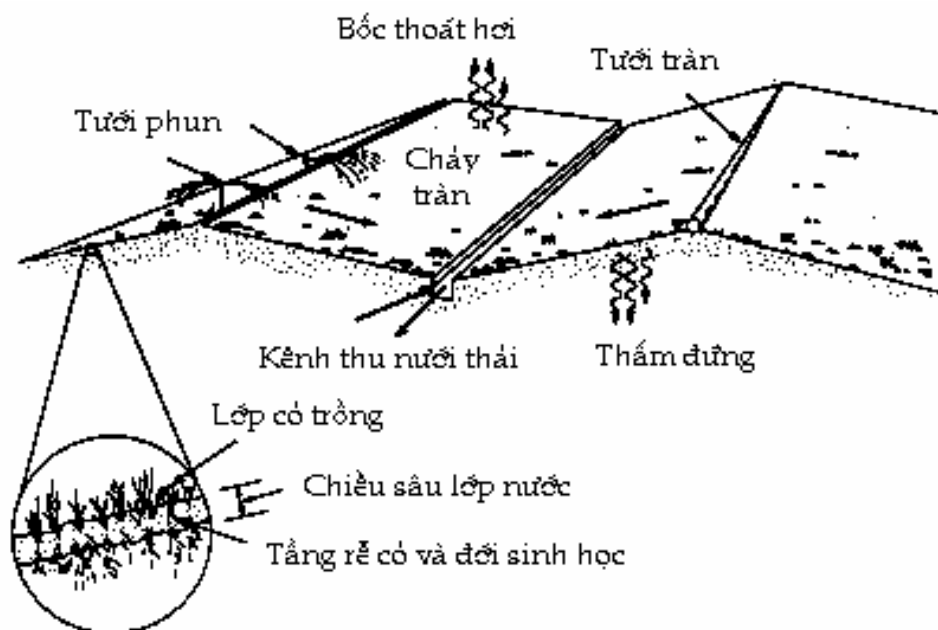
b. Thấm của nước thải sau khi xử lý sơ cấp hoặc thứ cấp qua độ sâu 4,5 m đất

c. Chảy tràn của lượng nước thải thành phố liên tục chừng 450 m mặt dốc

Tùy theo hiện trạng của đất (loại đất, hướng dốc, độ dốc, tầng nước ngầm, mực tiêu sử dụng đất,...) người ta có thể một phương thức xử lý hoặc kết hợp nhiều phương thức khác nhau.

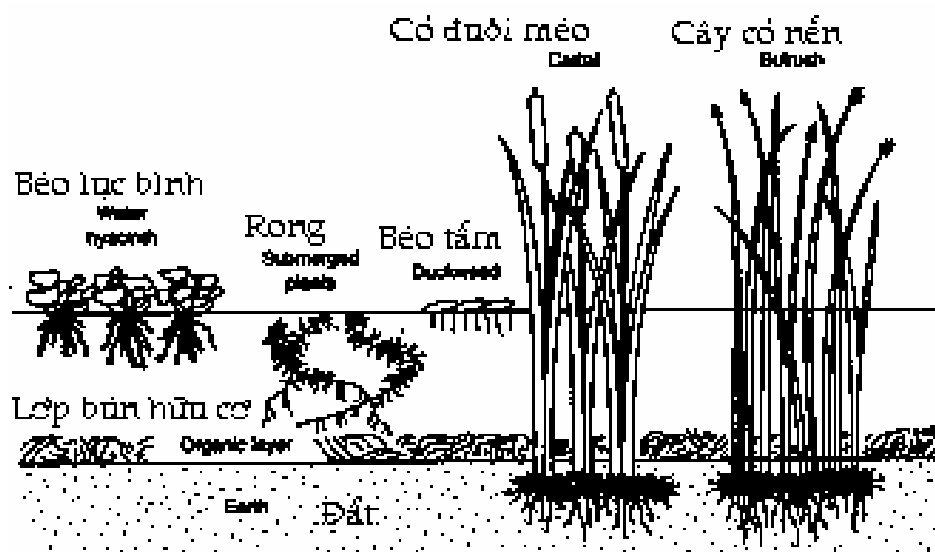
Bảng 4.6: Hướng dẫn chọn tuyến xử lý nước thải qua đất

Đặc trưng xem xét	Kiểu công trình	Ghi chú
Tính thấm của đất	Chảy tràn mặt Thấm nhanh Lọc chậm	Phù hợp với vùng đất có tính thấm cao Tốc độ tải thủy lực gia tăng theo tính thấm của đất
Ô nhiễm tầng nước ngầm tiềm năng	Thấm nhanh Lọc chậm	Bị ảnh hưởng bởi (1) mức độ gần sát với các tầng nước mặt, (2) sự hiện diện của các công trình thủy ngầm (3) hướng chảy của nước ngầm (4) mức độ khôi phục lớp nước ngầm do giếng nước hoặc hệ thống tiêu ngầm
Sự hồi phục và trữ của nước ngầm	Thấm nhanh	Khả năng trữ lại nước qua lọc và hồi phục bởi giếng và hệ thống tiêu ngầm dựa trên cơ sở độ sâu các tầng nước mặt, tính thấm của đất, tính liên tục của các công trình ngầm, chiều sâu xử lý hiệu ích và khả năng ngầm nước trong khu vực công trình
Sự sử dụng đất hiện tại	Tất cả các tiến trình	Có thể liên quan đến các sự cố tự nhiên và mặt nào đó có thể mâu thuẫn đến việc sử dụng đất
Sự sử dụng đất tương lai	Tất cả các tiến trình	Việc phát triển đô thị tương lai có thể bị ảnh hưởng do sự mở rộng hệ thống
Qui mô của tuyến công trình	Tất cả các tiến trình	Có thể gặp khó khăn khi mua hoặc thuê đất cần thiết để xây dựng công trình
Độc chất do lũ mang đi	Tất cả các tiến trình	Đôi khi phải loại bớt hoặc giới hạn lại qui mô của tuyến công trình
Độ dốc	Tất cả các tiến trình Thấm nhanh Chảy tràn mặt	Độ dốc lớn có thể (1) gia tăng chi phí cho công trình đất (2) gia tăng hiểm nguy xói mòn trong mùa mưa Độ dốc lớn có thể ảnh hưởng tính chất dòng chảy ngầm Độ dốc lớn có thể giảm thời gian chảy trên vùng đất xử lý và ảnh hưởng hiệu quả xử lý. Độ dốc nhỏ thì lại yêu cầu tăng chi phí công tác đất để tạo độ dốc lớn hơn
Quyền sử dụng nước	Tất cả các tiến trình	Có thể yêu cầu phải sắp đặt lượng nước đã xử lý trong một thủy vực riêng rẽ



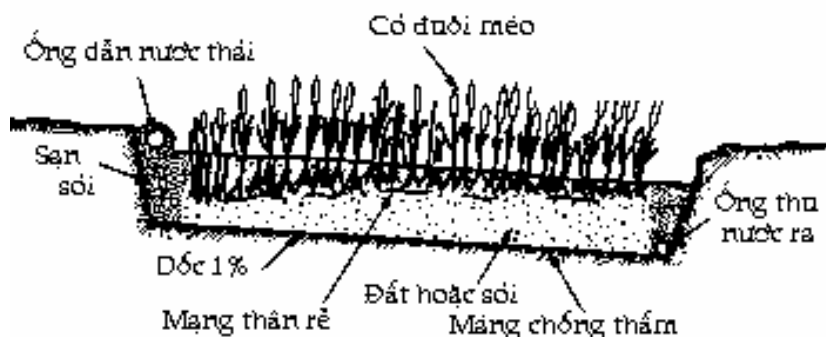
Hình 4.15: Sơ đồ tiến trình chảy tràn mặt với nhiều hình thức tưới
(Nguồn: Metcalf & Eddy, *Wastewater Engineering*, 1995)

Ngoài ra, một số nơi còn áp dụng việc xử lý nước thải qua các vùng đất ngập nước (wetland application), độ sâu ngập trong khoảng 0,1 - 1,8 m, hoặc dùng nước thải xả vào các vùng trũng thấp để nuôi trồng các thực vật thủy sinh nổi (floating aquatic plant) như hình 4.16.



Hình 4.16: Một số loại thủy thực vật có khả năng hấp thụ nước thải
(Nguồn: George T., Franklin L. B., *Wastewater Engineering*, 1995)

Hình 4.17 ở dưới là một kiểu kênh lọc bằng thực vật. Bằng cách cho nước thải qua các ống PVC có đục lỗ hoặc cửa chéo dẫn vào các đoạn kênh đổ đất cát sỏi, đáy kênh được trải các tấm nylon, trong lòng kênh các loại cỏ có thể hấp thu các độc chất trong nước thải như cỏ đuôi mèo (*cattail*), nước thải sau khi được xử lý qua thực vật có thể thu hồi bằng một ống PVC có đục lỗ ở đáy bên kia của kênh lọc.



Hình 4.17: Mặt cắt ngang một kiểu kênh lọc bằng thực vật
(Nguồn: George T., Franklin L. B., *Wastewater Engineering*, 1995)

Bảng 4.7: Số liệu thiết kế tiêu chuẩn cho việc xử lý nước thải qua đất

Đặc trưng	Lọc chậm	Thấm nhanh	Chảy tràn mặt
Kỹ thuật áp dụng	Tưới phun/tràn mặt ^a	Tràn mặt	Tưới phun/tràn mặt
Mức tải hàng năm (m)	0.5 - 6	6 - 125	3 - 20
Diện tích yêu cầu (ha) ^b	23 - 280	3 - 23	6.5 - 44
Mức tải hàng tuần chuẩn (cm)	1.3 - 10	10 - 240	6 - 40 ^c
Tiền xử lý tối thiểu ở Mỹ	Lắng sơ cấp ^d	Lắng sơ cấp ^e	Lọc qua sỏi & phân tán ^e
Hướng xử lý nước thải	Bốc thoát hơi & thấm	Thấm chủ yếu	Tràn mặt, bốc thoát hơi & thấm
Cây trồng	Theo yêu cầu	Chọn lựa	Theo yêu cầu

a. Bao gồm cách đánh luống - cày xới và bóc lớp biên.

b. Diện tích tính bằng hectares không bao gồm các vùng đệm, đường sá và kênh mương cho dòng chảy 3785 m³/ngày.

c. Khoảng tính bao gồm nước thải chưa xử lý đến chỗ ra thứ cấp, mức thải cao hơn cho việc tiền xử lý cao hơn.

d. Hạn chế việc sử dụng công cộng, canh tác hoa màu cho người dùng trực tiếp.

e. Hạn chế việc sử dụng công cộng.

(Nguồn: Robert A. Corbitt, *Standard handbook of Environmental Engineering*, 1989)

4.3.3 Tính toán mức tải thủy lực và xác định diện tích

Mức tải thủy lực (*the hydraulic-loading rate*) là khối lượng nước tải trên một đơn vị diện tích đất trong một thời kỳ tính toán như hàng tuần, hàng tháng hoặc hàng năm. Đơn vị tương ứng của nó là in/wk, (hoặc cm/tuần), in/mo (hoặc cm/tháng) và ft/yr (hoặc m/năm). Mức tải thủy lực có thể tham khảo ở bảng 4.8.

Tuy nhiên, tùy theo yêu cầu thực tế, cách tính toán có khác nhau dựa vào các yếu tố thiết kế giới hạn cơ bản.

