

TRẦN ĐỨC HẠ
PHẠM TUẤN HÙNG
ĐÀO ANH DŨNG
NGUYỄN HỮU HOÀ
LÊ VIỆT HÙNG

HỆ THỐNG XỬ LÝ NƯỚC THẢI VIỆN KHCN VIỆT NAM
VAST WASTEWATER TREATMENT PLANT

MỘT SỐ PHẦN MỀM TÍNH TOÁN THIẾT KẾ CÔNG TRÌNH CẤP THOÁT NƯỚC VÀ BẢO VỆ NGUỒN NƯỚC



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

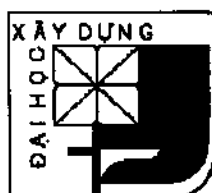


Pgs, Ts. TRẦN ĐỨC HẠ - Ts. PHẠM TUẤN HÙNG
ThS. ĐÀO ANH DŨNG – Ks. NGUYỄN HỮU HOÀ - ThS. LÊ VIỆT HƯNG

MỘT SỐ PHẦN MỀM TÍNH TOÁN THIẾT KẾ CÔNG TRÌNH CẤP THOÁT NƯỚC VÀ BẢO VỆ NGUỒN NƯỚC



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI - 2006



50 NĂM ĐÀO TẠO (1956 - 2006)

40 NĂM THÀNH LẬP (1966 - 2006)

<i>Chịu trách nhiệm xuất bản</i>	: Pgs, Ts. Tô Đăng Hải
<i>Biên tập</i>	: Thanh Định, Thanh Nga
<i>Kỹ mỹ thuật</i>	: Nguyễn Hoà
<i>Sửa bản in</i>	: Thanh Nga
<i>Vẽ bìa</i>	: Hương Lan

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

70 Trần Hưng Đạo, Hà Nội

In 700 cuốn, khổ 16 x 24cm, tại Xưởng in NXB Văn hoá Dân tộc
Quyết định xuất bản số: 539-2006/CXB/54-45/KHKT ngày 6/11/2006
In xong và nộp lưu chiểu tháng 11/2006.

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU	4
-------------------	---

1

PHẦN MỀM HWASE

GIỚI THIỆU VỀ PHẦN MỀM HWASE	9
Xuất xứ phần mềm	9
Phần mềm Hwase trên máy vi tính	10
1.1. CƠ SỞ LÝ THUYẾT TÍNH TOÁN CỦA HWASE	10
1.1.1. Giới thiệu	10
1.1.2. Các công thức tính toán thủy lực cống thoát nước	11
a. Công thức tính thủy lực cống thoát nước thải	11
b. Công thức tính thủy lực cống thoát nước mưa	13
đảm bảo tiêu chuẩn Việt Nam	24
b. Sơ đồ khối tính toán mức độ xử lý nước thải cần thiết	25
1.2. HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG PHẦN MỀM HWASE ĐỂ TÍNH TOÁN THIẾT KẾ THOÁT NƯỚC ĐÔ THỊ	27
1.2.1. Giao diện chương trình và tổ chức các công cụ	27
1.2.2. Các công cụ tính toán thiết kế mạng lưới thoát nước	28
a. Công cụ tra thủy lực đường ống	28
b. Công cụ kiểm tra các tuyến cống cũ	30
c. Công cụ tính toán thủy lực mạng lưới thoát nước sinh hoạt .	32
d. Công cụ tính toán thủy lực mạng lưới thoát nước mưa	37
e. Cách tính thủy lực tuyến cống thoát nước mưa bằng Hwase .	39
f. Công cụ vẽ trắc dọc tuyến cống thoát nước	41
1.2.3. Công cụ tính toán xử lý nước thải cần thiết	44
1.2.4. Một số tiện ích	45
1.3. MỘT SỐ VÍ DỤ TÍNH TOÁN BẰNG PHẦN MỀM HWASE ...	46
Ví dụ 1 (Kiểm tra thủy lực cống cũ)	46
Ví dụ 2 (Tính thủy lực và vẽ trắc dọc cống thoát nước thải)	47
Ví dụ 3 (Tính thủy lực và vẽ trắc dọc cống thoát nước mưa)	50
Ví dụ 4 (Tính toán mức độ xử lý nước thải cần thiết)	52

2

PHẦN MỀM ENPANET

2.1.	CƠ SỞ LÝ THUYẾT	55
2.1.1.	EPANET là gì?	55
2.1.2.	Chức năng của EPANET	56
2.1.3.	Cơ sở lý thuyết của EPANET	57
2.2.	SỬ DỤNG CHƯƠNG TRÌNH EPANET	66
2.2.1.	Cài đặt EPANET	66
2.2.2.	Mặc định ban đầu	67
a.	Định dạng kích cỡ cho bản đồ	68
b.	Làm việc với bản đồ	70
c.	Mặc định các thông số cơ bản	75
2.2.3.	Các thành phần cơ bản của mạng lưới	79
a.	Các mối nối	79
b.	Bể chứa	80
c.	Đài nước	80
d.	Đoạn ống	81
e.	Máy bơm	84
2.2.4.	Lập bản đồ mạng lưới đường ống	85
a.	Thanh công cụ các biểu tượng vẽ mạng lưới	86
b.	Lập mô hình mạng lưới cấp nước	86
2.2.5.	Phân tích mạng lưới và kết quả chạy thủy lực	97
a.	Phân tích mạng lưới	97
b.	Kết quả chạy thủy lực	99
2.3.	VÍ DỤ TÍNH TOÁN	103

3

PHẦN MỀM QUAL2E

3.1.	TỔNG QUAN VỀ PHẦN MỀM QUAL2E	115
3.1.1.	Giới thiệu chung	115
3.1.2.	Sự phát triển của phần mềm QUAL2E	116

3.1.	TỔNG QUAN VỀ PHẦN MỀM QUAL2E	115
3.1.1.	Giới thiệu chung	115
3.1.2.	Sự phát triển của phần mềm QUAL2E	116
a.	Phiên bản hiện hành	116
b.	Lịch sử hình thành	116
c.	Sự phát triển của Qual2E	118
3.1.3.	Phần mềm QUAL2E trên máy tính	119
a.	Giới thiệu khái quát phần mềm	119
b.	Giới hạn tính toán và cấu trúc chương trình	119
c.	Ngôn ngữ sử dụng và yêu cầu về hệ điều hành	121
3.2.	CƠ SỞ LÝ THUYẾT CỦA QUAL2E	121
3.2.1.	Giới thiệu	121
3.2.2.	Các khái niệm đặc trưng.....	122
3.2.3.	Phương trình đặc trưng	124
a.	Công thức mô tả quá trình phân tán chất bẩn trong Qual2E ..	124
b.	Điều kiện Thủy lực.....	125
c.	Hệ số dòng chảy	125
d.	Sự phân tán theo hướng dòng chảy.....	126
e.	Sự gia tăng về lưu lượng	127
3.2.4.	Sự tương tác và các phản ứng đặc trưng của một số chỉ tiêu	128
a.	Chất diệp lục.....	128
b.	Chu trình Nitơ.....	136
c.	Chu trình Phospho.....	138
d.	Nhu cầu Oxy hoá sinh học - BOD	139
e.	Oxy hoà tan - DO.....	139
3.2.5.	Phương pháp tính trong mô hình QUAL2E	143
3.3.	HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG PHẦN MỀM QUAL2E	145
3.3.1.	Cài đặt phần mềm Qual2E99 vào máy	145
3.3.2.	Làm việc với một đề án.....	145
a.	Mở file mới.....	145
b.	Thiết lập các thông số tính toán.....	146

c.	Thượng lưu	148
d.	Tạo điểm nguồn	148
c.	Tạo Last	153
3.4.	VÍ DỤ TÍNH TOÁN	154
3.4.1.	Số liệu đầu vào	154
3.4.2.	Kết quả	154
3.4.3.	Kết quả tính toán thủy lực	163
3.4.4.	Kết quả chất lượng nước tại các điểm trên dòng sông	167
3.4.5.	Mô phỏng bằng biểu đồ	173
TÀI LIỆU THAM KHẢO		174

LỜI NÓI ĐẦU

Nước là nhu cầu thiết yếu của cuộc sống. Cung cấp nước sạch cho nhân dân và bảo vệ môi trường nước là những hoạt động không thể thiếu được đối với sự phát triển kinh tế xã hội. Trong sự nghiệp Hiện đại hoá và Công nghiệp hoá Đất nước, nhu cầu phát triển nguồn nhân lực về cấp nước, thoát nước và xử lý ô nhiễm môi trường ngày càng tăng về số lượng cũng như chất lượng.

Qua 40 năm, trường Đại học Xây dựng đã đào tạo được hàng chục nghìn kỹ sư xây dựng, trong đó có trên 2100 kỹ sư Cấp thoát nước – Môi trường nước hệ chính quy và hệ vừa học vừa làm. Đội ngũ này đã có những đóng góp quan trọng trong việc cung cấp nước sạch, xử lý ô nhiễm môi trường nước và bảo vệ nguồn nước trên phạm vi toàn quốc. Tuy nhiên, để phục vụ cho những đòi hỏi ngày càng cao của xã hội, của các ngành kinh tế cũng như tiếp cận với sự phát triển khoa học công nghệ tiên tiến hiện nay, các thông tin khoa học, các kiến thức mới cần được bổ sung thường xuyên vào nội dung đào tạo tại các trường đại học và cao đẳng.

Công nghệ thông tin đã trở thành công cụ đắc lực và ngày càng được ứng dụng rộng rãi trong các hoạt động kinh tế xã hội, trong đó có các hoạt động đào tạo. Trong lĩnh vực cấp nước, thoát nước và bảo vệ nguồn nước, công cụ tin học đã được sử dụng tương đối sớm để giải các bài toán kỹ thuật về cung cấp và phân phối nước, thu gom và vận chuyển nước mưa và nước thải, dự báo lan truyền ô nhiễm trong các vực nước mặt và nước ngầm,... Có nhiều phần mềm đã được xây dựng và triển khai trong những năm gần đây để hỗ trợ cho việc đào tạo tại các trường đại học cũng như cho công tác thiết kế tại nhiều công ty tư vấn thiết kế.

Để nâng cao hiệu quả đào tạo về cả số lượng và chất lượng, Bộ môn Cấp thoát nước trường Đại học Xây dựng luôn đổi mới, cải tiến chương trình và nội dung đào tạo theo hướng tiếp cận với nhu cầu xã hội và phát triển của khoa học công nghệ. Một trong những hoạt động đó là nghiên cứu ứng dụng các phần mềm hiện có cũng như xây

dụng các phần mềm mới để giải quyết các bài toán kinh tế kỹ thuật về cấp nước, thoát nước, xử lý ô nhiễm nước và quản lý chất lượng nguồn nước. Từ năm 2003, các cán bộ giảng dạy của bộ môn Cấp thoát nước đã nghiên cứu xây dựng phần mềm *Hwase* và cải tiến, phát triển thành phiên bản *Hwase 3.0* hiện nay để tính toán thủy lực mạng lưới thoát nước mưa, nước thải, vẽ mặt cắt dọc các tuyến cống thoát nước, tính toán lan truyền các chất ô nhiễm trong sông, hồ theo các mô hình ổn định cũng như xác định mức độ xử lý nước thải cần thiết làm cơ sở cho việc lựa chọn dây chuyền công nghệ xử lý nước thải. Chương trình tính toán mạng lưới cấp nước *EPANET* có khả năng mô phỏng thủy lực và chất lượng nước theo yếu tố thời gian đã được sử dụng để thiết kế đồ án môn học và đồ án tốt nghiệp. Phần mềm quản lý chất lượng nước sông *QUAL2E* cũng được đưa vào phân thực hành môn học “*Mô hình chất lượng nước*” trong chương trình đào tạo cao học chuyên ngành Công nghệ môi trường (mã số: 60 85 06) và Cấp thoát nước (mã số: 60 58 70). Một số phần mềm khác về công nghệ cấp nước, thoát nước và xử lý ô nhiễm môi trường cũng đang được ứng dụng trong giảng dạy cũng như trong các hoạt động nghiên cứu khoa học và chuyển giao công nghệ tại khoa Kỹ thuật môi trường và Trung tâm Kỹ thuật môi trường đô thị và khu công nghiệp (CEETIA), trường Đại học Xây dựng.

Với mục đích giới thiệu và hướng dẫn sử dụng các phần mềm cơ bản có tính phù hợp cao để giải các bài toán kỹ thuật trong lĩnh vực cấp thoát nước đô thị và bảo vệ nguồn nước cho đông đảo bạn đọc cũng như cho các sinh viên đại học, học viên cao học khi làm đồ án môn học, đồ án tốt nghiệp, luận văn thạc sỹ,... Bộ môn Cấp thoát nước, trường Đại học Xây dựng tổ chức biên soạn cuốn sách “*Một số phần mềm tính toán thiết kế công trình cấp thoát nước và bảo vệ nguồn nước*”. Cuốn sách gồm ba phần:

- **Phần 1:** *Hướng dẫn sử dụng phần mềm thiết kế thoát nước đô thị Hwase*. Phiên bản được chính thức giới thiệu đầu tiên là *Hwase 2.2* do Pgs.Ts. Trần Đức Hạ và Ks. Nguyễn Hữu Hoà xây dựng năm 2004. Sau đó, Ks. Nguyễn Hữu Hoà tiếp tục phát triển và nâng cấp lên phiên bản *Hwase 3.0* như hiện nay. Phần 1 của cuốn sách do Ks. Nguyễn Hữu Hoà biên soạn.

- **Phần 2:** *Hướng dẫn sử dụng phần mềm thiết kế và quản lý mạng lưới cấp nước đô thị EPANET 2.0.* Đây là phần mềm do Cục Bảo vệ môi trường Hoa Kỳ xây dựng, được chạy trên nền Windows để mô phỏng chế độ thủy lực và chất lượng nước trong mạng lưới cấp nước. Phần 2 của cuốn sách do *Ts. Phạm Tuấn Hùng và ThS. Đào Anh Dũng* biên soạn.
- **Phần 3:** *Hướng dẫn sử dụng phần mềm quản lý chất lượng nước QUAL2E.* Phiên bản hiện hành QUAL2E được phát triển dưới sự hợp tác giữa trường Đại học Tufts, Cục Bảo vệ môi trường Hoa Kỳ và Trung tâm nghiên cứu môi trường Athens (Hy Lạp). *ThS. Lê Việt Hưng* (Công ty CDC – Bộ Xây dựng) biên soạn phần 3 này.

Pgs, Ts. Trần Đức Hạ là chủ biên cuốn sách.

Ngoài việc sử dụng để giảng dạy và nghiên cứu khoa học trong các trường đại học và cao đẳng, cuốn sách có thể làm tài liệu tham khảo cho các cán bộ nghiên cứu, thiết kế, quản lý tại các viện nghiên cứu khoa học và công ty tư vấn thiết kế.

Do thời gian có hạn, sách không thể tránh khỏi những thiếu sót. Chúng tôi rất mong nhận được các ý kiến nhận xét, góp ý và phê bình của bạn đọc. Các ý kiến xin gửi về:

- Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 70 Trần Hưng Đạo, Hà Nội.
- Bộ môn Cấp thoát nước, trường Đại học Xây dựng, số 55 Đường Giải phóng, Hà Nội. E.mail: ctndhxd@yahoo.com.

Chúng tôi chân thành cảm ơn Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật đã tận tình giúp đỡ để kịp thời cho ra mắt cuốn sách trong dịp Kỷ niệm 40 năm thành lập Trường đại học Xây dựng.

Thay mặt các tác giả,
 Chủ nhiệm bộ môn Cấp thoát nước
 Trường Đại học Xây dựng

Pgs, Ts. Trần Đức Hạ

1

**PHẦN MỀM THIẾT KẾ
THOÁT NƯỚC ĐÔ THỊ
HWASE**

GIỚI THIỆU VỀ PHẦN MỀM HWASE

Hwase là phần mềm hỗ trợ tính toán thiết kế hệ thống thoát nước được phát triển dưới dạng các môđun, mỗi môđun là một công cụ giúp cho các cán bộ thiết kế cũng như các sinh viên chuyên ngành nước trong quá trình tính toán và thiết kế hệ thống thoát nước.

Các phiên bản phần mềm hiện nay bao gồm các môđun về thoát nước và xử lý nước thải, trong đó tập trung vào các tuyến cống thoát nước thải và nước mưa. Đối với các tuyến cống của hệ thống thoát nước chung, hiện nay đang được xây dựng và sẽ cập nhật trong các phiên bản sau.

Một số khả năng chính hiện nay của chương trình:

- ♦ **Tính toán thủy lực các tuyến cống thoát nước thải, nước mưa;**
- ♦ **Tra các yếu tố thủy lực của các loại cống thoát nước với các chế độ chảy đầy và không đầy;**
- ♦ **Tính toán khả năng chuyển tải của các tuyến cống cũ;**
- ♦ **Vẽ trắc dọc tuyến cống thoát nước bằng AutoCAD;**
- ♦ **Tính toán mức độ xử lý nước thải cần thiết với ba trường hợp xả nước thải sau xử lý ra sông, hồ và ra hồ rồi tiếp tục được bơm ra sông.**

Kết quả tính toán thủy lực và việc thể hiện các bản vẽ trắc dọc các tuyến cống sẽ giúp cho cán bộ thiết kế tiết kiệm nhiều công sức và thời gian khi tính toán thiết kế hệ thống thoát nước.

Một điều đáng lưu ý là các kết quả tính toán được xây dựng trên cơ sở tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam, giao tiếp Windows bằng tiếng Việt nên không những phù hợp với điều kiện Việt Nam mà còn thuận tiện cho người sử dụng.

Xuất xứ phần mềm

Phần mềm Hwase được phát triển từ năm 2003 tại bộ môn Cấp thoát nước trường Đại học Xây dựng, xuất phát điểm là một số công cụ tiện ích hỗ trợ tính toán mạng lưới thoát nước. Cho đến nay, phần mềm đã liên tục được bổ sung và ngày càng trở nên phổ biến, đồng thời cũng dễ sử dụng hơn với những công cụ và tiện ích mới.

Phần mềm Hwase từ khi được phát triển đến nay bao gồm các phiên bản 1.0, 1.1, 2.0, 2.2, mới nhất là 3.0 và đang tiếp tục được một số cán bộ của bộ môn Cấp thoát nước trường Đại học Xây dựng nghiên cứu phát triển.

Phiên bản 3.0 được phát triển trên cơ sở phiên bản 2.2 và chương trình vẽ trắc dọc HwaseTD. Với sự đóng gói và phát triển này, khả năng của chương trình khắc phục những hạn chế về việc kết xuất dữ liệu và những hạn chế của việc sử dụng từng chương trình độc lập như trước đây. Khả năng của phiên bản Hwase 3.0 cho phép:

- ♦ Tra thủy lực cống thoát nước thải;
- ♦ Tra thủy lực cống thoát nước mưa;
- ♦ Tính toán kiểm tra để cải tạo tuyến cống cũ;
- ♦ Tính toán thủy lực mạng lưới thoát nước thải;
- ♦ Tính toán thủy lực mạng lưới thoát nước mưa;
- ♦ Vẽ trắc dọc tuyến cống thoát nước thải, nước mưa bằng AutoCAD;
- ♦ Tính toán mức độ xử lý nước thải cần thiết;
- ♦ Kết xuất bảng tính sang định dạng Excel và in ấn.

Phần mềm Hwase trên máy vi tính

Hwase được viết dành cho các máy tính cá nhân (PC) được thiết kế trên nền ngôn ngữ Visual Basic. Bộ cài của chương trình có dung lượng 18,5MB. Hwase tương thích với các máy PC sử dụng hệ điều hành Windows 98 trở lên, bộ nhớ tối thiểu 16MB RAM, ổ cứng 420MB, màn hình độ phân giải 1024x768.

1.1. CƠ SỞ LÝ THUYẾT TÍNH TOÁN CỦA HWASE

1.1.1. Giới thiệu

Với mục tiêu trở thành một chương trình hỗ trợ tính toán và thiết kế tổng hợp hệ thống cấp thoát nước (*Water Set*), cơ sở lý thuyết để xây dựng các công cụ (các mô đun) của Hwase là tất cả những thành tựu khoa học kỹ thuật chuyên ngành nước đã và đang được công nhận rộng rãi trên thế giới.

Đặc biệt, Hwase được viết để sử dụng phù hợp với điều kiện Việt Nam nên một số kết quả nghiên cứu trong nước về lĩnh vực thoát nước và xử lý nước thải cũng được sử dụng trong chương trình này.

Trong phạm vi những môđun đã được thiết kế của Hwase 3.0, dưới đây trình bày cơ sở lý thuyết để xây dựng chương trình tính toán thiết kế mạng lưới thoát nước và tính toán mức độ xử lý nước thải cần thiết.

1.1.2. Các công thức tính toán thủy lực cống thoát nước

a. Công thức tính thủy lực cống thoát nước thải

Để tính toán các yếu tố thủy lực đường ống thoát nước, ta sử dụng các công thức cổ điển đã biết của Darcy, Fedorov, Pavlovski, Manning,...

$$Q = \omega V; \quad (1.1)$$

$$V = C \sqrt{R \times i}; \quad (1.2)$$

trong đó: Q – lưu lượng (m^3/s);
 ω – diện tích ướt (m^2);
 V – tốc độ chuyển động (m/s);
 R – bán kính thủy lực;
 i – độ dốc thủy lực, lấy bằng độ dốc đặt cống;
 C – hệ số Chezy, tính đến ảnh hưởng của mặt trong của cống, hình thức tiết diện cống và thành phần tính chất của nước thải.

Hệ số Chezy được tính theo công thức của Pavlovski như sau:

$$C = \frac{1}{n} R^y; \quad (1.3)$$

$$y = 2,5 \sqrt{n} - 0,13 - 0,75 \sqrt{R} (\sqrt{n} - 0,1); \quad (1.4)$$

trong đó: n – hệ số nhám, kể đến loại vật liệu làm cống,
 y – chỉ số mũ, phụ thuộc hình dáng, độ nhám và kích thước của cống.

Khi đường kính $d \leq 4000$ thì hệ số Chezy được tính theo công thức của Manning:

$$C = \frac{1}{n} R^6; \quad (1.5)$$

Vận tốc không lắng, độ dốc tối thiểu được tính theo công thức của Fedorov:

$$V_{kl} = 1,57 \sqrt[3]{R}; \quad (1.6)$$

Độ dốc thủy lực được xác định theo công thức của Darcy – Weisbach:

$$i_{min} = \frac{\lambda}{4R} \times \frac{V_{kl}^2}{2g}; \quad (1.7)$$

trong đó: g – gia tốc trọng trường (m/s^2);

λ – hệ số ma sát dọc đường.

Hệ số ma sát dọc đường được xác định theo công thức của Fedorov:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left(\frac{\Delta_e}{13,68R} + \frac{a_2}{R_e} \right); \quad (1.8)$$

trong đó: Δ_e – độ nhám tương đương (cm);

a_2 – hệ số tính đến đặc tính của độ nhám thành cống và thành phần chất lơ lửng của nước thải;

R_e – hệ số Reynolds, đặc trưng cho chế độ dòng chảy.

Các giá trị của hệ số Δ_e , a_2 và n được lấy theo bảng 1.1.

Bảng 1.1. Các giá trị của hệ số Δ_e , a_2 , n trong các công thức thủy lực

Loại cống, mương và rãnh	Trị số Δ_e (cm)	Hệ số a_2	hệ số n
Cống			
- Bê tông và bê tông cốt thép (BTCT)	0,2	100	0,014
- Sành	0,135	90	0,013
- Gang	0,1	83	0,013
- Thép	0,08	79	0,012
- Amiăng	0,06	73	0,012
Mương và rãnh			
- Xây bằng đá hộc, đá đẽo	0,635	150	0,017
- Gạch	0,315	110	0,015
- Bê tông và BTCT đổ tại chỗ (có ván khuôn)	0,3	120	0,014
- Bê tông và BTCT được miết nhẵn bằng vữa xi măng	0,08	50	0,010

b. Công thức tính thủy lực cống thoát nước mưa

Việc tính toán lưu lượng và thủy lực các tuyến cống thoát nước mưa được thực hiện theo phương pháp “*cường độ giới hạn*” của Gobatrev.

♦ Công thức xác định cường độ mưa

Cường độ mưa q (l/s.ha) được xác định theo công thức:

$$q = \frac{q_{20} \cdot (20+b)^n \cdot (1+ClgP)}{(t+b)^n} ; \quad (1.9)$$

trong đó: Các hệ số q_{20} , b , n , P là các thông số lấy theo đặc điểm từng địa phương;

t – thời gian mưa (phút).

♦ Xác định thời gian mưa tính toán

Thời gian mưa tính toán được xác định theo công thức:

$$t = t_m + t_r + t_c \quad (1.10)$$

trong đó: t_m – thời gian nước chảy từ điểm xa nhất trên lưu vực thoát nước đến rãnh. Trong điều kiện Việt Nam, $t_m = 10$ (phút);

t_r – thời gian nước chảy trên rãnh đến giếng thu nước mưa đầu tiên, được tính theo công thức:

$$t_r = 2 \sum \frac{l_r}{v_r} ; \quad (1.11)$$

l_r , v_r – chiều dài và vận tốc nước chảy ở cuối rãnh thu nước mưa.

Lấy sơ bộ $l_r = 100$ (m), $v_r = 0,6$ (m/s);

1,25 – hệ số kể đến sự tăng dần vận tốc ở trong rãnh;

Vậy ta có $t_r = 1,25 \frac{100}{0,6 \cdot 60} = 3$ (phút).

t_c – thời gian nước chảy trong cống từ giếng thu đến tiết diện tính toán, được tính theo công thức:

$$t_c = 2 \sum \frac{l_c}{v_c} ; \quad (1.12)$$

l_c – chiều dài đoạn cống tính toán;

v_c – vận tốc nước chảy trong cống.

♦ Xác định hệ số dòng chảy

Hệ số dòng chảy là một thông số quan trọng khi tính toán thủy lực mạng lưới thoát nước mưa, nó phụ thuộc vào đặc điểm bề mặt thoát nước. Bề mặt càng thấm nước thì lượng nước mưa chảy vào cống thoát nước càng ít.

Hệ số dòng chảy ứng với một số loại mặt phủ được lấy theo bảng 1.2.

Bảng 1.2. Hệ số dòng chảy của các loại mặt phủ

Loại mặt phủ	Hệ số dòng chảy
Mái nhà	0,95
Đường Bê tông	0,90
Đường nhựa	0,90
Đường cấp phối	0,45
Mặt phủ bằng đá dăm không có vật liệu dính kết	0,40
Đường sỏi trong vườn	0,30
Mặt đất đã san nền	0,20
Bãi cỏ	0,10

Khi diện tích mặt phủ ít thấm nước lớn hơn 30% tổng diện tích toàn bộ khu vực thoát nước thì hệ số dòng chảy được tính toán không phụ thuộc vào cường độ mưa và thời gian mưa mà lấy theo hệ số dòng chảy trung bình:

$$\psi_{tb} = \frac{\sum \psi_i F_i}{\sum F_i}; \quad (1.13)$$

♦ Hệ số mưa không đều

Thông thường trong tính toán thoát nước mưa cho các đô thị của Việt Nam, diện tích các lưu vực thoát nước nhỏ hơn 150 ha nên theo TCXDVN 51:2006, hệ số mưa không đều $\eta = 1$.

♦ Chọn chiều sâu đặt cống đầu tiên

Chiều sâu đặt cống đầu tiên được xác định trên cơ sở tạo độ chênh cao để thu nước bề mặt và đảm bảo an toàn cho cống dưới tác dụng cơ học của xe cộ đi lại,...

$$H = h + D; \quad (1.14)$$

trong đó: h – chiều sâu đặt cống tính từ mặt đất đến đỉnh cống, $h = 0,7 \div 0,9$ (m);
 D – đường kính cống (m).

♦ Xác định lưu lượng tính toán

Lưu lượng tính toán mạng lưới thoát nước mưa được tính theo phương pháp “cường độ giới hạn”.

$$Q_n = F \cdot q \cdot \psi_{tb} \cdot \eta \quad (l/s); \quad (1.15)$$

Từ các công thức trên, ta có thể lập được bảng tính toán thủy lực mạng lưới thoát nước mưa.

1.1.3. Một số vấn đề cơ bản về tính toán thủy lực tuyến cống thoát nước

a. Tốc độ tính toán

Tốc độ tính toán V (m/s) là tốc độ tự rửa sạch cống. Khi nói tốc độ dòng nước trong cống thoát nước là nói đến tốc độ trung bình mặt cắt ngang cống, nó là tỷ số giữa lưu lượng q đối với tiết diện ướt ω .

$$V = \frac{q}{\omega}; \quad (1.16)$$

Người ta phân ra hai loại tốc độ là *tốc độ vận chuyển* và *tốc độ tự rửa sạch cống*.

Tốc độ vận chuyển là tốc độ dòng nước có một số hạt rắn chuyển động trong tình trạng lơ lửng, còn số hạt khác nặng hơn chuyển động lăn theo lòng cống hoặc lắng đọng lại. Để cuốn được một lượng cặn từ lòng cống lên không để xảy ra lắng cặn thì tốc độ chảy của nước phải lớn hơn so với tốc độ để vận chuyển cùng một lượng cặn ấy gọi là *tốc độ tự rửa sạch*. Nói cách khác, tốc độ tự rửa sạch là tốc độ dòng nước không những không để lắng cặn mà còn có đủ khả năng mang đi một lượng cặn đã lắng lại khi lưu lượng nước chảy trong cống bé.

$$V > [V_{kl}];$$

Công thức trên đây chỉ mang ý nghĩa lý thuyết bởi vì trong đó không phản ánh một số yếu tố quan trọng như số lượng chất lơ lửng và thành phần hạt.

Gọi tốc độ lắng của hạt trong nước tĩnh là W , muốn cho hạt đó không bị lắng xuống trong dòng chảy rồi thì cần có:

$$W \leq U_y;$$

trong đó: U_y – tốc độ lơ lửng, do tốc độ mạch động đứng tạo nên. Trị số tốc độ mạch động này coi gần đúng tỷ lệ thuận với tốc độ trung bình $U_y = \alpha V$. Do đó áp dụng đối với hạt có kích thước lớn nhất,

$$\text{ta được: } \frac{W_{\max}}{\alpha_{\max}} \leq V_{kl}.$$

Theo số liệu thực tế, $\alpha_{\max} = 0,065.i^{1/4}$, từ đó rút ra biểu thức tính vận tốc không lắng:

$$V_{kl} = \frac{W_{\max}}{0,065.i^{1/4}}; \quad (1.17)$$

Công thức tính vận tốc không lắng được sử dụng trong phần mềm Hwase để đưa ra những lời nhắc và cảnh báo đối với người sử dụng.

Người thiết kế cần lưu ý, tiêu chuẩn Xây dựng TCXDVN 51:2006 quy định tốc độ nhỏ nhất ứng với độ đầy lớn nhất tính toán của cống thoát nước thải và nước mưa như sau:

- ✓ Ống có đường kính 150 – 200 mm $V_{\min} = 0,7 \text{ m/s}$;
- ✓ Ống có đường kính 300 – 400 mm $V_{\min} = 0,8 \text{ m/s}$;
- ✓ Ống có đường kính 400 – 500 mm $V_{\min} = 0,9 \text{ m/s}$;
- ✓ Ống có đường kính 600 – 800 mm $V_{\min} = 1 \text{ m/s}$;
- ✓ Ống có đường kính lớn trên 900 mm $V_{\min} = 1,15 \text{ m/s}$.

Đối với nước thải sản xuất, tốc độ chảy nhỏ nhất nên lấy theo quy định của cơ quan chuyên ngành hoặc theo tài liệu nghiên cứu. Trong điều kiện Việt Nam, với nước thải của hệ thống thoát nước chung đã được xử lý cục bộ bằng các bể tự hoại (nước thải đã lắng), theo các nghiên cứu của bộ môn Cấp thoát nước trường đại học Xây dựng, vận tốc tính toán có thể giảm xuống khoảng 20%.

Một điều cần quan tâm nữa về vận tốc tính toán, đó là đại lượng này không được vượt quá tốc độ lớn nhất gây phá hoại ống. Nước thải, nước mưa có mang theo nhiều hạt rắn vô cơ, hạt kim loại và nhiều thành phần rắn khác, tốc độ chảy lớn có thể làm vỡ cống hoặc hỏng các mối nối và bào mòn vật liệu cống. Tiêu chuẩn xây dựng TCXDVN 51:2006 quy định tốc độ nước chảy lớn nhất trong ống kim loại là 8 m/s và trong ống phi kim là 4 m/s.

b. Độ dốc tối thiểu

Để có được tốc độ không lắng, nói chung trong một số trường hợp phải tăng độ dốc của cống lên. Nhưng trong thiết kế có những trường hợp (nhất là những đoạn cống ở đầu mạng lưới, cống trong tiểu khu hay sân nhà), nếu tăng độ dốc sẽ tăng chiều sâu chôn cống và làm tăng giá thành xây dựng lên một cách đáng kể. Điều này làm nảy sinh vấn đề là người thiết kế có xu hướng giảm độ dốc đặt cống. Hậu quả của xu hướng này sẽ đưa đến việc mạng lưới thường xuyên bị tắc, tổn kém trong quá trình vận hành và không đảm bảo vệ sinh trong khu dân cư. Chính vì vậy người ta đưa ra quy định về *độ dốc tối thiểu*.

Độ dốc tối thiểu là độ dốc mà khi ta tăng lưu lượng đạt mức độ đầy tối đa

thì sẽ đạt được tốc độ không lắng của dòng chảy. Công thức tính toán độ dốc tối thiểu i_{min} theo Darcy – Weisbach đã nêu ở trên.

Trong thực tế thiết kế, có thể chấp nhận công thức kinh nghiệm để xác định độ dốc tối thiểu như sau:

$$i_{min} = \frac{1}{d} \quad (1.18)$$

trong đó đường kính tính bằng mm, nghĩa là độ dốc tối thiểu i_{min} tỷ lệ nghịch với đường kính của cống.

Do điều kiện thi công trên công trường, độ dốc đặt ống thường không lấy bé hơn 0,0005.