✓ Tính mức tải thủy lực theo tính thấm của đất (hệ thống lọc chậm loại 1)

Phương trình cân bằng nước tổng quát, trong thời kỳ tính là tháng, được sử dụng để xác định mức tải thủy lực dựa vào tính thấm của đất:

$$L_{W(P)} = ET - P + W_P \quad (4-6)$$

trong đó:

- $L_{W(P)}$ - mức tải thủy lực nước thải dựa vào tính thấm của đất (cm/tháng)
- ET - lượng bốc thoát hơi tháng tính toán (cm/tháng)
- P - lượng mưa tháng tính toán (cm/tháng)
- W_P - lượng thấm của đất trong tháng tính toán (cm/tháng)

Các giá trị thiết kế như ET và P cần dựa vào kết quả các bài toán phân tích tần suất số liệu khí tượng - thủy văn (ít nhất chuỗi số liệu 15 năm liên tục) với tần suất thiết kế vượt quá được đề nghị vào khoảng 90%. Giá trị của W_P được xác định bằng cách tính lượng nước thấm ở tháng tính toán, nó phụ thuộc vào tầng rễ, chiều sâu lớp nước ngầm và hệ thống tiêu nước trong khu vực. Lớp đất thấm được xem xét nằm trong khoảng từ 0 - 2,5 m. Trong thiết kế sơ bộ, tốc độ thấm lớn nhất hàng ngày lấy vào khoảng 2 - 6 % lượng thấm đứng tối thiểu của đất. Trị thiết kế mức thấm theo tháng được xác định bằng cách nhân trị thấm lớn nhất theo ngày với tổng số ngày hoạt động trong tháng. (xem ví dụ 4.1)

✓ Tính mức tải thủy lực dựa vào giới hạn Nitrogen

Nếu lượng nước thấm trong hệ thống lọc chậm sẽ đi vào tầng nước ngầm sử dụng, thì theo Tiêu chuẩn Nước uống Thiết yếu, hệ thống phải được thiết kế sao cho độ tập trung lượng nitrat nitrogen khi đi vào lớp nước ngầm không vượt quá 10 mg/l nitrogen. Để đạt được yêu cầu giới hạn nitrogen này, thì mức tải thủy lực cho phép sẽ dựa vào việc xác định mức tải nitrogen hàng năm $L_{W(N)}$ và được so sánh với lượng nitrogen đã tính toán trước đó $L_{W(P)}$. Công thức tính $L_{W(P)}$ sau:

$$L_{W(N)} (mg / l) = \frac{2,54.C_p (P - ET) + 4,32.U}{(1 - f)(C_N) - C_p} \quad (4-7)$$

trong đó:

- $L_{W(N)}$ - mức tải thủy lực cho phép theo mức tải nitrogen hàng năm, mg/l.
- C_p - tổng số nitrogen tập trung trong lượng nước thấm, mg/l.
- ET - lượng bốc thoát hơi tính toán, cm/yr.
- P - lượng mưa tính toán, cm/yr.
- U - lượng nitrogen hấp thu bởi cây trồng, kg/ha.yr (xem bảng 4.8)
- 2,54 và 4,32 - hệ số quy đổi đơn vị
- C_N - tổng lượng nitrogen tập trung trong nước thải, mg/l
- f - hệ số xác định tổng nitrogen loại ra do cách khử nitrit và bay hơi.

Hệ số f phụ thuộc vào mức tải và đặc trưng của thành phần nước thải, cũng như điều kiện vi sinh vật trong vùng hoạt động của đất. Trong đất thoáng khí, lượng thải nitrit có thể đạt chừng 15 - 25% lượng nitrogen trong nước thải. Lượng này có thể cao hơn nếu tỉ lệ carbon/nitrogen trong nước thải lớn hơn 2,0. Lượng bay hơi amoniac sẽ không đáng kể khi độ pH nhỏ hơn 7,0 hoặc khi nước thải có nồng độ nitrat cao (theo: George T., Franlin L. B., *Wastewater Engineering*, 1995).

Nếu giá trị $L_{W(N)}$ tính theo công thức trên cao hơn $L_{W(P)}$ thì lấy trị $L_{W(P)}$ làm giá trị

thiết kế. Nếu ngược lại, $L_{W(P)} > L_{W(N)}$, thì sử dụng trị $L_{W(N)}$ và sau đó so sánh từng tháng một giữa $L_{W(N)}$ và $L_{W(P)}$, giá trị nào nhỏ hơn thì lấy trị đó làm số liệu thiết kế theo tháng. ET và P tính theo phân tích tần suất như trình bày ở phần trước.

Giá trị U lấy theo bảng 4.8.

Bảng 4.8: Mức hấp thụ nutrient cho các loại cây trồng khác nhau

Loại cây trồng	Mức hấp thụ nutrient U, lb/acre.yr (# x 1,1209 kg/ha.năm)		
	Nitrogen	Phosphorus	Potassium
Cây thức ăn gia súc			
Cỏ Alfafla	200 - 480	20 - 30	155 - 200
Cỏ Brome	116 - 200	35 - 50	220
Cỏ Coastal Bermuda	350 - 600	30 - 40	200
Cỏ xanh Kentucky	180 - 240	40	180
Cỏ Quack	210 - 250	27 - 41	245
Cỏ Reed canary	300 - 400	36 - 40	280
Cỏ Rye	180 - 250	55 - 75	240 - 290
Cỏ ba lá ngọt (Sweet clover)	158	16	90
Cỏ đuôi trâu cao (Tall fescue)	135 - 290	26	267
Cỏ vườn (orchard grass)	230 - 250	20 - 50	225 - 315
Cây hoa màu			
Lúa mạch (Barley)	63	15	20
Bắp (Corn)	155 - 172	17 - 25	96
Bông vải (Cotton)	66 - 100	12	34
Lúa miến hạt (Grain sorghum)	120	14	62
Khoai tây (Potatoes)	205	20	220 - 288
Đậu nành (Soybeans)	94 - 128	11 - 18	29 - 48
Lúa mì (Wheat)	50 - 81	15	18 - 4

(Nguồn: George T., Franlin L. B., *Wastewater Engineering*, 1995)

Trường hợp, các giá trị (P - ET) tính theo in/yr, U theo lb/acre.yr, thì $L_{W(N)}$ sẽ là:

$$L_{W(N)}(mg/l) = \frac{C_p(P - ET) + 4,4.U}{(1 - f)(C_n) - C_p} \quad (4-8)$$

Ví dụ 4.6: Xác định mức tải thủy lực cho một hệ thống lọc chậm qua đất thấm được và bị giới hạn bởi mức nitrogen, theo số liệu sau:

Tháng	Lượng mưa (in.)	Bốc thoát hơi tiềm thế (in.)
1	2,3	0,7
2	2,3	1,5
3	2,1	3,1
4	1,6	3,9
5	0,4	5,2
6	0,2	6,5
7	0,1	7,0
8	không đáng kể	6,5
9	0,2	4,4
10	0,6	3,9
11	1,0	1,5
12	2,2	0,8

Giả thiết:

Lượng mưa thiết kế cho ở trên được tính từ chuỗi 10 năm mưa.

Lượng bốc thoát hơi trung bình tháng cho ở bảng trên là chuẩn cho khu vực

Tuyến công trình gần như bằng phẳng.

Loại đất là đất thịt pha sét, dày với độ thấm 0,35 in./h (9 mm/h).

Loại cây trồng là cỏ vùng biển Bermuda.

Khu chứa nước được cho hình thành từ lượng nước trữ lại trong mùa đông.

Chảy tràn, nếu có, sẽ được thu thập và trữ cho việc tái sử dụng.

Tổng số nitrogen trong nước thải là $C_n = 20 \text{ mg/l}$.

Lượng nitrogen tập trung cho thấm là $C_p = 10 \text{ mg/l}$.

Hệ số tổn thất do khử nitrit/bay hơi là 0,15.

Số ngày không vận hành của hệ thống là 0.

Giải:

1. Xác định lượng thấm theo tháng (W_p). Chọn giá trị thiết kế 4% của giá trị thấm nhỏ nhất, tốc độ thấm thiết kế theo tháng là:

$$W_p = (0,35 \text{ in/h})(24 \text{ h/d})(0,04)(30 \text{ d/mo}) = 10 \text{ in/mo}$$

2. Xác định mức tải thủy lực dựa vào tính thấm của đất $L_{W(P)}$. Sử dụng phương trình (4-6), giá trị $L_{W(P)}$ sẽ bằng hiệu số giữa tổng lượng nước tổn thất ($ET + W_p$) và lượng mưa, trình bày theo bảng tính sau:

Tháng	Lượng nước tổn thất, in			Lượng nước phải xử lý, in	
	ET	W_p	$(ET+W_p)$	P	$L_{W(P)} = (ET + W_p) - P$
(1)	(2)	(3)	(4) = (2) + (3)	(5)	(6) = (4) - (5)
1	0,7	10,0	10,7	2,3	8,4
2	1,5	10,0	11,5	2,3	9,2
3	3,1	10,0	13,1	2,1	11,0
4	3,9	10,0	13,9	1,6	12,3
5	5,2	10,0	15,2	0,4	14,8
6	6,5	10,0	16,5	0,2	16,3
7	7,0	10,0	17,0	0,1	16,9
8	6,5	10,0	16,5	0,0	16,5
9	4,4	10,0	14,4	0,2	14,2
10	3,9	10,0	13,9	0,6	13,3
11	1,5	10,0	11,5	1,0	10,5
12	0,8	10,0	10,8	2,2	8,6
Tổng năm	45,0	120,0	165,0	13,0	152,0

3. Xác định lượng nitrogen hấp thụ hàng năm, tra bảng 4.9, lấy:

$$U = 400 \text{ lb/acre.yr}$$

4. Xác định mức tải nitrogen hàng năm cho phép $L_{W(N)}$, dùng phương trình (4 -8):

$$L_{W(P)} = \frac{(10 \text{ mg/l})(13,0 - 45,0 \text{ in/yr}) + 4,4.(400 \text{ lb/acre.yr})}{(1 - 0,15)(20 \text{ mg/l}) - (10 \text{ mg/l})} = 205,7 \text{ in/yr}$$

5. So sánh 2 giá trị $L_{W(P)}$ và $L_{W(N)}$: bởi vì $L_{W(N)} > L_{W(P)}$ nên chọn mức tải thủy lực là (xem cột số 6 trong bảng tính): $L_{W(P)} = 152 \text{ in/yr}$ làm giá trị thiết kế.

Ghi chú:

Nếu $L_{W(N)}$ nhỏ hơn $L_{W(P)}$ thì giá trị tháng của $L_{W(N)}$ sẽ được chọn và sẽ được so sánh tiếp với giá trị tháng tương ứng của $L_{W(P)}$. Nếu có giá trị nào nhỏ hơn sẽ làm trị số tải thủy lực thiết kế theo tháng. Các giá trị từng tháng sẽ được cộng lại để có mức tải thủy lực thiết kế theo năm.

✓ **Tính mức tải thủy lực dựa vào nhu cầu tưới (hệ thống lọc chậm loại 2)**

Nhu cầu nước tưới tối thiểu (R) của một vụ cây trồng trong một thời đoạn tính toán nào đó được xác định bằng lượng nước cần thiết (thể hiện bằng chiều dày lớp nước) để bù cho lượng nước mất đi do bốc thoát hơi cộng với các tổn thất do thấm, nước cho gieo hạt, kiểm soát khí hậu, phân bón hoặc hóa chất, ... Đối vùng đất khô hạn và gần biển, lượng thấm thường được yêu cầu nhằm hạn chế việc tập trung sự nhiễm mặn đến tầng rễ. Trong các trường hợp như vậy, lượng thấm thường xác định vào khoảng 10 - 25 % lượng nước tưới.

Tổng quát:
$$R = \frac{ET - P}{1 - (LR/100)} \quad (4-9)$$

trong đó:

- R - nhu cầu tưới tối thiểu, mm hoặc in.
- ET - bốc thoát hơi vụ mùa, mm hoặc in.
- P - lượng mưa, mm hoặc in.
- LR - lượng thấm, %

Thực tế, hệ thống phân phối nước không thể tưới đồng đều cho cả cánh đồng và một số nước bị mất đi trong quá trình phân phối, do vậy lớp nước tưới thực (D) sẽ lớn hơn lớp nước tưới theo nhu cầu tối thiểu R. Lớp nước tưới thực được xác định theo:

$$D = \frac{R}{E_u / 100}, \quad \text{mm hoặc in} \quad (4-10)$$

với E_u là hiệu suất tưới của hệ thống phân phối nước, tính bằng %. Giá trị của E_u có thể lấy theo bảng 4.9.

Bảng 4.9: Bảng tra hệ thống tưới và các điều kiện sử dụng

Hệ thống phân phối nước	Kiểu canh tác phù hợp và điều kiện sử dụng				
	Cây trồng	Địa hình	Đất	Nước	Hiệu suất tưới
Tưới phun + Di chuyển bằng tay	+ Cây ăn trái, đồng cỏ, nho, rau màu thấp cây	+ Độ dốc dọc = 20%	+ Min IR= 0,1in/h WHC= 3,0 in	+ SL : Không hạn chế CL : Nước có TDS cao có thể gây cháy lá	70 - 80 %
+ Có bánh xe lăn	+ Các loại cây trồng có chiều cao dưới 1 m	+ Độ dốc dọc = 15%	+ Min IR= 0,1in/h WHC= 3,0 in	+ SL : Không hạn chế CL : Nước có TDS cao có thể gây cháy lá	70 - 80 %
+ Đặt cố định	+ Không hạn chế	+ Không hạn chế	+ Min IR=0,05 in/h	+ SL : Không hạn chế CL : Nước có TDS cao có thể gây cháy lá	70 - 80 %
+ Bán cố định	+ Tất cả các loại hoa màu trừ cây vườn cao	+ Độ dốc dọc = 15%	+ Min IR= 0,3in/h WHC= 2,0 in	+ SL : Cần dòng chảy lớn. CL : Nước có TDS cao có thể gây cháy lá	70 - 80 %
+ Súng phun di động	+ Đồng cỏ, ngũ cốc, cây màu, vườn rau	+ Độ dốc dọc = 15%	+ Min IR= 0,3in/h WHC= 6,0 in	+ SL: 100 - 1000 gal/min-unit CL : Nước có TDS cao có thể gây cháy lá	70 - 80 %
Tưới mặt + Biên hẹp đến 15 in.	+ Đồng cỏ, ngũ cốc, vườn nho	+ Độ dốc dọc = 7% Độ dốc ngang = 0,2%	+ Min IR= 0,3in/h WHC = 6,0 in Chiều sâu phải đủ để thỏa độ dốc ngang	+ SL : Cần dòng chảy trung bình. CL : cần dòng chảy lớn	65 - 85 %
+ Biên rộng đến 100 in.	+ Đồng cỏ, ngũ cốc, vườn cây ăn trái	+ Độ dốc dọc = 0,5 - 1,0% Độ dốc ngang = 0,2%	+ Min IR= 0,1in/h Min IR không hạn chế khi chiều dài tầng rãnh được điều chỉnh để lấy nước Chiều sâu phải đủ để thỏa độ dốc ngang	+ SL: cần dòng chảy trung bình	65 - 85 %
+ Tưới tràn bờ	+ Ngũ cốc, cây màu, lúa	+ Độ dốc dọc = bằng	+ Min IR= 0,3in/h	+ SL: cần dòng chảy	75 - 90 %

Hệ thống phân phối nước	Kiểu canh tác phù hợp và điều kiện sử dụng				
	Cây trồng	Địa hình	Đất	Nước	Hiệu suất tưới
+ Tưới dải (luống)	nước, cây ăn trái + Rau, màu, cây ăn trái, vườn nho	phẳng Độ dốc ngang = 0,2% + Độ dốc dọc = 3% Độ dốc ngang = 10% (xói mòn mạnh)	WHC = 6,0 in Chiều sâu phải đủ để thỏa độ dốc ngang + Min IR= 0,1in/h Min IR không hạn chế khi chiều dài tầng rãnh được điều chỉnh để lấy nước Chiều sâu phải đủ để thỏa độ dốc ngang	trung bình + SL: cần dòng chảy trung bình	70 - 85 %
+ Tưới theo đường đồng mức	+ Rau, màu, cây ăn trái, vườn nho	+ Độ dốc dọc = 8% (gợn sóng) Độ dốc ngang = 10% (xói mòn mạnh)	+ Min IR= 0,1in/h Max IR không hạn chế khi chiều dài tầng rãnh được điều chỉnh để lấy nước Không cày xới đất	+ SL: không hạn chế	70 - 85 %
Tưới nhỏ giọt	+ Vườn cây ăn trái, vườn nho, rau, vườn ươm cây	+ Không hạn chế	+ Min IR=0,02 in/h		70 - 85 %

Ghi chú:

Min IR = *Minimum Infiltration Rate* = Độ thấm tối thiểu của đấtWHC = *Water-Holding Capacity* = Khả năng giữ nước của đấtTDS = *Total Dissolved Solids* = Tổng các chất rắn không hòa tan trong nước

1 in = 25,4 mm

1 ft = 0,3048 m

1 gal = 3,7854 lít

(Nguồn: George T., Franlin L. B., *Wastewater Engineering*, 1995)

Ví dụ 4.7: Xác định mức tải thủy lực thiết kế cho một hệ thống dùng nước thải để tưới, sử dụng các số liệu và giả thiết sau:

1. Một cánh đồng canh tác 2 vụ mùa trồng bắp và đậu. Trị số ET - P (tính theo in.) theo tháng được cho như bảng dưới :

Tháng	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ET - P	-3,69	-2,59	-1,82	1,34	1,02	4,74	8,56	6,68	2,05	1,06	-2,10	-2,98

2. Lượng thấm là LR = 10%

3. Dùng hệ thống tưới phun từ ống dẫn đặt ở giữa đồng.

Cho hiệu suất tưới $E_u = 80\%$.

Giải:

Lập bảng tính để có kết quả như sau:

Tháng	Giá trị tính theo inches (in.)			
	ET - P	$100/(100 - LR)$	$(100/E_u)$	$L_{W(R)}$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)=(2)(3)(4)
1	- 3,69	-	-	
2	- 2,59	-	-	
3	- 1,82	-	-	
4	1,34	1.11	1.25	1.86
5	1.02	1.11	1.25	1.42
6	4.74	1.11	1.25	6.58
7	8.56	1.11	1.25	11.89
8	6.68	1.11	1.25	9.28
9	2.05	1.11	1.25	2.85
10	1.06	1.11	1.25	1.47
11	- 2.10	-	-	-
12	- 2.98	-	-	-
Tổng năm				35.35

Ghi chú:

Giá trị tính toán của $L_{W(R)}$ cần phải được so sánh với mức tải thủy lực cho phép trên cơ sở giới hạn $L_{W(N)}$ như trong ví dụ 4.1. Nếu $L_{W(N)} > L_{W(R)}$ thì lượng nitrogen tập trung cho nước thải dùng để tưới phải được làm giảm thông các biện pháp tiền xử lý nhằm đạt giá trị $L_{W(N)} = L_{W(R)}$, hoặc cần phải thêm lượng nước sạch vào lượng nước thải để có tổng lượng nước tưới yêu cầu. Trong thực tế, cần phải có khu trữ nước thải để có điều chỉnh về lượng khi lượng nước thải xả ra nhiều hơn lượng nước mà cây trồng cần.

✓ **Tính toán diện tích đất yêu cầu**

Tổng số diện tích đất cần thiết cho một hệ thống lọc chậm bao gồm diện tích canh tác, cộng thêm các diện tích phụ như đất cho công trình tiền xử lý, vùng đệm để ngăn cách an toàn khu cư dân, đường giao thông và các khu ao hồ trữ nước. Diện tích yêu cầu cho mức tải thủy lực thiết kế tính theo công thức sau:

$$A_w = \frac{(Q.ft^3 / d)(365.d / yr) + \Delta V_s.ft^3 / yr}{(L_w.in / yr)(1,0.ft / 12.in)(43.560.ft^2 / ac)} \quad (4-11)$$

trong đó:

A_w - diện tích thiết kế, acres

Q - lưu lượng nước thải trung bình ngày, ft^3/yr

ΔV_s - thể tích khu trữ nước mưa tối thiểu để bù tổn thất do bốc hơi, thấm, ft^3/yr

L_w - mức tải thủy lực thiết kế

Theo khuyến cáo, tổng diện tích đất cần thiết cho hệ thống lọc chậm dựa vào tính thấm của đất (hệ thống loại 1) vào khoảng 60 - 200 acres (# 24 - 80 ha) và nếu dựa vào nhu cầu tưới của cây trồng (hệ thống loại 2) trong khoảng 175 - 550 acres (# 70 - 220 ha) cho mức lưu lượng dòng chảy trung bình 1 Mgal/d (# 43,8126 l/s = 3,7854 m^3/d .)

Nếu Q tính bằng m^3/d , ΔV_s tính bằng m^3/yr , L_w tính bằng cm/yr thì A_w công thức (4-13) sẽ được tính bằng hectares bởi :

$$A_w = \frac{40,6945 \cdot [(365 \cdot Q) + \Delta V_s]}{L_w} \quad (\text{ha}) \quad (4-12)$$

(xem ví dụ 4.9)

Nếu biết độ sâu đất cho phép nhận nước thải trong năm hay còn gọi là mức sử dụng an toàn (*safe application rate*) thì ta cũng có thể xác định diện tích đất cần thiết tương đối đơn giản như ví dụ 4.3.

Ví dụ 4.8 : Xử lý nước thải qua đất cho 1 khu dân cư. Cho biết:

1. Dân số khu vực P = 5.000 người

2. Mức sử dụng an toàn = 1,5 m/năm

(độ sâu đất cho phép nhận nước thải/năm)

3. Mức xả nước thải = 150 l/người.ngày

4. Lượng BOD₅ đầu vào = 210 mg/l

Tính diện tích cần thiết cho cánh đồng tưới, đồng thời xác định mức tải các chất hữu cơ.

Giải:

Tính diện tích tưới

Mức xả nước thải toàn khu = 150 l/người.ngày x 5.000 người = 750.000 l/ngày

Mức xả trong 1 năm = 750.000 x 10⁻³ m³/ngày x 365 ngày/năm
= 273.750 m³/năm

Mức chấp nhận an toàn = 1,5 m/năm

Diện tích đất cần thiết = $\frac{273.750}{1,5} = 182.500 \text{ m}^2 = 182,5 \text{ ha}$

Mức tải BOD = $\frac{210}{182,5} = 1,15 \text{ mg/l.ha}$

✓ **Tính thể tích khu trữ**

Khu trữ nước thải, như chỉ thị ở ví dụ 4.1 và 4.2, sẽ được yêu cầu xây dựng khi lượng nước thải phải đổ ra lớn hơn mức tải thủy lực thiết kế. Để thiết kế thể tích khu chứa nước, cần lập bảng tính toán cân bằng nước theo tháng, như minh họa ở ví dụ 4.4. Thể tích khu trữ được tính ban đầu phải được điều chỉnh theo một biến thiên lượng mưa, bốc hơi, thấm của khu trữ ΔV_s trước và sau thời đoạn tính.

Cho một hệ thống lọc chậm sử dụng cho cây trồng, lượng nước thải sử dụng bị khống chế theo thời đoạn tăng trưởng của cây trồng, khu trữ phải cân đối trong thời đoạn tính từ 1 - 3 tháng trong điều kiện khí hậu bình thường và khoảng 4 - 7 tháng cho các vùng đất có khí hậu lạnh phía bắc. Lượng nước tưới trong trường hợp trồng cỏ lưu niên hoặc các cây trồng 2 -3 vụ /năm có thể kéo dài thời gian tính toán. Trong các vùng có điều kiện tuyết phủ hay đông đá có thể rút ngắn thời gian cho đất trồng cỏ lưu niên hay đất rừng.

Ví dụ 4.9:

Tính toán thể tích khu trữ nước cần thiết cho một hệ thống lọc chậm bằng cách dùng phương trình cân bằng nước. Các số liệu và giả thiết cho trước:

1. Lưu lượng dòng chảy trung bình là 1 Mgal/ngày và hầu như không đổi theo tháng.
2. Mức tải thủy lực lấy theo ví dụ 4.1.
3. Giả thiết $\Delta V_s = 0$ trong giai đoạn đầu tính toán.

Giải:

1. Xác định diện tích đất yêu cầu, sử dụng công thức (4-13):

$$A_w = \frac{(Q \cdot ft^3 / d)(365 \cdot d / yr) + \Delta V_s \cdot ft^3 / yr}{(L_w \cdot in / yr)(1,0 \cdot ft / 12 \cdot in)(43.560 \cdot ft^2 / ac)}$$

$$A_w = \frac{(10^6 \cdot gal / d)(0,134 \cdot ft^3 / gal)(365 \cdot d / yr) + 0}{(152 \cdot in / yr)(1,0 \cdot ft / 12 \cdot in)(43.560 \cdot ft^2 / ac)} = 88,5 \text{ acres}$$

2. Chuyển đổi mức tải thủy lực thiết kế theo tháng thành mức tải thủy lực thể tích tương đương (V_w), sử dụng phương trình sau:

$$V_w (acre \cdot ft / yr) = \frac{A_w (acres) \times L_w (in / yr)}{12 \cdot in / ft} \quad (4-13)$$

Lấy kết quả tính L_w ở ví dụ 4.1, lập bảng tính toán như dưới. Trong bảng này nên khởi đầu tính toán với tháng bắt đầu mùa hè (hoặc cuối mùa mưa), là tháng bắt đầu mùa trồng cây màu. Trong ví dụ này lấy là tháng 11 của năm.