Bảng 1.3. Quy định về độ dốc tối thiểu của cống thoát nước

Cống với đường kính d (mm)	Độ dốc tối thiểu (i_{min})
150	0,007
200	0,005
300	0,003
400	0,0025
500	0,002
600	0,0017
700	0,0014
800	0,0012
900	0,0011
1000	0,001
1200	0,0005
> 1200	Không nhỏ hơn 0,0005

c. Đường kính tối thiểu

Kết quả cụ thể của việc thiết kế mạng lưới thoát nước là chọn được cỡ đường kính cống đủ khả năng thoát một lượng nước xác định trong điều kiện thỏa mãn yêu cầu về độ đầy của lớp nước trong cống.

Thông thường với các đoạn đầu của hệ thống thoát nước ngoài nhà có thể chọn cỡ đường kính cống D150 mm. Tuy nhiên qua kinh nghiệm của công tác quản lý hệ thống thoát nước, người ta thấy rằng số lần bị tắc cống D150 mm cao gấp đôi so với D200 mm. Điều này làm cho chi phí quản lý cống D150 mm cao hơn nhiều so với cống có cỡ đường kính D200 mm. Trong khi đó mức chênh lệch giữa chi phí xây dựng ban đầu đường ống D150 mm và D200 mm không nhiều.

Để thuận tiện cho việc tẩy rửa cống thoát nước và giải quyết mâu thuẫn giữa chi phí quản lý và giá xây dựng ban đầu, quy phạm về thiết kế hệ thống thoát nước quy định các cỡ đường kính nhỏ nhất dùng trong mạng lưới thoát nước.

♦ **Mạng lưới thoát nước sinh hoạt:**

- ✓ Cống trong phạm vi tiểu khu : 150 mm;
- ✓ Cống ngoài đường phố : 200 mm.

♦ **Mạng lưới thoát nước mưa và cống chung:**

- ✓ Cống trong phạm vi tiểu khu : 300 – 400 mm;
- ✓ Cống ngoài đường phố : 400 – 500 mm.

Tại những tuyến cống đầu mạng lưới, do lưu lượng nhỏ làm cho vận tốc nước chảy trong cống bé gây tắc cống, dẫn đến phải thường xuyên thau rửa nên người ta thường chọn cỡ đường kính lớn để dễ thau rửa. Ở những đoạn đầu này, độ dốc cống thường đặt theo địa hình.

d. Quy tắc nối cống

Bên cạnh việc quan tâm đến tốc độ tính toán và độ dốc tối thiểu, để đảm bảo chế độ dòng chảy và đảm bảo hiệu quả kinh tế tốt cần quan tâm đến quy tắc nối cống thoát nước.

Ta hiểu quy tắc nối cống là cách giải quyết thủy lực tại chỗ hai đoạn cống kề nhau, để cho nước ở đầu đoạn cống sau không dâng lên cuối đoạn cống trước.

Như vậy là về đặc trưng thủy lực của dòng chảy mà nói thì ta phải giải quyết cách nối cống sao cho giữ được $i = \text{const}$, và do đó cùng với những điều kiện khác cũng sẽ có $V = \text{const}$ trong mỗi đoạn cống.

Có ba cách nối cống ứng với các trường hợp tính toán như sau:

1. Với cống thoát nước mưa, nối theo đỉnh cống (thực tế, để thiên về an toàn người ta cũng hay nối theo cách này ngay cả với cống nước thải).
2. Khi đường kính hai đoạn cống thoát nước thải bằng nhau ($D_1 = D_2$) nhưng chiều cao lớp nước $h_2 > h_1$ – lớp nước trong đoạn sau sâu hơn lớp nước trong đoạn trước thì nối theo mực nước.
3. Khi đường kính đoạn sau lớn hơn đường kính đoạn trước ($D_2 > D_1$) nhưng chiều cao lớp nước $h_2 < h_1$ – lớp nước trong đoạn sau thấp hơn lớp nước trong đoạn trước thì nối theo đáy cống.

1.1.4. Cơ sở tính toán xác định mức độ làm sạch nước thải cần thiết

Các kết quả tính toán trong Hwase dựa vào các tiêu chuẩn TCVN 5945–2005, TCVN 5942–1995, TCXDVN 51:2006 và một số tiêu chuẩn khác.

a. Các công thức tính toán đối với sông

Các công thức được sử dụng là các công thức của V.A.Frolov, I.D.RodZille, Pavlovski, Phelp-Streeter, D.I.Ruffell, N.N.Lavsov,...

♦ Hệ số xáo trộn a_s

Hệ số xáo trộn a_s được tính theo công thức:

$$a_s = \frac{1 - e^{-\alpha \sqrt{L}}}{1 + \frac{Q_s}{q} e^{-\alpha \sqrt{L}}}; \quad (1.19)$$

trong đó: Q_s – lưu lượng nước sông ở thời điểm mùa kiệt (m^3/s);

α – hệ số tính toán đến các yếu tố thủy lực trong quá trình xáo trộn được tính toán theo công thức:

$$\alpha = \varphi \times \xi \times \sqrt[3]{\frac{E}{q}}; \quad (1.20)$$

φ – hệ số tính toán đến độ khúc khuỷu của sông:

$$\varphi = \frac{L}{L_0}; \quad (1.21)$$

L – khoảng cách từ cống xả đến điểm tính toán theo chiều dòng chảy (m);

L_0 – khoảng cách từ cống xả đến điểm tính toán theo đường thẳng (m);

ξ – hệ số phụ thuộc vào vị trí cống xả, với vị trí cống xả đặt ở gần bờ $\xi = 1,0$ và ở xa bờ $\xi = 1,5$;

E – hệ số dòng chảy rối, coi suốt dọc đường từ cống xả đến điểm tính toán, sông có chiều sâu và vận tốc thay đổi không đáng kể thì E có thể tính theo công thức của Popanev:

$$E = \frac{V_{tb} \times H_{tb}}{200}; \quad (1.22)$$

q – lưu lượng trung bình giây của nước thải (m^3/s).

♦ **Số lần pha loãng nước thải với nước sông n**

$$n = \frac{a_s \times Q_s + q}{q} \quad (1.23)$$

♦ **Mức độ làm sạch theo BOD₅**

Mức độ làm sạch theo BOD₅ được tính theo công thức:

$$L_T = \frac{a_s \times Q_s}{q \times 10^{-K_1 \times t}} (L_{cf} - L_{ng} \times 10^{-K_1 \times t}) + \frac{L_{cf}}{10^{-K_1 \times t}} ; \quad (1.24)$$

trong đó: t – thời gian dòng chảy từ vị trí cửa xả đến điểm tính toán (ngày);

K_1 – hằng số tốc độ tiêu thụ oxy (ngày⁻¹);

L_{cf} – hàm lượng BOD₅ cho phép đối với nước nguồn (mg/l);

L_{ng} – hàm lượng BOD₅ có trong nước nguồn (mg/l).

Hệ số $K_{1(T)}$ (ngày⁻¹) được tính như sau:

$$K_{1(T)} = K_{1(20)} \times 1,047^{T-20} ; \quad (1.25)$$

♦ **Mức độ làm sạch theo oxy hoà tan không kể đến khuếch tán bề mặt**

Khi xét đến ảnh hưởng của oxy trong nước nguồn đối với quá trình làm sạch nước thải không kể đến hàm lượng oxy khuếch tán qua bề mặt, nồng độ BOD₅ cho phép của nước thải khi xả ra nguồn được tính theo công thức:

$$L_T = \frac{a_s \times Q_s}{q} (O_s - O_{yc} - L_s \times 10^{-K_1 \times t}) - O_{yc} \times 10^{-K_1 \times t} \quad (1.26)$$

trong đó: O_s – nồng độ oxy trong nước nguồn (mg/l);

O_{yc} – nồng độ oxy yêu cầu trong nước nguồn (mg/l).

♦ **Mức độ làm sạch theo oxy hoà tan kể đến oxy khuếch tán bề mặt**

Khi xét đến ảnh hưởng của oxy trong nước nguồn đối với quá trình làm sạch nước thải có kể đến hàm lượng oxy khuếch tán qua bề mặt, nồng độ BOD₅ cho phép của nước thải xả ra nguồn tiếp nhận được tính toán và đánh giá theo mô hình Phelps – Streeter như sau:

$$\frac{dL}{dt} = -K_1 L ; \quad (1.27)$$

$$\frac{dC}{dt} = -K_1 L + K_2 (C_s - C) ; \quad (1.28)$$

$$\frac{dD}{dt} = K_1 L - K_2 D; \quad (1.29)$$

trong đó: C và C_s – nồng độ ôxy tính toán và nồng độ ôxy bão hoà (mg/l);
 D – độ thiếu hụt ôxy (mg/l);
 L – nồng độ BOD₅ (mg/l);
 K_1 – hằng số tốc độ tiêu thụ ôxy (ngày⁻¹);
 K_2 – hằng số tốc độ hoà tan ôxy bề mặt (ngày⁻¹).

Giải các phương trình trên thu được biểu thức xác định độ thiếu hụt ôxy trong sông sau thời gian xả nước thải t_k (thời gian tới hạn) như sau:

$$D_{th} = \frac{K_1 L_a}{K_2 - K_1} \{ \exp(-K_1 t) - \exp(-K_2 t) \} + D_a \exp \quad (1.30)$$

Thời gian tính từ điểm xả nước thải đến khi nồng độ ôxy trong sông thấp nhất (tương ứng với độ thiếu hụt ôxy lớn nhất) gọi là thời gian tới hạn t_k (ngày), thời gian này được xác định theo biểu thức sau đây:

$$t_k = \frac{1}{K_2 - K_1} \ln \left\{ \frac{K_2}{K_1} \left[1 + \frac{D_a}{L_a} \left(1 - \frac{K_2}{K_1} \right) \right] \right\}; \quad (1.31)$$

Đề đảm bảo cho hệ sinh thái sông ít biến động, nước sông kịp thời phục hồi về trạng thái chất lượng ban đầu sau khi tiếp nhận nước thải thì thời gian t_k không được vượt quá 2 ngày. Chương trình Hwase cho phép người dùng chọn số ngày này.

Độ thiếu hụt ôxy D_a (mg/l) trong nước nguồn trước khi xả nước thải vào trong công thức trên được tính theo công thức:

$$D_a = O_{bh} - O_{ng}; \quad (1.32)$$

trong đó: O_{bh} – nồng độ ôxy bão hoà ở nhiệt độ tính toán (mg/l);
 O_{ng} – nồng độ ôxy yêu cầu trong nước nguồn (mg/l).

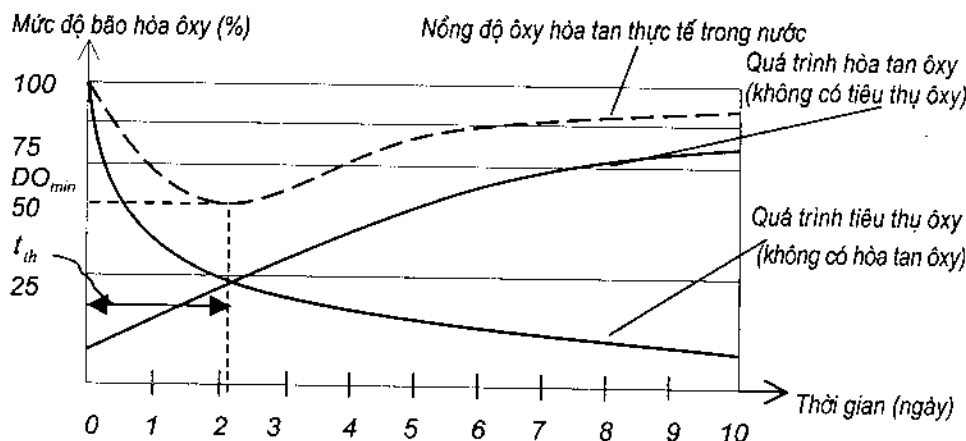
Hệ số tốc độ hoà tan ôxy K_2 phụ thuộc các yếu tố nhiệt độ, vận tốc dòng chảy, độ sâu sông hồ,... K_2 (ngày⁻¹) được xác định theo biểu thức:

$$K_2 = \frac{(D_0 - V)^{1/2}}{H^{3/2}}; \quad (1.33)$$

trong đó: D_0 – hệ số khuếch tán phân tử, $D_0 = 2,05 \cdot 10^9$ ở 20°C;
 V – vận tốc dòng chảy (m/s);
 H – độ sâu sông, hồ (m).

Từ các hệ số đã biết thay vào giải hệ phương trình ta sẽ có nồng độ BOD_5 của hỗn hợp nước thải tại điểm bắt đầu có sự khuếch tán và tiêu thụ oxy sau cửa xả. Có thể coi đại lượng này gần bằng nồng độ BOD_5 trong hỗn hợp nước thải tại cửa xả nước thải.

Các đường cong biểu diễn chế độ oxy trong sông sau khi xả nước thải được nêu trên hình 1.1.



Hình 1.1. Chế độ oxy trong sông sau khi tiếp nhận nước thải

b. Các công thức tính toán với hồ

♦ Số lần pha loãng ban đầu

Số lần pha loãng ban đầu được xác định theo công thức của Ruffell.

- ✓ Khi xả nước thải tầng nước mặt hồ:

$$n_d = \frac{Q_0 + 0,0118H^2}{Q_0 + 0,00118H^2} ; \quad (1.34)$$

- ✓ Khi xả nước thải tầng nước đáy hồ:

$$n_d = \frac{Q_0 + 0,0087H^2}{Q_0 + 0,000435H^2} ; \quad (1.35)$$

♦ Số lần pha loãng cơ bản

Số lần pha loãng cơ bản khi xả nước thải ven bờ:

$$n_0 = 1 + 0,412(X / \Delta x)^{0,627 + 0,0002 X / \Delta x} ; \quad (1.36)$$

Số lần pha loãng cơ bản khi xả nước thải xa bờ:

$$n_0 = 1,85 + 2,32(X / \Delta x)^{0,41+0,0064.X / \Delta x}; \quad (1.37)$$

trong đó: H – chiều sâu trung bình của hồ tại vị trí xả nước thải (m);

X – khoảng cách tính từ điểm xả nước thải đến điểm tính toán (m);

Δx – bước tính toán, xác định như sau:

$$- \text{ Khi xả nước thải ven bờ: } \Delta x = 6,53H^{1,167}; \quad (1.38)$$

$$- \text{ Khi xả nước thải xa bờ: } \Delta x = 4,41H^{1,167}; \quad (1.39)$$

♦ Mức độ cần thiết làm sạch theo BOD₅ khi xả nước thải vào hồ

Khi đề cập đến sự pha loãng nước thải trong hồ, biểu thức xác định nồng độ chất bẩn lớn nhất theo BOD₅ tại điểm tính toán được tính theo công thức sau:

$$L_{max}^{ho} = L_{ng} \times 10^{-K_1 \times t} + \frac{1}{n} (L_{nt} - L_{ng}) \times 10^{-K_1 \times t} + L_{bs}; \quad (1.40)$$

Hay ta có nồng độ BOD₅ tại cửa xả nước thải vào hồ L_T cần tính toán là:

$$L_T = (L_{max}^{ho} - L_{ng} \times 10^{-K_1 \times t} - L_{bs}) \times n \times 10^{K_1 \times t} + L_{ng}; \quad (1.41)$$

trong đó: t – thời gian nước lưu lại trong hồ (ngày);

L_{ng} – BOD₅ của hồ trước khi xả nước thải vào (mg/l);

L_T – BOD₅ của nước thải tại cửa xả ra nguồn tiếp nhận (mg/l);

L_{max}^{ho} – hàm lượng BOD₅ lớn nhất cho phép trong hồ (mg/l);

K_1 – hằng số tốc độ ôxy hoá;

L_{bs} – hàm lượng chất bẩn bổ sung vào hồ trong thời gian t (mg/l);

L_{bs} thường lấy 1,0 – 4,5 mg/l, phụ thuộc vào từng loại hồ và thời gian nước lưu lại trong đó.

1.1.5. Nguyên tắc xác định mức độ xử lý nước thải cần thiết trước khi xả ra nguồn tiếp nhận

Nguyên tắc để xác định mức độ xử lý nước thải cần thiết trước khi xả ra nguồn tiếp nhận dựa trên lý thuyết đã trình bày ở trên, đồng thời dựa vào các tiêu chuẩn Việt Nam hiện hành về chất lượng nước và yêu cầu xử lý nước thải.

a. Cơ sở lựa chọn phương pháp xử lý nước thải đảm bảo tiêu chuẩn Việt Nam

Nước thải khi xả vào nguồn phải đáp ứng hai điều kiện sau đây:

1. *Điều kiện cần.* Nước thải không được làm ô nhiễm, giảm chất lượng nước sử dụng ở hạ lưu điểm xả. Tại điểm lấy nước gần nhất phía hạ lưu, nồng độ các chất ô nhiễm trong hỗn hợp nước nguồn và nước thải không được vượt quá giá trị giới hạn cho phép quy định theo mục đích sử dụng đối với các loại nguồn nước mặt.

2. *Điều kiện đủ.* Khi xả vào thủy vực, nước thải không được làm ô nhiễm nước nguồn ngay tại cống xả. Nồng độ các chất ô nhiễm trong nước thải phải thấp hơn giá trị giới hạn cho phép quy định khi xả ra các loại nguồn nước mặt khác nhau.

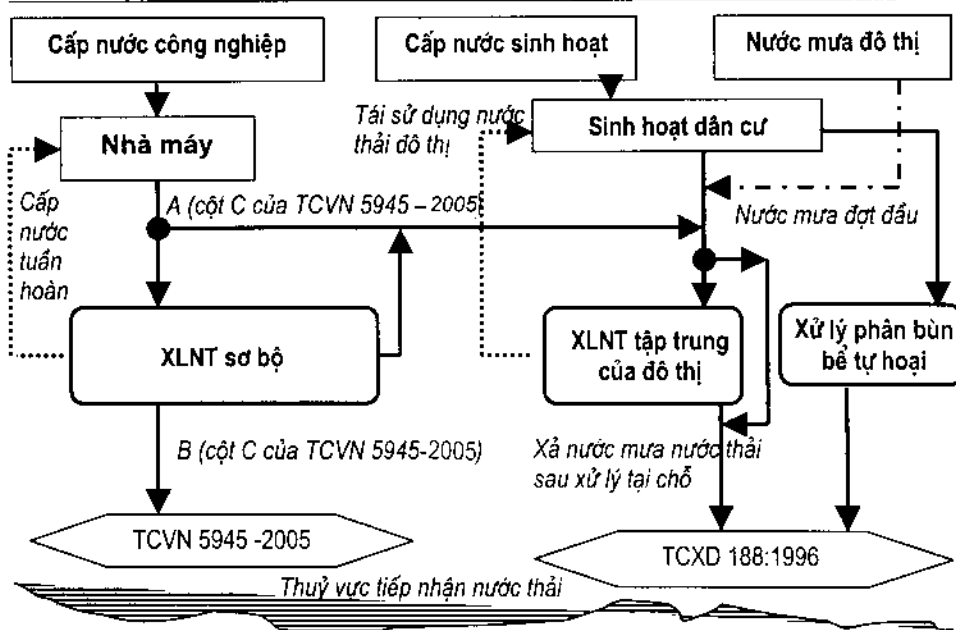
Bảng 2.1. Nồng độ giới hạn của các chất trong dòng hỗn hợp nước thải và nước sông, hồ tại điểm tính toán ở hạ lưu cống xả

Chỉ tiêu	Nguồn loại A	Nguồn loại B
Hàm lượng cặn lơ lửng cho phép tăng không quá, mg/l	1,0	2,0
BOD ₅ không lớn hơn, mg/l	1,0	25
COD không lớn hơn, mg/l	1,0	35
Ôxy hoà tan, không nhỏ hơn, mg/l	1,0	2 hoặc 6*
N-NH ₄ ⁺ , không lớn hơn, mg/l	0,05	1
Coliform, không lớn hơn, MPN/100 ml	5000	10000

Ghi chú:

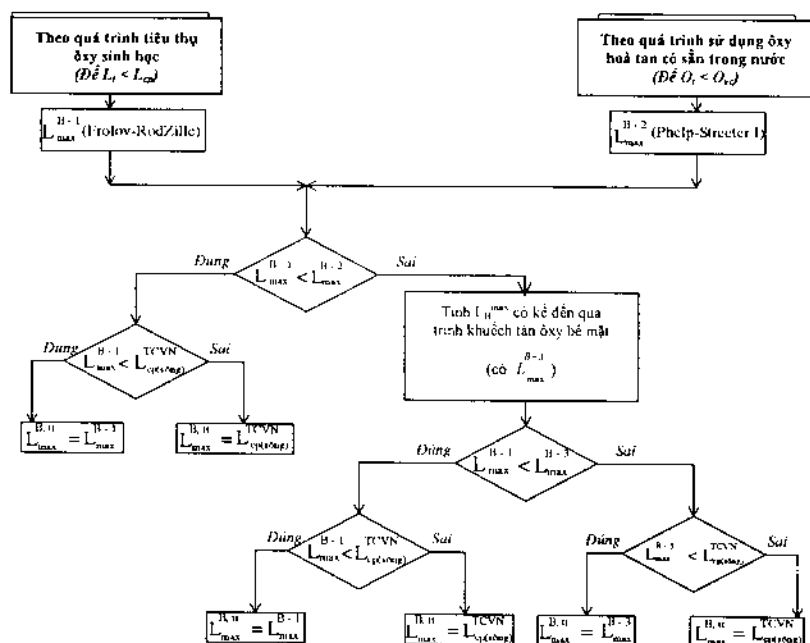
- Nguồn loại A – các sông, hồ và các vực nước mặt khác dùng làm nguồn cung cấp nước thô cho hệ thống cấp nước đô thị, khu dân cư hoặc khu công nghiệp. Nguồn loại B – các sông, hồ và vực nước mặt sử dụng cho các mục đích khác.
- (*) – bằng 6 khi sông/hồ có nuôi cá, bằng 2 trong các trường hợp khác.

Sơ đồ kiểm soát chất lượng nước để lựa chọn phương pháp xử lý nước thải phù hợp tiêu chuẩn Việt Nam được nêu trên hình 1.2.

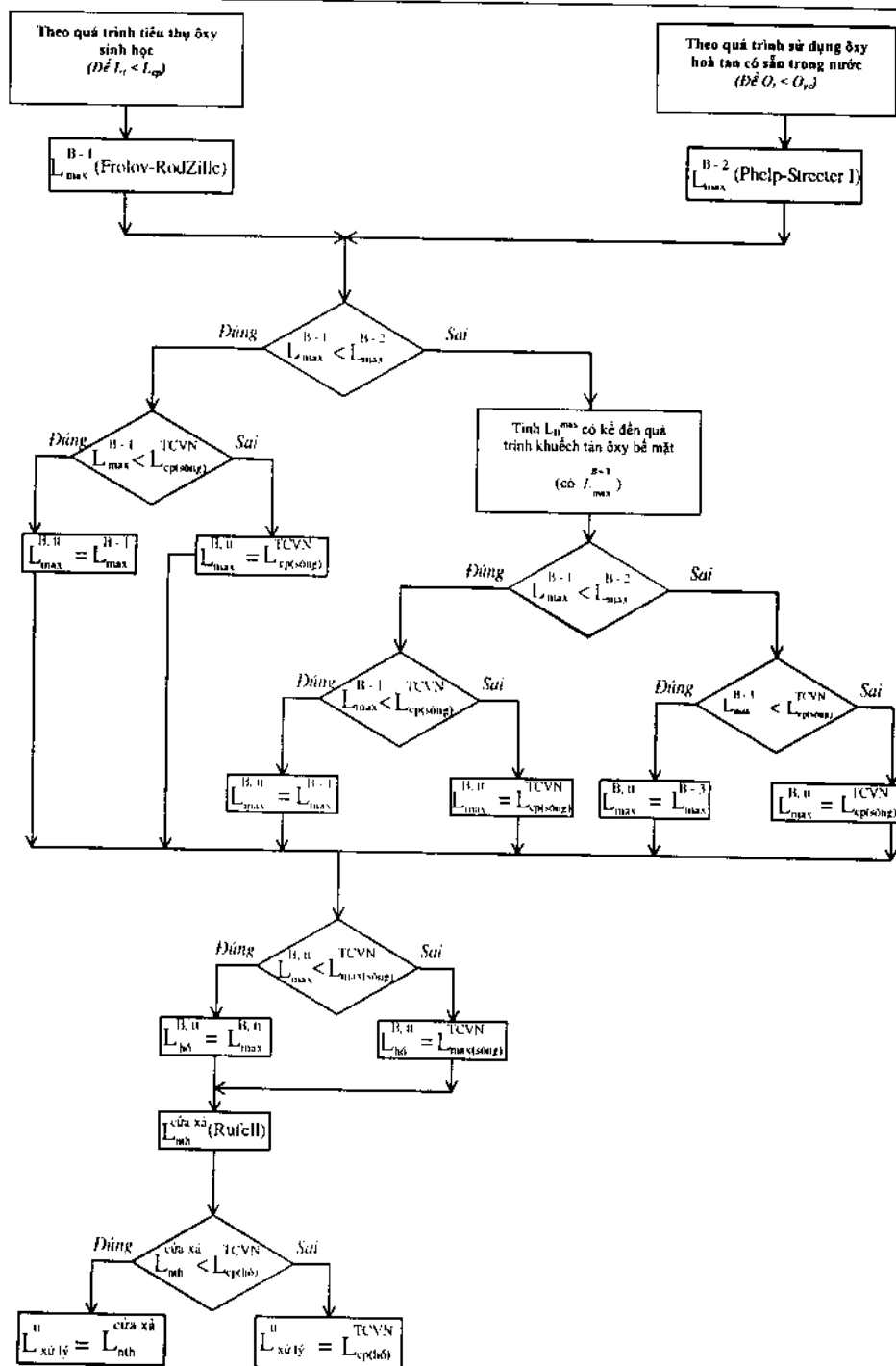


Hình 1.2. Sơ đồ kiểm soát chất lượng nước để lựa chọn dây chuyền XLNT

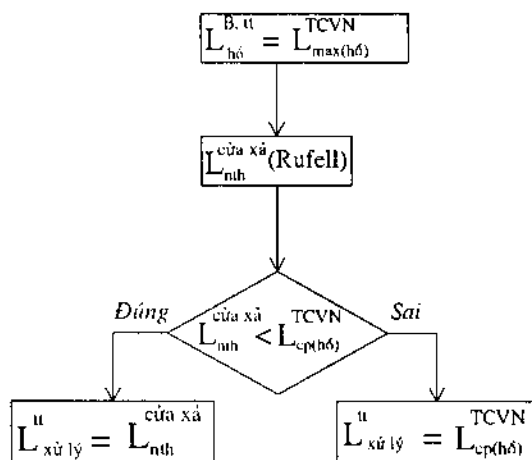
b. Sơ đồ khối tính toán mức độ xử lý nước thải cần thiết



Hình 1.3. Sơ đồ khối xác định mức độ XLNT cần thiết khi xả NT ra sông



Hình 1.4. Sơ đồ khối xác định mức độ XLNT cần thiết khi xả NT ra hồ và sông



Hình 1.5. Sơ đồ khối xác định mức độ XLNT cần thiết khi xả NT ra hồ

Trên cơ sở lý thuyết như trên, chương trình cho phép xác định mức độ xử lý nước thải cần thiết ứng với ba trường hợp: xả nước thải ra sông, xả nước thải ra hồ và xả nước thải ra hồ rồi ra sông phù hợp với các tiêu chuẩn Việt Nam hiện hành.

1.2. HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG PHẦN MỀM HWASE ĐỂ TÍNH TOÁN THIẾT KẾ THOÁT NƯỚC ĐÔ THỊ

1.2.1. Giao diện chương trình và tổ chức các công cụ

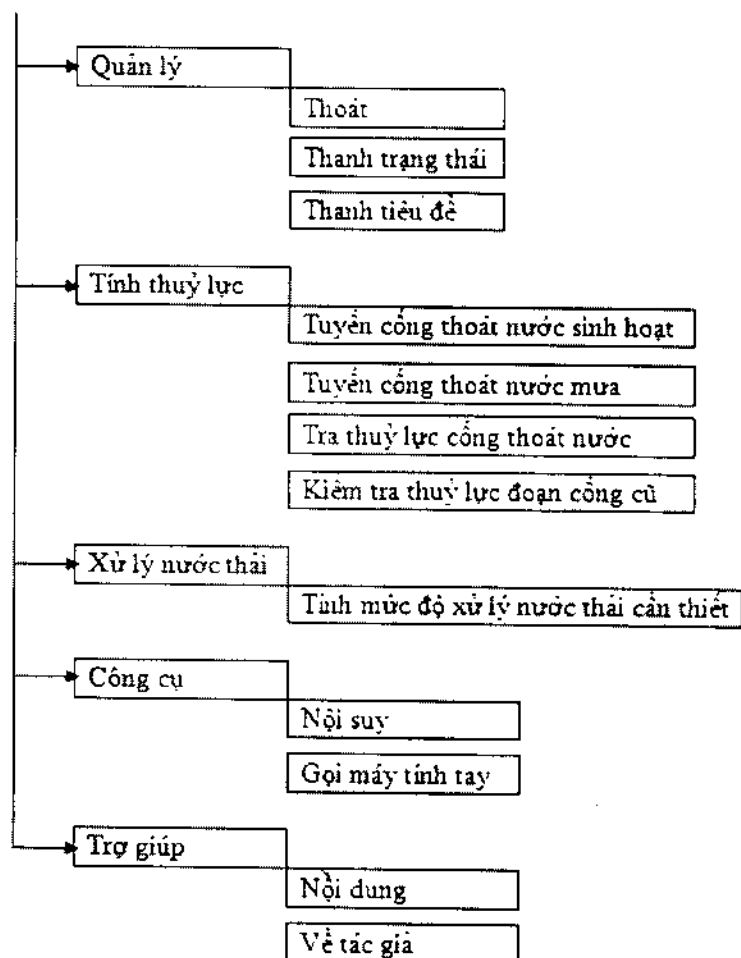
Giao diện chương trình là dạng đa tài liệu (Multiple Document Interface). Trên thanh tiêu đề có các menu chứa các công cụ. Mỗi khi người dùng chọn một lệnh trong menu thì công cụ tương ứng được thi hành.

Trên thanh tiêu đề gồm có các menu:

- ♦ Quản lý;
- ♦ Tính thủy lực;
- ♦ Xử lý nước thải;
- ♦ Công cụ;
- ♦ Trợ giúp.

Sơ đồ các menu và thành phần của phần mềm Hwase như hình 1.6.

Hwase 3.0



Hình 1.6. Các menu trong Hwase 3.0 và thành phần của chúng

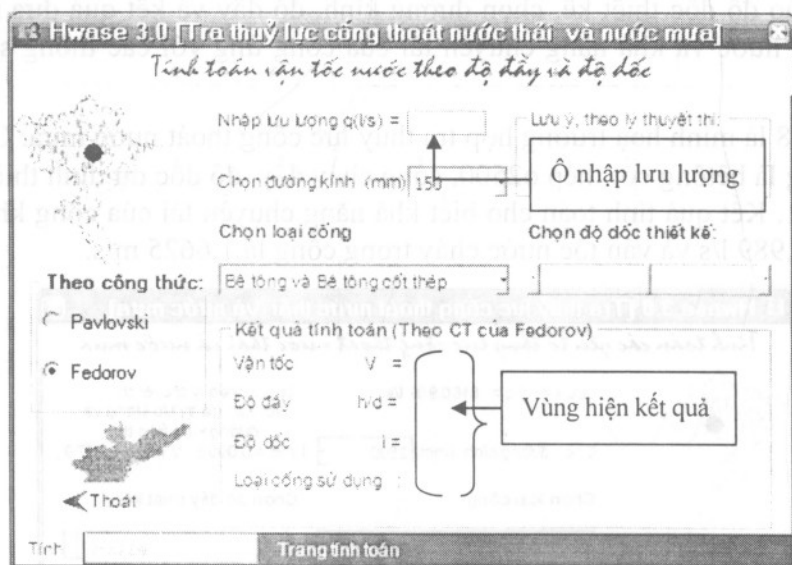
1.2.2. Các công cụ tính toán thiết kế mạng lưới thoát nước

a. Công cụ tra thủy lực đường ống

Công cụ này có tính năng giống như một máy tính chuyên dụng khi tính toán thủy lực cống thoát nước. Công cụ cho phép tính toán mối quan hệ

giữa các thông số quan trọng khi tính toán thủy lực các tuyến công thoát nước như lưu lượng, độ dốc, độ đầy, vận tốc, đường kính và loại cống. Nó cung cấp hai phương pháp để tính là tính theo Fedorov (mặc định của chương trình) và tính theo Pavlovski.

- ✓ *Tính theo Fedorov*: dùng để tính toán thủy lực cống thoát nước thải.
- ✓ *Tính theo Pavlovski*: dùng để tính toán thủy lực cống thoát nước mưa.



Hình 1.7. Giao diện công cụ tra thủy lực cống thoát nước

♦ Tính toán theo Fedorov

Chế độ này dùng để tra thủy lực cống thoát nước thải sinh hoạt. Ở chế độ này, người dùng nhập vào lưu lượng tính toán của mỗi đoạn cống, sau đó chọn đường kính, độ dốc thiết kế (mặc định là cống bê tông cốt thép, $\phi 150$).

Với mỗi thay đổi của người dùng (lưu lượng, độ dốc, đường kính và loại cống), các kết quả sẽ được cập nhật ngay ở khung kết quả mà không cần nhấn bất kỳ nút lệnh nào, điều này thuận tiện cho người dùng vì có thể thấy ngay kết quả để lựa chọn các thông số hợp lý. Dòng trạng thái ở cuối trang tính sẽ hiển thị những lời nhắc cần thiết khi người dùng chọn các thông số thiết kế.

Chú ý: Khi thiết kế, thông thường chọn độ dốc theo công thức kinh nghiệm $i_{min} = 1/d$ nhưng theo tính toán lý thuyết i_{min} và V_{min} sẽ thay đổi tùy thuộc vào lưu lượng, loại cống và đường kính cống. Hai giá trị này được thể hiện trong khung lưu ý để người dùng có thể so sánh với thông số đã chọn.

♦ Tính toán theo Pavlovski

Chế độ này dùng để tra thủy lực cống thoát nước mưa. Người dùng cần nhập vào độ dốc thiết kế, chọn đường kính, độ dày và kết quả đưa ra là vận tốc nước và khả năng chuyển tải của cống ứng với các thông số đã chọn.