Tháng	Giá trị tính bằng acres-ft				
	Mức tải thủy lực (L_w)	Mức tải thể tích nước thải (V_w)	Thể tích nước thải sử dụng (Q_m)	Chênh lệch về thể tích (ΔS)	Thể tích tích lũy ($\Sigma \Delta S$)
(1)	(2)	(3) = $A_w \cdot L_w / 12$	(4)	(5) = (4) - (3)	(6)
11	10,5	77,4	93,4	16,0	0,0
12	8,6	63,4	93,4	30,0	16,0
1	8,4	62,0	93,4	31,4	46,0
2	9,2	67,8	93,4	25,6	77,4
3	11,0	81,0	93,4	12,4	103,0
4	12,3	90,7	93,4	2,7	115,4
5	14,8	109,2	93,4	- 15,8	118,1
6	16,3	120,2	93,4	- 26,8	102,3
7	16,9	124,6	93,4	- 31,2	75,5
8	16,5	121,7	93,4	- 28,3	44,3
9	14,2	104,5	93,4	- 11,1	16,0
10	13,3	98,1	93,4	- 4,7	4,9
Tổng	152,0	1.120,8	1.120,8		

3. Dựa vào kết quả tính toán của bảng trên, trong cột (6) cho thấy giá trị tính toán thể tích lũy tích theo tháng lớn nhất là 118,1 acres-ft, xảy ra vào tháng 5.

4. Thể tích khu chứa thiết kế cuối cùng được xác định bằng cách lập lại các bước tính toán trước với giá trị chênh lệch thể tích nước năm ΔV_s trong phương trình (4-13) và chênh lệch thể tích nước theo tháng ΔV_s trong tính toán thay đổi thể tích nước theo tháng, ($\Delta S = \Delta V_s + Q_m - V_w$), nhằm tính sự thay đổi lượng nước do mưa, bốc hơi và thấm. Để xác định (V_s , cần thiết phải xác định diện tích mặt ban đầu A_s của khu chứa nước, bằng cách xác định thể tích ban đầu và giả thiết chiều sâu nước. Sử dụng phương trình sau để tính ΔV_s :

$$\Delta V_s = (P - E_{\text{pond}} - \text{thấm})(A_s) \quad (4-14)$$

Với E_{pond} là bốc hơi mặt thoáng của ao hồ.

=====

Chương **5**

TỔ HỢP CÔNG TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC THẢI

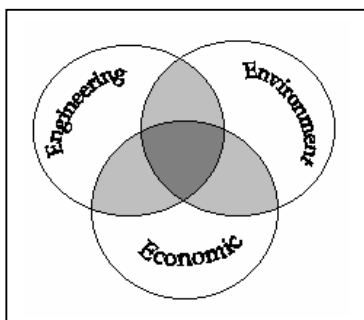
--- oOo ---

5.1 NGUYÊN LÝ

Khi tiến hành xây dựng một khu công nghiệp, khu liên hợp sản xuất, người làm công tác qui hoạch và thiết kế công trình cần phải nghĩ đến việc xây dựng một hay nhiều tổ hợp công trình xử lý nước thải. Đây quả thực là một công việc rất khó khăn và tốn kém trong kỹ thuật môi trường do tính phức tạp và đa dạng của sự diễn biến về số lượng cũng như chất lượng nước thải khi kết hợp với tiêu chuẩn vệ sinh môi trường và tính kinh tế trong sản xuất. Tổ hợp công trình xử lý nước thải là một chuỗi liên hoàn các hạng mục công trình xử lý từng cấp nhằm giảm dần các chất muốn loại bỏ trong bản thân nước thải cho đến khi chúng đạt được các yêu cầu sạch cần thiết. Lượng nước sau khi đi qua tổ hợp công trình có thể được xả ra nguồn nước chung hoặc quay vòng một phần hoặc toàn thể lại nhà máy sản xuất (hình 5.1).



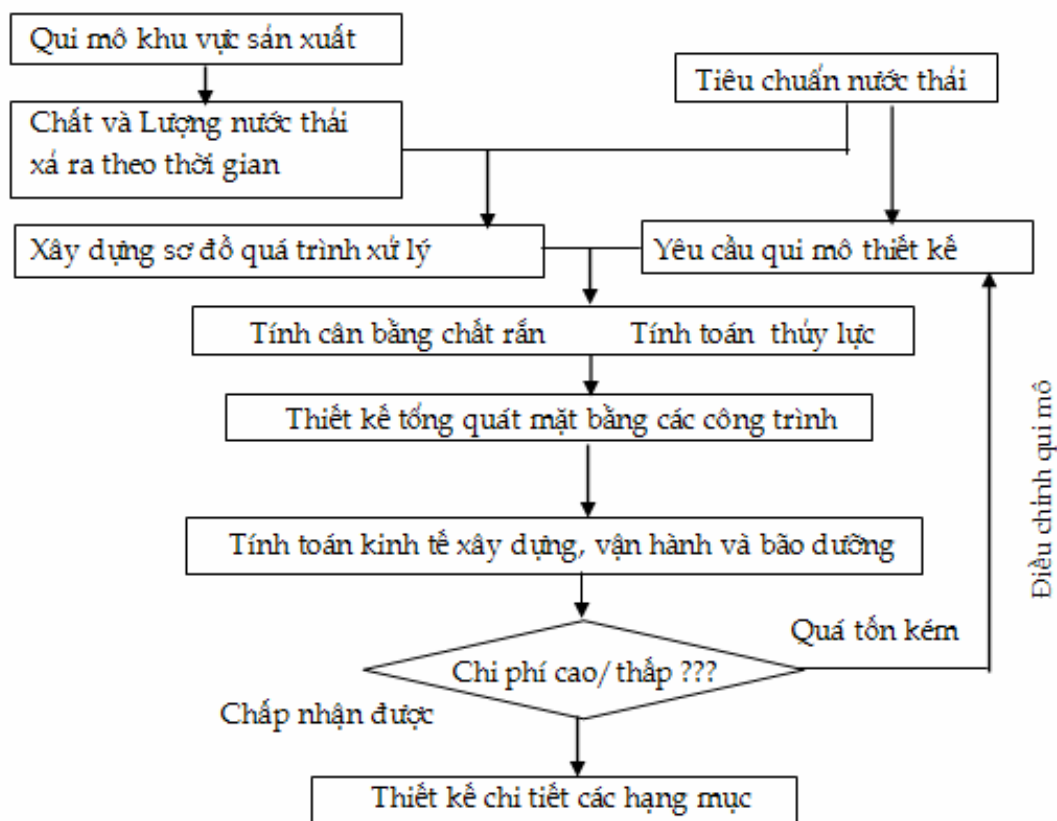
Hình 5.1: Tổ hợp một công trình xử lý nước thải



Trong việc quyết định xây dựng tổ hợp công trình, 3 nhân tố chính quan trọng được gọi là 3E, gồm **Kỹ thuật** (*Engineering*), **Môi trường** (*Environment*) và **Kinh tế** (*Economic*) cần phải hài hòa với nhau, mức độ thích hợp giữa các nhân tố này càng lớn thì công trình càng đạt chất lượng cao như mô phỏng sau:

Hình 5.1: Quan hệ 3E

Màu đậm nhất trong hình 5.1 cho thấy mức độ hiệu quả của các 3 nhân tố, màu nhạt hơn chỉ mức giao nhau giữa 2 nhân tố. Tuy nhiên, đây chỉ là một cách đánh giá có tính cảm quan dựa vào 3 nhân tố chính, việc quyết định công trình còn phụ thuộc vào các nhân tố phụ như chính sách của nhà nước, trình độ xã hội, luật lệ, ... Chương này không đi sâu vào việc phân tích kinh tế - xã hội của công trình. Khi khảo sát thiết kế một tổ hợp công trình, tiến trình xem xét theo sơ đồ sau:



Hình 5.3 : Các bước thiết kế công trình xử lý nước thải

Trong các bước trình bày trong sơ đồ, việc chọn lựa qui trình xử lý để thiết kế công trình mang tính chất quyết định quan trọng. Một công trình được thiết kế, xây dựng và vận hành hiệu quả phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác như kỹ năng của kỹ sư thiết kế, chiến lược của nhà quản lý, khả năng đầu tư xây dựng công trình và trang bị các thiết bị máy móc, chất lượng thi công và lắp đặt máy móc và chi phí xây dựng và vận hành bảo dưỡng ...

5.2 CÁC CHỈ TIÊU THIẾT KẾ**5.2.1 Số liệu thiết kế**

Dựa vào các số liệu điều tra về số lượng và hàm lượng nước thải gây ô nhiễm và tiêu chuẩn làm sạch, các tính toán sau phải được xác định:

✓ Tải lượng thiết kế (kg BOD₅/ngày)

Được xác định trên cơ sở đo đạc lượng nước thải trong 24 giờ của ngày trong tuần có lượng thải cao nhất. Lưu ý lượng thiết kế phải tính đến lượng nước mưa và lượng thấm từ các nơi khác đổ về công trình. Trường hợp thiếu số liệu có thể lấy lưu lượng của hệ thống thoát nước cũ rồi tăng thêm 25% làm số liệu thiết kế (theo Hammer M.J., *Water and Wastewater Technology*, New York, 1977)

✓ Chất lượng dòng thải

Chất lượng dòng thải thường được cơ quan quản lý môi trường ban hành qui định. Theo đó, các nhà máy phải có hệ thống xử lý nước thải nhằm làm sạch nước ở mức cho phép tối thiểu trước khi tái sử dụng hoặc đổ ra nguồn nước khác. Các qui định này phải có ít nhất các chỉ tiêu thông số BOD, TS, SS, vi sinh và độ pH. Ngoài ra, tùy theo yêu cầu có thể có thêm COD, dầu mỡ, độ kiềm, photphat, nitơ, surplus, axit, khí độc, các kim loại nặng và tổng carbon, ...

✓ Cân bằng chất rắn

Tùy yêu cầu xử lý mà ta có sơ đồ công nghệ xử lý. Cân bằng chất rắn nhằm xác định kích thước các bể chứa tạm thời, các bể tích bùn cặn và kích thước các ống dẫn, kênh dẫn và máy bơm bùn. Cần thiết phải có số liệu đo đạc về lượng chất rắn trong nước thải lớn nhất trong ngày và tải lượng trung bình các chất hữu cơ.

5.2.2 Sơ đồ hệ thống công trình

Nhằm phát họa tiến trình xử lý và xác định sơ bộ các kích thước khoảng cách cần thiết đảm bảo an toàn vệ sinh và diện tích xây dựng. Lưu ý diện tích hệ thống bao gồm cả công trình chính (bể chứa, bể xử lý, bể lọc, ...) và các công trình phụ trợ khác (kho bãi, đường giao thông, điện, nước, ...). Ngoài ra, các thông tin liên quan đến diện tích khu đệm và hướng gió thịnh hành cũng cần đưa vào sơ đồ hệ thống.

Bảng 5.1: Khoảng cách vệ sinh từ công trình đến khu nhà ở (mét)

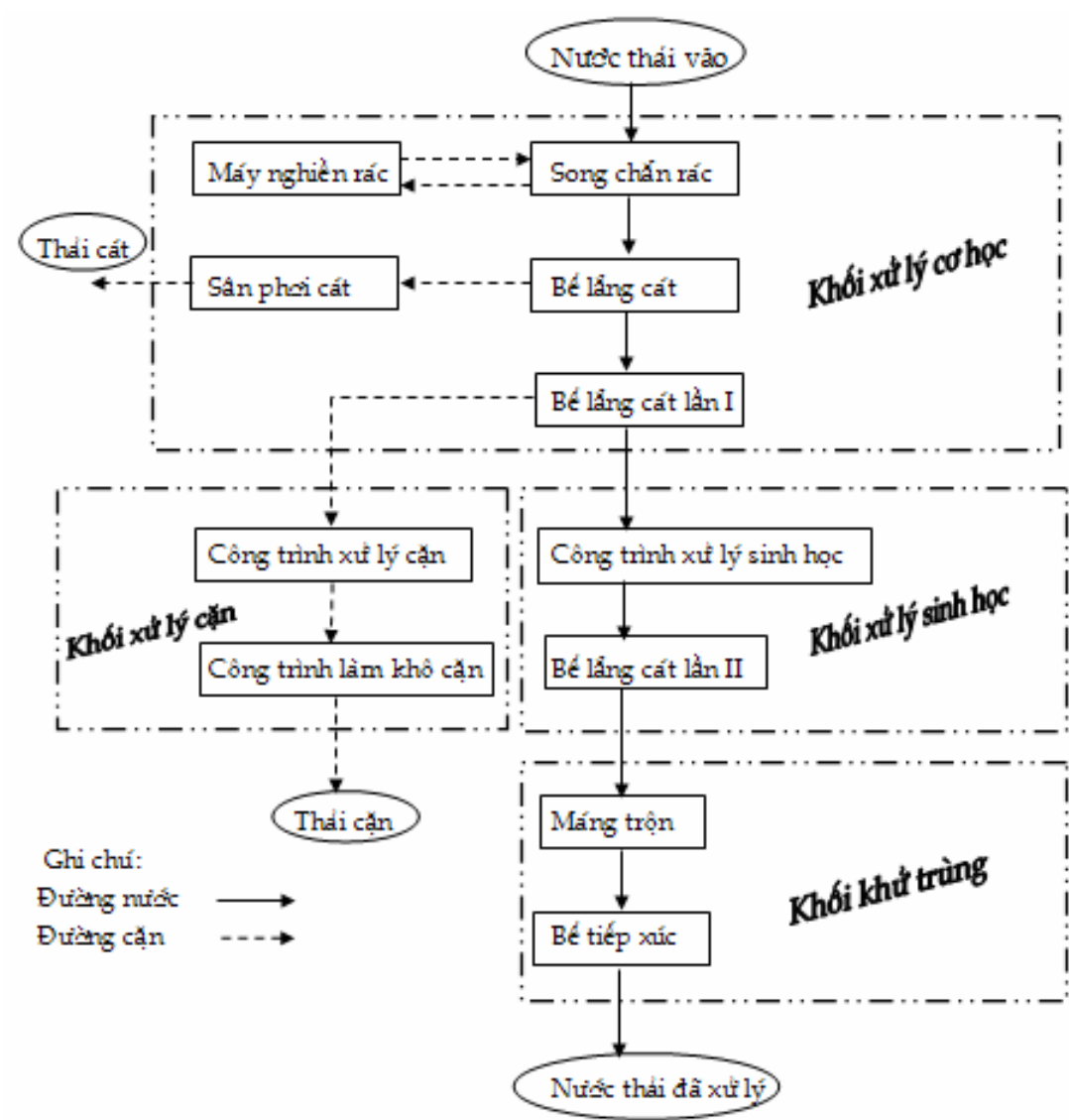
Loại công trình	Qui mô công trình (x 1.000 m ³ /ngày đêm)			
	≤ 0,2	0,2 - 5	5 - 50	≥ 50
Xử lý cơ học có sân phơi bùn	150	400	400	500
Xử lý sinh học nhân tạo có sân phơi bùn	150	200	400	500
Bãi lọc	200	200	500	1.000
Cánh đồng tưới	150	200	400	1.000
Hồ sinh học	200	200	-	-
MOT (Mương Oxy hóa Tuần hoàn)	150	200	-	-
Aerotan kéo dài thời gian làm thoáng	70	100	-	-
Trạm bơm	15	20	20	30

(Nguồn: I. Gruhler, *Công trình làm sạch nước thải loại nhỏ*, 1980)

Bảng 5.2: Diện tích cần thiết để xây dựng công trình xử lý

Lưu lượng nước thải (m ³ /ngày đêm)	Diện tích (ha)	
	Xử lý cơ học	Xử lý sinh học nhân tạo
5.000	0,7 - 0,5	1,3 - 1,0
10.000	1,2 - 0,8	2,0 - 1,5
15.000	1,5 - 1,0	2,5 - 2,0
20.000	1,8 - 1,2	3,0 - 2,3
30.000	2,5 - 1,6	4,3 - 3,5
40.000	3,2 - 2,0	6,0 - 4,5

(Nguồn: I. Gruhler, Công trình làm sạch nước thải loại nhỏ, 1980)



Hình 5.3: Sơ đồ phân khối xử lý nước thải

5.2.3 Chọn phương án xử lý

Tùy theo qui mô của lượng nước thải, tích chất của nước thải, điều kiện kinh tế kỹ thuật và yêu cầu vệ sinh của cơ quan chức năng ta sẽ quyết định chọn phương án xử lý. Ta có thể chọn phương pháp xử lý theo mức độ xử lý (xem bảng 5.3) và theo khối lượng nước thải (xem bảng 5.4).

Bảng 5.3: Lựa chọn phương pháp xử lý theo mức độ chất lượng (mg/l)

Phương pháp xử lý	Mức độ xử lý theo COD	Mức độ xử lý theo BOD
+ Phương pháp xử lý cơ học	> 80	-
+ Phương pháp xử lý sinh học từng phần	25 - 80	25 - 80
+ Phương pháp xử lý sinh học toàn phần	15 - 25	15 - 25
+ Phương pháp xử lý sinh học triệt để (xử lý thêm trên hồ sinh học, bể lọc cát, ...)	< 15	< 15

Bảng 5.4: Lựa chọn công trình đơn vị trong dây chuyền xử lý nước thải

Hạng mục công trình	Công suất trạm xử lý (m ³ /ngày)						
	Dưới 50	Đến 300	Đến 5.000	Đến 10.000	Đến 30.000	Đến 50.000	Hơn 50.000
Phương pháp xử lý cơ học							
+ Song chắn rác	+	+	+	+	+	+	+
+ Bể lắng cát đứng	-	-	-	-	-	+	+
+ Bể lắng cát ngang	-	-	+	+	+	+	+
+ Bể lắng cát nước chảy vòng	-	-	+	+	+	+	+
+ Bể lắng 2 vỏ	+	+	+	-	-	-	-
+ Bể lắng đứng	-	+	+	+	+	-	-
+ Bể lắng ngang	-	-	-	+	+	+	+
+ Bể lắng tròn	-	-	-	+	+	+	+
+ Bể Metanten	-	-	-	+	+	+	+
+ Sân phơi bùn	+	+	+	+	+	+	+
+ Bể lọc chân không	-	-	-	-	-	+	+
+ Bể lọc ly tâm	-	-	-	-	+	+	+
+ Trạm khử trùng	+	+	+	+	+	+	+
Phương pháp xử lý sinh học							
+ Bãi lọc ngầm	+	-	-	-	-	-	-
+ Cánh đồng tưới	+	+	+	+	-	-	-
+ Bãi lọc chậm	+	+	+	+	-	-	-
+ Bể Biôphin cao tải	-	-	+	+	+	+	-
+ Bể Biôphin thường	+	+	+	+	-	-	-
+ Hồ sinh học	+	+	+	-	-	-	-
+ Bể hiếu khí (aeroten)	+	+	+	+	+	+	+
+ Bể nén bùn	-	-	-	+	+	+	+

Chú thích:

Dấu cộng (+): kiến nghị sử dụng Dấu trừ (-): kiến nghị không nên sử dụng

Nguồn : Hoàng Huệ, *Xử lý nước thải*, 1996

Lưu ý: Trường hợp lưu lượng nước thải nhỏ hơn 5.000 m³/ngày nhưng lượng BOD₅ cao thì vẫn nên sử dụng bể metaten.

5.3 VÍ DỤ THIẾT KẾ MẠNG LƯỚI NƯỚC THẢI ĐÔ THỊ VÀ KỸ NGHỆ

Nước thải của một khu đô thị được tập hợp qua một chuỗi các đường ống ngầm bằng bê tông cốt thép. Đường ống được chôn dưới mặt đường khoảng 1 - 3 m sâu (tùy thuộc vào gradient thủy lực). Nhánh đường ống có kích thước thực tế nhỏ nhất, đường kính 0,15 m, nằm ở chót đầu hệ thống nối liền với nhóm các hộ gia đình. Tùy thuộc vào số cụm gia đình (hoặc cụm cơ xưởng) mà kích thước của ống dẫn nối tiếp sẽ gia tăng dần, có thể lên đến vài mét (2 - 3 m) khi chảy đến chỗ ra của hệ thống. Ở thành phố Boston (Hoa kỳ) đường ống nhà máy xử lý nước thải lên đến 8,3 m đường kính khi đổ ra biển. Kích thước và độ sâu đường ống nằm dưới mặt đường, tùy thuộc vào địa chất và địa hình rất nhiều. Trong thiết kế mạng nước thải, một số chỉ tiêu sau thường được đề nghị:

1. Vận tốc dòng chảy trong ống nhỏ nhất là $V_{min} \geq 0,75 \text{ m/s}$.

2. Vận tốc dòng chảy trong ống lớn nhất để chống bào xói là $V_{max} \leq 3,5 \text{ m/s}$

3. Trong thiết kế mạng nước thải, dùng lưu lượng dòng chảy

$$Q_F = 3 \text{ DWF (với mức thải 700 l/người/ngày)} \quad (5-1)$$

để tính lưu lượng và thấm lớn nhất theo tỉ lệ nước mưa/nước ngầm chảy đến đường ống. Trong đó, DWF (Dry Weather Flow) là dòng chảy trong điều kiện thời tiết mùa khô. Theo kinh nghiệm tại Anh quốc, DWF có thể lấy vào khoảng 225 l/người/ngày.

4. Lượng nước đến mạng đường ống:

$$Q_c = 3 \text{ DWF} + I + E \quad (5-2)$$

với I là lượng thấm (do mưa chảy tràn) và E là lượng nước xả từ khu kỹ nghệ.

5. Giá trị E tùy thuộc vào tính chất sản xuất của khu kỹ nghệ, trường hợp không có số liệu đo đạc chính xác, có thể lấy theo bảng 5.5:

Bảng 5.5 : Mức thải ước lượng từ các khu kỹ nghệ

Qui mô sản xuất kỹ nghệ	Không/Có hệ thống tái sử dụng và trữ nước thải ?	
	Không	Có
Kỹ nghệ nhẹ	2 l/s trên mỗi ha	0,5 l/s trên mỗi ha
Kỹ nghệ trung bình	4 l/s trên mỗi ha	1,5 l/s trên mỗi ha
Kỹ nghệ nặng	8 l/s trên mỗi ha	2,0 l/s trên mỗi ha

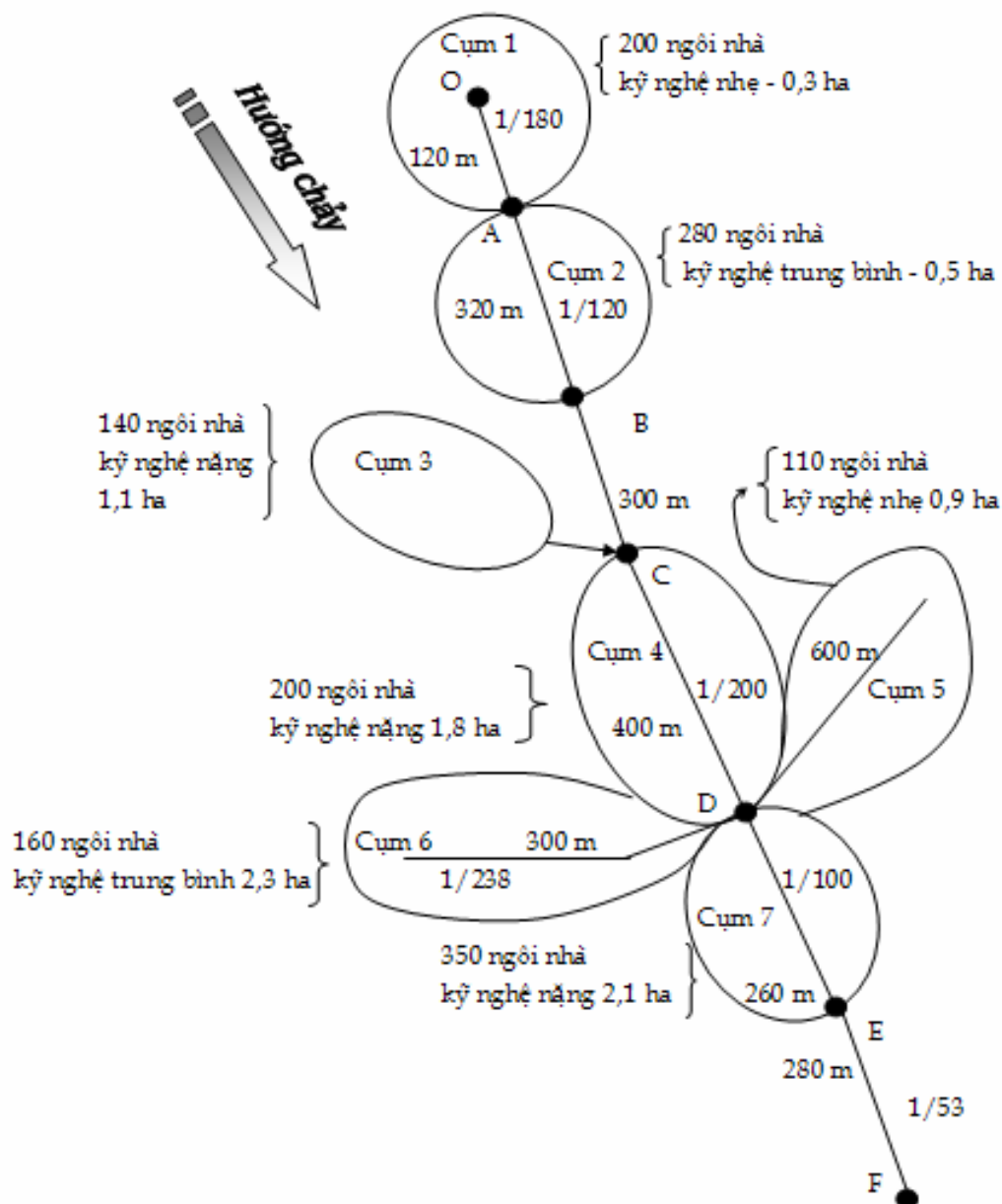
6. Nếu tính theo số nhà trong một cụm, lượng nước thải sinh hoạt cho mỗi nhà (tính trung bình mỗi nhà là 1 gia đình có 4 người):

$$Q \text{ mỗi nhà} = 4 \times 0,225 = 0,9 \text{ m}^3/\text{ngày/nhà}.$$

Lưu ý: các số liệu nêu trên có thể tham khảo từ các tài liệu hướng dẫn tính toán thiết kế theo từng quốc gia hoặc khu vực.