Hình 1.8 là minh họa trường hợp tra thủy lực cống thoát nước mưa. Cống sử dụng là bê tông cốt thép $\phi 2500$, cống chảy đầy, độ dốc dự định thiết kế là 0,001. Kết quả tính toán cho biết khả năng chuyển tải của cống khi đó là 8160,989 l/s và vận tốc nước chảy trong cống là 1,6625 m/s.

H Hwase 3.0 [Tra thủy lực cống thoát nước thải và nước mưa]

Tính toán các yếu tố thủy lực cống thoát nước thải và nước mưa

Lưu lượng $q = 8160.989$ l/s

Chọn đường kính (mm) 2500

Chọn loại cống

Chọn độ dày thiết kế: 1

Lưu ý, theo lý thuyết thì:
Với các giá trị Lưu lượng và đường kính trên thì:
 $i_{min} = 0.0008$ $V_{min} = 1.3879$

Tính theo ai ?

☒ Pavlovski

☐ Fedorov

Kết quả tính toán (Theo CT của Pavlovski)

Vận tốc $V = 1.6625$ m/s

Độ dày $h/d = 1$

Nhập i tính toán = 0.001

Loại cống sử dụng: Bê tông và Bê tông cốt thép

Thoát

Tính Lưu Trang tính toán

Hình 1.8. Tra thủy lực cống thoát nước mưa

b. Công cụ kiểm tra các tuyến cống cũ

Khi thiết kế cải tạo các tuyến cống cũ trong các đô thị của Việt Nam hiện nay (phần lớn là cống chung), người thiết kế cần biết đặc tính thủy lực của cống hiện trạng dựa trên các thông số đã biết như đường kính, độ dốc, loại cống.

Dựa trên kết quả tính toán được, người dùng có thể dễ dàng biết được khả năng chuyển tải của cống hiện trạng, biết vận tốc nước chảy trong cống vào mùa mưa, mùa khô, nhờ vậy có biện pháp cải tạo hợp lý như: thay đổi lưu vực thoát nước vào đoạn cống (chẳng hạn giảm lưu vực thoát nước vào đoạn cống nếu khả năng chuyển tải của cống nhỏ hơn lưu lượng nước từ khu vực đổ vào cống,...), hoặc đặt thêm các giếng tẩy rửa vào mùa khô nếu vận tốc nước mùa khô không đạt vận tốc tránh lắng cặn,...

Hình 1.9 minh họa tính toán kiểm tra thủy lực đối với tuyến cống cũ.

Các thông số đầu vào:

- ✓ Loại cống;
- ✓ Đường kính cống;
- ✓ Độ dốc cống hiện trạng;
- ✓ Lưu lượng mùa khô.

Các kết quả tính toán được:

- ✓ Khả năng chuyển tải của cống (để tính toán khả năng thoát nước mưa của cống);
- ✓ Vận tốc nước chảy ứng với khả năng chuyển tải của cống;
- ✓ Vận tốc nước chảy trong cống vào mùa khô (với lưu lượng mùa khô do người dùng nhập);
- ✓ Độ đầy của nước trong cống.

Tính toán khả năng chuyển tải của các tuyến cống cũ

Tính toán kiểm tra yếu tố thủy lực đối với các tuyến cống cũ

Loại cống sử dụng: **Bê tông và Bê tông cốt thép** Đường kính: **1000** Độ dốc cống: **0.0012** Lưu lượng mùa khô: **123.45**

Đã tính xong!

<< Trở về **Kiểm tra >>**

	Lưu lượng	Vận tốc	Độ dốc	Độ đầy
Các yếu tố thủy lực tính toán được trong mùa khô	123.45 l/s	0.7087 m/s	0.0012	0.2735
Khả năng chuyển tải của cống với độ đầy tối đa	786.9942 l/s	1.002 m/s	0.0012	1

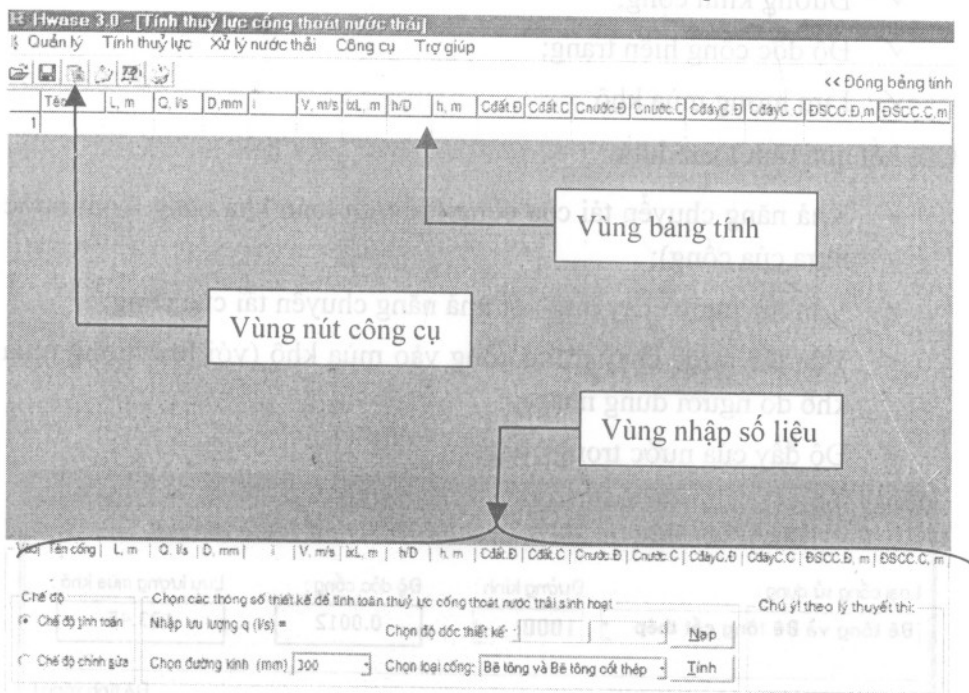
Hình 1.9. Công cụ tính toán kiểm tra tuyến cống hiện trạng

c. Công cụ tính toán thủy lực mạng lưới thoát nước sinh hoạt

Công cụ này dùng để tính toán thủy lực các tuyến cống và hỗ trợ thiết kế mạng lưới thoát nước thải.

Giao diện của chương trình ở chế độ này như hình 1.10, bao gồm ba vùng:

- ✓ *Vùng bảng tính:* thể hiện các thông số thiết kế, kết quả tính toán và chỉnh sửa các thông số thiết kế từng đoạn cống khi cần.
- ✓ *Vùng nhập số liệu:* là nơi đưa dữ liệu thiết kế vào trong bảng tính, chỉnh sửa các thông số thiết kế khi cần. Việc tính toán thủy lực từng đoạn cống cũng được thực hiện tại đây trước khi nạp dữ liệu vào bảng tính.
- ✓ *Vùng nút công cụ:* chứa các nút lệnh liên quan đến việc tính toán và hỗ trợ thiết kế mạng lưới thoát nước thải của phần mềm Hwase.



Hình 1.10. Giao diện tính thủy lực tuyến cống thoát nước sinh hoạt

♦ Nhập số liệu cho các đoạn cống

Để tính toán thủy lực tuyến cống thoát nước thải, người thiết kế phải tính toán từng đoạn, tức là phải nhập số liệu thiết kế cho từng đoạn cống. Đầu tiên, người dùng cần nhập: *tên cống, chiều dài, cao độ mặt đất tại điểm*

đầu và cuối đoạn cống, *độ sâu chôn cống đầu tiên*. Các thông số này được nạp vào bảng tính bằng cách ấn phím Enter. Để nhập đúng các thông số, các bạn có thể di chuyển trỏ chuột vào ô nhập số liệu để xem lời nhắc phía dưới.

- ✓ *Tên cống*: có dạng X–Y, ví dụ: A1–A2, A2–A3, A3–A4,...
- ✓ *Chiều dài*: đơn vị – m.
- ✓ *Cao độ mặt đất*: khi người dùng nhập cao độ mặt đất cuối mỗi đoạn cống thì giá trị đó được lấy làm cao độ mặt đất đầu của đoạn cống sau.
- ✓ *Độ sâu chôn cống đầu tiên*: đơn vị – m.

Sau khi nhập xong các thông số trên cho cả tuyến, ta bắt đầu tính toán thủy lực từng đoạn cống.

Trong ô “*nhập lưu lượng q (l/s)*”, các bạn nhập vào lưu lượng tính toán, sau đó chọn độ dốc thiết kế, cỡ đường kính và loại cống thiết kế. Với mỗi thay đổi của người dùng, kết quả tính toán (gồm vận tốc và độ đầy) sẽ được tính toán và cập nhật ngay vào dòng nhập số liệu phía trên. Sau khi đã chọn được các thông số thiết kế phù hợp, cần ấn nút lệnh “*Nạp*” () để đưa các thông số thủy lực vào bảng tính.

Các bạn xem hình 1.11, phần đánh dấu () là những chỗ người dùng cần nhập số liệu cho bảng tính.

Vào	Tên cống	L, m	Q, l/s	D, mm	i	V, m/s	αL, m	h/D	h, m	Cđđt.Đ	Cđđt.C	Chước.Đ	Chước.C	Cđđy.C.Đ
														
Chế độ ☒ Chế độ tính toán ☐ Chế độ chỉnh sửa Chon các thông số thiết kế để tính toán thủy lực cống thoát nước thải sinh hoạt Chon lưu lượng q (l/s) =  Chon độ dốc thiết kế:  Chon đường kính (mm) 300 Chon loại cống: Bê tông và Bê tông cốt thép 														

Hình 1.11. Vùng nhập số liệu và tính toán các thông số thủy lực

♦ Thực hiện tính toán và chỉnh sửa các thông số thiết kế

Sau khi nhập số liệu, chọn các giá trị tính toán thủy lực đầy đủ, các bạn ấn phím “*Tính*” () để tính thủy lực và tìm các thông số thiết kế như độ sâu chôn cống, cao độ thiết kế từng đoạn cống của tuyến,...

Căn cứ vào kết quả tính toán của chương trình, bằng kinh nghiệm hay do những yêu cầu riêng của việc thiết kế, các bạn có thể chỉnh sửa lại bảng tính này. Tất cả các thông số đã được người dùng nhập vào bảng tính (không phải có từ tính toán) đều có thể chỉnh sửa lại.

Có hai cách để chỉnh sửa bảng tính toán thủy lực:

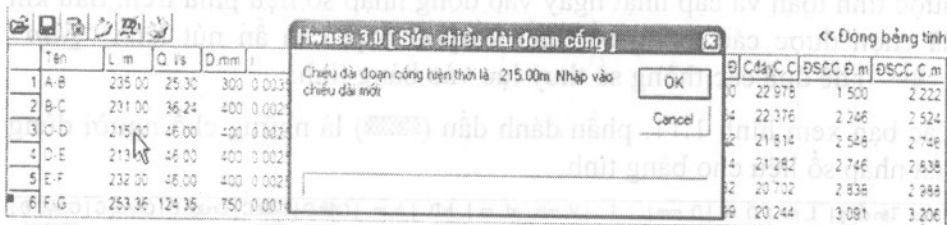
✓ Sửa từ vùng nhập số liệu:

- Trong ô “Tên cống” gõ chính xác tên đoạn cống đã có, toàn bộ dữ liệu của đoạn cống sẽ được hiển thị tại vùng nhập số liệu.
- Chỉnh sửa các thông số đã nhập theo mong muốn rồi ấn Enter để chấp nhận.
- Nhấn chọn “Chế độ tính toán” của hộp chọn trong khung “chế độ” để trở lại chế độ tính toán.
- Nhấn phím “Tính” để tính toán lại.

✓ Sửa từ bảng tính:

- Nhấp đúp vào ô cần sửa số liệu.
- Trong dòng nhập liệu của hộp thoại Input, nhập vào giá trị mong muốn.
- Ấn chọn “OK” của hộp thoại Input để đưa dữ liệu vào bảng tính.
- Nếu không muốn chỉnh sửa, ấn chọn “Cancel” để bỏ qua.

Trên hình 1.12 là minh họa trường hợp sửa bảng tính thủy lực bằng cách thứ hai. Người dùng muốn sửa chiều dài của đoạn cống “C-D”, nhấp đúp vào ô chứa giá trị chiều dài hiện hành của đoạn cống là “215.00”. Hộp thoại sẽ xuất hiện để sửa số liệu như trên hình.

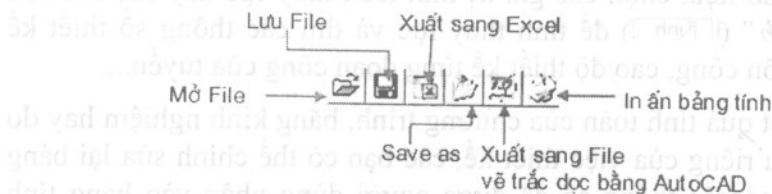


Hình 1.12. Ví dụ chỉnh sửa các thông số của bảng tính

♦ Lưu, nạp, kết xuất dữ liệu

Sau khi đã tính toán thủy lực xong cho toàn bộ tuyến cống, các bạn có thể thực hiện “Lưu”, “Mở file”, “Save as”, “Xuất dữ liệu sang Excel” hoặc “In bảng tính toán thủy lực”.

Để thực hiện những tác vụ này, các bạn nhấn chọn vào một trong các nút công cụ như hình 1.13 dưới đây.



Hình 1.13. Các nút công cụ khi tính thủy lực cống thoát nước thải

Các nút công cụ gồm:

- ✓ *Lưu File*: lưu bảng tính toán thủy lực dưới dạng file với phần đuôi mở rộng là (*.hws).
- ✓ *Mở File*: tải một file Hwase mới.
- ✓ *Xuất sang Excel*: kết xuất bảng tính sang định dạng Excel.
- ✓ *Save as*: lưu file thành một file với tên mới.
- ✓ *Xuất sang File vẽ trắc dọc bằng AutoCAD*: lưu dữ liệu của bảng tính thành định dạng (*.scr). Bạn chỉ cần mở file này bằng AutoCAD là có được bản vẽ trắc dọc của tuyến cống đã tính toán.
- ✓ *In ấn bảng tính*: hiển thị bảng tính ở dạng có thể in hoặc lưu dưới định dạng file ảnh.

♦ Thay đổi độ sâu chôn cống trong những trường hợp cần thiết

Sau khi tính xong thủy lực, có thể xảy ra một trong hai trường hợp sau:

- ✓ Địa hình quá bằng phẳng làm cho độ sâu các đoạn cống phía sau quá lớn ảnh hưởng đến kỹ thuật thi công hoặc không thể thi công được. Trong trường hợp này cần dùng trạm bơm chuyển bậc để nâng cao cốt mực nước nhằm giảm độ sâu của các đoạn cống phía sau.
- ✓ Địa hình quá dốc, khiến cho cống nếu được đặt với độ dốc thiết kế thông thường có thể bị chỏi lên trên mặt đất. Khi đó cần đặt giếng chuyển bậc hạ thấp cốt mực nước để tăng độ sâu của các đoạn cống phía sau.

Để thực hiện điều này, nhấp đúp chuột vào vùng cột "*ĐSCC.Đ*" của đoạn cống cần chỉnh sửa, trong hộp thoại Input, nhập vào số liệu mong muốn. Với các thay đổi này, bảng tính sẽ được tính toán cập nhật lại ngay lập tức. Các bạn có thể chỉnh sửa độ sâu chôn cống đầu tiên của bất kỳ đoạn cống nào và bao nhiêu lần tùy ý.

♦ Sửa bảng tính thủy lực

Trong khi tính thủy lực, đôi khi bạn nhập số liệu thừa ở một số thành phần nào đó làm bảng tính dài thêm nhiều dòng không cần thiết.

Những dòng này sẽ làm file dữ liệu nặng hơn, việc in ấn bảng tính xấu hơn, do đó bạn cần cắt các dòng thừa của bảng tính đi. Để thực hiện điều này bạn làm như sau:

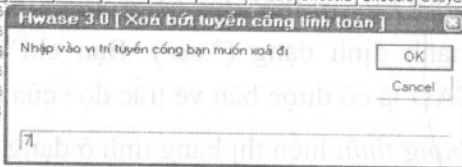
- ✓ Nhấp phải chuột vào bảng tính.
- ✓ Trong hộp thoại Input, nhập vào vị trí dòng của bảng tính cần cắt.

Hình 1.14 minh họa việc cắt các dòng thừa của bảng tính thủy lực.

Tên	L, m	Q, l/s	D, mm	i	V, m/s	xl, m	h/D	h, m	Cđất Đ	Cđất C	Cnước Đ	Cnước C	Cđáy Đ	Cđáy C	ĐSCC Đ, m	ĐSCC C, m
1 A-B	235.00	25.30	300	0.0035											22.978	1.500
2 B-C	231.00	36.24	400	0.0025											22.376	2.246
3 C-D	215.00	46.00	400	0.0025											21.814	2.548
4 D-E	213.00	46.00	400	0.0025											21.282	2.746
5 E-F	232.00	46.00	400	0.0025											20.702	2.838
6 F-G	253.36	124.35	750	0.0014											20.244	3.091
7 G-H																
8 H-I																
9 I-K																

Hwase 3.0 [Xóa bất tuyến công tính toán]

Nhập vào vị trí tuyến công bạn muốn xóa đi:



a) Bảng tính trước khi cắt dòng thừa

Tên	L, m	Q, l/s	D, mm	i	V, m/s	xl, m	h/D	h, m	Cđất Đ	Cđất C	Cnước Đ	Cnước C	Cđáy Đ	Cđáy C	ĐSCC Đ, m	ĐSCC C, m
1 A-B	235.00	25.30	300	0.0035	0.735	0.822	0.490	0.147	25.30	25.20	23.947	23.125	23.800	22.978	1.500	2.222
2 B-C	231.00	36.24	400	0.0025	0.706	0.578	0.428	0.171	25.20	24.90	23.125	22.547	22.954	22.376	2.246	2.524
3 C-D	215.00	46.00	400	0.0025	0.755	0.538	0.488	0.195	24.90	24.56	22.547	22.009	22.352	21.814	2.548	2.746
4 D-E	213.00	46.00	400	0.0025	0.755	0.532	0.488	0.195	24.56	24.12	22.009	21.477	21.814	21.282	2.746	2.838
5 E-F	232.00	46.00	400	0.0025	0.755	0.560	0.486	0.196	24.12	23.69	21.477	20.897	21.282	20.702	2.838	2.988
6 F-G	253.36	124.35	750	0.0014	0.761	0.355	0.397	0.288	23.69	23.45	20.897	20.542	20.599	20.244	3.091	3.206

b) Bảng tính sau khi cắt dòng thừa

Hình 1.14. Cắt các dòng thừa của bảng tính thủy lực

♦ In ấn và kết xuất bảng tính thủy lực sang dạng ảnh

Để thực hiện tác vụ in ấn bảng tính, các bạn chọn nút công cụ “In ấn bảng tính” trên thanh công cụ. Khi đó, một hộp thoại xuất hiện đề nghị nhập tên người dùng (tên này sẽ được hiển thị góc trái bảng tính khi in ra kết quả). Bạn có thể nhập tên hay không vào hộp thoại này, sau đó một trang hiển thị kết quả tính toán thủy lực tuyến cống thoát nước xuất hiện như hình 1.15.

Ở phía góc trên bên trái trang kết quả, các bạn thấy có 3 nút lệnh:

- ✓ **Lưu dạng ảnh:** khi chọn, bảng tính sẽ được lưu dưới dạng Clipboard, chương trình đồng thời mở phần mềm Paint của Windows ra. Bạn chỉ cần chọn Edit >> paste (hoặc ấn Ctrl+V) để chuyển kết quả bảng tính vào đây rồi lưu lại dưới dạng định dạng file ảnh.

- ✓ **In:** thực hiện in bảng tính (yêu cầu máy tính phải kết nối) với máy in với khổ giấy thích hợp.
- ✓ **Trở về:** trở lại màn hình tính toán thủy lực bình thường.

Lưu dạng ảnh In Lưu vè

Người lập: Nguyễn Hữu Hoà
Ngày lập: 27/03/2006

BẢNG TÍNH TOÁN THỦY LỰC TUYẾN CÔNG A1 - TB

T	Tên	L	Q	D	i	V	W	h/D	h	Cột đầu đầu	Cột đầu cuối	Cột nước đầu	Cột nước cuối	Cột đáy công đầu	Cột đáy công cuối	Chiều sâu công đầu	Chiều sâu công cuối
T		(m)	(l/s)	(mm)		(m/s)	(m/s)		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	A1-A2	125.00	25.23	300	1.5	0.775	0.478	0.450	0.147	25.30	25.10	23.947	23.509	23.800	23.362	1.500	1.738
2	A2-A3	123.00	25.23	300	3.5	0.775	0.432	0.490	0.147	25.10	24.59	23.589	23.375	23.362	22.932	1.738	1.758
3	A3-A4	233.00	45.36	400	2.5	0.753	0.518	0.764	0.194	24.89	24.45	23.079	22.451	22.585	22.297	1.805	2.153
4	A4-A5	232.00	45.36	400	2.5	0.753	0.518	0.484	0.194	24.45	24.25	22.491	21.911	22.297	21.717	2.153	2.533
5	A5-A6	245.95	75.65	500	2	0.787	0.465	0.461	0.247	24.25	23.13	21.911	21.471	21.564	21.174	2.586	2.806
6	A6-A7	213.90	75.65	500	2	0.787	0.422	0.494	0.247	23.88	23.87	21.471	20.991	21.174	20.744	2.806	3.176
7	A7-A8	215.00	75.65	500	2	0.787	0.413	0.144	0.247	23.57	23.56	20.991	21.561	20.744	20.314	3.126	3.266
8	A8-A9	166.00	95.25	600	1.7	0.797	0.116	0.454	0.272	23.56	23.15	20.561	20.275	20.289	20.003	3.291	3.147
9	A9-A10	215.00	95.25	600	1.7	0.797	0.306	0.454	0.272	23.15	23.13	20.275	19.909	20.003	19.637	3.147	3.463
10	A10-A11	156.00	95.25	600	1.7	0.787	0.255	0.454	0.272	22.10	22.89	19.909	19.644	19.637	19.372	3.463	3.518
11	A11-A12	245.00	95.25	600	1.7	0.787	0.416	0.454	0.272	22.95	22.79	19.644	19.228	19.372	18.956	3.516	3.824
12	A12-A13	265.00	95.25	600	1.7	0.787	0.430	0.454	0.272	22.76	22.74	19.228	18.778	18.956	18.506	3.824	4.234
13	A13-A14	254.00	95.25	600	1.7	0.787	0.432	0.454	0.272	22.74	22.71	18.778	18.380	18.506	18.008	3.800	3.902
14	A14-A15	214.00	95.25	600	1.7	0.787	0.314	0.454	0.272	22.71	22.59	18.380	18.061	18.008	17.644	3.902	2.246
15	A15-A16	200.00	95.25	600	1.7	0.787	0.340	0.454	0.272	22.60	22.57	18.061	17.716	17.644	17.246	2.246	2.566
16	A16-A17	235.00	102.35	630	1.7	0.795	0.399	0.465	0.279	22.67	22.45	17.716	17.977	17.977	17.668	2.571	2.752
17	A17-A18	219.00	102.35	630	1.7	0.795	0.399	0.465	0.279	22.45	22.31	17.977	17.613	17.668	17.331	2.752	2.976
18	A18-A19	253.00	102.35	630	1.7	0.795	0.421	0.465	0.279	22.31	22.12	17.613	17.183	17.331	16.904	2.976	3.215
19	A19-T0	156.00	102.35	630	1.7	0.795	0.775	0.465	0.279	22.12	22.15	17.183	16.916	16.904	16.636	3.216	3.411

Đơn vị: Tuyến công cụ 1 đơn vị chiều sâu tính toán (m/s)
A13 27.54m (Điểm tính toán đầu vào công cụ)

Hình 1.15. Trang hiển thị kết quả tính toán thủy lực tuyến công thoát nước

d. Công cụ tính toán thủy lực mạng lưới thoát nước mưa

Công cụ này dùng để tính toán thủy lực các tuyến công và hỗ trợ thiết kế mạng lưới thoát nước mưa.

Giao diện của chương trình ở chế độ này gần giống như ở chế độ tính thủy lực công thoát nước sinh hoạt, bao gồm ba vùng:

- ✓ **Vùng bảng tính:** thể hiện các thông số thiết kế, kết quả tính toán và chỉnh sửa các thông số thiết kế từng đoạn công khi cần.
- ✓ **Vùng nhập số liệu:** là nơi đưa dữ liệu thiết kế vào trong bảng tính, chỉnh sửa các thông số thiết kế khi cần. Việc tính toán thủy lực từng đoạn công cũng được thực hiện tại đây trước khi nạp dữ liệu vào bảng tính.
- ✓ **Vùng nút công cụ:** chứa các nút lệnh liên quan đến việc tính toán và hỗ trợ thiết kế mạng lưới thoát nước thải của phần mềm Hwase.

♦ Chọn số liệu mưa của địa phương

Một số thông số về số liệu khí tượng để tính thủy lực mạng lưới thoát nước mưa như q_{20} , C , n , b , hệ số dòng chảy của hầu hết các tỉnh thành của Việt Nam được nạp sẵn trong chương trình.

Ở khung “Số liệu khí tượng địa phương” phía góc dưới bên phải màn hình, các bạn có thể chọn một trạm khí tượng ở bất kỳ một tỉnh thành nào ở Việt Nam làm dữ liệu tính toán trong hộp combobox. Nếu khu vực tính toán của bạn không nằm trong vùng trạm khí tượng của một trong số các địa phương theo danh sách, các bạn có thể chọn trạm khí tượng gần nhất để lấy các thông số tính toán.

Số liệu khí tượng địa phương			
Hà Nội	Chu kỳ trên cống:	1	
	Hệ số dòng chảy:	0.65	
q_{20}	C	n	b
289.9	0.2458	0.7951	11.61

Hình 1.16. Khung nạp số liệu khí tượng địa phương

Trong khung nạp số liệu khí tượng địa phương, hai đại lượng *chu kỳ trên cống* và *hệ số dòng chảy* chỉ có tính chất tượng trưng. Các bạn cần căn cứ vào số liệu địa hình cụ thể và tính chất đô thị để sửa lại cho phù hợp.

♦ Nhập số liệu cho các đoạn cống

Người dùng cần nhập các thông số tính toán từng đoạn cống bao gồm: tên cống, chiều dài, diện tích trực tiếp đổ vào đoạn cống, diện tích chuyển qua, cao độ mặt đất tại điểm đầu và cuối đoạn cống, độ sâu chôn cống đầu tiên. Các thông số này được nạp vào bảng tính bằng cách ấn phím Enter. Để nhập đúng các thông số, các bạn có thể di chuyển trỏ chuột vào ô nhập để xem lời nhắc phía dưới.

- ✓ *Tên cống*: có dạng X–Y, ví dụ: M1–M2, M2–M3, M3–M4, ...
- ✓ *Chiều dài*: đơn vị – m.
- ✓ *Diện tích trực tiếp đổ vào đoạn cống*: đơn vị – ha.
- ✓ *Diện tích chuyển qua*: đơn vị – ha.
- ✓ *Cao độ mặt đất*: khi người dùng nhập cao độ mặt đất cuối mỗi đoạn cống thì giá trị đó được lấy làm cao độ mặt đất đầu của đoạn cống sau.
- ✓ *Độ sâu chôn cống đầu tiên*: đơn vị – m.

Sau khi nhập xong các thông số trên cho cả tuyến, ta bắt đầu đi tính toán thủy lực từng đoạn cống để chọn các thông số thiết kế.

e. Cách tính thủy lực tuyến cống thoát nước mưa bằng Hwase

Việc tính toán thủy lực mạng lưới thoát nước mưa dựa trên nguyên tắc đã được trình bày trong nhiều sách tham khảo về mạng lưới thoát nước. Các bạn có thể tìm hiểu kỹ hơn vấn đề này trong các tài liệu đó.

Sau đây trình bày cách tính thủy lực mạng lưới thoát nước mưa theo phương pháp cường độ giới hạn bằng chương trình Hwase.

♦ Nhiệm vụ tính toán

Nhiệm vụ của tính toán thủy lực các tuyến cống thoát nước mưa là chọn được thông số *độ dốc*, *đường kính*, *vận tốc* hợp lý cho từng đoạn cống. Với các thông số thiết kế này, tuyến cống cần đảm bảo khả năng thoát toàn bộ lượng nước mưa trong vùng mà nó phục vụ ứng với trận mưa tính toán; đồng thời vận tốc nước chảy trong cống không được lớn quá (để không gây vỡ cống) và không được nhỏ quá (để tránh lắng cặn). Để đảm bảo hiệu quả kinh tế, khả năng chuyển tải của cống (lưu lượng ứng với độ đầy tối đa) và lượng nước mưa tính toán phải bằng nhau. Trong tính toán người ta cho phép hai giá trị này chênh lệch không quá 5%.

Khi chọn độ dốc, đường kính cũng cần đảm bảo sao cho vận tốc nước chảy trong cống tăng dần. Đồng thời, hai giá trị vận tốc ứng với khả năng chuyển tải tối đa của cống và vận tốc tính toán (vận tốc giả thiết để có lưu lượng tính toán) không được lệch quá 5%.

♦ Cách tính

Với một vận tốc giả thiết, chúng ta có được một lưu lượng nước mưa chảy trong đoạn cống. Yêu cầu đặt ra là cần xác định cỡ đường kính cống thoát nước và độ dốc đặt cống là bao nhiêu để đảm bảo tải được lưu lượng đó với vận tốc đã giả thiết.

Điều đó có nghĩa là sau khi giả thiết một vận tốc bạn cần phải chọn (ước chừng) một cỡ đường kính nhất định, chỉ định một độ dốc thiết kế. Sau đó tiến hành kiểm tra giá trị đã chọn xem có hợp lý hay không theo nguyên tắc đã trình bày ở trên.

Trước đây, khi công cụ máy tính chưa phát triển, việc chọn được đường kính, độ dốc hợp lý cho mỗi đoạn cống thường phải tiến hành rất nhiều lần tùy thuộc vào kinh nghiệm người thiết kế. Do đó trước đây, người ta

chấp nhận cỡ đường kính, độ dốc cống có lưu lượng và vận tốc sai số không quá 5% so với lưu lượng và vận tốc giả thiết. Tuy nhiên với phần mềm Hwase, các bạn có thể dễ dàng chọn được cỡ đường kính và độ dốc hợp lý với sai số của lưu lượng và vận tốc gần như bằng không.

Để tiến hành tính toán thủy lực cho đoạn cống bất kỳ, các bạn thực hiện theo các bước hướng dẫn sau:

- ✓ *Bước 1:* Giả thiết một vận tốc trong ô nhập " V_{gt} , m/s", nhấn Enter. Ngay lập tức chương trình sẽ tính toán các đại lượng liên quan và cho ra lưu lượng tính toán giả thiết (Q_{gt}) sẽ có lưu lượng tương ứng.
- ✓ *Bước 2:* Dựa vào lưu lượng tính toán giả thiết (Q_{gt}), chọn loại cống, cỡ đường kính nào đó mà bạn cho là có khả năng chuyển tải tương ứng.
- ✓ *Bước 3:* Nhập độ dốc dự định thiết kế, nếu thấy lưu lượng và vận tốc bằng hoặc lệch không nhiều so với giá trị giả thiết thì chấp nhận bằng cách nhấn nút "Nạp" (xem hình 1.17). Nếu chưa đạt thì thay đổi độ dốc i trong phạm vi cho phép ứng với cỡ đường kính đã chọn, nếu không đạt thì làm lại từ bước 1.

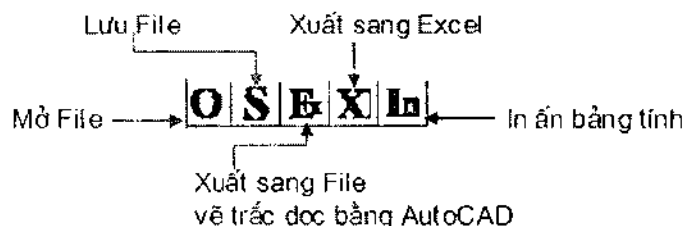
[Fit] [ha] [Fca] [ha] [Fta] [ha] [Vgt] [m/s] [Qgt] [l/s] [D] [mm] [i] [‰] [Vtt] [m/s] [Qtt] [l/s] [kL] [Đã Đ]									
1250 0.0012 1.16 1422									
Chọn các thông số thiết kế để tính toán thủy lực cống thoát nước mưa									
Nhập độ dốc		0.0012				N ạp			
Chọn đường kính		1250							
Chọn loại cống		Bê tông và Bê tông cốt thép				T ính			

Hình 1.17. Các giá trị tính toán sau khi chọn độ dốc thiết kế

• Lưu, nạp, kết xuất dữ liệu

Sau khi đã tính toán thủy lực xong cho toàn bộ tuyến cống, các bạn có thể thực hiện "Lưu", "Mở file", "Save as", "Xuất dữ liệu sang Excel" hoặc "In ấn bảng tính".

Để thực hiện các tác vụ này, các bạn nhấn chọn vào một trong các nút công cụ như hình 1.18.



Hình 1.18. Các nút công cụ khi tính thủy lực cống thoát nước mưa

Các nút công cụ gồm:

- ✓ *Lưu File*: lưu bảng tính toán thủy lực dưới dạng file với phần đuôi mở rộng là (*.hwsr).
- ✓ *Mở File*: tải một file Hwase mới.
- ✓ *Xuất sang Excel*: kết xuất bảng tính sang định dạng Excel.
- ✓ *Xuất sang File vẽ trắc dọc bằng AutoCAD*: lưu dữ liệu của bảng tính thành định dạng script (*.scr). Khi nạp file này vào AutoCAD là có được bản vẽ trắc dọc của tuyến cống vừa tính toán.
- ✓ *In ấn bảng tính*: hiển thị bảng tính ở dạng có thể in hoặc lưu dưới định dạng file ảnh.

♦ Một số tác vụ hiệu chỉnh và in ấn

Giống như phần hướng dẫn tính thủy lực mạng lưới thoát nước sinh hoạt ở trên, sau khi có được bảng kết quả tính toán mong muốn các bạn có thể hiệu chỉnh và in ấn. Những tác vụ này có thể là:

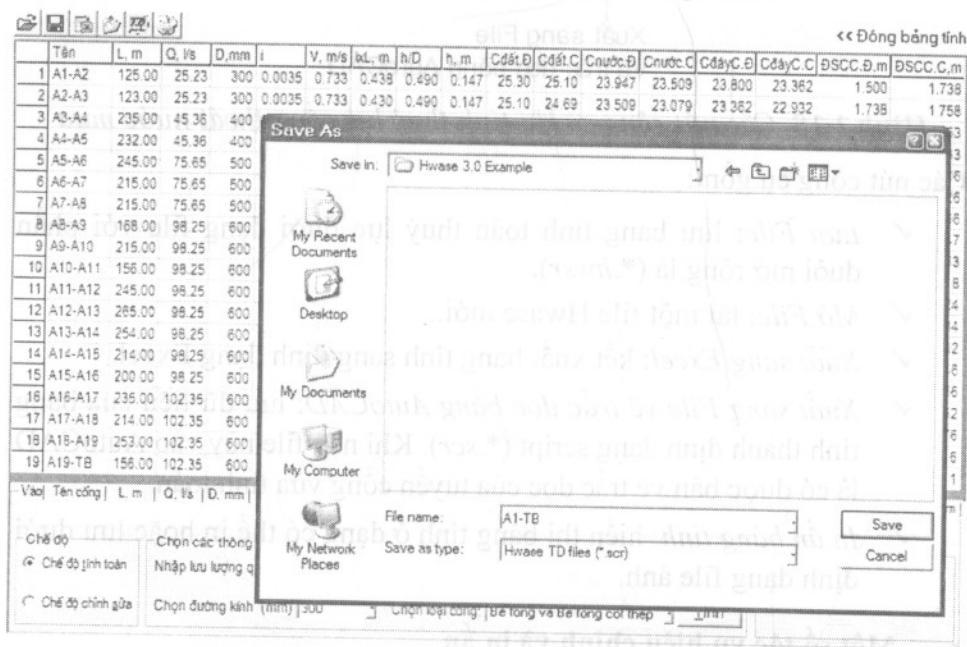
- ✓ Thay đổi độ sâu chôn cống tính toán (bơm lên hay hạ cống xuống).
- ✓ Thay đổi các thông số thiết kế (do người dùng nhập vào).
- ✓ Cắt phần thừa của bảng tính.
- ✓ In bảng tính hoặc lưu dưới dạng file ảnh.

f. Công cụ vẽ trắc dọc tuyến cống thoát nước

♦ Kết xuất bảng tính thành file dạng Hwase TD (*.scr)

Để vẽ trắc dọc một tuyến cống thoát nước thải hay nước mưa, tương ứng bạn cần thực hiện ở chế độ tính thủy lực tuyến cống thoát nước sinh hoạt và tính thủy lực tuyến cống thoát nước mưa.

Đảm bảo rằng bảng tính thủy lực đã tồn tại, nếu không bạn cần tải file bảng tính vào chương trình. Trên thanh công cụ, ấn chọn nút “*Xuất sang file để vẽ trắc dọc bằng AutoCAD*”. Một hộp thoại xuất hiện, bạn đặt tên file và ấn “*Save*” rồi làm theo hướng dẫn của các hộp thoại.



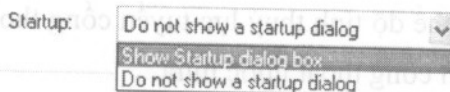
Hình 1.19. Hộp thoại xuất hiện để kết xuất file dạng Hwase TD

♦ Thiết lập mặc định cho AutoCAD

Trong các phiên bản AutoCAD 2002 và mới hơn, đơn vị mặc định của mỗi bản vẽ AutoCAD là “feet” và “inches”. Đơn vị này không phù hợp với tiêu chuẩn bản vẽ của Việt Nam, do vậy các bạn cần sửa lại thiết lập mặc định này trước khi vẽ trắc dọc bằng chương trình Hwase.

Để thực hiện điều này, các bạn làm như sau:

- ✓ Khởi động AutoCAD. Vào Tools >> Options (hoặc gõ “OP” rồi nhấn enter từ dòng lệnh).
- ✓ Hộp thoại Options xuất hiện, chọn Tab “System”. Trong khung “General Options” nhấn chọn vào ô “Startup” chọn chế độ “Show Startup dialog box”.



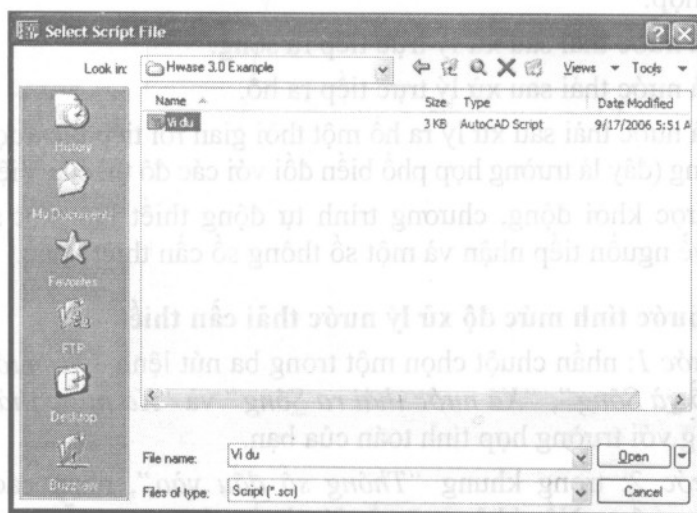
- ✓ Khởi động lại AutoCAD, hộp thoại “Startup” xuất hiện, trong khung “Default Settings” chọn vào Metric. Như vậy là bạn đã thiết lập xong mặc định theo đơn vị tiêu chuẩn của Việt Nam.
- ✓ Lập lại một lần nữa các bước thứ nhất và thứ hai ở trên để chọn mặc định “Do not show a startup dialog” nếu bạn không muốn mỗi lần khởi động AutoCAD lại xuất hiện hộp thoại “Startup”.

◆ Sử dụng AutoCAD vẽ trắc dọc tuyến cống thoát nước bằng Hwase

Khi đã có file vẽ trắc dọc được kết xuất bằng Hwase, các bạn có thể dễ dàng vẽ trắc dọc tuyến cống thoát nước theo các bước:

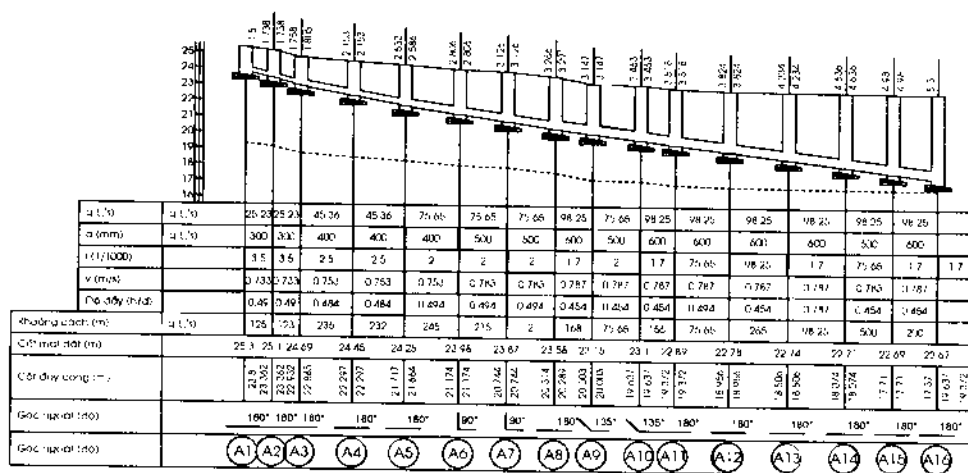
- ✓ Khởi động AutoCAD.
- ✓ Tại dòng lệnh của AutoCAD (Command line), gõ “scr” >> Enter. Một hộp thoại xuất hiện đề nghị chọn một file với phần mở rộng là (*.scr), chọn đến file cần vẽ trắc dọc rồi ấn “Open” (xem hình 1.20). AutoCAD sẽ tự động vẽ trắc dọc tuyến cống thật nhanh chóng.
- ✓ Chỉ định một điểm trên màn hình để cắt thước đo cao theo hướng dẫn từ dòng command line của AutoCAD.

Hầu hết các bản vẽ đều đạt yêu cầu về số liệu và các thông số thiết kế. Tuy nhiên tùy vào yêu cầu thiết kế, các bạn có thể chỉnh sửa lại bản vẽ cho phù hợp. Điều này rất dễ dàng vì mỗi thành phần của bản vẽ trắc dọc là một đối tượng AutoCAD.



Hình 1.20. Hộp thoại nạp file Hwase TD vào AutoCAD

Hình 1.21 là ví dụ bản vẽ trắc dọc sau khi nạp file Hwise TD vào AutoCAD.



Hình 1.21. Bản vẽ trắc dọc bằng Hwise và AutoCAD

1.2.3. Công cụ tính toán xử lý nước thải cần thiết

Công cụ tính toán mức độ xử lý nước thải cần thiết được xây dựng theo nguyên tắc đã được trình bày ở mục 1.2.1. Kết quả tính toán của chương trình có thể lấy làm cơ sở để lựa chọn sơ đồ dây chuyền công nghệ xử lý nước thải phù hợp.

Chương trình cho phép người dùng xác định mức độ làm sạch ứng với ba trường hợp:

- ✓ Xả nước thải sau xử lý trực tiếp ra sông.
- ✓ Xả nước thải sau xử lý trực tiếp ra hồ.
- ✓ Xả nước thải sau xử lý ra hồ một thời gian rồi tiếp tục được bơm ra sông (đây là trường hợp phổ biến đối với các đô thị của Việt Nam).

Sau khi được khởi động, chương trình tự động thiết lập một số giá trị mặc định về nguồn tiếp nhận và một số thông số cần thiết khác.

♦ Các bước tính mức độ xử lý nước thải cần thiết

- ✓ **Bước 1:** nhấn chuột chọn một trong ba nút lệnh “Xả nước thải ra Hồ và Sông”, “Xả nước thải ra Sông” và “Xả nước thải ra Hồ” ứng với trường hợp tính toán của bạn.
- ✓ **Bước 2:** trong khung “Thông số đầu vào”, nhập các số liệu tương ứng. Nếu không rõ về giá trị cần nhập của mỗi ô, các bạn di chuột đến ô đó rồi xem lời nhắc xuất hiện phía dưới.

- ✓ **Bước 3:** trong phần nhập “*Thông số nước thải*” ở phía góc phải trang tính, nhập vào đầy đủ các thông số thiết kế.
 - ✓ **Bước 4:** nhấn chọn lại nút lệnh tương ứng đã thực hiện ở bước 1. Ngay lập tức kết quả tính toán sẽ được hiển thị ở phía bên phải trang tính. Hai thông số mức độ xử lý nước thải cần thiết theo BOD₅ và cạn lơ lửng được hiển thị ở phía trên cùng của trang tính cùng lời gợi ý.
- ♦ **Một số lưu ý**
- ✓ Tùy trường hợp, nếu có thông tin cụ thể, các bạn có thể sửa những thông số mặc định theo tiêu chuẩn Việt Nam ở phía dưới trang tính.
 - ✓ Khi tính toán, nếu số liệu nhập vào không hợp lý có thể có những kết quả ra âm hoặc có những kết quả không bình thường. Trường hợp này bạn cần chọn lại các thông số thiết kế hợp lý.

Kết quả tính toán riêng đối với trường hợp xả nước thải ra Sông. Do Sông được xác định là Nguồn loại A nên BOD₅ cho phép xả ra sông là 20 (mg/l). So sánh với kết quả tính toán được, ta kết luận cần xử lý Sinh học tiếp để với các thông số như dưới đây:

$L(BOD) = 3.3747$ (mg/l) hay $E(BOD) = 98.88\%$, $SS[Cặn] = 22.5$ (mg/l) hay $E(SS) = 91\%$

Hwase2.2 Tính toán Xả nước thải ra Hồ và Sông Xả nước thải ra Sông Xả nước thải ra Hồ **Thông số nước thải**

Thông số đầu vào

Đổi với sông

Lưu lượng mưa kiệt (m³/s): Qs = 1.25

Vận tốc nước trung bình (m/s): Vib = 0.2

Chiều sâu trung bình (m): Htb = 2.5

KC công từ MX - Điểm TT (m): L = 1250

KC thông từ MX - Điểm TT (m): L0 = 1000

BOD trong nước nguồn (mg/l): Lng = 4.5

Cặn trong nước nguồn (mg/l): Cng = 22.5

Độ tăng lượng cặn cho phép (mg/l): = 0.75

Nhiệt độ hỗn hợp NT và nước sông = 20

Oxy trong nước nguồn (mg/l): Ong = 6.5

Thời hạn gây độ hụt Oxy max (ngày) = 2

Đổi với hồ

Chiều sâu của hồ (m): H =

BOD trong nước hồ (mg/l): =

Cặn trong nước hồ (mg/l): =

Độ tăng lượng cặn cho phép (mg/l): =

Thời gian lưu nước trong hồ (ngày): =

Khoảng cách tính toán (m): x =

Sông

Nguồn loại A

Lưu lượng xả ra sông: 20

(TCVN 5945-1999)

Xả gần bờ

Hồ

Lưu lượng xả ra hồ: 50

(TCVN 5945-1999)

BOD giới hạn: 25

(TCVN 5942-1999)

Kết quả

Các kết quả tính toán với sông

Hệ số xả trộn (a) 0.7168

Số lần pha loãng NT và sông (n : lần) 3

BOD tại cửa xả vào sông (mg/l) 3.3747

Cặn giới hạn được xả vào sông (mg/l) 22.5

L(BOD) theo Oxy hòa tan (mg/l) -7.5287

L(BOD) theo Oxy khuếch tán (mg/l) 18.4174

Mức độ làm sạch theo chất lơ lửng (%) 91 %

Mức độ làm sạch theo BOD (%) 98.88 %

BOD cho phép xả ra sông (mg/l) 3.3747

Các kết quả tính toán với hồ

Số lần pha loãng ban đầu (nđ) =

Số lần pha loãng cơ bản (nc) =

Cặn giới hạn được xả vào hồ (mg/l) =

BOD cho phép xả vào hồ (mg/l) =

Mức độ làm sạch theo chất lơ lửng (%) =

Mức độ làm sạch theo BOD (%) =

Các thông số mặc định

Hệ số độ tiêu thụ Oxy (ở 20 độ) 0.1 Hệ số bù nhiệt 1.047 Lưu lượng sông 4 Oxy (Sông) 6 BOD bổ sung cho hồ 2.5

Phản ứng với dòng chảy: T20 61 64 T20 64 65 T20 65 66 T20 66 67 T20 67 68 T20 68 69 T20 69 70 T20 70 71 T20 71 72 T20 72 73 T20 73 74 T20 74 75 T20 75 76 T20 76 77 T20 77 78 T20 78 79 T20 79 80 T20 80 81 T20 81 82 T20 82 83 T20 83 84 T20 84 85 T20 85 86 T20 86 87 T20 87 88 T20 88 89 T20 89 90 T20 90 91 T20 91 92 T20 92 93 T20 93 94 T20 94 95 T20 95 96 T20 96 97 T20 97 98 T20 98 99 T20 99 100

Hình 1.22. Minh họa tính mức độ XLNT cần thiết (trường hợp xả ra sông)

1.2.4. Một số tiện ích

Ngoài các công cụ chính đã được giới thiệu ở trên, chương trình cũng có hai tiện ích là “*nội suy*” và “*gọi máy tính tay*”. Đôi lúc trong khi tính toán chúng ta cần nội suy giá trị giữa các cặp số (chẳng hạn nội suy hệ số không điều hoà,...) hay tính toán bằng tay. Các công cụ này sẽ giúp các bạn thực hiện điều đó nhanh chóng.

1.3. MỘT SỐ VÍ DỤ TÍNH TOÁN BẰNG PHẦN MỀM HWASE

Ví dụ 1 (Kiểm tra thủy lực cống cũ)

Một đoạn cống thoát nước chung bằng BTCT đường kính D1000, đã được xây dựng với độ dốc $i = 0,0015$. Người ta dự định cải tạo đoạn cống này và tính toán được rằng: lưu lượng mùa khô đoạn cống phải phục vụ là 45,67 l/s còn lưu lượng mùa mưa là 1300 l/s. Hãy kiểm tra đặc điểm hoạt động của cống và đề xuất ý kiến để cải tạo đoạn cống này.

♦ Phân tích yêu cầu

Yêu cầu của vấn đề đặt ra:

- ✓ Kiểm tra đặc điểm hoạt động của tuyến cống chung: kiểm tra các thông số thủy lực, xem tình trạng nước chảy trong cống vào mùa khô có bị lắng cặn không, vào mùa mưa có quá tải không.
- ✓ Đề xuất ý kiến cải tạo (về mặt kỹ thuật): dựa vào kết quả trên để đề xuất các phương án cải tạo để đảm bảo yêu cầu thoát nước và vệ sinh.

♦ Thực hiện

- ✓ Chọn “*Tính thủy lực*” >> “*Kiểm tra thủy lực đoạn cống cũ*”, hộp thoại tính toán kiểm tra các tuyến cống cũ xuất hiện.
- ✓ Trong hộp nhập độ dốc, nhập vào 0,0015. Trong hộp nhập lưu lượng mùa khô, nhập vào 45,67. Nhấn nút “*Kiểm tra*” để hiển thị kết quả (xem hình 1.23).

H: Tính toán khả năng chuyển tải của các tuyến cống cũ

Tính toán kiểm tra yếu tố thủy lực đối với các tuyến cống cũ

Loại cống sử dụng: **Bê tông và Bê tông cốt thép** Đường kính: **1000** Độ dốc cống: **0.0015** Lưu lượng mùa khô: **45.67**

Đã tính xong!

<< **Trở về** **Kiểm tra** >>

	Lưu lượng	Vận tốc	Độ dốc	Độ đầy
Các yếu tố thủy lực tính toán được trong mùa khô	45.67 l/s	0.5713 m/s	0.0015	0.1584
Khả năng chuyển tải của cống với độ đầy tối đa	879.8863 l/s	1.1203 m/s	0.0015	1

Hình 1.23. Ví dụ kiểm tra thủy lực cống cũ

♦ Kết luận

Dựa vào kết quả tính toán ta thấy về mùa khô, vận tốc nước chảy trong cống $V = 0,5713$ m/s, nhỏ hơn nhiều so với vận tốc tránh lắng cặn theo tiêu chuẩn đối với cống D1000 là 1,15 m/s. Như vậy cống sẽ bị lắng cặn vào mùa khô. Về mùa mưa, khả năng chuyển tải của cống là 879,8863 l/s, nhỏ hơn lưu lượng cần chuyển qua là 1300 l/s, đồng thời vận tốc nước chảy trong cống khi đó là 1,203 m/s cũng vẫn chưa đảm bảo vận tốc tránh lắng cặn. Do vậy có thể cải tạo cống bằng một trong những biện pháp sau (mang tính tham khảo):

- ✓ Biện pháp đảm bảo khả năng chuyển tải của đoạn cống:
 - Giảm diện tích lưu vực thoát nước mưa mà đoạn cống phải phục vụ.
 - Tăng đường kính cống (tuy nhiên, cách này sẽ làm giảm vận tốc nước chảy trong cống vào mùa khô).
 - Tăng độ dốc đặt cống.
- ✓ Biện pháp đảm bảo vận tốc nước không quá bé trong mùa khô:
 - Tăng độ dốc đặt cống.
 - Yêu cầu các hộ dân tham gia thải nước vào đoạn cống phải xử lý cục bộ nước thải (bằng bể tự hoại,...). Khi đó vận tốc tránh lắng cặn có thể giảm đi 20%.
 - Tập trung thêm các lưu vực thoát nước thải đổ vào đoạn cống.

Như vậy, tùy từng trường hợp cụ thể của hiện trạng cần cải tạo, dựa vào kết quả tính toán bằng phần mềm Hwase, các cán bộ thiết kế có thể nhanh chóng đề xuất các phương án cải tạo tuyến cống một cách hợp lý nhất.

Ví dụ 2 (Tính thủy lực và vẽ trắc dọc cống thoát nước thải)

Tính thủy lực và vẽ trắc dọc tuyến cống thoát nước thải T1-TB của một đô thị theo số liệu cho trong bảng 1.3. Biết độ sâu chôn cống ban đầu là 1,3m.

Bảng 1.3. Số liệu để tính toán thủy lực tuyến cống T1-TB

Số TT	Đoạn cống	L(m)	Q(l/s)	Cao độ mặt đất	
				Đầu	Cuối
1	T1 - T2	260	1,971	12,10	11,90
2	T1 - T2	135	1,971	12,10	11,90
3	T3 - T4	80	4,328	12,10	11,80
4	T1 - T2	260	1,971	12,10	11,65
5	T3 - T4	215	12,777	11,65	11,50
6	T1 - T2	135	22,200	12,10	11,40
7	T1 - T2	215	26,898	12,10	11,40
8	T3 - T4	135	29,693	11,65	11,20
9	T9 - T10	215	26,890	12,10	11,20
10	T10 - T11	200	50,055	12,10	11,20
11	T11 - TB	200	65,198	12,10	11,20

♦ Tính thủy lực

- ✓ Khởi động chương trình Hwase, chọn “*Tính thủy lực*” >> “*Tuyến cống thoát nước sinh hoạt*”.
- ✓ Trong các ô nhập: “*Tên cống*”, “*L, m*”, “*Cđđ.Đ*” và “*Cđđ.C*” nhập vào các thông số như bảng 1.3; trong ô “*ĐSCC.Đ, m*” nhập độ sâu chôn cống đầu tiên bằng 1,3m.
- ✓ Lần lượt nhập lưu lượng từng đoạn cống theo bảng vào ô “*Nhập lưu lượng q (l/s)*”, chọn độ dốc theo kinh nghiệm, $i \geq 1/d$, khi đạt yêu cầu nhấn “*Nạp*”. Chấp nhận những đoạn cống đầu là đoạn cống không tính toán (vận tốc không đủ tự rửa sạch nhưng vẫn chọn $D_{\min} = 300$ để dễ thay rửa).
- ✓ Nhấn “*Tính*” ta được kết quả tính thủy lực của tuyến cống. Ta thấy tại vị trí cuối tuyến cống là 8,159. Để giảm chiều sâu chôn cống, tại vị trí T9 (chiều sâu chôn cống là 5,971) bơm lên một cột áp là 2,5m. Thực hiện điều này bằng cách nhấp đúp chuột vào giao giữa cột “*ĐSCC.Đ, m*” và dòng số 9, trong dòng Input của hộp thoại xuất hiện nhập số 3,471 >> OK.
- ✓ Lưu kết quả thành file “*Ví dụ 2*”.
- ✓ Nhấn nút lệnh in bảng tính, ta có bảng kết quả như hình 1.24.

Người lập: Nguyễn Hữu Hòa
Ngày lập: 27/09/2006

BẢNG TÍNH TOÁN THUỶ LỰC TUYẾN CÔNG T1 - TB

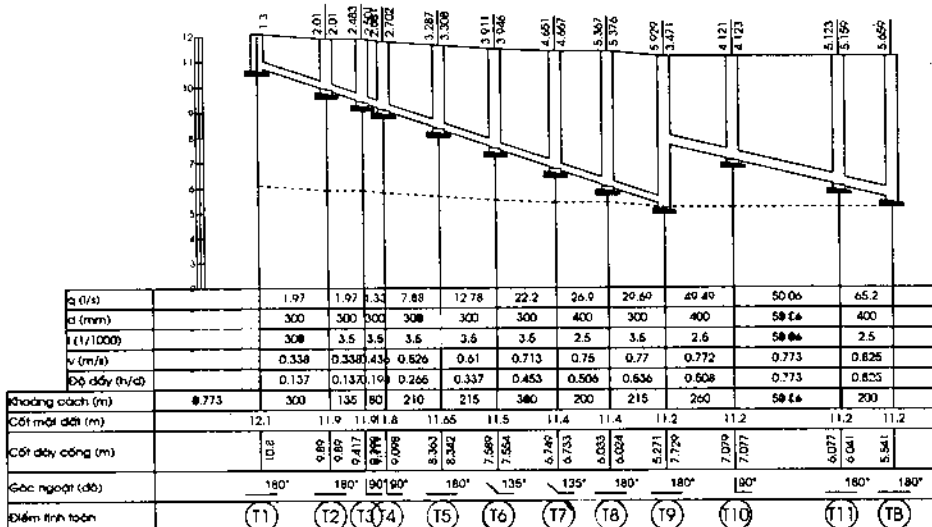
T	Tên	L	Q	D	i	V	h _L	h ₀	h	Cổt đầu đầu (m)	Cổt đầu cuối (m)	Cổt nước đầu (m)	Cổt nước cuối (m)	Cổt đáy công đầu (m)	Cổt đáy công cuối (m)	Chiều sâu công đầu (m)	Chiều sâu công cuối (m)
T		(m)	(m³/s)	(mm)		(m/s)	(m)	(m)	(m)								
1	T1-T2	266.00	1.97	300	3.5	0.338	0.510	0.137	0.041	12.10	11.90	10.841	9.931	10.800	9.890	1.300	2.010
2	T2-T3	135.00	1.97	300	3.5	0.338	0.473	0.137	0.041	11.90	11.80	9.931	9.158	9.890	9.417	2.010	2.483
3	T3-T4	80.00	4.33	300	3.5	0.436	0.280	0.198	0.059	11.90	11.80	9.458	9.178	9.399	9.119	2.501	2.681
4	T4-T5	210.00	7.80	300	3.5	0.525	0.735	0.265	0.080	11.80	11.65	9.178	8.443	9.098	8.363	2.702	3.287
5	T5-T6	215.00	12.78	300	3.5	0.610	0.793	0.337	0.101	11.65	11.50	8.443	7.690	8.242	7.589	3.308	3.911
6	T6-T7	230.00	22.20	300	3.5	0.713	0.805	0.453	0.136	11.50	11.40	7.690	6.885	7.554	6.749	3.946	4.651
7	T7-T8	200.00	26.90	300	3.5	0.750	0.700	0.506	0.152	11.40	11.40	6.885	6.185	6.733	6.033	4.667	5.367
8	T8-T9	215.00	28.69	300	3.5	0.779	0.753	0.536	0.161	11.40	11.20	6.185	5.432	6.024	5.271	5.376	5.929
9	T9-T10	260.00	49.49	400	2.5	0.772	0.630	0.508	0.203	11.20	11.20	5.432	4.681	5.271	4.519	6.752	7.471
10	T10-T11	400.00	50.06	400	2.5	0.773	1.000	0.512	0.205	11.20	11.20	4.681	3.930	4.519	3.767	7.752	8.471
11	T11-TB	200.00	65.20	400	2.5	0.825	0.500	0.402	0.241	11.20	11.20	3.930	3.179	3.767	3.015	8.471	9.190

*3.Đáy: Tuyến công có 1 độ dốc để chiều sâu chính công cụ là
T9: 2.5 m (bàn lán, gồm chiều sâu chính công)*

Hình 1.24. Kết quả tính toán thủy lực tuyến công T1 – TB

♦ Vẽ trắc dọc

- ✓ Trong màn hình tính toán chính, nhấn nút lệnh để xuất sang dạng file vẽ trắc dọc bằng AutoCAD, lưu tên file với tên "Vi dụ 2" có định dạng mặc định là (*.scr).
- ✓ Khởi động AutoCAD. Tại dòng lệnh (command line) gõ lệnh "scr", hộp thoại xuất hiện, chọn đến vị trí lưu file "Vi dụ 2.scr" và tải file này vào AutoCAD. Thực hiện theo hướng dẫn, ta có bản vẽ trắc dọc tuyến công T1-TB. Bạn có thể chỉnh sửa bản vẽ này như chỉnh sửa bản vẽ CAD thông thường, kết quả như hình 1.25.



Hình 1.25. Trắc dọc tuyến công T1-TB vẽ bằng AutoCAD

Ví dụ 3 (Tính thủy lực và vẽ trắc dọc cống thoát nước mưa)

Tính thủy lực và vẽ trắc dọc tuyến cống thoát nước mưa M1 – CX của một khu đô thị tại Hải Dương theo số liệu cho trong bảng 1.4. Biết độ sâu chôn cống ban đầu đảm bảo chiều cao bảo vệ là 0,7m.

Bảng 1.4. Số liệu để tính toán thủy lực tuyến cống M1–CX

Số TT	Đoạn cống	Chiều dài L, m	Trực tiếp	Chuyển qua	Cao độ mặt đất	
					Đầu	Cuối
1	M1-M2	360	6,06		12,60	12,30
2	M2-M3	325	6,06		12,60	12,20
3	M3-M4	325	11,94	7,02	12,60	12,00
4	M2-M3	325	2,45	7,62	12,00	11,80
5	M3-M4	450	10,15	7,62	11,80	11,70
6	M6-CX	180	11,94	36,85	11,80	11,60

♦ Tính thủy lực

- ✓ Khởi động chương trình Hwase, chọn “*Tính thủy lực*” >> “*Tuyến cống thoát nước mưa*”.
- ✓ Trong các ô nhập: “*Tên cống*”, “*L, m*”, “*Ftt, ha*”, “*Fcq, ha*” “*Cđất.Đ*” và “*Cđất.C*” đưa vào các thông số như bảng 1.4.
- ✓ Trong khung số liệu khí tượng địa phương chọn “*Hải Dương*”.
- ✓ Trong ô nhập “*Vgt, m/s*”, bắt đầu nhập vận tốc giả thiết. Giả sử nhập $V_{gt} = 1$, khi đó sẽ có kết quả như hình 1.26a. Chọn đường kính bê tông cốt thép đường kính D1100, trong hộp nhập độ dốc, nhập vào $i = 0,00172$ sẽ có kết quả như hình 1.26b.
- ✓ Nhận xét thấy rằng Q_{tt} lớn hơn Q_{gt} một chút, tuy nhiên vận tốc V_{tt} lớn hơn V_{gt} . Nhấp đúp chuột vào giá trị 1 (vừa giả thiết ở cột V_{gt}), nhập vào 1,28 ta có kết quả như hình 1.26c.
- ✓ Lại nhận xét thấy $V_{gt} = V_{tt}$, $Q_{gt} = Q_{tt}$, như vậy tiết diện cống và độ dốc chọn là hợp lý (trước đây khi phải tra bảng, người ta chấp nhận từng cặp giá trị này sai khác nhau đến 5%). Nhấn nút “*Nap*” để đưa dữ liệu thiết kế vào bảng tính.

Chú ý: Đến lúc này, khi đã có đường kính đoạn cống đầu tiên, bạn nhấp đúp ô đầu tiên của cột độ sâu chôn cống đầu tiên – "ĐSCC.D", nhập vào số 1,8 (đường kính D1100 và chiều cao bảo vệ 0,7m).

Vgt	Tc	T	q _{dv}	q _{tt}	Qgt	D, mm	V _{tt} , m/s	Q _{tt} , l/s	Vgt	Tc	T	q _{dv}	q _{tt}	Qgt
1	12	25	293		1152	1100	0.00172	1.28	1213	1.28	9.4	22.4	305	1213

(a)

(b)

(c)

Vgt	Tc	T	q _{dv}	q _{tt}	Qgt	D	V _{tt}	Q _{tt}	
1.28	9.4	22.4	305		1213	1100	0.00172	1.28	1213

(d)

Hình 1.26. Ví dụ các bước tính thủy lực cống thoát nước mưa

Cứ tiếp tục tiến hành các bước như vậy ta có bảng tính toán thủy lực tuyến cống thoát nước mưa như hình 1.27.

Trong trường hợp cần chỉnh sửa lại đoạn cống nào đó, các bạn có thể nhấp lại chính xác tên đoạn cống đó trong vùng nhập tên đoạn cống của bảng tính, tất cả các thông số của đoạn cống sẽ hiển thị phía dưới bảng tính, các bạn có thể tính toán và sửa lại các giá trị này.

Khi muốn chỉnh sửa chiều dài đoạn cống, diện tích phục vụ của đoạn cống, vận tốc giả thiết, cốt mặt đất hay độ sâu chôn cống ở bất kỳ ô nào trong bảng tính, các bạn nhấp đúp lên ô đó và thực hiện theo hộp thoại hướng dẫn.

Để cắt đi các dòng thừa, nhấn trái chuột vào trang bảng tính rồi nhập vị trí dòng muốn cắt đi vào hộp thoại Input.

Người lập: Nguyễn Hữu Hòa
Ngày lập: 17/01/2016

BẢNG TÍNH TOÁN THỦY LỰC TUYẾN CỐNG M1 - CX

T	Tên	L	Q	D	i	V	h _l	V	Q	Cốt đất	Cốt đất	Cốt nước	Cốt nước	Cốt đáy	Cốt đáy	Chiều sâu	Chiều sâu
		(m)	(m³/s)	(mm)	(‰)	(m/s)	(m)	(m³/s)	(m³/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	M1-M2	350.00	1213	1100	1.72	1.28	9.619	1.28	1213	12.30	12.30	11.900	11.261	10.900	10.181	1.900	2.119
2	M2-M3	325.00	1585	1200	1.85	1.4	9.801	1.4	1585	12.30	12.20	11.241	11.680	10.981	9.460	2.219	2.720
3	M3-M4	225.00	4530	1800	1.76	1.78	9.405	1.76	4526	12.20	12.00	10.680	11.175	9.860	8.475	2.320	3.525
4	M4-M5	280.00	5567	2000	1.52	1.77	9.426	1.77	5560	12.00	11.80	10.275	9.849	8.275	7.849	3.725	1.951
5	M5-M6	450.00	7658	2250	1.54	1.93	9.693	1.94	7640	11.80	11.70	9.849	9.156	7.599	6.906	4.201	4.794
6	M6-CX	180.00	1213	1100	1.48	2.13	9.266	2.15	12197	11.70	11.60	9.156	8.890	8.456	6.190	5.244	5.410

Hình 1.27. Kết quả tính toán thủy lực tuyến cống M1 – CX

♦ Vẽ trắc dọc tuyến cống

Để vẽ trắc dọc tuyến cống M1 – CX, các bạn thực hiện các bước như vẽ trắc dọc tuyến cống thoát nước thải trong ví dụ 2.