Để dễ dàng hiểu được các bước thiết kế mạng đường ống nước thải, ta có thể theo các bước của ví dụ sau. Thật ra, hiện nay có các phần mềm máy tính có thể giúp ta xử lý bài toán nước thải kết hợp việc xả nước mưa. Ví dụ dưới đây là một trường hợp tham khảo ở Brassil (bài toán của năm 1978) và được giải theo phương pháp của Viện Nghiên cứu Thủy lực tại Wallingford, Anh quốc (1981).

Ví dụ 5.1:



Hình 5.4 : Mạng nước thải cho ví dụ 5.1 (Brassil, 1981)

Xem xét một mạng đường ống nước thải được bố trí như hình 5.4, trong đó có 7 cụm ngôi nhà và các cơ xường kỹ nghệ . Trong cụm 1 có 200 ngôi nhà và 0,3 cơ xường kỹ nghệ nhẹ, đường ống trong này là ống đơn dài 120 m với gradient thủy lực là 1/180. Sáu cụm khác cũng được xây dựng ở phía hạ lưu cụm 1 với các chi tiết nhà, xường, đường ống, gradient ghi trong hình vẽ. Yêu cầu thiết kế các đường ống dẫn thỏa yêu cầu của việc xây dựng mạng thoát nước thải.

Sử dụng phương trình Colebrook - White để tính toán vận tốc trong mỗi đường ống:

$$V = -2\sqrt{2.g.D.S_f} \log_{10} \left(\frac{k_s}{3,7D} + \frac{2,5\nu}{D\sqrt{2.g.D.S_f}} \right) \quad (5-3)$$

trong đó

D - đường kính ống, m

S_f - gradient thủy lực, m/m

k_s - chiều cao của gờ nhám, m. Ở đây lấy k_s = 0,3 mm cho ống bê tông.

ν - độ nhớt động lực của chất lỏng = 1,003 x 10⁻⁶ m²/s tại 20°C

Giải:

Thiết lập bảng tính toán gồm 17 cột tính như phần dưới, trong đó

- Cột (1) : Định số cụm phân bố
- Cột (2) : Định số cụm phân bố trước đó
- Cột (3) : Định số tổng cụm phân bố (cộng dồn)
- Cột (4) : Định số lưu lượng từ thượng lưu (l/s)
- Cột (5) : Định số ngôi nhà cho mỗi cụm (cái)
- Cột (6) : Định lượng nước thải từ các ngôi nhà (l/s)
- Cột (7) : Định diện tích khu kỹ nghệ cho mỗi cụm (ha)
- Cột (8) : Định loại kỹ nghệ cho mỗi cụm (nhẹ/ trung bình /nặng)
- Cột (9) : Định lưu lượng đơn vị nước thải từ khu kỹ nghệ ở mỗi cụm (l/s/ha)
- Cột (10) : Định lưu lượng cho nước thải kỹ nghệ, (10) = (7) x (9)
- Cột (11) : Định số tổng lưu lượng từ các nhà và khu kỹ nghệ, (11) = (6)+(10)
- Cột (12) : Giá trị tổng dòng chảy từ cột (11) cộng dồn từ thượng lưu
- Cột (13) : Giá trị gradient đường ống
- Cột (14) : Giả định kích thước đường kính ống dẫn
- Cột (15)-(16) : Vận tốc và lưu lượng tính theo phương trình Colebrook - White
: Nếu kích thước đường kính không thỏa sẽ giả định kích thước lại
- Cột (17) : Ghi chú

So sánh lưu lượng dòng chảy tính ở cột (12) với lưu lượng thức ở cột (16) xem có tương xứng hay không. Nếu không, kích thước đường ống phải gia tăng, v.v...

Cụm	Cụm trước	Tổng cụm	Lưu lượng trước (l/s)	Số ngôi nhà	Lưu lượng (l/s)	Diện tích khu kỹ nghệ (ha)	Loại kỹ nghệ	Lưu lượng đơn vị l/s/ha	Lưu lượng nước thải kỹ nghệ	Tổng lưu lượng cụm (l/s)	Tổng dòng chảy nút (l/s)	Gradient thủy lực	Kích thước ống (mm)	Vận tốc trong ống (m/s)	Lưu lượng trong ống (m/s)	Ghi chú
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
1	-	1	-	200	12.5 *	0.3	Nhẹ	2	0.6 **	13.1	13.1	1/180	150	0.81	14.9	tăng
-	-												225	1.06	43.6	
2	1	1-2	13.1	280	17.5	0.5	TBình	4	2.0	19.5	32.6	1/180	225	0.96	39.3	đạt
-	1-2	1-2	32.6								32.6	1/120	225	1.16	47.8	đạt
3	1-2	1-3	32.6	140	8.75	1.1	Nặng	8	8.8	17.6	50.2	1/200	225	1.01	41.3	tăng
-	-												300	1.21	88.2	đạt
4	1-3	1-4	50.2	200	12.5	1.8	Nặng	8	14.4	26.9	77.1					
5	-	5	-	110	6.975	0.9	Nhẹ	2	1.8	8.8	8.8	1/250	150	0.7	12.6	tăng
-	-												225	0.9	36.8	
6	-	6	-	160	10.0	2.3	TBình	4	9.2	19.2	19.2	1/238	225	0.92	37.8	tăng
1-6	1-5										105.1	1/100	300	1.72	125.0	đạt
7	1-6	1-7	105.1	350	21.9	2.1	Nặng	8	16.8	38.7	38.7	1/53	300	2.38	174.0	đạt

Ghi chú::

* Cho việc sử dụng dân dụng: 4 người/ngôi nhà với mức sử dụng 225 l/người/ngày.

Mức thải max trong mùa = 6 DWF, Q = 0,0625 l/s/hộ

** Mức thải max từ các khu kỹ nghệ = 6 DWF trung bình (theo số liệu của Brassil, 1981)

5.4 QUẢN LÝ CÔNG TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC THẢI

5.4.1 Nguyên tắc chung

Một công trình hoạt động có hiệu quả phải thực hiện tốt trong tất cả các khâu từ bước khảo sát, thiết kế, đến xây dựng và vận hành. Trong thiết kế cần phải nghĩ đến các hạng mục công trình hỗ trợ cho việc quản lý vận hành lâu dài về sau, bao gồm các công trình đo đạc, công trình làm sạch, công trình bảo dưỡng, ... Khi đã tạo thuận lợi cho công việc quản lý thì công trình càng hoạt động thuận lợi và đảm bảo tuổi thọ lâu dài. Khi đưa công trình vào hoạt động phải có đủ các hồ sơ sau:

- Hồ sơ thiết kế chi tiết công trình bao gồm các thuyết minh và bản vẽ.
- Hồ sơ kỹ thuật các dụng cụ, thiết bị máy, thiết bị điện trong hệ thống.
- Các văn bản nghiệm thu từng hạng mục công trình như biên bản thử nghiệm của tổ giám định xây dựng và môi trường.
- Các giấy phép của ban giám sát nguồn nước và môi trường, biên bản thỏa thuận các ban chuyên môn về bảo hộ lao động và kỹ thuật an toàn, phòng cháy chữa cháy.
- Sổ ghi chép và các văn bản báo cáo liên quan đến công trình.
- Quy trình vận hành và bảo dưỡng định kỳ công trình.

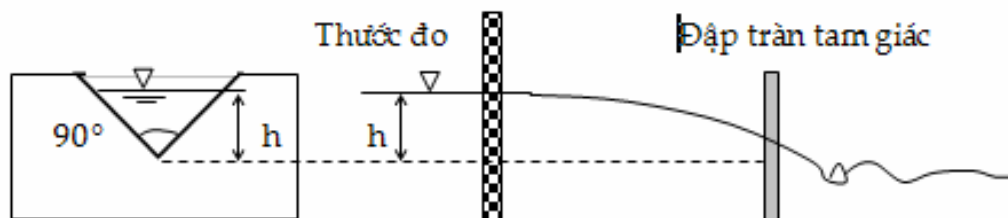
5.4.2 Công tác đo lường

Đo lường nhằm xác định các chỉ số hoạt động của hệ thống. Kết quả đo lường còn dùng để kiểm định thiết kế và hiệu chỉnh các thông số máy móc thiết bị. Tùy theo tính chất của công trình mà bố trí các thiết bị đo thích hợp, ví dụ công trình làm sạch nước thải sinh hoạt cần đo lưu lượng nước thải, thiết bị lấy mẫu nước xác định cận lắng và nhu cầu oxy sinh học BOD5.

Đối với các hệ thống có lượng nước vào và ra dưới 10 l/s, có thể dùng đập tràn thành mỏng hình chữ nhật hoặc tam giác đặt trong 1 máng hở. Trường hợp đập tràn hình tam giác, mép tràn mỏng và sắc nhọn, góc cắt là 90° , thì lưu lượng nước thải tính theo công thức:

$$Q = 0,0146.h^{2/3} \text{ (l/s)} \quad (5-4)$$

với h là cột nước ở phía thượng lưu (cm), đo vào khoảng 4 lần chiều cao đập tràn.



Hình 5.5: Cửa tràn đo lưu lượng nước thải ($Q < 10 \text{ l/s}$)

Trường hợp $Q > 10 \text{ l/s}$ thì có thể dùng máng Venturi. Nếu kênh dẫn có hình dạng không đồng nhất thì ở một mặt cắt tương đối ổn định nào đó ta có thể bố trí đo lưu lượng bằng lưu tốc kế.

Mẫu nước có thể lấy đơn giản bằng chai thủy tinh có nút đậy, khi đưa chai xuống một độ sâu nào đó rồi rút nhanh nút đậy lại để nước tràn vào trong chai, xong nhanh chóng rút lại lên, đậy kín, ghi nhãn dán ngoài chai, nhãn phải ghi rõ tên mẫu, địa điểm lấy mẫu, độ sâu, ngày giờ và người lấy mẫu. Mẫu nước được trữ trong thùng nước đá và chuyển đến phòng phân tích chất lượng nước càng sớm càng tốt. (Nên tham khảo thêm các tài liệu hướng dẫn thu và phân tích mẫu để chuyên chở mẫu về phòng thí nghiệm trước thời gian qui định.)

Để xác định cặn lắng trong nước, người ta dùng một dụng cụ để lấy mẫu là loại gầu hình trụ có dung tích từ 1 - 2 lít làm bằng inox. Lấy mẫu nước ở vùng tiếp khí (acrôten) chỗ khuấy trộn tương đối đồng đều nhất. Khi không có phễu Imhoff để xác định cặn lắng, ta có thể dùng ống thủy tinh có chia vạch. Rót 1 lít mẫu nước vào ống thủy tinh có chia vạch. Để yên khoảng 30 phút vào ghi lại kết quả lượng cặn lắng.

5.4.3 Công tác quản lý

Các dụng cụ lấy mẫu phải sạch và có ít nhất 2 cái ở mỗi loại để dự phòng. Nhân viên lấy mẫu và vận hành trạm phải được trang bị các dụng cụ, áo quần bảo hộ, găng tay, khẩu trang ... để tránh nhiễm độc, nhiễm khuẩn do vi trùng và các độc chất hiện hữu trong nước thải. Trạm xử lý phải có tủ thuốc cấp cứu y tế, bình chữa cháy, nhà vệ sinh, nơi rửa tay cho nhân viên. Từng hạng mục công trình phải giữ sạch sẽ, chống bong sét, hư hỏng, phải có nơi cất xếp dụng cụ, các lối đi lại phải dầy cỏ và dọn rác. Các tủ điều khiển máy móc, tủ điện phải có bảng chỉ dẫn và cảnh báo nguy hiểm. Không cho trẻ em và gia súc vào khu vực trạm xử lý.