Ví dụ 4 (Tính toán mức độ xử lý nước thải cần thiết)

Tính toán xác định mức độ xử lý nước thải cần thiết của trạm xử lý nước thải tập trung cho một đô thị. Biết rằng nước thải sau xử lý được xả (gần bờ) ra nguồn có các số liệu như sau:

Số liệu về nước thải sinh hoạt		
TT	Các thông số	Giá trị
1	Lưu lượng NT	0,4 m ³ /s
2	Nhiệt độ TB năm của không khí	24 °C
3	Lượng cặn trong hỗn hợp NT	401 mg/l
4	Lượng BOD trong hỗn hợp NT	288 mg/l

Số liệu về đặc điểm nguồn nước			
TT	Đặc điểm	Tên nguồn	
		Sông	Hồ
1	Nguồn loại	A	
2	Lưu lượng nhỏ nhất ở thời điểm tính toán, m ³ /s	3,0	
3	Vận tốc trung bình của dòng chảy, m/s	0,35	
4	Chiều sâu trung bình của nguồn nước, m	3,0	
5	Khoảng cách từ cống xả tới điểm tính toán		
	+ Theo lạch sông, m	1800	
	+ Theo đường thẳng, m	1600	
6	Nhiệt độ trung bình của nguồn nước về mùa hè, °C	24	
7	Hàm lượng cặn lơ lửng trong nước nguồn về mùa hè, mg/l	2,1	
8	Nguồn loại	3,0	
9	Lượng ôxy hoà tan, mg/l	3,0	

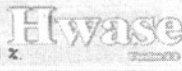
• Tính toán

- ✓ Khởi động chương trình Hwase, chọn “Xử lý nước thải” → “Tính mức độ xử lý cần thiết”.
- ✓ Nhấn chuột vào nút “Xả nước thải ra Sông”, sau đó nhập số liệu như yêu cầu đã cho vào bảng tính. Tiếp theo nhấn lại nút “Xả nước thải ra Sông” ta có kết quả như hình 1.28.



Kết quả tính toán riêng đối với trường hợp xả nước thải ra Sông: Dữ liệu được xác định là Nguồn loại A nên BOD cho phép xả ra sông là 20 (mg/l). So sánh với kết quả tính toán được, ta kết luận cần xử lý Sinh học hoàn toàn với các thông số như dưới đây:

$L(BOD) = 11.9744$ (mg/l) hay $E(BOD) = 95.84\%$. $SS(Cặn) = 20$ (mg/l) hay $E(SS) = 95.01\%$.



Htwase 2.2 | [Tính toán]

Xả nước thải ra Hồ và Sông

Xả nước thải ra Sông

Xả nước thải ra Hồ

Thông số nước thải

Thông số đầu vào

Đối với sông

Lưu lượng mùa kiệt (m³/s): $Q_k = 3$

Vận tốc nước trung bình (m/s): $V_{tb} = 0.35$

Chiều sâu trung bình (m): $H_{tb} = 2.2$

KC cong từ MX - Điểm TT (m): $L = 1900$

KC thẳng từ MX - Điểm TT (m): $L_0 = 1900$

BOD trong nước nguồn (mg/l): $L_{ng} = 2.5$

Cặn trong nước nguồn (mg/l): $C_{ng} = 20$

Độ tăng lượng cặn cho phép (mg/l): $= 0.75$

Nhiệt độ hỗn hợp NT và nước sông: $= 25$

Oxy trong nước nguồn (mg/l): $O_{ng} = 5.7$

t tối hạn gây độ hụt Oxy max (ngày): $= 2$

Đối với hồ

Chiều sâu của hồ (m): $H =$

BOD trong nước hồ (mg/l): $=$

Cặn trong nước hồ (mg/l): $=$

Độ tăng lượng cặn cho phép (mg/l): $=$

Thời gian lưu nước trong hồ (ngày): $=$

Khoảng cách tính toán (m): $x =$

Sông

Nguồn loại A

Lcf xả ra sông: 20

(TCVN 5945-1995)

Xả gần bờ

Hồ

Nguồn loại B

Lcf xả ra hồ: 50

(TCVN 5945-1995)

BOD giới hạn: 25

(TCVN 5942-1995)

Xả trung tâm

Xả gần bờ

Kết quả

Các kết quả tính toán với sông

Hệ số xáo trộn (a): 0.6715

Số lần pha loãng NT và sông (n - lần): 6

BOD tại cửa xả vào sông (mg/l): 11.9744

Cặn giới hạn được xả vào sông (mg/l): 20

L(BOD) theo Oxy hoà tan (mg/l): -11.926

L(BOD) theo Oxy khuếch tán (mg/l): 18.5095

Mức độ làm sạch theo chất lơ lửng (%): 95.01%

Mức độ làm sạch theo BOD (%): 95.84%

BOD cho phép xả ra sông (mg/l): 11.9744

Các kết quả tính toán với hồ

Số lần pha loãng ban đầu (nđ):

Số lần pha loãng cơ bản (nc):

Cặn giới hạn được xả vào hồ (mg/l):

BOD cho phép xả vào hồ (mg/l):

Mức độ làm sạch theo chất lơ lửng (%):

Mức độ làm sạch theo BOD (%):

Các thông số mặc định:

Hệ số độ tiêu thụ Oxy (ở 20 độ): 0.1 | Hệ số bù nhiệt: 1.047 | Lcf của sông: 4 | Oxy (Sông): 6 | BOD bổ sung cho hồ: 2.5 | < Thoát

(Phân hệ này được tính toán theo các tiêu chuẩn: TCVN 5945-1995, TCVN 5942-1995, TCVN 5943-1995)

Hình 1.28. Kết quả ví dụ tính toán mức độ xử lý nước thải cần thiết



PHẦN MỀM THIẾT KẾ VÀ QUẢN LÝ
MẠNG LƯỚI CẤP NƯỚC ĐÔ THỊ
ENPAPNET 2.0

2

**PHẦN MỀM THIẾT KẾ VÀ QUẢN LÝ
MẠNG LƯỚI CẤP NƯỚC ĐÔ THỊ
ENPANET 2.0**

2.1. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1.1. EPANET là gì?

EPANET là một chương trình máy tính được phát triển bởi Khoa Cấp nước và Nguồn nước thuộc Tổ chức Bảo vệ Môi trường của Mỹ (US EPA) nhằm thực hiện các mô phỏng tính chất thủy lực và chất lượng nước theo thời gian kéo dài trong mạng lưới đường ống có áp. Một mạng lưới đường ống bao gồm: các đoạn ống, điểm nối các ống, bơm, van, đài nước và bể chứa. Chương trình EPANET theo dõi lưu lượng trong mỗi đoạn ống, áp suất tại mỗi nút, chiều sâu nước trong mỗi đài nước và chất lượng nước trong toàn mạng lưới trong quá trình mô phỏng theo thời gian. Ngoài ra tuổi của nước và theo vết nguồn nước cũng có thể được mô phỏng.

Chương trình EPANET được thiết kế như là một công cụ nghiên cứu nhằm cải thiện sự hiểu biết của chúng ta về chuyển động và sự biến đổi của các thành phần trong nước sinh hoạt trong các mạng lưới phân phối nước. Mô đun chất lượng nước của chương trình EPANET được trang bị để mô hình hóa các hiện tượng như phản ứng trong dòng chảy, phản ứng ở thành ống và trao đổi chất giữa dòng chảy và thành ống.

Chương trình EPANET có thể có nhiều ứng dụng khác nhau trong phân tích hệ thống cung cấp nước. Lên chương trình lấy mẫu, hiệu chỉnh mô hình thủy lực, phân tích hàm lượng clo dư thừa và đánh giá sự tiêu thụ nước (của mạng lưới hiện hữu) là một số ví dụ. Chương trình EPANET có thể giúp đánh giá các chiến lược quản lý khác nhau nhằm cải thiện chất lượng nước trên toàn hệ thống. Các chiến lược này bao gồm:

- ♦ Thay đổi việc sử dụng nguồn trong hệ thống bao gồm nhiều nguồn nước.
- ♦ Thay đổi chế độ bơm và làm đầy hay xả cạn đài nước.
- ♦ Sử dụng xử lý vệ tinh, chẳng hạn tái clo hóa tại các đài nước.
- ♦ Làm sạch và thay thế ống được chỉ định.

Hoạt động trên nền Windows, EPANET cung cấp một môi trường tích hợp bao gồm biên tập các thông tin đầu vào của mạng lưới, chạy các quá trình mô phỏng thủy lực, mô phỏng sự biến đổi chất lượng nước và đưa ra kết quả ở nhiều định dạng khác nhau. Chương trình EPANET có thể cho xem kết quả mô phỏng ở dạng các bản đồ mã hóa bằng màu của

mạng lưới, các đồ thị biểu diễn sự thay đổi theo thời gian của các thông số và các bảng biểu.

2.1.2. Chức năng của EPANET

EPANET có khả năng lập các mô hình tính toán thủy lực và lập mô hình chất lượng nước.

- ✓ EPANET được trang bị một bộ máy phân tích thủy lực tối tân có các khả năng sau:
 - Không đặt giới hạn cho kích cỡ của mạng lưới có thể được phân tích;
 - Tính toán tổn thất cột áp do ma sát sử dụng các công thức Hazen – Williams, Darcy – Weisbach, hay Chezy – Manning;
 - Bao gồm những thất thoát cột áp cục bộ đối với các điểm uốn ống, nối ống,...;
 - Mô phỏng các máy bơm có tốc độ không đổi hay thay đổi;
 - Tính toán năng lượng và chi phí bơm;
 - Mô phỏng nhiều loại van khác nhau bao gồm các van đóng, van một chiều, van điều chỉnh áp lực và van kiểm soát lưu lượng (các loại van được mô phỏng trong EPANET bao gồm: PSV – van duy trì áp lực; PRV – van giảm áp; PBV – van cất áp; CV – van một chiều; FCV – van khống chế lưu lượng; TCV – van tiết lưu; GPV – van đa năng);
 - Cho phép các đài chứa nước có bất cứ hình dạng nào (có nghĩa là đường kính có thể thay đổi theo độ cao);
 - Xem xét nhiều loại nhu cầu tại các nút, với kiểu thay đổi thời gian khác nhau;
 - Mô phỏng các lưu lượng phụ thuộc vào áp lực tại các điểm lấy nước (các đài phun tưới);
 - Có thể làm cho hệ thống vận hành dựa trên việc kiểm soát mức nước trong đài nước hay thiết bị đếm thời gian đơn giản hay việc kiểm soát theo các quy tắc phức tạp.
- ✓ EPANET cung cấp những khả năng lập mô hình chất lượng nước như sau:
 - Lập mô hình chuyển động của chất chỉ thị không phản ứng thông qua mạng lưới theo thời gian;
 - Lập mô hình chuyển động và số phận của một chất phản ứng khi nó tăng lên (ví dụ một sản phẩm phụ khử trùng) hay giảm đi (ví dụ lượng Clo dư) theo thời gian;

- Lập mô hình tuổi của nước trên toàn bộ mạng lưới;
 - Theo dõi tỷ lệ phần trăm của lưu lượng từ một nút đã cho đến được tất cả các nút khác theo thời gian;
 - Lập mô hình các phản ứng trong cả dòng chảy khối và tại thành ống;
 - Sử dụng động học bậc n để lập mô hình các phản ứng trong dòng chảy khối;
 - Sử dụng động học bậc 0 (zero) hay bậc một để lập mô hình phản ứng tại thành ống;
 - Tính đến những giới hạn chuyển đổi khối lượng khi lập mô hình các phản ứng tại thành ống;
 - Cho phép phản ứng phát triển hay suy giảm tiếp diễn tới nồng độ hạn chế;
 - Sử dụng hệ số tốc độ phản ứng chung và có thể thay đổi từ đoạn ống này sang đoạn khác;
 - Cho phép nồng độ thay đổi theo thời gian hay đưa thêm khối lượng vào tại bất cứ điểm nào trên mạng lưới;
 - Cho phép các hệ số tốc độ phản ứng tại thành ống phụ thuộc vào độ nhám của ống;
 - Mô hình hóa các đài nước như là các bể phản ứng dòng chảy pha trộn hoàn toàn, bể phản ứng dòng chảy đẩy, hay bể phản ứng hai ngăn.
- ✓ Bằng cách sử dụng các đặc điểm đó, EPANET có thể nghiên cứu những hiện tượng chất lượng nước như:
- Pha trộn từ các nguồn khác nhau;
 - Thời gian lưu nước trên toàn bộ hệ thống;
 - Sự thất thoát của clo dư;
 - Sự phát triển của các sản phẩm phụ trong quá trình khử trùng;
 - Theo dõi sự lan truyền chất ô nhiễm.

2.1.3. Cơ sở lý thuyết của EPANET

Phương pháp được sử dụng trong EPANET để giải các phương trình mô tả trạng thái thủy lực của mạng lưới tại một thời điểm có thể được gọi là phương pháp kết hợp nút-vòng. Có nhiều thuật toán được phát triển để giải các phương trình, thuật toán của Todini (Todini và Pilati, 1987) được sử dụng trong phần mềm EPANET.

Giả sử có một mạng đường ống với N nút và NF điểm cấp nước vào mạng (các bể chứa), chúng ta có thể lập được hai nhóm phương trình như

dưới đây. Nhóm thứ nhất biểu diễn quan hệ giữa lưu lượng và tổn thất áp lực trong đoạn ống giữa hai điểm i và j :

$$H_i - H_j = h_{ij} = rQ_{ij}h + mQ_{ij}^2 ; \quad (2.1)$$

trong đó: H – cột áp tại nút;
 h – tổn thất áp lực;
 r – hệ số sức kháng;
 Q – lưu lượng trong đoạn ống;
 m – hệ số sức kháng cục bộ.

Giá trị của hệ số sức kháng sẽ phụ thuộc vào việc công thức tính tổn thất thủy lực nào được sử dụng. Đối với các bơm, tổn thất thủy lực có thể được biểu diễn ở dạng sau:

$$h_{ij} = -\omega^2 \left[h_0 - r(Q_{ij} / \omega)^n \right] ;$$

trong đó: h_0 – cột áp của bơm khi van trên ống đầy đóng hoàn toàn;
 ω – vận tốc tương đối;
 r và n – các hệ số của đường đặc tính của bơm.

Nhóm phương trình thứ hai biểu diễn tính liên tục của dòng chảy tại tất cả các nút:

$$\sum_i Q_{ij} - D_i = 0 ; \quad i = 1, \dots, N. \quad (2.2)$$

trong đó: D_i – lưu lượng tiêu thụ tại nút i , để thuận tiện, quy định rằng lưu lượng đi tới nút sẽ mang dấu dương.

Khi đã biết cột áp tại các điểm cấp nước vào mạng, ta sẽ tìm cột áp tại các nút H_i và lưu lượng trên các đoạn ống Q_{ij} thỏa mãn các phương trình (2.1) và (2.2).

Việc giải hệ phương trình trên được bắt đầu bằng phân chia sơ bộ lưu lượng cho từng ống, các giá trị có thể không nhất thiết phải thỏa mãn tính liên tục của dòng chảy. Ở mỗi lần điều chỉnh, cột áp tại các nút được tính lại thông qua phương trình ma trận sau:

$$AH = F ; \quad (2.3)$$

trong đó: A – một ma trận Jacob ($N \times N$);
 H – một vectơ ($N \times 1$) của các cột áp đang cần tìm;
 F – một vectơ ($N \times 1$) của các số hạng vế phải.

Các số hạng trên đường chéo của ma trận Jacob là:

$$A_{ij} = \sum_i P_{ij} ; \quad (2.4)$$

Trong khi đó, các số hạng khác “0” không nằm trên đường chéo của ma trận Jacob là:

$$A_{ij} = -p_{ij} ; \quad (2.5)$$

trong đó: p_{ij} – nghịch đảo của đạo hàm theo lưu lượng của tổn thất áp lực trên đoạn nối giữa hai nút i và j .

Đối với các đường ống:

$$p_{ij} = \frac{1}{nr|Q_{ij}|^{n-1} + 2m|Q_{ij}|} ; \quad (2.6)$$

Đối với bơm:

$$p_{ij} = \frac{1}{n\omega^2 r(Q_{ij}/\omega)^{n-1}} ; \quad (2.7)$$

Mỗi một số hạng bên vế phải bao gồm độ lệch lưu lượng tại nút và yếu tố điều chỉnh lưu lượng:

$$F_i = \left(\sum_j Q_{ij} - D_i \right) + \sum_j y_{ij} + \sum_j p_{ij} H_f ; \quad (2.8)$$

Trong đó, số hạng cuối cùng áp dụng cho bất cứ đoạn ống nào nối nút i với một điểm cấp nước vào mạng f và yếu tố điều chỉnh lưu lượng y_{ij} là:

$$y_{ij} = p_{ij} \left(r|Q_{ij}|^n + m|Q_{ij}|^2 \right) \text{sgn}(Q_{ij}) \text{ đối với các ống}; \quad (2.9)$$

và:

$$y_{ij} = -p\omega^2 \left[(h_0 - r(Q_{ij}/\omega)^n) \right] \text{ đối với các bơm}; \quad (2.10)$$

trong đó: $\text{sgn}(x)$ – hàm dấu của x , $\text{sgn}(x) = 1$ khi $x > 0$ và $\text{sgn}(x) = -1$ khi $x \leq 0$.
(Q_{ij} luôn luôn có dấu dương đối với các bơm).

Sau khi tìm được cột áp bằng cách giải phương trình (2.3), lưu lượng được điều chỉnh theo công thức sau:

$$Q_{ij} = Q_{ij} - [y_{ij} - p_{ij}(H_i - H_j)] ; \quad (2.11)$$

Nếu tỷ lệ giữa tổng giá trị tuyệt đối của các thay đổi lưu lượng so với tổng các lưu lượng trong tất cả các đoạn nối lớn hơn một khoảng dung sai nào đó (thí dụ 0,001), thì các phương trình (2.3) và (2.4) lại được giải tiếp. Công thức điều chỉnh lưu lượng (2.4) luôn luôn đảm bảo tính liên tục của dòng chảy tại mỗi nút sau lần điều chỉnh đầu tiên.

EPANET thực hiện phương pháp này thông qua các bước sau:

B1. Hệ phương trình các tuyến tính (2.3) được giải nhờ phương pháp ma trận không gian dựa trên việc sắp xếp lại các nút (George and Liu, 1981). Sau khi sắp xếp lại các nút để giảm tới mức tối thiểu phần điền vào ma trận A, một thừa số chung sẽ được đưa ra, nhờ đó, chỉ các phần tử khác 0 của A mới cần thiết được lưu lại và xử lý trong bộ nhớ. Đối với quá trình mô phỏng mở rộng, việc sắp xếp lại và tìm thừa số chung chỉ được thực hiện một lần ngay khi bắt đầu tính toán.

B2. Trong lần điều chỉnh đầu tiên, lưu lượng trong một ống được chọn tương ứng với tốc độ dòng chảy 1 ft/s (0,3048 m/s), trong khi đó, lưu lượng qua bơm được chọn tương ứng với lưu lượng của bơm (toàn bộ việc tính toán được thực hiện với đơn vị cột áp là ft – bộ, và lưu lượng là cfs – bộ khối/giây).

B3. Hệ số sức kháng cho một đoạn ống r được tính như trong bảng 2.1. Trong phương trình Darcy-Weisbach, hệ số nhám f được tính toán theo các công thức khác nhau phụ thuộc vào số Reynolds (Re):

Công thức Hagen – Poiseuille khi $Re < 2000$:

$$f = \frac{64}{Re} ; \quad (2.12)$$

Công thức tính toán gần đúng dựa trên phương trình Colebrook – White khi $Re > 4000$:

$$f = \frac{0,25}{\left[\ln \left(\frac{\varepsilon}{3,7d} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^2} ; \quad (2.13)$$

Công thức nội suy lập phương từ biểu đồ Moody khi $2000 < Re < 4000$:

$$f = \{X1 + R[X2 + R(X3 + X4)]\} ; \quad (2.14a)$$

$$R = \frac{Re}{2000} ; \quad (2.14b)$$

$$X1 = 7FA - FB ; \quad (2.14c)$$

$$X2 = 0,128 - 17FA + 2,5FB ; \quad (2.14d)$$

$$X3 = -0,128 + 13FA - 2FB ; \quad (2.14e)$$

$$X4 = R(0,032 - 3FA + 0,5FB) ; \quad (2.14f)$$

$$FA = (Y3)^2 ; \quad (2.14g)$$

$$FB = FA \left(2 - \frac{0,00514215}{(Y2)(Y3)} \right) ; \quad (2.14h)$$

$$Y2 = \frac{\varepsilon}{3,7d} + \frac{5,74}{\text{Re}^{0,9}} ; \quad (2.14i)$$

$$Y3 = -0,86859 \text{Ln} \left(\frac{\varepsilon}{3,7d} + \frac{5,74}{4000^{0,9}} \right) ; \quad (2.14k)$$

Trong đó: ε – độ nhám của đường ống;

d – đường kính của ống.

B4. Hệ số tổn thất áp lực cục bộ tính theo cột áp động (K) được chuyển đổi thành hệ số tính theo lưu lượng (m) theo công thức:

$$m = \frac{0,02517K}{d^4} ; \quad (2.15)$$

B5. Các điểm dùng nước có lưu lượng phụ thuộc áp lực tại các nút được mô phỏng như một đoạn ống ảo nối giữa nút và một bể chứa ảo. Các thông số tổn thất áp lực của ống là: $n = (1/g)$, $r = (1/C)^n$, và $m = 0$, trong đó C là hệ số hệ số dòng chảy của lưu lượng lấy ra và g là hệ số mũ áp suất của C . Cột áp tại bể chứa ảo chính là cao độ của nút. Lưu lượng tính toán của đoạn ống ảo sẽ là lưu lượng nước lấy ra tại nút.

B6. Các van mở được ấn định một giá trị r với việc cho rằng van mở hoạt động như một đoạn ống trơn, có $f = 0,02$ và có chiều dài bằng hai lần đường kính của van. Các đoạn ống bị đóng được coi như tuân theo quan hệ tuyến tính của tổn thất áp lực vào lưu lượng và có sức kháng lớn, có nghĩa là: $h = 10^8 Q$, như vậy $p = 10^{-8}$ và $y = Q$. Đối với các đoạn ống có quan hệ $(r+m)Q < 10^{-7}$, $p = 10^{-7}$ và $y = Q/n$.

B7. Việc kiểm tra các bơm, van một chiều, van điều chỉnh lưu lượng và các ống nối với các bể đầy/cạn được thực hiện sau mỗi một lần điều chỉnh, cho tới lần điều chỉnh thứ 10. Sau đó, việc kiểm tra trạng thái chỉ

được thực hiện sau khi sự hội tụ đã đạt được. Việc kiểm tra các van điều chỉnh áp lực (PSV và PRV) được thực hiện sau mỗi lần điều chỉnh.

B8. Trong quá trình kiểm tra trạng thái, các bơm sẽ bị đóng nếu áp lực lớn hơn áp lực khi van trên ống dây đóng hoàn toàn (để ngăn chặn dòng chảy ngược qua bơm). Tương tự như vậy, các van một chiều (CV) sẽ đóng nếu tổn thất áp lực qua chúng có giá trị âm (xem thêm phần dưới). Khi các điều kiện trên không xảy ra, các đường ống được mở lại. Việc kiểm tra tương tự cũng được thực hiện đối với các đường nối với các bể chứa đầy/cạn. Các đường nối đó sẽ đóng nếu sự chênh lệch áp lực trên các đường nối đó làm cho các bể đã cạn bị tháo nước tiếp hay các bể đã đầy được tiếp thêm nước. Các đường nối đó được mở lại trong lần kiểm tra kế tiếp nếu các điều kiện trên không còn nữa.

B9. Việc kiểm tra đơn giản điều kiện $h < 0$ để xác định xem trạng thái của một van một chiều (CV) là đóng hay mở có thể dẫn đến việc trạng thái của van sẽ “nhảy” liên tục trong một số mạng do sự hạn chế về độ chính xác trong tính toán. Quy trình sau đây được đặt ra để đảm bảo cho việc kiểm tra trạng thái của các van một chiều (CV) được tốt hơn:

nếu $ h > H_{tol}$	thì	
nếu $h < -H_{tol}$	thì	trạng thái = Đóng
nếu $Q < -Q_{tol}$	thì	trạng thái = Đóng
không	thì	trạng thái = Mở
không	thì	
nếu $Q < -Q_{tol}$	thì	trạng thái = Đóng
không	thì	trạng thái = Không thay đổi

trong đó: $H_{tol} = 0.0005$ ft và $Q_{tol} = 0.001$ cfs.

B10. Nếu việc kiểm tra trạng thái tắt một bơm đang hoạt động, hay đóng một đường ống hoặc van một chiều, lưu lượng qua chúng sẽ được đặt giá trị bằng 10^{-6} cfs. Nếu một bơm được bật lại, lưu lượng của nó sẽ được tính toán nhờ đường đặc tính – lưu lượng được suy ra từ cột áp hiện tại của bơm. Nếu một ống hoặc một van một chiều được mở lại, lưu lượng qua nó sẽ được xác định nhờ phương trình (2.1) với tổn thất áp lực hiện có, bỏ qua các tổn thất cục bộ.

B11. Các hệ số ma trận cho van cắt áp (PBV) được đặt như sau: $p = 10^8$ và $y = 10^8 H_{set}$, trong đó, H_{set} là độ giảm áp đặt được cài đặt của van (tính bằng ft). Van điều chỉnh lưu lượng (TCV) được coi như các ống với

r như được trình bày trong mục **B6** và m được chọn lấy như giá trị quy đổi từ cài đặt của van (xem mục **B4**).

B12. Các hệ số ma trận cho các van giảm áp, duy trì áp lực và van không chế lưu lượng (PRV, PSV và FCV) được tính toán sau khi các đoạn nối khác đã được tính toán. Việc kiểm tra trạng thái của các PRV và PSV được thực hiện như đã trình bày trong mục **B7**. Các van này có thể đóng hay mở hoàn toàn, hoặc hoạt động tại các giá trị áp lực hay lưu lượng đã cài đặt.

B13. Phép kiểm tra đối với một PRV được thực hiện như sau:

Nếu trạng thái hiện tại = Hoạt động	thì	
nếu $Q < -Q_{tol}$	thì	trạng thái mới = Đóng
nếu $H_i < H_{set} + H_{ml} - H_{tol}$	thì	trạng thái mới = Mở
không	thì	trạng thái mới = Hoạt động
Nếu trạng thái hiện tại = Mở	thì	
nếu $Q < -Q_{tol}$	thì	trạng thái mới = Đóng
nếu $H_i > H_{set} + H_{ml} - H_{tol}$	thì	trạng thái mới = Hoạt động
không	thì	trạng thái mới = Mở
Nếu trạng thái hiện tại = Đóng	thì	
nếu $H_i > H_j + H_{tol}$		
và $H_i < H_{set} - H_{tol}$	thì	trạng thái mới = Mở
nếu $H_i > H_j + H_{tol}$		
và $H_j < H_{set} - H_{tol}$	thì	trạng thái mới = Hoạt động
không	thì	trạng thái mới = Đóng

trong đó Q là lưu lượng hiện tại qua van, H_i là áp lực trước van, H_j là áp lực sau van, H_{set} là áp lực được cài đặt, H_{ml} là tổn thất cục bộ khi van mở ($= mQ^2$), H_{tol} và Q_{tol} là các giá trị giống như được sử dụng cho các van một chiều trong mục **B9**. Một phép kiểm tra tương tự cũng được sử dụng cho các PSV, trừ việc khi kiểm tra H_{set} , các chỉ số i và j được đổi chỗ giống như các toán tử lớn hơn ($>$) và nhỏ hơn ($<$).

B14. Dòng chảy qua một PRV đang hoạt động được duy trì để đảm bảo tính liên tục tại nút sau van trong khi dòng chảy qua một PSV được duy

trì để đảm bảo điều tương tự ở nút trước van. Đối với một PRV đang hoạt động giữa hai nút i và j :

$$p_{ij} = 0 ; \quad (2.16a)$$

$$F_j = F_j + 10^8 H_{set} ; \quad (2.16b)$$

$$A_{ji} = A_{ji} + 10^8 ; \quad (2.16c)$$

Điều đó đảm bảo cho áp lực tại nút sau van ở mức cài đặt H_{set} . Việc đặt các hệ số cho một van PSV đang hoạt động cũng được thực hiện tương tự, trừ việc chỉ số cho F và A là i tương ứng với nút trước van. Các hệ số cho các van PRV và PSV mở/đóng được đặt như cho các ống.

B15. Đối với một FCV giữa nút i và j đang hoạt động với lưu lượng cài đặt Q_{set} , Q_{set} được cộng thêm vào lưu lượng ra khỏi nút i và tới nút j , và được trừ đi từ F_i và cộng thêm vào F_j . Nếu áp lực tại nút i nhỏ hơn tại nút j , thì van sẽ được coi như một đoạn ống đang mở.

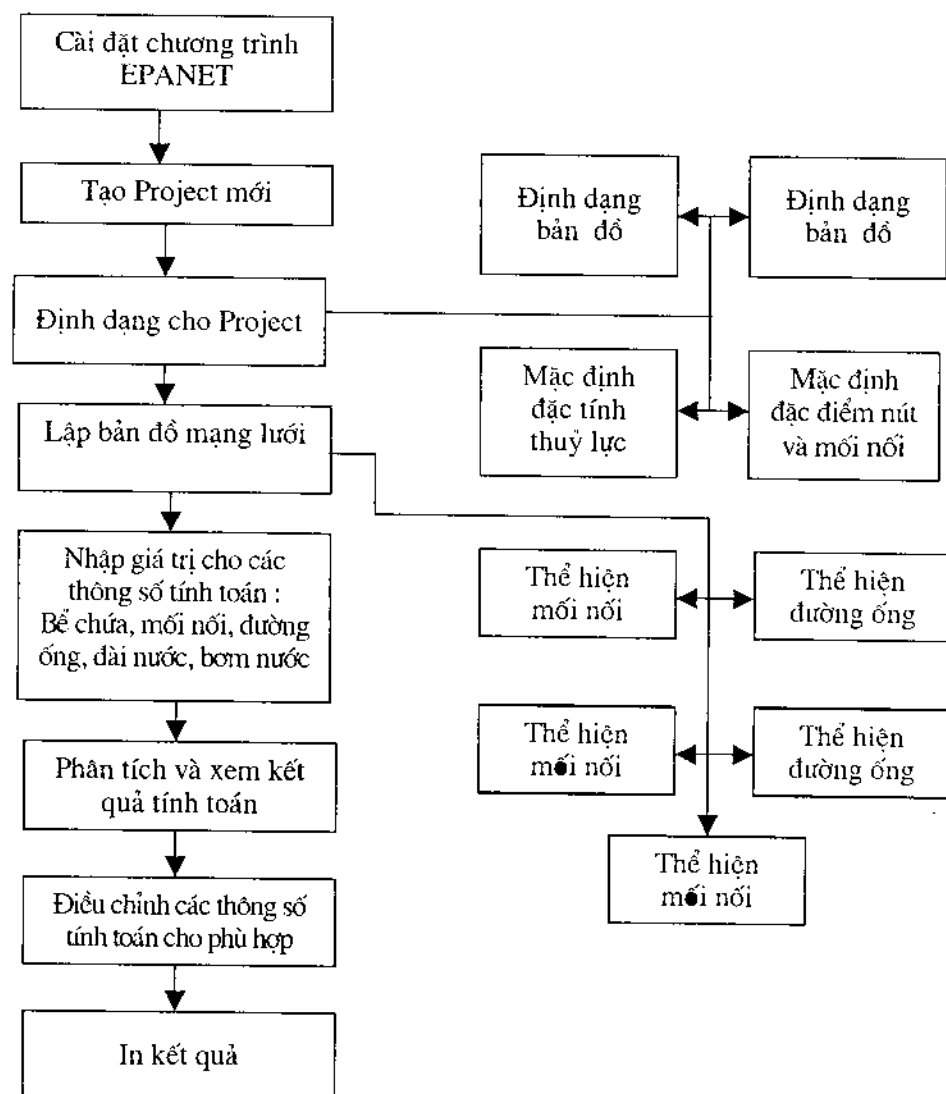
B16. Khi quá trình điều chỉnh kết thúc (hoàn thành điều chỉnh lưu lượng cộng với không có thay đổi trạng thái của các van PRV và PSV), việc kiểm tra trạng thái của các bơm, van CV van FCV và các đường nối tới các bể chứa cũng được thực hiện. Trạng thái của các đường nối vốn được kiểm tra bằng các công tắc áp lực (thí dụ một bơm được kiểm tra bằng áp lực tại điểm nối) cũng được kiểm tra. Nếu có bất cứ thay đổi trạng thái nào xuất hiện, việc điều chỉnh phải được thực hiện thêm ít nhất hai lần nữa. Trong trường hợp ngược lại, việc điều chỉnh đã hoàn tất.

B17. Trong quá trình mô phỏng theo thời gian, quy trình sau đây được thực hiện:

- ✓ Sau khi đã tìm được lời giải cho thời gian hiện tại, quãng thời gian cho lời giải tiếp theo là giá trị tối thiểu của:
 - Quãng thời gian cho đến khi bắt đầu có sự thay đổi trong việc sử dụng nước;
 - Khoảng thời gian ngắn nhất để làm đầy/cạn một bể chứa;
 - Khoảng thời gian ngắn nhất cho tới khi mực nước trong một bể chứa đạt tới mức làm thay đổi trạng thái trong một đường nối nào đó (thí dụ mở hay ngắt một bơm) như được quy định trong một bộ kiểm tra đơn giản;
 - Thời gian tiếp theo đến khi một bộ điều khiển đếm thời gian đơn giản trên một đường nối hoạt động;
 - Thời gian tiếp theo đến khi việc điều khiển theo quy tắc làm thay đổi trạng thái tại một điểm nào đó trong mạng lưới.

- ✓ Trong khi tính toán thời gian dựa trên mực nước trong các bể chứa, mực nước được coi như biến đổi tuyến tính theo lưu lượng hiện tại. Thời gian kích hoạt của các bộ điều khiển dựa trên quy tắc được tính như sau:
 - Bắt đầu tại thời điểm hiện tại, các quy tắc được đánh giá theo bước thời gian luật. Giá trị mặc định của bước thời gian luật là 1/10 bước thời gian thủy lực (thí dụ nếu các thông số thủy lực được cập nhật 1 lần/1h, thì các quy tắc được đánh giá 1 lần/6 phút);
 - Thông qua bước thời gian quy tắc đó, thời gian đồng hồ được cập nhật, cũng như mực nước trong các bể chứa (dựa trên lưu lượng trong các ống đã được tính toán). Nếu các điều kiện của quy tắc được thỏa mãn thì các tác động của nó được bổ sung vào danh sách. Nếu một tác động mâu thuẫn với một tác động khác cho cùng một đoạn nối đã có sẵn trong danh sách, thì tác động của quy tắc có mức ưu tiên cao hơn sẽ được giữ lại, tác động kia sẽ được loại bỏ. Nếu các ưu tiên là ngang hàng, thì tác động đang có trong danh sách sẽ được giữ nguyên;
 - Sau khi tất cả các quy tắc đã được đánh giá, nếu danh sách có chứa các tác động, chúng sẽ được thực hiện. Nếu điều đó làm thay đổi trạng thái của một hay nhiều đường nối, thì quá trình tính toán sẽ được bắt đầu lại;
 - Nếu không có sự thay đổi trạng thái nào, danh sách các tác động sẽ bị xóa và bước thời gian tiếp theo được thực hiện cho đến hết bước thời gian thủy lực.
- ✓ Thời gian được tiếp diễn bằng bước thời gian tính toán, mực nước trong các bể chứa được điều chỉnh dựa trên các lưu lượng hiện tại, các luật điều khiển các đường nối được kiểm tra để xác định xem đường nối nào đã thay đổi trạng thái.
- ✓ Việc điều chỉnh tiếp theo với các phương trình (2.3) và (2.4) được bắt đầu với các lưu lượng hiện tại.

2.2. SỬ DỤNG CHƯƠNG TRÌNH EPANET



Hình 2.1. Sơ đồ các bước sử dụng chương trình

2.2.1. Cài đặt EPANET

EPANET phiên bản 2.0 được thiết kế để sử dụng được trong hệ điều hành Windows 95/98/NT/XP của máy tính cá nhân tương thích với

IBM/Intel. Nó được phân bổ như một tập tin riêng rẽ, **en2setup.exe** mà chứa một chương trình cài đặt tự thi hành.

♦ **Các bước cài đặt EPANET**

1. Chọn **Run** từ trình đơn **Windows Start**;
2. Nhập đường dẫn đầy đủ và tên của tập tin **en2setup.exe**. hay nhấn nút **Browse** để đặt nó trong máy tính của bạn;
3. Nhấp nút **OK** để bắt đầu quá trình cài đặt.

Chương trình cài đặt sẽ yêu cầu bạn chọn Folder nơi các tập tin EPANET sẽ được cài đặt. Folder mặc định là C:\Program files\ EPANET2. Sau khi các tập tin đã được cài đặt, trình đơn Start của bạn sẽ có một mục riêng mang tên EPANET2.0. Muốn mở EPANET chỉ cần chọn mục này từ trình đơn Start, sau đó chọn EPANET2.0 từ trình đơn nhỏ xuất hiện trên màn hình. (Tên của tập tin có thể sử dụng để chạy EPANET trong Windows là EPANET2w).

♦ **Gỡ bỏ EPANET ra khỏi máy tính**

1. Chọn Setting từ trình đơn Windows start;
2. Chọn **Control Panel** từ trình đơn **Settings**;
3. Nhấp đúp lên mục Add/Remove Programs;
4. Chọn EPANET 2.0 từ danh mục của các chương trình mà xuất hiện trên màn hình;
5. Nhấp nút **Add\Remove**.

2.2.2. Mặc định ban đầu

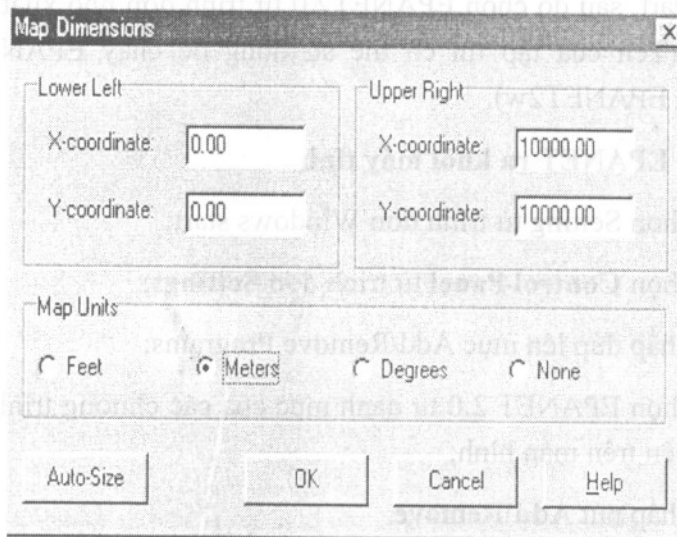
Mặc định ban đầu nhằm mục đích lưu các dữ liệu của một mạng lưới ống. Nó mô tả cách định ra một số lựa chọn mặc định cho file chạy và cách đăng ký các dữ liệu định cỡ (các số đo quan sát được) với file chạy và sử dụng cho việc đánh giá mô hình.

a. Định dạng kích cỡ cho bản đồ

Kích cỡ vật lý của bản đồ phải được xác định sao cho các tọa độ có thể được định tỉ lệ đúng cho màn hình của máy vi tính.

♦ Các bước định dạng kích cỡ bản đồ

1. Vào **View >> Dimensions**, tiếp tục chọn đơn vị **Meter** trên hộp thoại **Map Dimensions**;
2. Nhập các thông tin kích cỡ mới vào hộp thoại Map Dimensions hoặc nhấp nút **Auto – Size** để yêu cầu EPANET tính toán kích cỡ dựa trên tọa độ của các đối tượng đang có trên mạng lưới. Lựa chọn đơn vị đo khoảng cách cho bản đồ (feet, **meters**, degrees, none);
3. Nhấp nút **OK** để chấp nhận định dạng mới.



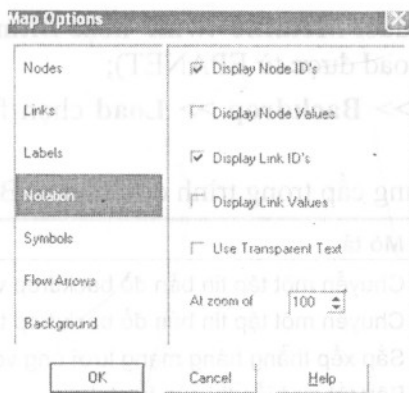
HÌNH 2.2. Hộp thoại Map Dimensions

Các thông tin được cung cấp trong hộp thoại Map Dimensions:

Lựa chọn	Mô tả
Lower Left Coordinates	Các tọa độ X và Y của điểm bên trái phía dưới bản đồ
Upper Right Coordinates	Các tọa độ X và Y của điểm bên phải phía trên bản đồ
Map Units	Các đơn vị được sử dụng để đo khoảng cách trên bản đồ. Các lựa chọn là Feet, Meters, Degrees và None (đơn vị tùy ý)

♦ **Lựa chọn một số hiển thị của bản đồ**

Vào **View >> Option**, chọn các hiển thị các nhãn ID nút và ID đường nối.



Hình 2.3. Hộp thoại Map Options

♦ **Sử dụng Backdrop Map**

EPANET có thể hiển thị một bản đồ Backdrop đằng sau một bản đồ mạng lưới đường ống. Bảg backdrop có thể là một bản đồ đường phố, bản đồ địa hình, bản đồ trong Autocad,... Từ các bản đồ này chúng ta có thể Import sang EPANET để thể hiện mạng lưới đường ống.

Các bước tiến hành:

1. Vào **View >> Options** hiển thị hộp thoại **Map Option**;
2. Chọn **Background** và chọn màu cho phù hợp với màu của bản đồ nền (màu đen, trắng, vàng, xám).



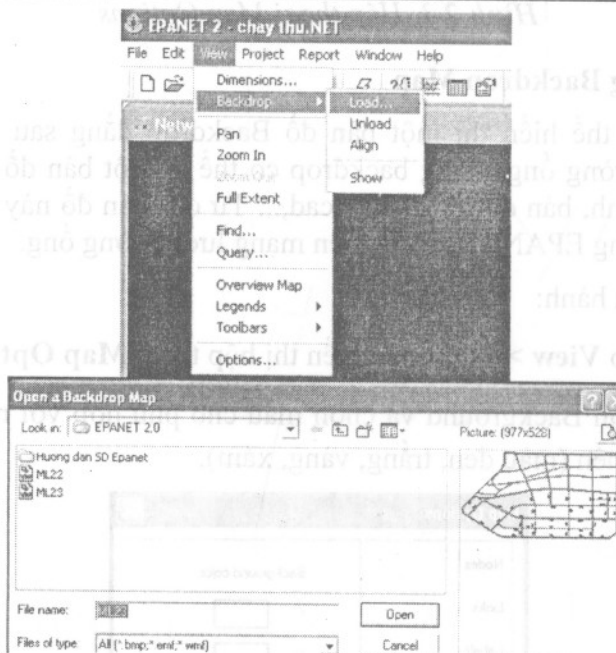
Hình 2.4. Hộp thoại Map Options chọn nền cho project

♦ **Import bản đồ từ Autocad**

1. Vào **File** trên thanh trình đơn của Autocad, chọn **Export**;
2. Save sang đuôi **Metafile*.wmf** hoặc **Bitmap*.bmp** (Các đuôi này có thể load được từ EPANET);
3. Vào **View >> Backdrop >> Load** chọn file bản đồ vừa định dạng.

Các thông tin được cung cấp trong trình đơn phụ từ Backdrop:

Lựa chọn	Mô tả
Load	Chuyển một tập tin bản đồ backdrop vào project.
Unload	Chuyển một tập tin bản đồ backdrop từ project ra.
Align	Sắp xếp thẳng hàng mạng lưới ống với backdrop.
Show/Hide	Bật/ tắt sự hiển thị của backdrop.



Hình 2.5. Các bước Load bản đồ từ Backdrop

b. Làm việc với bản đồ

♦ **Điều chỉnh chế độ View**

Phóng to bản đồ sử dụng nút  trên trình đơn **Map Toolbar** hoặc chọn **View >> Zoom in**;

Thu nhỏ bản đồ sử dụng nút  trên trình đơn **Map Toolbar** hoặc chọn **View >> Zoom out**;

Di chuyển bản đồ sử dụng nút  trên trình đơn **Map Toolbar** hoặc chọn **View >> Pan**.

♦ **Tìm một đối tượng**

Muốn tìm một đối tượng nút hay đường nối trên bản đồ mà nhân ID đã biết chọn  trên **Standard Toolbar** hoặc chọn **View >> Find**.

Trong hộp thoại **Map Finder** xuất hiện trên màn hình, chọn **Node** hay **Link** và nhập nhân ID. Nhấp vào **Find** để tìm.

Muốn tìm một danh mục tất cả các nút đóng vai trò như các nguồn chất lượng nước có thể thực hiện:

- ✓ Chọn  trên **Standard Toolbar** hoặc chọn **View >> Find**;
- ✓ Trong hộp thoại **Map Finder** xuất hiện trên màn hình, chọn **Sources**;
- ✓ Nhấp vào **Find** để tìm.

Các nhân ID của tất cả các nguồn chất lượng nước sẽ được liệt kê trong **Map Finder**. Nhấp bất kỳ nhân ID nào sẽ làm nổi bật nút trên bản đồ đó.

♦ **Ghi chú trên bản đồ (Map Legends)**

Có ba loại câu chú giải có thể được hiển thị. **Node and Link legends** kết hợp một màu với một phạm vi giá trị cho thông số hiện tại đang được xem trên bản đồ. **Time Legend** hiển thị thời gian đồng hồ của khoảng thời gian mô phỏng đang được xem. Muốn hiển thị hay giấu bất cứ câu chú giải nào trong số các câu chú giải này, đánh hay bỏ dấu kiểm cho câu chú giải từ trình đơn **View >> Legends** hay nhấp phải trên bản đồ và làm như vậy từ trình đơn popup (xuất hiện đột ngột) xuất hiện trên màn hình. Nhấp đôi chuột lên trên nó cũng có thể giấu đi mấy câu chú giải nhìn thấy được.

Các bước di chuyển một câu chú giải:

1. Nhấp chuột trái trên câu chú giải;
2. Giữ nguyên nút trái, kéo câu chú giải tới vị trí mới của nó và thả ra.

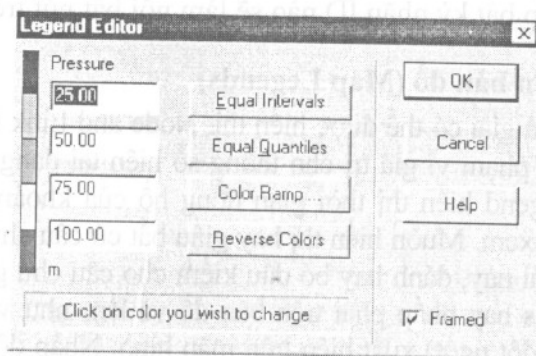
Các bước sửa đổi **Node Legend**:

1. Chọn **View >> Legends>> Modify >> Node** hay nhấp chuột phải trên câu chú giải nếu nó nhìn thấy được;
2. Sử dụng biểu thoại **Legend Editor** xuất hiện trên màn hình để sửa đổi màu và khoảng cách của **Legend**.

Hộp thoại Legend Editor:

Legend Editor được sử dụng để định ra các phạm vi bằng số mà các màu khác nhau được ấn định để xem một thông số cụ thể trên bản đồ mạng lưới. Cơ chế hoạt động của Legend Editor:

- ✓ Các giá trị bằng số, theo thứ tự tăng dần, được nhập vào các ô sửa đổi để xác định phạm vi. Không phải cả 4 ô đều cần phải có giá trị;
- ✓ Muốn thay đổi màu, nhấp lên dải màu trong Editor và sau đó chọn một màu mới từ hộp Color Dialog xuất hiện trên màn hình;
- ✓ Nhấp nút Equal Intervals để phân bổ các phạm vi dựa trên việc chia phạm vi của thông số trong khoảng thời gian hiện tại ra thành những khoảng thời gian bằng nhau;
- ✓ Nhấp nút Equal Quantiles để phân bổ các phạm vi sao cho có những số đối tượng bằng nhau trong mỗi phạm vi, dựa trên các giá trị tồn tại trong khoảng thời gian hiện tại;
- ✓ Nút Reverse Colors đảo thứ tự của tập hợp màu hiện tại (màu trong phạm vi nhỏ nhất trở thành màu của phạm vi cao nhất,...);
- ✓ Đánh dấu kiểm vào Framed nếu bạn muốn một khung được vẽ quanh Legend.

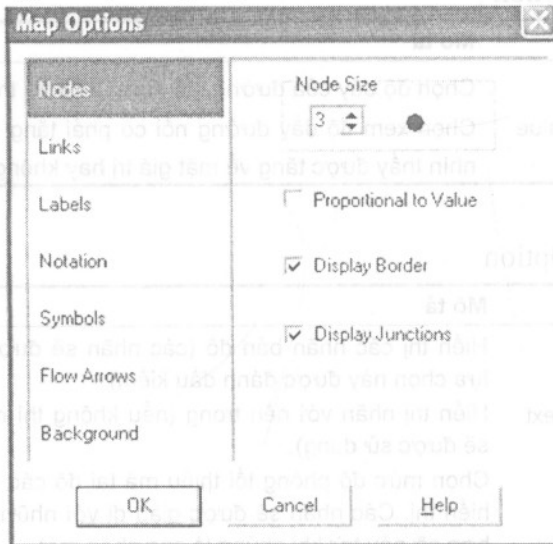


Hình 2.6. Hộp thoại Legend Editor

♦ Quan sát bản đồ (Overview Map)

Overview Map cho phép bạn nhìn thấy toàn bộ hệ thống của bản đồ mạng lưới chính đang hướng tiêu điểm vào đâu. Khu vực phóng to thu nhỏ này được vẽ bởi ranh giới hình chữ nhật được biểu thị trên Overview Map. Khi bạn kéo hình chữ nhật này tới vị trí khác thì hình ảnh bên trong bản đồ chính sẽ đi theo. Overview Map có thể được bật tắt bằng cách chọn **View >> Overview Map**. Nhấp chuột vào thanh tiêu đề của nó sẽ cập nhật hình ảnh bản đồ của nó để ăn khớp với bản đồ mạng lưới chính.

♦ Sử dụng hộp thoại Map Options



Hình 2.7. Hộp thoại Map Options

Các thông tin được cung cấp trong hộp thoại Map.Options:

Lựa chọn	Mô tả
Nodes	Kiểm soát kích cỡ của các nút và làm cho kích cỡ tỉ lệ với giá trị.
Links	Kiểm soát chiều dày của các đường nối và làm cho kích cỡ tỉ lệ với giá trị.
Labels	Bật/tắt sự hiển thị của nhãn bản đồ.
Notation	Hiện thị hay giấu các nhãn IS nút/đường nối và các giá trị thông số.
Symbols	Bật/ tắt sự hiển thị các biểu tượng đài nước, máy bơm, van.
FlowArrows	Chọn kiểu và kích thước cho các mũi tên chỉ hướng dòng chảy.
Background	Thay đổi màu của nền bản đồ.

✓ Node Option

Lựa chọn	Mô tả
Node Size	Chọn đường kính nút.
Proportional to Value	Chọn xem là kích cỡ nút có phải tăng khi các thông số nhìn thấy được tăng về mặt giá trị hay không.
Display Border	Chọn xem một đường viền có phải được vẽ quanh mỗi nút hay không.
Display Junctions	Hiện thị các nút mối nối (tất cả các mối nối sẽ được giấu đi trừ khi lựa chọn này được đánh dấu kiểm).

✓ Link Option

Lựa chọn	Mô tả
Link Size	Chọn độ dày của đường nối được hiển thị trên bản đồ.
Proportional to Value	Chọn xem độ dày đường nối có phải tăng lên khi thông số nhìn thấy được tăng về mặt giá trị hay không.

✓ Label Option

Lựa chọn	Mô tả
Display Labels	Hiển thị các nhãn bản đồ (các nhãn sẽ được dấu đi trừ khi lựa chọn này được đánh dấu kiểm).
Use Transparent Text	Hiển thị nhãn với nền trong (nếu không thì một nền mờ đục sẽ được sử dụng).
At Zoom Of	Chọn mức độ phóng tối thiểu mà tại đó các nhãn phải được hiển thị. Các nhãn sẽ được giấu đi với những cỡ phóng nhỏ hơn cỡ này trừ khi chúng là các nhãn mét.

✓ Notation Option

Lựa chọn	Mô tả
Display Node ID	Hiển thị các nhãn ID (ID label) nút.
Display Node Values	Hiển thị giá trị của thông số nút hiện tại đang được xem.
Display Link ID	Hiển thị các nhãn ID (ID label) đường nối.
Display Link Values	Hiển thị giá trị của thông số đường nối hiện tại đang được xem.
Use Transparent Text	Hiển thị nhãn với một nền trong (nếu không thì một nền mờ đục sẽ được sử dụng).
At Zoom Of	Chọn mức tối thiểu mà tại đó ký hiệu phải được hiển thị, toàn bộ ký hiệu sẽ được giấu đi với những cỡ phóng nhỏ hơn cỡ này.

✓ Symbol Option

Lựa chọn	Mô tả
Display Tanks	Hiển thị biểu tượng đài nước.
Display Pumps	Hiển thị biểu tượng máy bơm.
Display Valves	Hiển thị các biểu tượng van.
Display Emitters	Hiển thị các biểu tượng emitter.
Display Sources	Hiển thị + biểu tượng cho các nguồn nước.
At Zoom Of	Chọn mức phóng tối thiểu mà tại đó các biểu tượng được hiển thị, các biểu tượng sẽ được dấu đi tại các mức phóng nhỏ hơn mức này.

✓ Flow Arrow Option

Lựa chọn	Mô tả
Arrow Style	Chọn kiểu (hình dạng) của mũi tên hiển thị.
Arrow Size	Định cỡ mũi tên.
At Zoom Of	Chọn mức phóng tối thiểu mà tại đó các mũi tên phải được hiển thị, các mũi tên sẽ được giấu đi tại các mức phóng nhỏ hơn mức này.

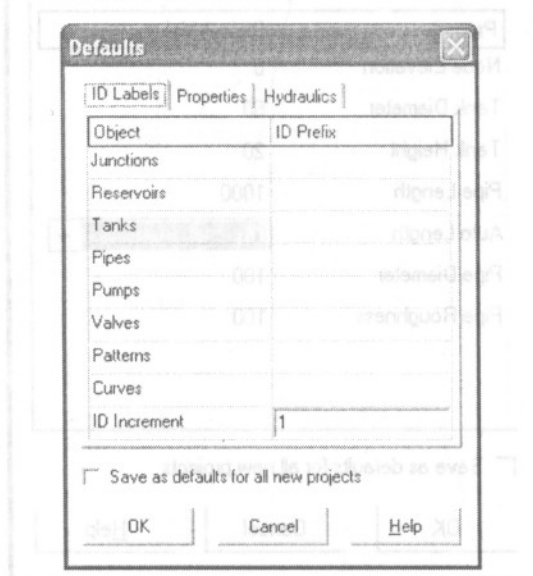
✓ Background Options

Trang Background của hộp thoại Map Options đưa ra một sự lựa chọn các màu sắc được sử dụng để vẽ nền của bản đồ.

c. Mặc định các thông số cơ bản

♦ Các nhãn ID (ID label)

Các nhãn ID mặc định của biểu thoại Defaults được sử dụng để xác định việc EPANET sẽ ấn định các nhãn ID mặc định cho các thành phần mạng lưới thế nào khi chúng được tạo ra lần đầu tiên. Đối với mỗi loại đối tượng chúng ta có thể nhập một số tiền tố nhãn hay chưa một chỗ trống nếu ID mặc định sẽ chỉ là một số. Sau đó ta cung cấp một số gia, sẽ được sử dụng khi thêm một hậu tố bằng số vào nhãn mặc định. Hộp thoại Defaults như trong hình 2.8.



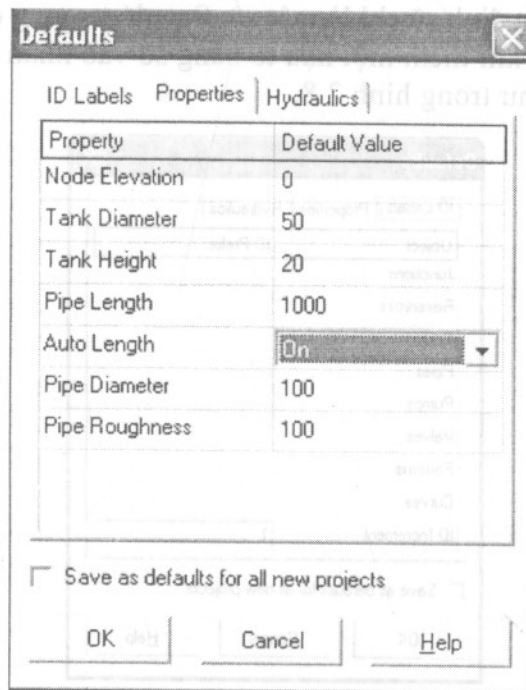
Hình 2.8. Trang nhãn ID của hộp thoại mặc định

Các thông số trong trang nhãn ID:

Đối tượng	Mô tả
Junction	Nút.
Reservoirs	Bể chứa.
Tanks	Đài nước.
Pipes	Đường ống.
Pumps	Bơm.
Valves	Van.
Patterns	Chế độ.
Curves	Đặc tính bơm.
ID Increment	Số gia.

♦ Đặc điểm các nút và đường nối (Properties)

Trang Properties của biểu thoại mặc định được mô tả như trong hình 2.9. Nó định ra các giá trị đặc điểm cho các nút và đường nối mới được tạo ra.



Hình 2.9. Trang đặc điểm Properties của hộp thoại mặc định

Các thông số trong trang nhãn ID:

Đối tượng	Mô tả
Node Elevation	Độ cao của các nút.
Tank Diameter	Đường kính của các đài nước.
Tank Height	Mức nước tối đa cho các đài nước.
Pipe Length	Chiều dài đường ống.
Auto_ Length	Đo chiều dài tự động cho các ống.
Pipe Diameter	Đường kính của các ống.
Pipe Roughness	Độ nhám thủy lực.

Đặc điểm chiều dài tự động (Auto-Legth) được bật lên sẽ được tính tự động khi các ống được thêm vào hay thay đổi vị trí trên bản đồ mạng lưới. Nút hay mỗi nối được tạo ra với những đặc điểm mặc định này có thể được sửa đổi về sau khi sử dụng Property Editor.

Độ nhám thủy lực cho các đường ống mới tham khảo bảng 2.2.

♦ Các thông số thủy lực (Hydraulics)

Trước khi tính toán thủy lực cần phải xác định được đơn vị tính, công thức tính và các giá trị cho phép của mạng lưới. Trang hydraulics sẽ kiểm soát các tính toán thủy lực mạng lưới.



Hình 2.10. Trang các thông số thủy lực

Lựa chọn	Mô tả
Flow Units	Các đơn vị đo trong đó những nhu cầu tại nút và tốc độ dòng chảy trong các đường nối được diễn tả. Việc chọn các đơn vị bằng gallon, ft khối, hay bộ – feet sẽ mặc định rằng các đơn vị đo cho tất cả các đại lượng khác theo hệ Mỹ (US). Việc chọn lít hay khối sẽ tương ứng với hệ đơn vị SI. Cần phải thận trọng khi thay đổi các đơn vị lưu lượng vì nó có thể ảnh hưởng đến tất cả các dữ liệu khác được cung cấp cho project.
Headloss Formula	Các công thức được sử dụng để tính toán tổn thất cột áp như một hàm số của vận tốc dòng chảy. Các lựa chọn có thể là: • Hazen – Williams • Darcy – Weisbach • Chezy – Manning Vì mỗi công thức đo độ nhám ống một cách khác nhau, việc chuyển các công thức có thể đòi hỏi tất cả các hệ số nhám ống phải được cập nhật.
Specific Gravity	Tỉ lệ giữa mật độ chất lỏng đang được lập mô hình và mật độ của nước ở 4°C (không có đơn vị).
Relative Viscosity	Tỉ lệ giữa độ nhớt động học của chất lỏng đang được lập mô hình và của nước ở 20°C (1,0 centistokes hay 0,94 ft ² /ngày, không có đơn vị).
Maximum Trials	Số lần thử lớn nhất để giải hệ phương trình phi tuyến tính mô tả thủy lực của mạng lưới tại một thời điểm. Giá trị đề nghị là 40.
Accuracy	Tiêu chuẩn độ hội tụ được sử dụng để bảo hiệu một phép giải đã được tìm ra cho các phương trình phi tuyến tính mô tả thủy lực mạng lưới. Việc thử kết thúc khi tổng số tất cả những thay đổi lưu lượng chia cho tổng số tất cả các lưu lượng đường nối thấp hơn con số này. Giá trị đề nghị là 0,001.
If Unbalanced	Biện pháp phải thực hiện nếu lời giải thủy lực không tìm ra trong số lần thử tối đa. Các lựa chọn là STOP để ngưng sự mô phỏng tại điểm này hay CONTINUE để sử dụng 10 lần thử khác, không có thay đổi trạng thái đường nối nào được phép xảy ra, trong nỗ lực đạt được hội tụ.
Default pattern	Nhân ID của một chế độ dùng nước sẽ được áp dụng cho những nhu cầu tại các mối nối nơi không có chế độ dùng nước được định rõ. Nếu không có chế độ như vậy tồn tại thì các nhu cầu sẽ không thay đổi tại những địa điểm này.

Demand Multiplier	Số nhân tổng thể được áp dụng cho tất cả các nhu cầu để làm cho toàn bộ lượng tiêu thụ của hệ thống thay đổi lên xuống một lượng cố định. Ví dụ 2,0 – gấp đôi tất cả các nhu cầu, 0,5 – bằng nửa chúng, 1 – không thay đổi.
Emitter Exponent	Chỉ số mũ của áp lực khi tính toán lưu lượng thông qua một thiết bị Emitter (lưu lượng qua thiết bị này tỷ lệ với áp lực). Giá trị cho các vòi phun tưới là 1/2.
Status Report	Lượng thông tin trạng thái để báo cáo sau khi một sự phân tích được thực hiện. Các lựa chọn là : • NONE (không có báo cáo trạng thái) • YES (báo cáo trạng thái bình thường liệt kê tất cả những thay đổi trong trạng thái đường nối) • FULL (Báo cáo đầy đủ – báo cáo bình thường cộng với sai số độ hội tụ từ mỗi lần thử phân tích thủy lực được thực hiện trong mỗi khoảng thời gian). Báo cáo trạng thái đầy đủ chỉ có ích cho các mục đích gỡ rối .

2.2.3. Các thành phần cơ bản của mạng lưới

EPANET lập mô hình một hệ thống phân phối như là một tập hợp các đường nối được nối với các nút. Các đường nối đại diện cho các ống, máy bơm và van điều khiển. Các nút đại diện cho các mối nối, đài nước và bể chứa. Các đối tượng này có thể được nối với nhau để tạo thành một mạng lưới.

a. Các mối nối

Các mối nối là những điểm trong mạng lưới nơi các đường nối nối lại với nhau và nơi nước vào hay ra khỏi mạng lưới (nút).

Các số liệu đầu vào căn bản được đòi hỏi cho các mối nối gồm:

- ✓ Độ cao bên trên một chuẩn nào đó (thường là mực nước biển trung bình);
- ✓ Nhu cầu dùng nước;
- ✓ Chất lượng nước ban đầu.

Các kết quả đầu ra được tính toán cho các mối nối trong mọi khoảng thời gian mô phỏng là:

- ✓ Cột áp thủy lực (năng lượng bên trong trên một đơn vị trọng lượng của chất lỏng);

- ✓ Áp lực;
- ✓ Chất lượng nước;
- ✓ Các đặc điểm khác của mỗi nút;
- ✓ Có nhu cầu thay đổi theo thời gian;
- ✓ Có nhiều loại nhu cầu khác nhau ấn định cho chúng;
- ✓ Có các nhu cầu âm chỉ ra rằng nước đang đi vào mạng lưới;
- ✓ Chứa các emitter (hay đầu phun – sprinkler có tốc độ dòng chảy ra phụ thuộc vào áp lực).

b. Bể chứa

Bể chứa là những nút đại diện cho nguồn nước vô hạn bên ngoài hay một bể chứa nước. Chúng được sử dụng để lập mô phỏng cho hồ, sông, các tầng nước ngầm và các mối quan hệ với những hệ thống khác. Các bể chứa cũng có thể đóng vai trò như là những điểm nguồn chất lượng nước. Các đặc điểm đầu vào đầu tiên cho bể chứa là cột áp thủy lực của nó (bằng với độ cao mặt nước nếu bể chứa không có áp) và chất lượng nước ban đầu của nó – cho việc phân tích chất lượng nước.

Vì bể chứa là một điểm biên giới của một mạng lưới, cột áp và chất lượng nước của nó không thể bị ảnh hưởng bởi những gì xảy ra bên trong mạng lưới. Do đó nó không có các đặc điểm đầu ra tính toán. Tuy nhiên cột áp của nó có thể được làm cho thay đổi theo thời gian bằng cách ấn định một chế độ theo thời gian cho nó.

c. Đài nước

Đài nước là các nút với khả năng lưu trữ, nơi lượng nước lưu trữ có thể thay đổi theo thời gian trong quá trình mô phỏng.

Các đặc điểm đầu vào ban đầu cho các đài nước gồm:

- ✓ Chiều cao đài nước;
- ✓ Kích thước đài nước;
- ✓ Mức nước trong đài (mức nước max, min);
- ✓ Chất lượng nước ban đầu;
- ✓ Các kết quả đầu ra được tính theo thời gian gồm;
- ✓ Cột áp thủy lực;
- ✓ Chất lượng nước.

Các đài nước đòi hỏi phải vận hành trong phạm vi với mức tối thiểu và tối đa của chúng. EPANET ngưng dòng chảy ra nếu mức nước trong đài ở giá trị *min* và ngưng dòng chảy vào khi mức nước trong bể đạt giá trị *max*. Các đài nước cũng có thể đóng vai trò như là các điểm nguồn chất lượng nước.

d. Đoạn ống

Đoạn ống được nối để vận chuyển nước từ một điểm trong mạng lưới đến một điểm khác. EPANET chấp nhận đầy đủ tất cả các đoạn ống ở tất cả các thời điểm. Hướng lưu lượng bắt đầu từ điểm có áp cao đến nơi có áp thấp.

Các số liệu thủy lực đầu vào gồm:

- ✓ Nút đầu và nút cuối;
- ✓ Đường kính ống;
- ✓ Chiều dài;
- ✓ Hệ số nhám;
- ✓ Tình trạng đoạn ống (mở, đóng hay chứa van một chiều).

Thông số trạng thái cho phép đoạn ống có thể chứa các van ngất hay van một chiều.

Các thông số đầu vào về chất lượng nước bao gồm:

- ✓ Hệ số phản ứng khối;
- ✓ Hệ số phản ứng thành.

Các kết quả tính toán:

- ✓ Tốc độ dòng chảy;
- ✓ Vận tốc;
- ✓ Tổn thất áp lực;
- ✓ Yếu tố ma sát Darcy – Weisbach;
- ✓ Tốc độ phản ứng trung bình (trên chiều dài ống);
- ✓ Chất lượng nước trung bình (trên chiều dài ống).

Tổn thất áp lực do nước ma sát với thành ống khi chảy có thể được tính toán theo một trong ba công thức sau:

- ✓ Công thức Hazen – Williams;
- ✓ Công thức Darcy – Weisbach;
- ✓ Công thức Chezy – Manning.

Công thức Hazen – Williams là công thức tổn thất áp lực thường được sử dụng cho chất lỏng là nước và ban đầu chỉ được phát triển cho dòng chảy rối (các chất lỏng khác không áp dụng công thức này). Công thức Darcy – Weisbach đúng nhất về mặt lý thuyết. Nó được áp dụng cho tất cả các chế độ dòng chảy và cho tất cả các chất lỏng. Công thức Chezy – Manning được sử dụng phổ biến hơn cho dòng chảy trong kênh hở.

Cả ba công thức đều sử dụng phương trình:

$$hL = A.qB \quad (2.17)$$

trong đó: hL – tổn thất cột áp (m);
 q – tốc độ dòng chảy (lưu lượng/thời gian);
 A – hệ số sức cản;
 B – số mũ lưu lượng.