Để quản lý tốt trạm xử lý nước thải, cần có:

- Chỉ dẫn chung.
- Sơ đồ phòng làm việc, phòng điều khiển thiết bị, phòng thí nghiệm, hạng mục công trình, đường đi, vị trí các cửa ra vào, cầu thang, chiếu sáng.
- Các thiết bị đo lường điện, máy nổ và kiểm soát các đường ống, bể chứa, kênh dẫn, cửa van, ...
- Quy trình vận hành, thao tác và theo dõi.
- Sổ nhật ký hoạt động.
- Lịch bảo dưỡng máy móc và thiết bị.
- Kế hoạch sơ cứu và dự phòng việc xử lý tai nạn.

BẢNG QUI ĐỔI ĐƠN VỊ

U . S . units	× →	← ×	SI units
acre/(Mgal/d)	0.1069	9.3536	ha/(10 ³ m ³ /d)
Btu	1.0551	0.9478	kJ
Btu/lb	2.3241	0.4303	kJ/kg
Btu/ft ² . 0F . h	5.6735	0.1763	W/m ² . °C
bu/acre . yr	2.4711	0.4047	bu/ha . yr
ft/ h	0.3048	3.2808	m/h
ft/min	18.2880	0.0547	m/h
ft ² /capital	0.0929	10.7639	m ² /capital
ft ³ /capital	0.0283	35.3147	m ³ /capital
ft ³ /gal	7.4805	0.1337	m ³ / m ³
ft ³ /ft . min	0.0929	10.7639	m ³ / m . min
ft ³ /lb	0.0624	16.0185	m ³ /kg
ft ³ /Mgal	7.04805.10 ⁻³	133.6805	m ³ /10 ³ m ³
Ft ² /Mgal . d	407.4611	0.0025	m ² /10 ³ m ³ . d
ft ³ / ft ² . h	0.3048	3.2808	m ³ / m ² . h
ft ³ / 10 ³ gal . min	7.04805. 10 ⁻³	133.6805	m ³ / m ³ . min
ft ³ /min	1.6990	0.5886	m ³ /h
ft ³ /s	2.8317.10 ⁻²	35.3145	m ³ /s
ft ³ / 10 ³ ft ³ . min	0.001	1,000.0	m ³ / m ³ . min
gal	3.7854	0.2642	L
gal/acre . d	0.0094	106.9064	m ³ /ha . d
gal /ft . d	0.0124	80.5196	m ³ /m . d
gal/ft ² . d	0.0407	24.5424	m ³ /m ² . d
gal/ft ² . d	0.0017	589.0173	m ³ / m ² . h
gal/ft ² . d	0.0283	35.3420	L/ m ² . min
gal/ft ² . d	40.7458	2.4542. 10 ⁻²	L/ m ² . d
gal/ft ² . min	2.4448	0.4090	m/h
gal/ft ² . min	40.7458	0.0245	L/ m ² . min
gal/ft ² . min	58.6740	0.0170	m ³ / m ² . d
gal/min . ft	12.4193	8.052.10 ⁻²	L/min . m
hp/10 ³ gal	0.1970	5.0763	kW/ m ³
hp/10 ³ ft ³	26.3342	0.0380	kW/ 10 ³ m ³
in	25.4	3.9370.10 ⁻²	mm
in Hg (60 ⁰ F)	3.3768	0.2961	kPa Hg (60 ⁰ F)
lb	0.4536	2.2046	kg
lb/acre	1.1209	0.8922	kg/ha
lb/10 ³ gal	0.1198	8.3452	kg/m ³
lb/hp . h	0.6083	1.6440	kg/kW . h
lb/Mgal	0.1198	8.3454	g/ m ³
lb/Mgal	1.1983.10 ⁻⁴	8345.4	kg/m ³
lb/ft ²	4.8824	0.2048	kg/m ²
lb/in ² (gage)	6.8948	0.1450	kPa (gage)
lb/ft ³ . h	16.0185	0.0624	kg/m ³ . h
lb/10 ³ ft ³ . d	0.0160	62.4280	kg/m ³ . d
lb/ton	0.5000	2.0000	kg/tonne
Mgal/acre . d	0.9354	1.0691	m ³ / m ² . d
Mgal/d	3.7854.10 ³	0.264.10 ⁻³	m ³ /d
Mgal/d	4.3813.10 ⁻²	22.8245	m ³ /s
min/in	3.9370	0.2540	min/10 ² mm
tons/acre	2.2417	0.4461	Mg/ha

PHỤ LỤC

BỘ XÂY DỰNG TIÊU CHUẨN XÂY DỰNG

QUI PHẠM KỸ THUẬT AN TOÀN LAO ĐỘNG TRONG VẬN HÀNH KHAI THÁC CÁC HỆ THỐNG CẤP THOÁT NƯỚC

QPXD 66 - 77

(Có hiệu lực từ ngày 1 - 1 - 1978)

--- oOo ---

... trích ...

4. CÁC CÔNG TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC

Trạm xử lý nước sạch

- 4.1 Tất cả các công trình xử lý nước (bể trộn, bể lắng, bể lọc, v.v...) phải có lan can cao 0,8 m bao quanh.
- 4.2 Khi dự trữ hóa chất và sử dụng hóa chất phải có hướng dẫn cụ thể riêng do cơ quan quản lý cấp trên xét duyệt.
- 4.3 Những máy dùng để bốc xếp hoặc trộn hóa chất phải có chứng từ kỹ thuật bảo đảm an toàn khi vận hành.
- 4.4 Công nhân bốc xếp, vận chuyển nghiền và pha hóa chất phải mặc quần áo lao động, đeo kính bảo hiểm, khẩu trang, găng tay và đi ủng cao su. sau khi làm xong phải được tắm rửa sạch.
- 4.5 Kho chứa, nghiền và rây than hoạt tính, buồng pha dung dịch hóa chất phải có quạt thông gió.
Tùy theo loại hóa chất, có thể lắp thêm bộ phận lọc vào vào quạt thông gió để bảo đảm không khí thải ra ngoài đạt tiêu chuẩn cho phép.
- 4.6 Trong kho chứa và nơi sử dụng hóa chất dễ cháy nổ, các thiết bị phải bảo đảm an toàn theo quy định để tránh gây ra cháy nổ. Cấm làm các công việc có thể phát sinh ra tia lửa. Phải có biển "cấm lửa" treo ở nơi dễ nhìn.
- 4.7 Các thùng chứa dung dịch clorua vôi phải làm bằng vật liệu không bị clo ăn mòn (chum vại sành, bê tông cốt thép lát gạch men, v.v...) có nắp đậy kín và có bộ phận khuấy trộn chịu axit.
- 4.8 Kho bảo quản clorua vôi phải đặt ở khu vực cuối hướng gió chủ đạo, cách ly với các công trình khác, tránh ẩm ướt, có ánh sáng mặt trời rọi vào. Cửa sổ kho phải lồng kính sơn trắng.
- 4.9 Kho phải làm bằng vật liệu không cháy và không dẫn nhiệt, ít nhất phải có hai cửa trực tiếp mở ra ngoài.
- 4.10 Bể hoặc giếng hồ chứa hóa chất phải có lan can cố định cao 0,8 m bao quanh. Chỉ được vào bể hoặc giếng khi trong đó không chứa hóa chất và đã thau rửa sạch.
- 4.11 Khi kiểm tra, cọ rửa hoặc sửa chữa bể lắng, bể lọc, bể chứa phải mang dây an toàn và buộc vào nơi chắc chắn. Sau khi có người vào phải khử trùng bể bằng clorua vôi.
- 4.12 Việc sơ cứu khi bị tai nạn do hóa chất gây ra và việc phòng cháy và chữa cháy trong phòng thí nghiệm hóa phân tích nước xem hướng dẫn ở phụ lục 1 của qui phạm này.

Trạm làm sạch nước bẩn

- 4.13 Khi lấy mẫu nước bẩn để phân tích phải đeo găng tay bằng cao su.
- 4.14 Khi sử dụng clo theo qui định ở chương 8, còn khi sử dụng các hóa chất khác theo qui định ở các điều từ 4.4 đến 4.10.
- 4.15 Nếu các công trình xử lý nằm trong nhà kín phải bảo đảm thông gió.
- 4.16 Cấm cọ rửa lưới chắn rác bằng tay mà phải dùng các dụng cụ chuyên dùng.
- 4.17 Cấm kiểm tra và sửa chữa những bộ phận quay của lưới chắn rác khi lưới đang chuyển động.
- 4.18 Khi lưới chắn rác ở độ sâu quá 1,2 m phải có sàn phụ để cọ rửa và lan can cao 0,8 m bao quanh.
- 4.19 Rác ở lưới chắn rác phải được nhanh chóng thu vào bể riêng và được khử trùng bằng clorua vôi.
- 4.20 Cẩn lấy ở bể lắng cát ra trong trường hợp không chờ đến sân phơi cát thì phải rắc lên một lớp vôi bột hoặc clorua vôi.
- 4.21 Cấm sử dụng cát lấy ở bể lắng cát ra để san lấp nền hoặc dùng trong xây dựng.
- 4.22 Cấm dùng những dụng cụ tùy tiện như que gậy v.v... để gạt vật nổi, dầu mỡ v.v... mà phải dùng thiết bị chuyên dùng.
- 4.23 Trong và chung quanh khu vực bể mê tan chỉ được sử dụng các thiết bị và dụng cụ điện chuyên dùng cho các môi trường dễ cháy nổ.
- 4.24 Ở mỗi bể mê tan phải lắp một áp kế để kiểm tra áp suất khí. Áp kế phải niêm chì.
- 4.25 Khi áp suất khí trong hệ thống khí của bể mê tan tăng quá giới hạn cho phép hoặc khi có sự cố phải xả khí theo đường ống riêng cách xa khu vực bể và các công trình kiến trúc khác tối thiểu 200 m. Khí xả ra được đốt ở đầu ống, khi đó phải có biện pháp an toàn theo qui định của cơ quan phòng cháy và chữa cháy và cơ quan kiểm tra vệ sinh, đồng thời phải có phương án xử lý sự cố.
- 4.26 Ở khu vực có bể chứa khí mê tan không được đốt lửa, hút thuốc và mọi hoạt động khác có thể phát sinh tia lửa. Phải có biển "cấm lửa".
- 4.27 Cấm dùng những dụng cụ có thể phát sinh tia lửa để sửa chữa đường ống dẫn khí và bể chứa khí mê tan. Trong trường hợp cần sửa chữa mà không có dụng cụ an toàn thì phải có biện pháp làm sạch khí mê tan trong đường ống và bể.
- 4.28 Để tránh gây nổ và ngộ độc, công nhân làm việc ở trạm khí phải thường xuyên kiểm tra mạng lưới và các thiết bị dẫn khí, phải có đầy đủ dụng cụ phòng cháy và chữa cháy ở trong tình trạng sẵn sàng.
- 4.29
- 4.30 Khi kiểm tra đường ống dẫn khí và bể chứa khí mê tan, cấm dùng đèn có ngọn lửa hở, phải dùng đèn điện cầm tay điện áp không quá 12 vôn.
- 4.31 Khi một thiết bị đặt trong bể bị hỏng, chỉ được phép sửa chữa thiết bị đó sau khi đã lấy ra ngoài bể.
- 4.32 Tất cả công nhân làm việc ở các công trình làm sạch nước bẩn phải mặc quần áo bảo hộ lao động và mang các dụng cụ bảo hiểm cần thiết để tránh những ảnh hưởng xấu đến sức khỏe.
- 4.33 Phải có đầy đủ nước tắm và xà phòng cho công nhân làm việc ở các trạm làm sạch nước bẩn.

Khử trùng nước

- 4.34 Khử trùng nước cấp và nước bắn sinh hoạt đều phải theo đúng tiêu chuẩn vệ sinh qui định trong "Tiêu chuẩn thiết kế cấp nước, thoát nước đô thị".
- 4.35 Khi dùng clo để khử trùng phải tuân theo các qui định ở chương 8 của quy phạm này.
- 4.36 Quá trình amôni hóa nước phải tiến hành độc lập và theo các yêu cầu sau:
 - a) Phải bảo đảm thông gió tốt.
 - b) Các thiết bị điện và thông gió phải được bảo đảm an toàn không gây nổ.
 - c) Không khí nhiễm bẩn phải được hút từ trên xuống.
 - d) Cấm dùng quạt thông gió chung cho cả hai buồng clo hóa và amoni hóa.
- 4.37 Khi vận chuyển, bảo quản và sử dụng amôniac phải tuân theo các quy định trong "Quy phạm kỹ thuật an toàn các bình chịu áp lực".
- 4.38 Công nhân vận hành các máy amôni hóa phải có đầy đủ trang bị phòng hộ theo chế độ hiện hành.