để tính toán tổn thất cột áp giữa nút đầu và nút cuối của ống.

Hệ số sức cản và số mũ lưu lượng tương ứng với các công thức được liệt kê trong bảng 2.1.

Bảng 2.1. Các công thức tổn thất cột áp ống cho lưu lượng đầy đủ

Công thức	Hệ số sức cản (A)	Số mũ lưu lượng (B)
Hazen – Williams	$4,727 C^{-1,852} d^{4,871} L$	1,852
Darcy – Weisbach	$0,0252 f(\varepsilon, d, q)^5 L$	2
Chezy – Manning	$4,66 n^2 d^{5,33} L$	2

trong đó: C – hệ số nhám Hazen – Williams;
 ε – hệ số nhám Darcy – Weisbach (ft);
 f – yếu tố ma sát (phụ thuộc vào ε , d và q);
 n – hệ số độ nhám Manning;
 d – đường kính ống;
 L – Chiều dài đường ống (ft);
 q – tốc độ dòng chảy (cfs).

Hệ số nhám của ống trong mỗi công thức tính toán là khác nhau, do đó các hệ số này được xác định theo kinh nghiệm. Bảng 2.2 liệt kê phạm vi chung cho những hệ số này ứng với từng loại vật liệu ống.

Với công thức Darcy – Weisbach, EPANET sử dụng các phương pháp

khác nhau để tính toán yếu tố ma sát f tùy thuộc vào chế độ dòng chảy:

- ✓ Công thức Hagen – Poiseuille được sử dụng cho dòng chảy tầng ($Re < 2000$).
- ✓ Con số xấp xỉ Swamee và Jain với phương trình Colebrook – White được sử dụng cho dòng chảy rối ($Re > 4000$).
- ✓ Một phép nội suy (interpolation) khởi từ Moody Diagram (biểu đồ) được sử dụng cho dòng chảy chuyển tiếp ($2000 < Re < 4000$).

Bảng 2.2. Các hệ số độ nhám cho ống mới

Vật liệu	Hazen–Williams (không có đơn vị)	Darcy – Weisbach (ft x 10 ³)	n của Manning (không có đơn vị)
Gang xám	130 – 140	0,85	0,012 – 0,015
Bê tông hay bê tông lót	120 – 140	1,0 – 10	0,012 – 0,017
Thép tráng kẽm	120	1,85	0,015 – 0,017
Nhựa	130 – 140	0,005	0,011 – 0,015
Thép	130 – 140	1,0 – 10	0,015 – 0,017
Men sứ	120	1,0 – 10	0,013 – 0,015

Các ống có thể được định cho mở hay cho đóng vào những thời gian hiện tại hay khi những điều kiện cụ thể tồn tại, chẳng hạn như khi mực nước ở đài nước giảm xuống hay trên một số điểm ấn định, hay khi các áp lực nút giảm xuống dưới hay trên một số giá trị.

♦ Tổn thất cục bộ

Tổn thất cục bộ thường xảy ra tại các vị trí mối nối hay điểm uốn, các điểm ngoặt, van khoá. Khi mạng tính toán cần độ chính xác cao, cần tính thêm hệ số tổn thất cục bộ cho đoạn ống. Áp lực của đường ống lúc này tính theo công thức:

$$hL = K \frac{v^2}{2g} ; \quad (2.18)$$

trong đó: K – hệ số tổn thất cục bộ;
 v – tốc độ dòng chảy;
 g – gia tốc trọng trường.

Hệ số tổn thất cục bộ của một số chi tiết mối nối như trong bảng 2.3.

Bảng 2.3. Hệ số tổn thất cục bộ của một số chi tiết mỗi nối

Mỗi nối	Hệ số tổn thất cục bộ
Van cầu, mở hết cỡ	10.0
Van góc, mở hết cỡ	5.0
Van kiểm tra, mở hết cỡ	2.5
Van cổng, mở hết cỡ	0.2
Cút bán kính ngắn	0.9
Cút bán kính trung bình	0.8
Cút bán kính dài	0.6
Cút 45°	0.4
Đoạn ống cong	2.2
Tê (chuẩn) – dòng chảy qua ống	0.6
Tê (chuẩn) – dòng chảy qua nhánh	1.8
Đầu vào	0.5
Đầu ra	1.0

e. Máy bơm

Máy bơm là các liên kết truyền năng lượng cho chất lỏng qua đó nâng cột áp thủy lực lên. Các thông số đầu vào chính cho một máy bơm là các nút đầu, nút cuối và đường đặc tính của nó (tổ hợp của cột áp và lưu lượng mà máy bơm có thể tạo ra). Thay cho một đường đặc tính bơm, máy bơm có thể được coi như là một thiết bị năng lượng không đổi, một thiết bị cung cấp một năng lượng không đổi cho tất cả các kết hợp giữa năng lượng và áp lực.

Các thông số đầu ra chính là lưu lượng và cột áp tăng thêm. Lưu lượng qua máy bơm là một chiều và EPANET không cho phép một máy bơm vận hành bên ngoài phạm vi của đường đặc tính của nó.

Các máy bơm có tốc độ thay đổi cũng có thể được xem xét bằng cách định rõ rằng giá trị tốc độ của chúng thay đổi trong cùng loại điều kiện. Theo định nghĩa, đường đặc tính bơm ban đầu cung cấp cho chương trình một giá trị tốc độ tương đối bằng 1. Nếu tốc độ máy bơm gấp đôi thì giá trị tương đối sẽ là 2; nếu chạy với một nửa tốc độ tới giá trị tương đối bằng 0,5... Việc thay đổi tốc độ bơm sẽ dịch chuyển vị trí và hình dạng đường đặc tính của máy bơm.

Như với các ống, máy bơm có thể được bật và tắt vào những thời gian định trước hay khi một số điều kiện nhất định tồn tại trong mạng lưới.

Sự vận hành của một máy bơm cũng có thể được mô tả bằng cách ấn định cho nó một chế độ thời gian với những giá trị tốc độ tương đối. EPANET cũng có thể tính toán sự tiêu thụ năng lượng và chi phí máy bơm. Mỗi máy bơm có thể ấn định một đường đặc tính hệ số và thời gian biểu giá năng lượng. Nếu chúng không được cung cấp thì một tập hợp các lựa chọn năng lượng sẽ được sử dụng.

Lưu lượng qua bơm là một chiều. Nếu các điều kiện hệ thống đòi hỏi nhiều cột áp hơn máy bơm có thể tạo ra, EPANET sẽ đóng máy bơm lại. Nếu nhiều hơn lưu lượng tối đa được đòi hỏi, EPANET ngoại suy đường đặc tính máy bơm với lưu lượng theo yêu cầu, ngay cả khi điều này tạo ra một cột áp âm. Trong cả hai trường hợp một thông điệp cảnh báo sẽ được đưa ra.

2.2.4. Lập bản đồ mạng lưới đường ống

EPANET sử dụng nhiều loại đối tượng khác nhau để lập mô hình hệ thống phân phối. Những đối tượng này có thể được truy xuất trực tiếp trên bản đồ mạng lưới hay từ trang Data của cửa sổ Browser. Các đối tượng cần thể hiện trên mạng lưới.

- ♦ **Nút**

- ✓ Mối nối;
- ✓ Đài nước;
- ✓ Bể chứa.

- ♦ **Đường nối**

- ✓ Đường ống;
- ✓ Bơm Van.

- ♦ **Các nhãn bản đồ**

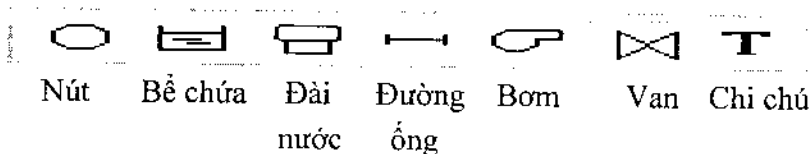
- ♦ **Các kiểu thời gian**

- ♦ **Các đường cong**

- ♦ **Kiểm soát**

- ✓ Đơn giản;
- ✓ Dựa trên quy tắc.

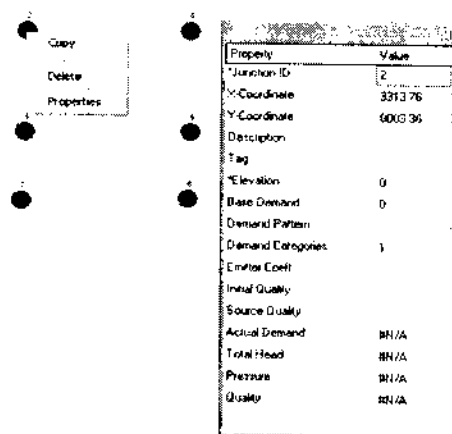
a. Thanh công cụ các biểu tượng vẽ mạng lưới



b. Lập mô hình mạng lưới cấp nước

♦ Nút và các đặc điểm

Cách vẽ nút: Nhấp vào nút  trên thanh Toolbar. Tiếp tục kích chuột trái để vẽ. Muốn xóa nút, đưa con trỏ đến nút kích chuột phải và chọn Delete hoặc vào hộp thoại **Browser >> Junctions**, chọn nút muốn xóa và bấm nút Delete. Hình 2.11. thể hiện cách vẽ nút.



Hình 2.11. Nút và các đặc điểm của mỗi nút

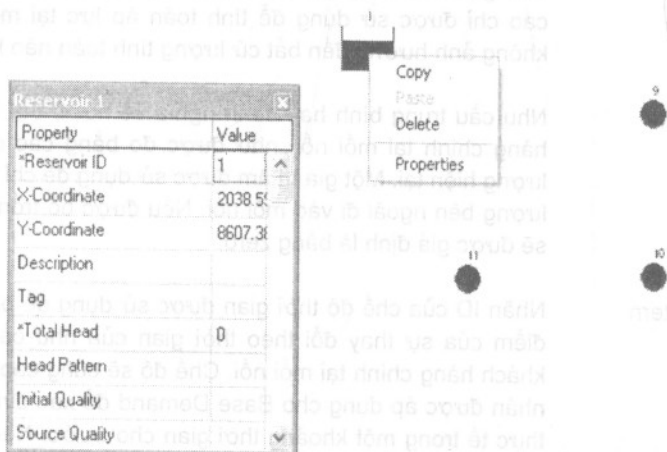
Đặc điểm	Mô tả
Junction ID	Một nhãn độc nhất được sử dụng để nhận biết mỗi nút. Nó có thể bao gồm một kết hợp của nhiều nhất là 15 số hay ký tự. Nó không thể giống như ID cho bất cứ nút nào khác. Đây là một đặc điểm bắt buộc.
X – Coordinate	Vị trí theo chiều ngang của mỗi nút trên bản đồ, được đo bằng các đơn vị khoảng cách trên bản đồ. Nếu được bỏ trống mỗi nút sẽ không xuất hiện trên bản đồ.
Y – Coordinate	Vị trí theo chiều đứng của mỗi nút trên bản đồ, được đo bằng các đơn vị khoảng cách trên bản đồ. Nếu được bỏ trống mỗi nút sẽ không xuất hiện trên bản đồ.

Description	Một chuỗi ký tự chọn mô tả các thông tin có ý nghĩa khác về mỗi nối.
Tag	Một chuỗi ký tự tự chọn (không có dấu cách) được sử dụng để phân bổ mỗi nối vào một loại, chẳng hạn như một khu vực áp lực.
Elevation	Độ cao tính bằng ft (mét) bên trên một điểm tham khảo chung nào đó của mỗi nối. Đây là một đặc điểm bắt buộc. Độ cao chỉ được sử dụng để tính toán áp lực tại mỗi nối. Nó không ảnh hưởng đến bất cứ lượng tính toán nào khác.
Base Demand	Nhu cầu trung bình hay danh nghĩa về nước bởi loại khách hàng chính tại mỗi nối, như được đo bằng các đơn vị lưu lượng hiện tại. Một giá trị âm được sử dụng để chỉ nguồn lưu lượng bên ngoài đi vào mỗi nối. Nếu được bỏ trống nhu cầu sẽ được giả định là bằng zero.
Demand Pattern	Nhãn ID của chế độ thời gian được sử dụng để biểu thị đặc điểm của sự thay đổi theo thời gian của nhu cầu của loại khách hàng chính tại mỗi nối. Chế độ sẽ cung cấp các hệ số nhân được áp dụng cho Base Demand để xác định nhu cầu thực tế trong một khoảng thời gian cho trước. Nếu được bỏ trống Default Time Pattern được phân bổ trong Hydraulic Options sẽ được sử dụng.
Demand Categories	Số loại đối tượng sử dụng nước khác nhau đã được xác định cho mỗi nối. Nhấp nút dấu ngoặc cung (hoặc gõ phím Enter) để đưa ra một Demands Editor đặc biệt – cho phép bạn phân bổ các nhu cầu cơ sở và chế độ thời gian cho nhiều loại đối tượng sử dụng nước tại mỗi nối. Hãy bỏ qua nếu chỉ một loại nhu cầu là đủ.
Emitter Coefficient	Hệ số xả cho emitter (đầu phun hay vòi) được đặt tại mỗi nối. Hệ số đại diện cho lưu lượng (tính bằng đơn vị lưu lượng hiện tại) xảy ra khi có một lượng sụt giảm áp lực bằng 1 psi (hay mét). Bỏ trống nếu không có một emitter nào.
Initial Quality	Mức chất lượng nước tại mỗi nối khi bắt đầu thời gian mô phỏng. Có thể bỏ trống nếu không có sự phân tích chất lượng nước nào đang thực hiện nếu mức độ bằng 0.
Source Quality	Chất lượng của bất cứ lượng nước nào đi vào mạng lưới tại vị trí này. Nhấp nút ngoặc cung (hay gõ phím Enter) để hiện ra Source Quality Editor.

♦ Bể chứa và các đặc điểm

Cách vẽ nút: Nhấp vào nút  trên thanh Toolbar. Tiếp tục kích chuột trái để vẽ bể chứa.

Muốn xoá bể chứa, đưa con trỏ đến nút kích chuột phải và chọn Delete hoặc vào hộp thoại **Browser >> Reservoir** chọn nút muốn xoá và bấm nút Delete. Hình 2.12 thể hiện cách vẽ bể chứa.



Hình 2.12. Bể chứa và các đặc điểm của bể chứa

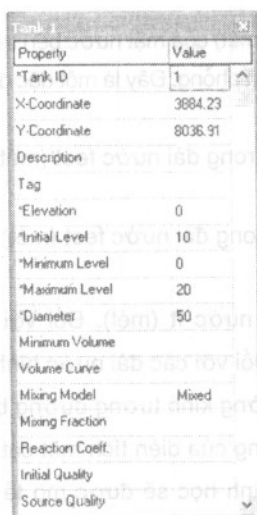
Đặc điểm	Mô tả
Reservoir ID	Một nhãn độc nhất được sử dụng để nhận biết bể chứa. Nó có thể bao gồm một kết hợp của nhiều nhất 15 số hay ký tự. Nó không thể giống như ID cho bất cứ nút nào khác. Đây là một đặc điểm bắt buộc.
X – Coordinate	Vị trí theo chiều ngang của bể chứa trên bản đồ, được đo bằng các đơn vị khoảng cách trên bản đồ. Nếu được bỏ trống bể chứa sẽ không xuất hiện trên bản đồ.
Y – Coordinate	Vị trí theo chiều đứng của bể chứa trên bản đồ, được đo bằng các đơn vị khoảng cách trên bản đồ. Nếu được bỏ trống bể chứa sẽ không xuất hiện trên bản đồ.
Description	Một chuỗi ký tự tự chọn mô tả các thông tin có ý nghĩa khác về mỗi nút.
Tag	Một chuỗi ký tự tự chọn (không có dấu cách) được sử dụng để phân bố mỗi nút vào một loại, chẳng hạn như một khu vực áp lực.

Total Head	Cột áp thủy lực (độ cao + cột áp) của nước trong bể chứa tính bằng ft (mét). Đây là một đặc điểm bắt buộc.
Head Pattern	Nhân ID của chế độ thời gian được sử dụng để lập mô hình sự thay đổi theo thời gian trong cột áp bể chứa. Bỏ trống nếu không có gì được áp dụng. Đặc điểm này có ích nếu bể chứa mô tả một liên kết với một hệ thống khác có áp lực thay đổi theo thời gian.
Initial Quality	Mức chất lượng nước tại bể chứa khi bắt đầu thời gian mô phỏng. Có thể bỏ trống nếu không có sự phân tích chất lượng nước nào đang thực hiện nếu mức độ bằng 0.
Source Quality	Chất lượng của bất cứ lượng nước nào đi vào mạng lưới tại vị trí này. Nhấp nút ngược cung (hay gõ phím Enter) để hiện ra Source Quality Editor.

♦ Đài nước và đặc điểm

Cách vẽ nút: Nhấp vào nút  trên thanh Toolbar. Tiếp tục kích chuột trái để vẽ bể chứa

Muốn xoá đài nước, đưa con trỏ đến nút kích chuột phải và chọn Delete hoặc vào hộp thoại Browser >> Tanks chọn nút muốn xoá và bấm nút Delete. Hình 2.13 thể hiện cách vẽ đài nước.



Property	Value
*Tank ID	1
X-Coordinate	3684.23
Y-Coordinate	8036.31
Description	
Tag	
*Elevation	0
*Initial Level	10
*Minimum Level	0
*Maximum Level	20
*Diameter	50
Minimum Volume	
Volume Curve	
Mixing Model	Mixed
Mixing Fraction	
Reaction Coeff.	
Initial Quality	
Source Quality	

Hình 2.13. Đài nước và các đặc điểm của đài nước

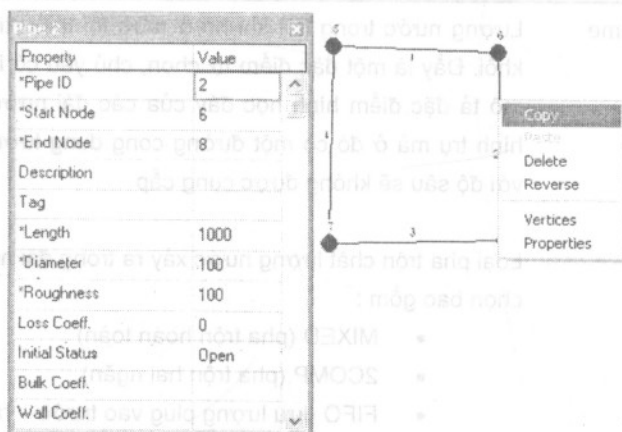
Đặc điểm	Mô tả
Tank ID	Một nhãn độc nhất được sử dụng để nhận biết bể chứa. Nó có thể bao gồm một kết hợp của nhiều nhất 15 số hay ký tự. Nó không thể giống như ID cho bất cứ nút nào khác. Đây là một đặc điểm bắt buộc.
X – Coordinate	Vị trí theo chiều ngang của bể chứa trên bản đồ, được đo bằng các đơn vị khoảng cách trên bản đồ. Nếu được bỏ trống bể chứa sẽ không xuất hiện trên bản đồ.
Y – Coordinate	Vị trí theo chiều đứng của bể chứa trên bản đồ, được đo bằng các đơn vị khoảng cách trên bản đồ. Nếu được bỏ trống bể chứa sẽ không xuất hiện trên bản đồ.
Description	Một chuỗi ký tự tự chọn mô tả các thông tin có ý nghĩa khác về mỗi nối.
Tag	Một chuỗi ký tự tự chọn (không có dấu cách) được sử dụng để phân bố mỗi nối vào một loại, chẳng hạn như một khu vực áp lực.
Elevation	Độ cao bên trên một mốc đo lường chung tính bằng feet (mét) của vỏ đáy của đài nước. Đây là một đặc điểm bắt buộc.
Initial Level	Độ cao tính bằng feet (mét) của mặt nước bên trên độ cao đáy của đài nước khi bắt đầu mô phỏng. Đây là một đặc điểm bắt buộc.
Minimum Level	Mức nước thấp nhất trong đài nước feet (mét).
Maximum Level	Mức nước cao nhất trong đài nước feet (mét).
Diameter	Đường kính của đài nước ft (mét). Đối với hình trụ đây là đường kính thực tế. Đối với các đài nước hình vuông hay chữ nhật có thể là một đường kính tương đương bằng 1,128 nhân với số căn bình phương của diện tích mặt cắt. Đối với các đài nước mà đặc điểm hình học sẽ được mô tả bởi một đường cong, nó có thể được ấn định bất cứ giá trị nào. Đây là một đặc điểm bắt buộc.

Minimum Volume	Lượng nước trong đài khi nó ở mức tối thiểu tính bằng mét khối. Đây là một đặc điểm tự chọn, chủ yếu có ích trong việc mô tả đặc điểm hình học đáy của các đài nước không phải hình trụ mà ở đó có một đường cong dung lượng đầy đủ so với độ sâu sẽ không được cung cấp
Mixing Model	Loại pha trộn chất lượng nước xảy ra trong đài nước. Các lựa chọn bao gồm : • MIXED (pha trộn hoàn toàn) • 2COMP (pha trộn hai ngăn) • FIFO (lưu lượng plug vào trước – ra trước) • LIFO (lưu lượng plug vào cuối – ra đầu)
Mixing Fraction	Một phần của tổng dung tích của đài nước bao gồm các ngăn đầu vào - đầu ra của mô hình pha trộn hai ngăn (2COMP). Có thể nếu không có loại mô hình pha trộn nào khác được áp dụng.
Reaction Coefficient	Hệ số phản ứng khối cho các phản ứng hoá học trong đài nước. Các đơn vị thời gian là 1/ngày. Sử dụng một giá trị dương cho các phản ứng phát triển và một giá trị âm cho suy giảm. Bỏ trống nếu hệ số phản ứng Global Bulk được định rõ trong Reactions Option của Project sẽ được áp dụng.
Initial Quality	Mức chất lượng nước tại mỗi nối khi bắt đầu thời gian mô phỏng. Có thể bỏ trống nếu không có sự phân tích chất lượng nước nào đang thực hiện nếu mức độ bằng Zero.
Source Quality	Chất lượng của bất cứ lượng nước nào đi vào mạng lưới tại vị trí này. Nhấp nút ngược cung (hay gõ phím Enter) để hiện ra Source Quality Editor.

♦ Đường ống và đặc điểm

Cách vẽ nút: Nhấp vào nút  trên thanh Toolbar. Tiếp tục kích chuột trái để vẽ đường ống

Muốn xoá đường ống, đưa con trỏ đến nút kích chuột phải và chọn Delete hoặc vào hộp thoại **Browser >> Pipes** chọn nút muốn xoá và bấm nút Delete. Hình 2.14 thể hiện cách vẽ đường ống.



Hình 2.14. Đường ống và các đặc điểm của đường ống 2

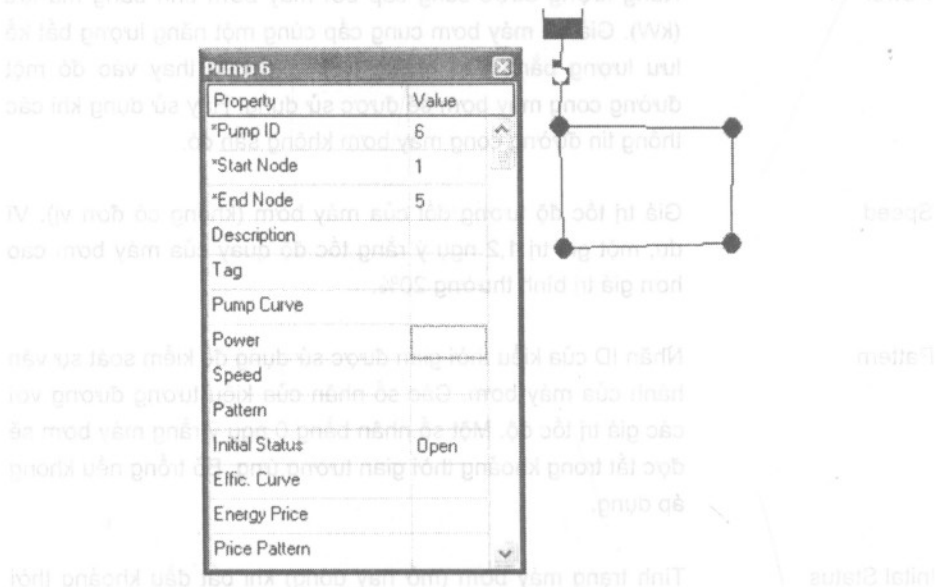
Đặc điểm	Mô tả
Tank ID	Một nhãn độc nhất được sử dụng để nhận biết đường ống. Nó có thể bao gồm một kết hợp của nhiều nhất 15 số hay ký tự. Nó không thể giống như ID cho bất cứ nút nào khác. Đây là một đặc điểm bắt buộc.
Start Node	ID của nút nơi ống bắt đầu. Đây là một đặc điểm bắt buộc.
End Node	ID của nút nơi ống kết thúc. Đây là một đặc điểm bắt buộc.
Description	Một chuỗi ký tự tự chọn mô tả các thông tin có ý nghĩa khác về mối nối.
Tag	Một chuỗi ký tự tự chọn (không có dấu cách) được sử dụng để phân bổ mối nối vào một loại, chẳng hạn như dựa trên tuổi hay vật liệu.
Length	Chiều dài thực tế của ống tính bằng feet (mét). Đây là một đặc điểm bắt buộc.
Diameter	Đường kính của ống tính bằng inch (mm). Đây là một đặc điểm bắt buộc.
Roughness	Hệ số độ nhám của ống. Không có đơn vị đối với độ nhám Hazen – Williams hay Chezy – Manning và có đơn vị tính bằng mm đối với độ nhám Darcy – Wesbach. Đây là một đặc điểm bắt buộc.

Loss Coefficient	Hệ số tổn thất cục bộ. Được giả định bằng không nếu bỏ trống.
Initial Status	Xác định là ống ban đầu được mở, đóng hay chứa một van một chiều. Nếu một van một chiều được định rõ thì hướng dòng chảy luôn là từ Start Node tới End Node.
Bulk Coefficient	Hệ số phản ứng khối cho ống. Các đơn vị thời gian là l/ngày. Hãy sử dụng một giá trị dương cho các phản ứng phát triển và một giá trị âm cho phân rã. Bỏ trống nếu hệ số phản ứng khối từ Reaction Option của project được áp dụng.
Wall Coefficient	Hệ số phản ứng thành ống. Các đơn vị thời gian là l/ngày. Hãy sử dụng một giá trị dương cho các phản ứng phát triển và một giá trị âm phân rã. Bỏ trống nếu hệ số phản ứng thành từ Reactions Option của project sẽ được áp dụng.

♦ Bơm và các đặc điểm

Cách vẽ nút: Nhấp vào nút  trên thanh Toolbar. Tiếp tục kích chuột trái để vẽ bơm

Muốn xoá bơm, đưa con trỏ đến nút kích chuột phải và chọn Delete hoặc vào hộp thoại **Browser >> Pumps** chọn nút muốn xoá và bấm nút Delete. Hình 2.15 thể hiện cách vẽ bơm.



Hình 2.15. Bơm và các đặc điểm của bơm

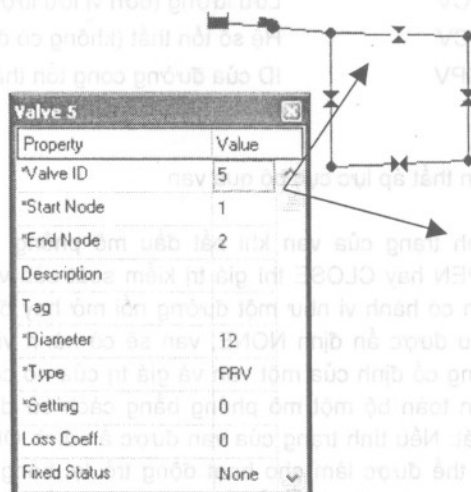
Đặc điểm	Mô tả
Tank ID	Một nhãn độc nhất được sử dụng để nhận biết máy bơm. Nó có thể bao gồm một kết hợp của nhiều nhất 15 số hay ký tự. Nó không thể giống như ID cho bất cứ nút nào khác. Đây là một đặc điểm bắt buộc.
Start Node	ID của nút phía hút của máy bơm. Đây là một đặc điểm bắt buộc.
End Node	ID của nút ở phía xả máy bơm. Đây là một đặc điểm bắt buộc.
Description	Một chuỗi ký tự tự chọn mô tả các thông tin có ý nghĩa khác về mối nối.
Tag	Một chuỗi ký tự tự chọn (không có dấu cách) được sử dụng để phân bổ mối nối vào một loại, chẳng hạn như dựa trên tuổi hay vật liệu.
Pumps Curve	Nhãn ID của đường đặc tính máy bơm được sử dụng để mô tả mối quan hệ giữa cột áp được tạo ra bởi máy bơm và lưu lượng qua máy bơm. Bỏ trống nếu máy bơm sẽ là một máy bơm có năng lượng không đổi.
Power	Năng lượng được cung cấp bởi máy bơm tính bằng mã lực (kW). Giả sử máy bơm cung cấp cùng một năng lượng bất kể lưu lượng bằng bao nhiêu. Bỏ trống nếu thay vào đó một đường cong máy bơm sẽ được sử dụng. Hãy sử dụng khi các thông tin đường cong máy bơm không sẵn có.
Speed	Giá trị tốc độ tương đối của máy bơm (không có đơn vị). Ví dụ, một giá trị 1,2 ngụ ý rằng tốc độ quay của máy bơm cao hơn giá trị bình thường 20%.
Pattern	Nhãn ID của kiểu thời gian được sử dụng để kiểm soát sự vận hành của máy bơm. Các số nhân của kiểu tương đương với các giá trị tốc độ. Một số nhân bằng 0 ngụ ý rằng máy bơm sẽ được tắt trong khoảng thời gian tương ứng. Bỏ trống nếu không áp dụng.
Initial Status	Tình trạng máy bơm (mở hay đóng) khi bắt đầu khoảng thời gian mô phỏng.

Efficiency Curve	Nhân ID của đường cong chỉ hiệu quả của máy bơm như một hàm của tốc độ chảy. Các thông tin chỉ được sử dụng để tính toán việc sử dụng năng lượng. Bỏ trống nếu không áp dụng được hay hiệu quả của máy bơm tổng thể được cung cấp với Energy Options của project sẽ được sử dụng.
Energy Price	Giá trung bình hay danh nghĩa của năng lượng tính bằng đơn vị tiền tệ trên kw – hr. Chỉ được sử dụng để tính toán chi phí của việc sử dụng năng lượng. Bỏ trống nếu không áp dụng được hay giá trị tổng thể được cung cấp với Energy Option của project sẽ được sử dụng.
Price Pattern	Nhân ID của kiểu thời gian được sử dụng để mô tả sự thay đổi năng lượng trong cả ngày. Mỗi số nhân trong kiểu được áp dụng cho Energy Price để xác định giá của các thời điểm trong ngày trong khoảng thời gian tương ứng. Bỏ trống nếu không áp dụng được hay nếu kiểu tính giá tổng thể được định rõ trong Energy Options của project sẽ được áp dụng

♦ Van và các đặc điểm

Cách vẽ nút: Nhấp vào nút  trên thanh Toolbar. Tiếp tục kích chuột trái để vẽ.

Muốn xoá van, đưa con trỏ đến nút kích chuột phải và chọn Delete hoặc vào hộp thoại **Browser >> Valves** chọn nút muốn xoá và bấm nút Delete. Hình 2.16 thể hiện cách vẽ van.



Hình 2.16. Van và các đặc điểm của van

Đặc điểm	Mô tả														
Tank ID	Một nhãn độc nhất được sử dụng để nhận biết van. Nó có thể bao gồm một kết hợp nhiều nhất 15 số hay ký tự. Nó không thể giống như ID cho bất cứ nút nào khác. Đây là một đặc điểm bắt buộc.														
Start Node	ID của nút trên phía thượng nguồn danh nghĩa hay phía dòng chảy vào của van (Các PRV và PSV chỉ duy trì lưu lượng theo một hướng). Đây là một đặc điểm bắt buộc.														
End Node	ID của nút ở phía hạ lưu danh nghĩa hay phía xả của van. Đây là một đặc điểm bắt buộc.														
Description	Một chuỗi ký tự tự chọn mô tả các thông tin có ý nghĩa khác về mỗi nối.														
Tag	Một chuỗi ký tự tự chọn (không có dấu cách) được sử dụng để phân bổ mỗi nối vào một loại, chẳng hạn như dựa trên tuổi hay vật liệu.														
Diameter	Đường kính của van tính bằng mm. Đây là một đặc điểm bắt buộc.														
Type	Loại van, PRV, PSV, PBV, FCV, TCV, GPV.														
Setting	Một số thông số bắt buộc mô tả giá trị vận hành của van: <table> <tr> <th>Loại van</th><th>Thông số giá trị</th></tr> <tr> <td>PRV</td><td>Áp lực (psi hay m)</td></tr> <tr> <td>PSV</td><td>Áp lực (psi hay m)</td></tr> <tr> <td>PBV</td><td>Áp lực (psi hay m)</td></tr> <tr> <td>FCV</td><td>Lưu lượng (đơn vị lưu lượng)</td></tr> <tr> <td>TCV</td><td>Hệ số tổn thất (không có đơn vị)</td></tr> <tr> <td>GPV</td><td>ID của đường cong tổn thất cột áp</td></tr> </table>	Loại van	Thông số giá trị	PRV	Áp lực (psi hay m)	PSV	Áp lực (psi hay m)	PBV	Áp lực (psi hay m)	FCV	Lưu lượng (đơn vị lưu lượng)	TCV	Hệ số tổn thất (không có đơn vị)	GPV	ID của đường cong tổn thất cột áp
Loại van	Thông số giá trị														
PRV	Áp lực (psi hay m)														
PSV	Áp lực (psi hay m)														
PBV	Áp lực (psi hay m)														
FCV	Lưu lượng (đơn vị lưu lượng)														
TCV	Hệ số tổn thất (không có đơn vị)														
GPV	ID của đường cong tổn thất cột áp														
Loss Coefficient	Tổn thất áp lực cục bộ qua van														
Fixed Status	Tình trạng của van khi bắt đầu mô phỏng. Nếu được ấn định OPEN hay CLOSE thì giá trị kiểm soát của van được bỏ qua và van có hành vi như một đường nối mở hay đóng theo thứ tự đó. Nếu được ấn định NONE, van sẽ có hành vi như dự định. Tình trạng cố định của một van và giá trị của nó có thể được thay đổi trên toàn bộ một mô phỏng bằng cách sử dụng các dòng kiểm soát. Nếu tình trạng của van được ấn định OPEN/ CLOSE thì nó có thể được làm cho hoạt động trở lại bằng cách sử dụng một kiểm soát mà phân bổ bằng một giá trị bằng số mới cho nó.														