**GIÁ TRỊ GIỚI HẠN CÁC THÔNG SỐ VÀ NỒNG ĐỘ
CHẤT Ô NHIỄM (TCVN 5945 - 1995)**

STT	Thông số	Đơn vị	Giá trị giới hạn		
			A	B	C
1	Nhiệt độ	$^{\circ}\text{C}$	40	40	45
2	pH		6 - 9	5.5 - 9	5 - 9
3	BOD ₅	mg/l	< 20	50	100
4	COD	mg/l	50	100	400
5	Chất rắn lơ lửng	mg/l	50	100	400
6	Arsen	mg/l	0.05	0.1	0.5
7	Cadimi	mg/l	0.01	0.02	0.5
8	Chì	mg/l	0.1	0.2	1
9	Clo dư	mg/l	1	2	2
10	Crom (V)	mg/l	0.05	0.1	0.5
11	Crom (II)	mg/l	0.2	1	2
12	Dầu mỡ khoáng	mg/l	KPHĐ	1	5
13	Dầu mỡ thực vật	mg/l	5	10	30
14	Đồng	mg/l	0.2	1	5
15	Kẽm	mg/l	1	2	5
16	Mangan	mg/l	0.2	1	5
17	Niken	mg/l	0.2	1	2
18	Photpho hữu cơ	mg/l	0.2	0.5	1
19	Photpho tổng	mg/l	4	6	8
20	Sắt	mg/l	4	5	10
21	Tetracloetylen	mg/l	0.02	0.1	0.1
22	Thiếc	mg/l	0.2	1	5
23	Thủy ngân	mg/l	0.005	0.005	0.01
24	Tổng nitơ	mg/l	30	60	60
25	Tricloetylen	mg/l	0.05	0.3	0.3
26	Amoniac	mg/l	0.1	1	10
27	Florua	mg/l	1	2	5
28	Phenol	mg/l	0.001	0.05	1
29	Sunfua	mg/l	0.2	0.5	1
30	Xyanua	mg/l	0.05	0.1	0.2
31	Coliform	MPN/100ml	5000	10000	-
32	Tổng hoạt độ phóng xạ α	Bq/l	0.1	0.1	-
33	Tổng hoạt độ phóng xạ β	Bq/l	1	1	-

Ghi chú

KPHĐ: Không phát hiện được

A: Xả vào khu vực nước được dùng làm nguồn cung cấp nước sinh hoạt.

B: Xả vào nước dùng cho giao thông thủy, tưới tiêu, tắm.

C: Xả vào cống thành phố hoặc những nơi quy định.

Chất lượng nước - Nước thải sinh hoạt - Giới hạn ô nhiễm cho phép (TCVN 6772 : 2000)

Water quality - Domestic wastewater standard.

1 Phạm vi áp dụng.

Tiêu chuẩn này áp dụng đối với nước thải của các loại cơ sở dịch vụ, cơ sở công cộng và chung cư như nêu trong bảng 2 (sau đây gọi là nước thải sinh hoạt) khi thải vào các vùng nước quy định.

Tiêu chuẩn này chỉ áp dụng cho nước thải sinh hoạt tại các khu vực chưa có hệ thống thu gom, xử lý nước thải tập trung.

Tiêu chuẩn này không áp dụng cho nước thải công nghiệp như quy định trong TCVN 5945 – 1995.

2 Giới hạn ô nhiễm cho phép.

2.1 Các thông số và nồng độ thành phần ô nhiễm trong nước thải sinh hoạt khi thải ra các vùng nước quy định, không được vượt quá giới hạn trong bảng 1.

2.2 Các mức giới hạn nêu trong bảng 1 được xác định theo các phương pháp phân tích quy định

trong các tiêu chuẩn tương ứng hiện hành.

2.3 Tùy theo loại hình, qui mô và diện tích sử dụng của cơ sở dịch vụ, công cộng và chung cư,

mức giới hạn các thành phần ô nhiễm trong nước thải sinh hoạt được áp dụng cụ thể theo bảng 2.

Bảng 1 – Thông số ô nhiễm và giới hạn cho phép

TT	Thông số ô nhiễm	Đơn vị	Giới hạn cho phép				
			Mức I	Mức II	Mức III	Mức IV	Mức V
1	pH	mg/l	5-9	5-9	5-9	5-9	5-9
2	BOD	mg/l	30	30	40	50	200
3	Chất rắn lơ lửng	mg/l	50	50	60	100	100
4	Chất rắn có thể lắng được	mg/l	0,5	0,5	0,5	0,5	KQĐ
5	Tổng chất rắn hoà tan	mg/l	500	500	500	500	KQĐ
6	Sunfua (theo H ₂ S)	mg/l	1.0	1.0	3.0	4.0	KQĐ
7	Nitrat (NO ₃ ⁻)	mg/l	30	30	40	50	KQĐ
8	Dầu mỡ (thực phẩm)	mg/l	20	20	20	20	100
9	Phosphat (PO ₄ ³⁻)	mg/l	6	6	10	10	KQĐ
10	Tổng coliforms	MPN/100 ml	1000	1000	5000	5000	10 000

KQĐ: Không qui định

Bảng 2

TT	Loại hình cơ sở Dịch vụ/ Công cộng/ Chung cư	Qui mô, diện tích sử dụng của cơ sở dịch vụ, công cộng, chung cư	Mức áp dụng cho phép theo bảng 1	Ghi chú
1	Khách sạn	Dưới 60 phòng Từ 60 đến 200 phòng Trên 200 phòng	Mức III Mức II Mức I	
2	Nhà trọ, nhà khách	Từ 10 đến 50 phòng Trên 50 đến 250 phòng Trên 250 phòng	Mức IV Mức III Mức II	
3	Bệnh viện nhỏ, trạm xá	Từ 10 đến 30 giường Trên 30 giường	Mức II Mức I	Phải khử trùng nước thải trước khi thải ra môi trường
4	Bệnh viện đa khoa		Mức I	Phải khử trùng nước thải. Nếu có các thành phần ô nhiễm ngoài những thông số nêu trong bảng 1 của tiêu chuẩn này, thì áp dụng giới hạn tương ứng đối với đối với các thông số đó quy định trong TCVN 5945 - 1995
5	Trụ sở cơ quan nhà nước, doanh nghiệp, cơ quan nước ngoài, ngân hàng, văn phòng	Từ 5000 m ² đến 10000 m ² Trên 10000 m ² đến 50000 m ² Trên 50000 m ²	Mức III Mức II Mức I	Diện tích tính là khu vực làm việc
6	Trường học, viện nghiên cứu và các cơ sở tương tự	Từ 5000 m ² đến 25000 m ² Trên 25000 m ²	Mức II Mức I	Các viện nghiên cứu chuyên ngành đặc thù, liên quan đến nhiều hoá chất và sinh học, nước thải có các thành phần ô nhiễm ngoài các thông số nêu trong bảng 1 của tiêu chuẩn này, thì áp dụng giới hạn tương ứng đối với các thông số đó quy định trong TCVN 5945-1995
7	Cửa hàng bách hóa, siêu thị	Từ 5000 m ² đến 25000 m ² Trên 25000 m ²	Mức II Mức I	
8	Chợ thực phẩm tươi sống	Từ 500 m ² đến 1000 m ² Trên 1000 m ² đến 1500 m ² Trên 1500 m ² đến 25000 m ² Trên 25000 m ²	Mức IV Mức III Mức II Mức I	
9	Nhà hàng ăn uống, nhà ăn công cộng, cửa hàng thực phẩm	Dưới 100 m ² Từ 100 m ² đến 250 m ² Trên 250 m ² đến 500 m ² Trên 500 m ² đến 2500 m ² Trên 2500 m ²	Mức V Mức IV Mức III Mức II Mức I	Diện tích tính là diện tích phòng ăn
10	Khu chung cư	Dưới 100 căn hộ Từ 100 đến 500 căn hộ Trên 500 căn hộ	Mức III Mức II Mức I	

TÀI LIỆU THAM KHẢO

--- oOo ---

1. Bộ Xây dựng - Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội, 1993
Giáo trình Cấp Thoát nước, Nxb. Xây dựng, Hà Nội
2. Bounds, T.R., 1997.
Design and Performance of Septic Tanks, Site Characterization and Design of Onsite Septic Systems, ASTM STP 901, M.S. Bedinger, A.I. Johnson, and J.S. Fleming, Eds., American Society for Testing Materials, Philadelphia.
3. Calvin Victor Davis, 1952
Handbook of Applied Hydraulics, Nxb. McGraw-Hill Book Co., New York
4. Nguyễn Ngọc Dung, 1999
Xử lý nước cấp, Nxb. Xây dựng, Hà Nội
5. Environmental Sanitation Information Center (1987).
Environmental Sanitation Review. Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand
6. Nguyễn Văn Đạt, Huỳnh Chánh Thiện, 1982
Kết cấu công trình, tập I, II, Nxb. Đại học và THCN, Hà Nội
7. Fair, Gordon Maskew, 1954
Water supply and waste-water disposal, Nxb. John Wiley & Son, New York
8. George Tchobanoglous and Franklin L. Burton, 19
Wastewater Engineering, Treatment, Disposal and Reuse, Nxb. McGraw-Hill Book Co., New York
9. I. Gruhler, 1980
Công trình làm sạch nước thải loại nhỏ, Nxb. Xây dựng, Hà Nội
10. John M. Kalbermatten, DeAnne S. Julius, Charles G. Gunnerson, D. Duncan Mara (1982).
Appropriate Sanitation Alternatives - a Planning and Design Manual. The Johns Hopkins University Press. Published for the World Bank. Baltimore and London, UK
11. Hoàng Huệ, 1996
Xử lý nước thải, Nxb. Xây dựng, Hà Nội
12. Kriengsak Udomsinrot, 1989
Wastewater Engineering Design - Calculations, Mitnara Printing, Bangkok
13. Linvil G. Rich, 1980
Low-maintenance, Mechanically Simple Wastewater Treatment Systems, Nxb. McGraw-Hill Book Co., New York
14. Dương Trọng Phỉ (2003).
Nâng cao hiệu quả của nhà tiêu sinh thái VINASANRES, Viện Pasteur Nha Trang, Nha Trang
15. Smethurst, George, 1988
Basic water treatment for application world-wide, Nxb. Thomas Telford,
16. S.M. Tronach, T. Rudd, J.N. Lester, 1986
Anaerobic digestion processes in industrial wastewater treatment, Nxb. Springer-Verlag, Berlin, Germany.
17. Tổng cục Xây dựng - Tiêu chuẩn ngành, 1996
TCXD 188: Nước thải đô thị - Tiêu chuẩn thải, Nxb. Xây dựng, Hà Nội
18. Trần Văn Mô, 1993
Kỹ thuật Môi trường, Nxb. Xây dựng, Hà Nội

19. Trần Hiếu Nhuệ, Lê Thị Dung, Ứng Quốc Dũng, Trần Đức Hạ, Đỗ Hải, Phạm Ngọc Thái, Nguyễn Văn Than (2001).
Cấp nước và Vệ sinh Nông thôn. Nxb. Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội
20. Trường Đại học Thủy lợi, Bộ môn Hóa học - Bảo vệ Môi trường, 1992
Bảo vệ Môi trường - Quản lý Chất lượng nước, ĐH Thủy lợi, Hà Nội
21. Nguyễn Thị Kim Thái, Lê Hiền Thảo, 1999
Sinh thái học và Bảo vệ Môi trường, Nxb. Xây dựng, Hà Nội
22. Nguyễn Thị Thu Thủy, 1999
Xử lý nước cấp Sinh hoạt và Công nghiệp, Nxb. Khoa học & Kỹ thuật, HNội
23. Trung tâm Đào tạo ngành Nước và Môi trường, 1999
Sổ tay Xử lý Nước, Nxb. Xây dựng, Hà Nội
24. Lê Anh Tuấn, 2000
Giáo trình Phân tích Dự án Phát triển Nông thôn, Đại học Cần Thơ
25. Lê Anh Tuấn, 2000
Giáo trình Qui hoạch Thủy lợi, trường Đại học Cần thơ, Cần Thơ
26. Lê Hoàng Việt, 1997
Giáo trình Nguyên lý Xử lý Nước thải, trường Đại học Cần thơ, Cần Thơ