2.2.5. Phân tích mạng lưới và kết quả chạy thủy lực

a. Phân tích mạng lưới

Sau khi một mạng lưới được mô tả một cách phù hợp, chế độ thủy lực và chất lượng nước của nó, chúng ta có thể tiến hành phân tích mạng lưới.

Có năm loại chọn kiểm soát EPANET phân tích một mạng lưới: Thủy lực (Hydraulic), chất lượng (Quality), phản ứng (Reactions), thời gian (Times) và năng lượng (Energy). Cách lựa chọn các thành phần phân tích mạng lưới:

1. Chọn loại Options từ Data Browser hay chọn **Project >> Analysis Options** từ thanh trình đơn;
2. Chọn Hydraulic, Quality, Reactions, Times hay Energy từ thanh Browser;
3. Nếu Property Editor không nhìn thấy được, nhấp nút  của Browser.

Sau khi đưa ra các kiểm soát lựa chọn, tiến hành phân tích:

1. Chọn **Project>> Run Analysis** hoặc nhấp nút  trên thanh biểu tượng;
2. Tiến trình của sự phân tích sẽ được hiển thị trong một cửa sổ Run Status;
3. Nhấp nút OK khi sự phân tích chấm dứt.

♦ Một số lỗi thường gặp khi phân tích mạng lưới

- ✓ Bơm không thể cung cấp lưu lượng hay cột áp

EPANET sẽ đưa ra một thông báo cảnh báo khi một máy bơm được yêu cầu vận hành bên ngoài phạm vi đường cong của máy bơm của nó. Nếu máy bơm được yêu cầu cung cấp nhiều cột áp hơn so với cột áp đóng của nó, EPANET sẽ đóng máy bơm. Điều này có thể dẫn đến các phần của mạng trở nên bị ngưng nối kết với bất cứ nguồn nước nào.

✓ Mạng bị ngưng kết nối

EPANET phân loại một mạng thành đang bị ngưng nối kết nếu không có cách để cung cấp tới tất cả các nút có nhu cầu. Điều này có thể xảy ra nếu không có đường dẫn của các đường nối mở giữa một môi nối có nhu cầu và một đài nước hay một môi nối với một nhu cầu âm. Nếu vấn đề gây ra bởi một đường nối đóng thì EPANET sẽ vẫn tính một phép giải thủy lực và cố gắng xác định đường nối đó có vấn đề trong Status Report. Nếu không có đường nối nào tồn tại EPANET sẽ không thể giải những phương trình thủy lực lưu lượng và áp lực và sẽ ra thông báo lỗi (Error 110) khi một phân tích được thực hiện. Trong một sự mô phỏng thời gian kéo dài các nút có thể trở nên bị ngưng nối kết khi các đường nối thay đổi trạng thái theo thời gian.

✓ Áp lực âm tồn tại

EPANET sẽ đưa ra một cảnh báo khi nó gặp áp lực âm tại các môi nối có nhu cầu dương. Điều này thường chỉ ra rằng có vấn đề nào đó xảy ra với cách thiết kế hay vận hành mạng. Những áp lực âm có thể xuất hiện khi các phần của mạng chỉ có thể nhận nước qua các đường nối đã bị đóng. Trong những trường hợp như vậy một thông báo bổ sung về việc mạng đang bị ngưng cũng được đưa ra.

✓ Hệ thống không cân bằng

Một tình trạng System Unbalanced (hệ thống không cân bằng) có thể xuất hiện khi EPANET không hề hội tụ một phép giải thủy lực trong một khoảng thời gian nào đó trong phạm vi những lần thử tối đa của nó. Tình huống này có thể xảy ra khi các van, bơm hay ống dẫn vẫn duy trì việc chuyển trạng thái của chúng tránh từ cuộc thử này sang cuộc thử tiếp khi sự tìm kiếm một phép giải thủy lực diễn ra.

Muốn loại bỏ tình trạng mất cân bằng ta có thể cố gắng tăng số cuộc thử tối đa hay nói lỏng yêu cầu về độ chính xác hội tụ. Cả hai thông số này đều được định ra với chế độ thủy lực của project. Nếu tình trạng mất cân bằng vẫn còn, thì một lựa chọn thủy lực khác, có nhãn là "IF Unbalanced"

đưa ra hai cách kiểm soát nó. Cách thứ nhất là kết thúc toàn bộ sự phân tích khi tình trạng đó. Cách thứ hai là tiếp tục tìm kiếm một phép giải thủy lực cho 10 cuộc thử thách với trạng thái của tất cả các đường nối đóng bằng với giá trị hiện tại của chúng. Nếu sự hội tụ không đạt được, một thông báo “System Unbalanced” được đưa ra. Trong bất cứ trường hợp nào, sự phân tích cũng sẽ tiếp tục tới khoảng thời gian tiếp theo.

Nếu một sự phân tích trong khoảng thời gian đã cho chấm dứt với hệ thống mất cân đối thì người sử dụng phải nhận biết rằng các kết quả thủy lực được tạo ra cho khoảng thời gian này là không chính xác. Tuy vào từng hoàn cảnh, chẳng hạn như những lỗi về lưu lượng vào hay ra khỏi các đài nước, điều này cũng có thể ảnh hưởng đến độ chính xác của các kết quả trong tất cả các khoảng thời gian tương lai.

✓ Không giải được phương trình thủy lực

Lỗi Error 110 được đưa ra nếu tại một điểm nào đó trong một sự phân tích tập hợp chương trình mà lập mô hình sự cân bằng lưu lượng và năng lượng trong mạng không thể giải được. Điều này có thể xảy ra khi một phần nào đó của một hệ thống đòi hỏi nước nhưng không có đường nối nào nối nó về mặt vật lý với bất kỳ nguồn nước nào. Trong trường hợp như vậy EPANET cũng sẽ đưa ra những thông báo cảnh báo về các nút đang không được kết nối. Các phương trình có thể cũng không giải được nếu các số không thực hiện được sử dụng cho những thuộc tính nhất định của mạng.

b. Kết quả chạy thủy lực

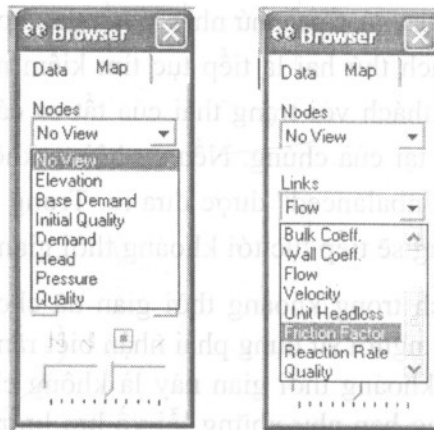
Sau khi chương trình chạy đã hoàn tất, tiến hành xem kết quả tính toán thủy lực cho mạng lưới với các thông số áp lực, cột áp, vận tốc. Nếu các thông số trên chưa đảm bảo cần tiến hành điều chỉnh đường kính ống.

♦ Xem giá trị các thông số tính toán trên bản đồ

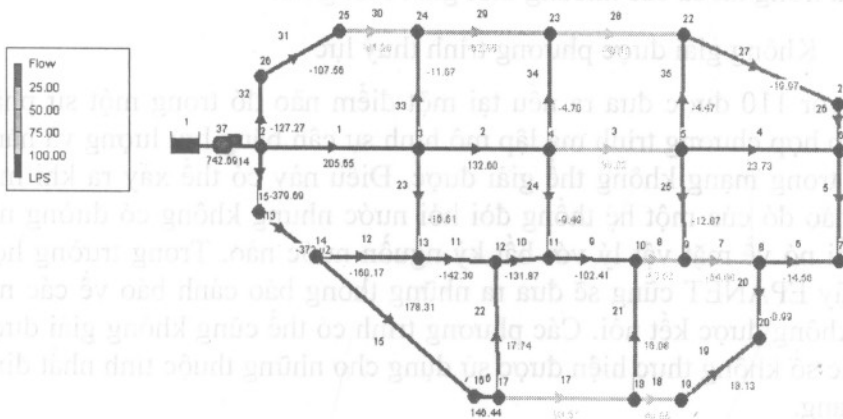
Xem giá trị lưu lượng trong đường ống

Vào **Browser >> Map** chọn **No view** trong mục **Nodes** và **Flow** trong mục **Links**.

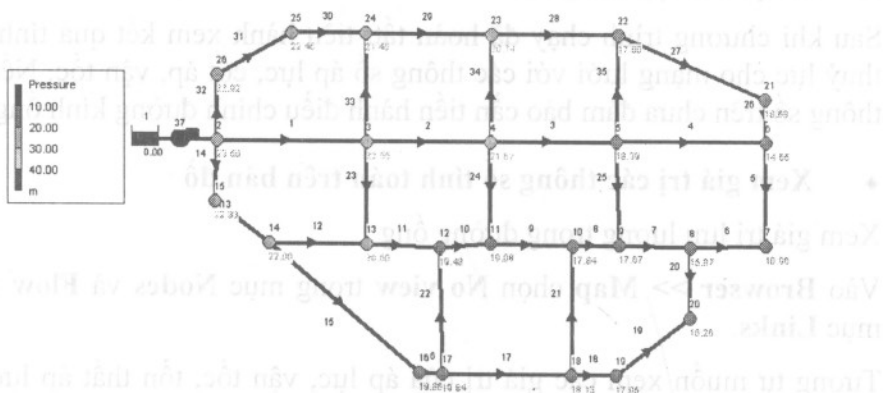
Tương tự muốn xem các giá trị của áp lực, vận tốc, tổn thất áp lực, cột áp,... ta cũng vào thành và lựa chọn giá trị cần xem.



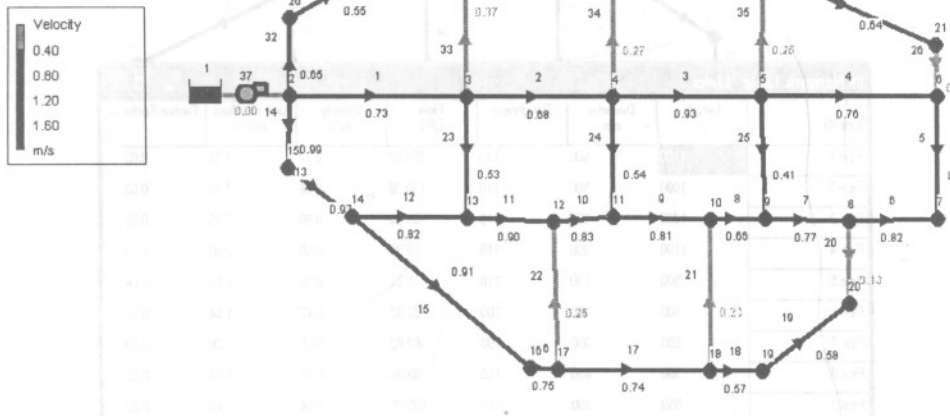
Hình 2.17. Xem giá trị các thông số tính toán



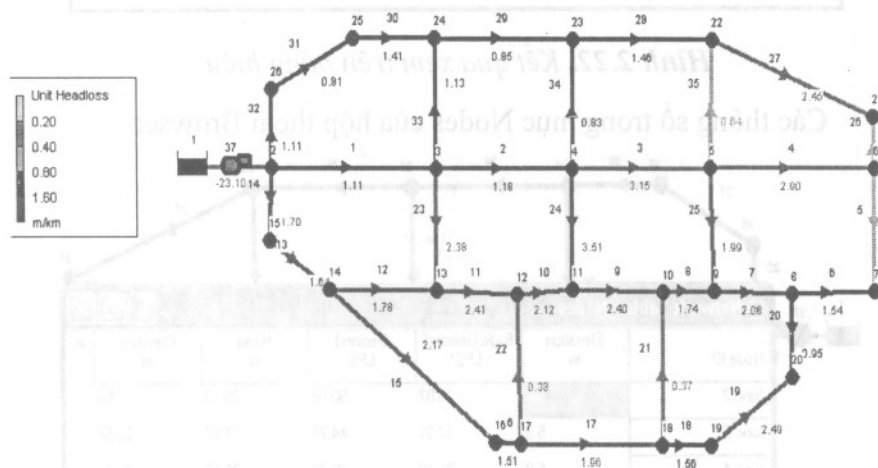
Hình 2.18. Xem giá trị lưu lượng



Hình 2.19. Xem giá trị áp lực



Hình 2.20. Xem giá trị vận tốc

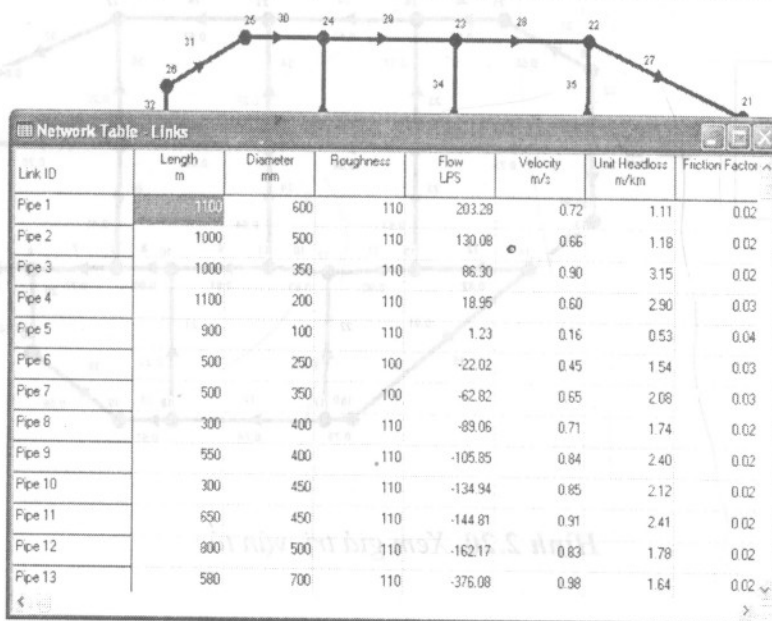


Hình 2.21. Xem giá trị tổn thất áp lực

♦ Xem giá trị các thông số tính toán bằng bảng biểu

ENPNET cho phép người dùng dễ dàng xem các thông số tính toán bằng bảng biểu.

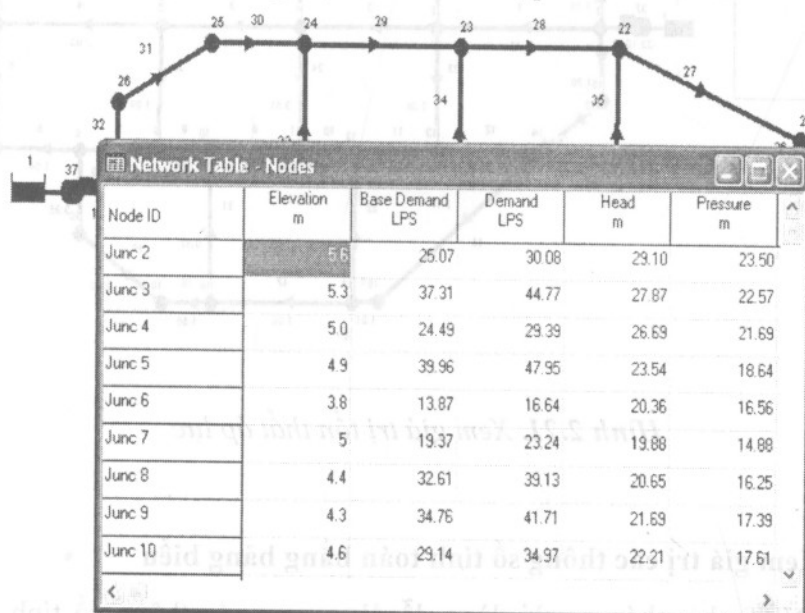
- ✓ Các thông số trong mục Links của thanh trình đơn Browser



Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor
Pipe 1	1100	600	110	203.28	0.72	1.11	0.02
Pipe 2	1000	500	110	130.08	0.66	1.18	0.02
Pipe 3	1000	350	110	86.30	0.90	3.15	0.02
Pipe 4	1100	200	110	18.95	0.60	2.90	0.03
Pipe 5	900	100	110	1.23	0.16	0.53	0.04
Pipe 6	500	250	100	-22.02	0.45	1.54	0.03
Pipe 7	500	350	100	-62.82	0.65	2.08	0.03
Pipe 8	300	400	110	-89.06	0.71	1.74	0.02
Pipe 9	550	400	110	-105.85	0.84	2.40	0.02
Pipe 10	300	450	110	-134.94	0.85	2.12	0.02
Pipe 11	650	450	110	-144.81	0.91	2.41	0.02
Pipe 12	900	500	110	-162.17	0.83	1.78	0.02
Pipe 13	580	700	110	-376.08	0.98	1.64	0.02

Hình 2.22. Kết quả xem trên bảng biểu

- ✓ Các thông số trong mục Nodes của hộp thoại Browser



Node ID	Elevation m	Base Demand LPS	Demand LPS	Head m	Pressure m
Junc 2	5.6	25.07	30.08	29.10	23.50
Junc 3	5.3	37.31	44.77	27.87	22.57
Junc 4	5.0	24.49	29.39	26.69	21.69
Junc 5	4.9	39.96	47.95	23.54	18.64
Junc 6	3.8	13.87	16.64	20.36	16.56
Junc 7	5	19.37	23.24	19.88	14.88
Junc 8	4.4	32.61	39.13	20.65	16.25
Junc 9	4.3	34.76	41.71	21.69	17.39
Junc 10	4.6	29.14	34.97	22.21	17.61

Hình 2.23. Các thông số trong bảng biểu

2.3. VÍ DỤ TÍNH TOÁN

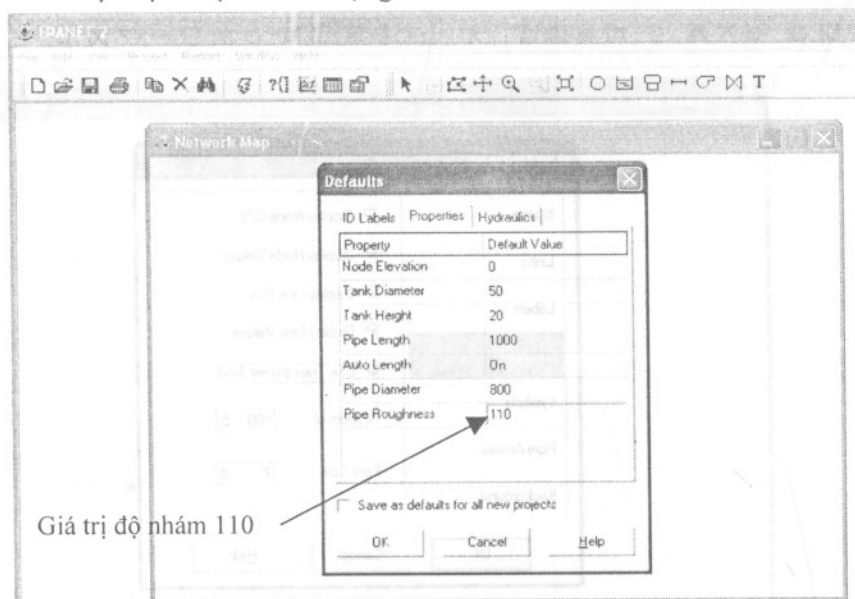
Thiết lập tính toán thủy lực cho mạng lưới thành phố E. Lưu lượng trong giờ dùng nước lớn nhất của thành phố 620,31 l/s. Áp lực tại điểm bất lợi nhất 10 m.

♦ Bước 1. Mặc định cho Project

✓ Mặc định cho bản đồ

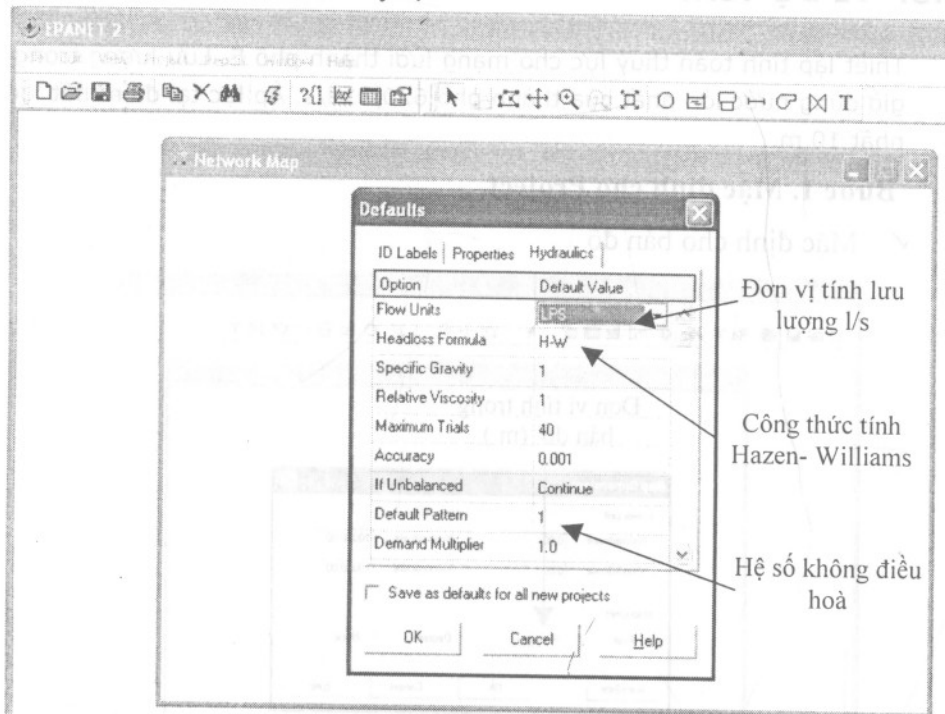


✓ Mặc định đặc điểm mạng lưới

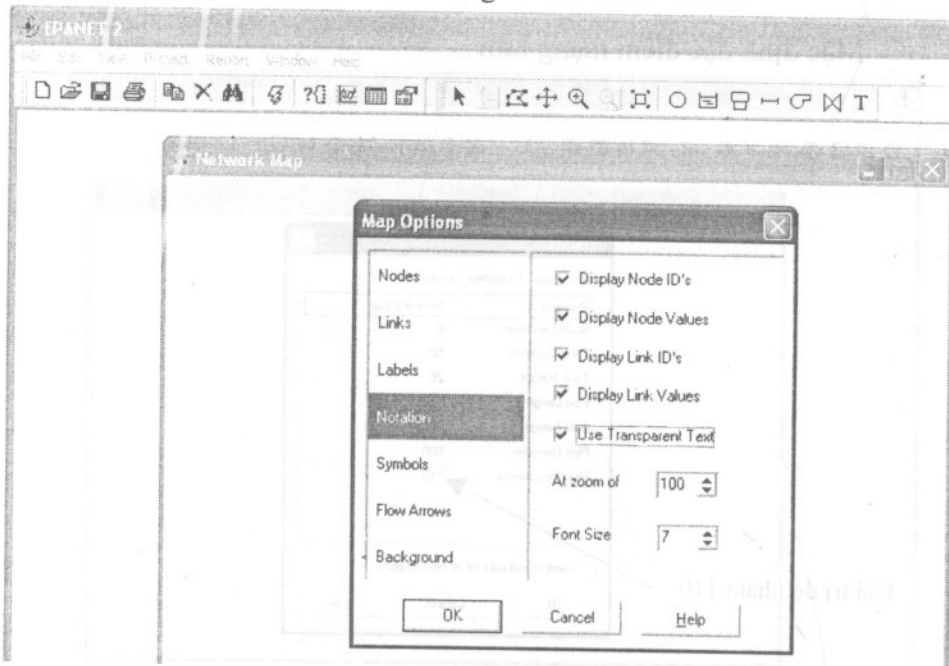


Giá trị độ nhám 110

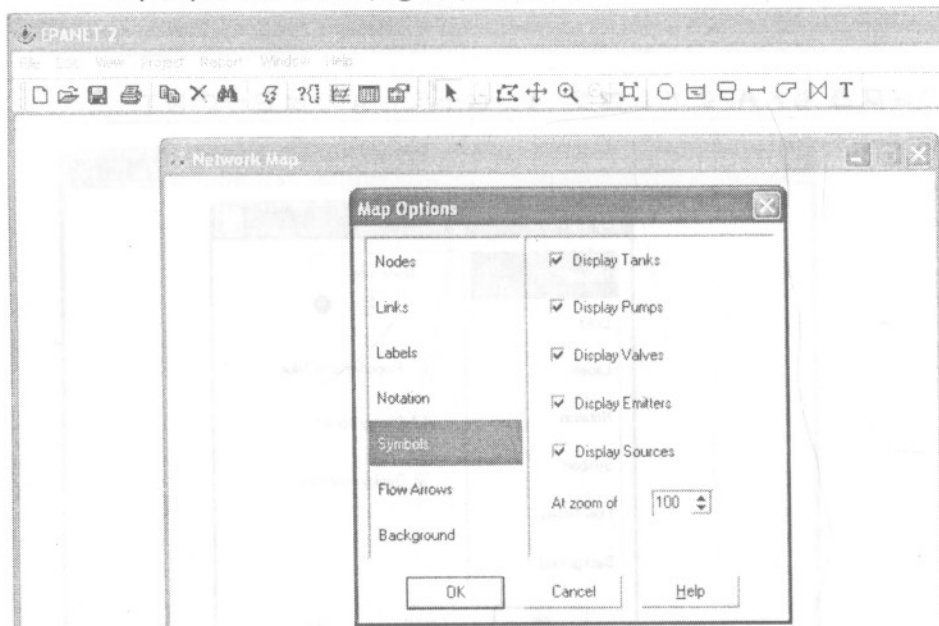
✓ Mặc định chế độ thủy lực



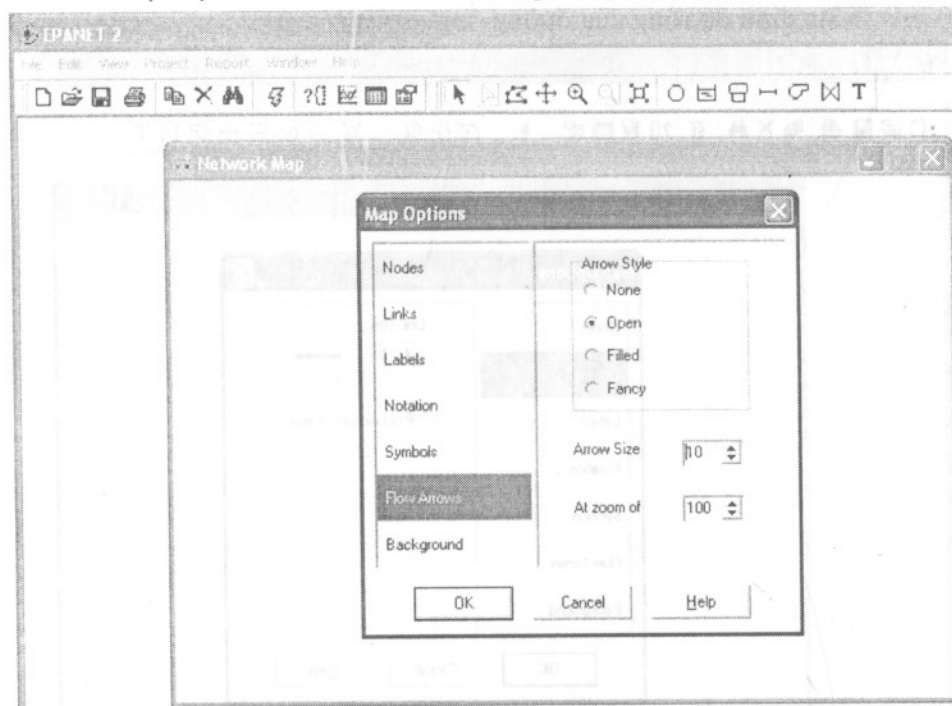
✓ Mặc định nhãn cho các thông số tính toán



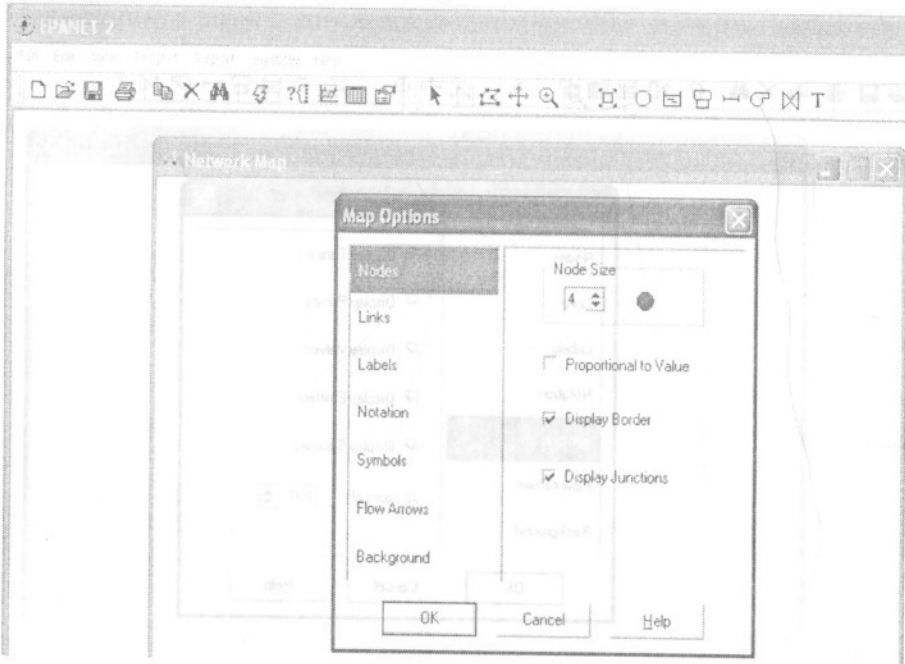
✓ Mặc định các đối tượng được miêu tả



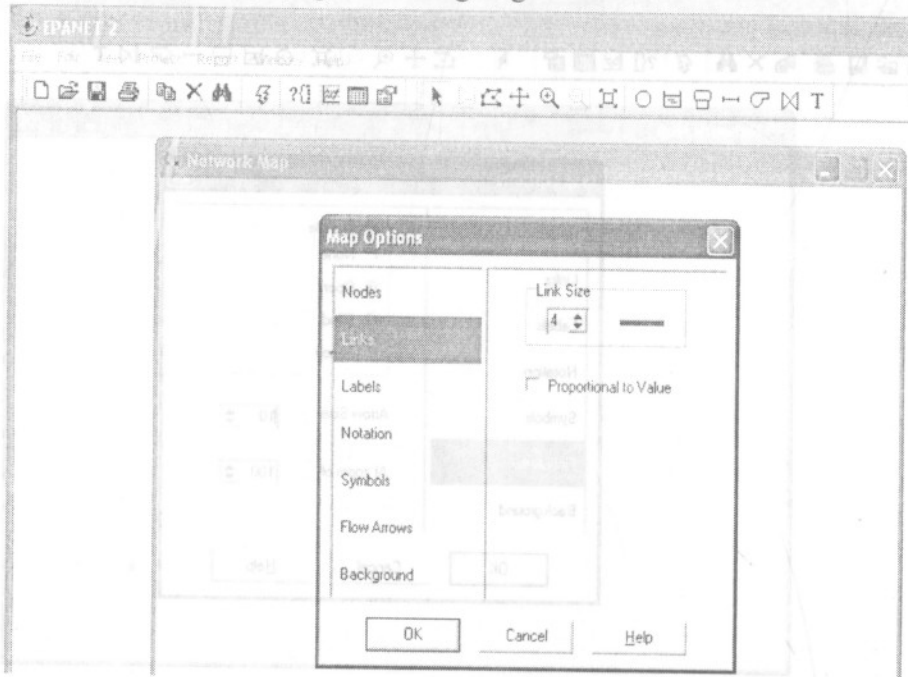
✓ Mặc định kiểu mũi tên chỉ hướng dòng chảy



- ✓ Mặc định kiểu nút hiển thị

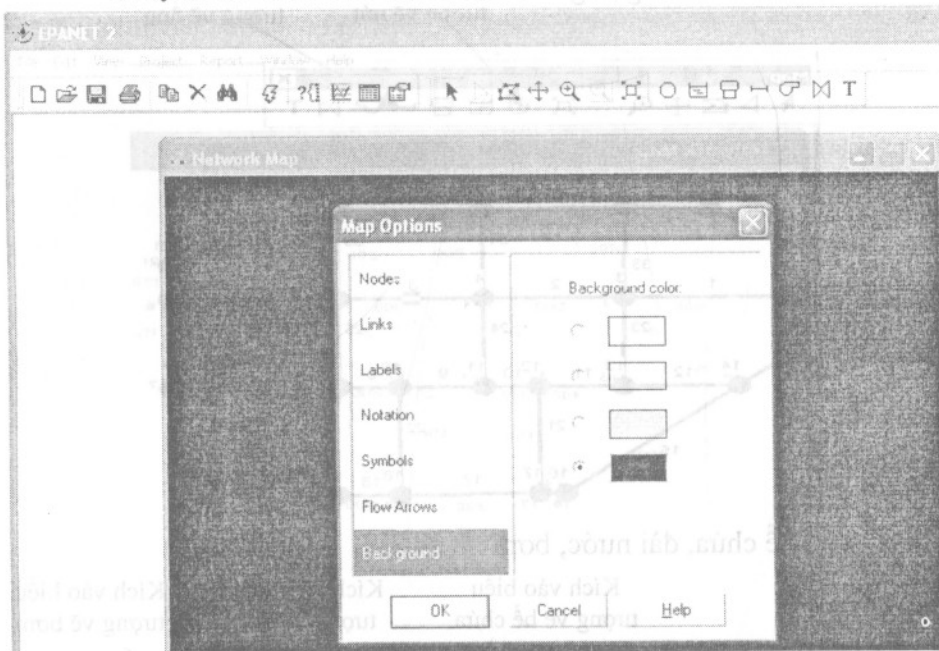


- ✓ Mặc định độ rộng của đường ống

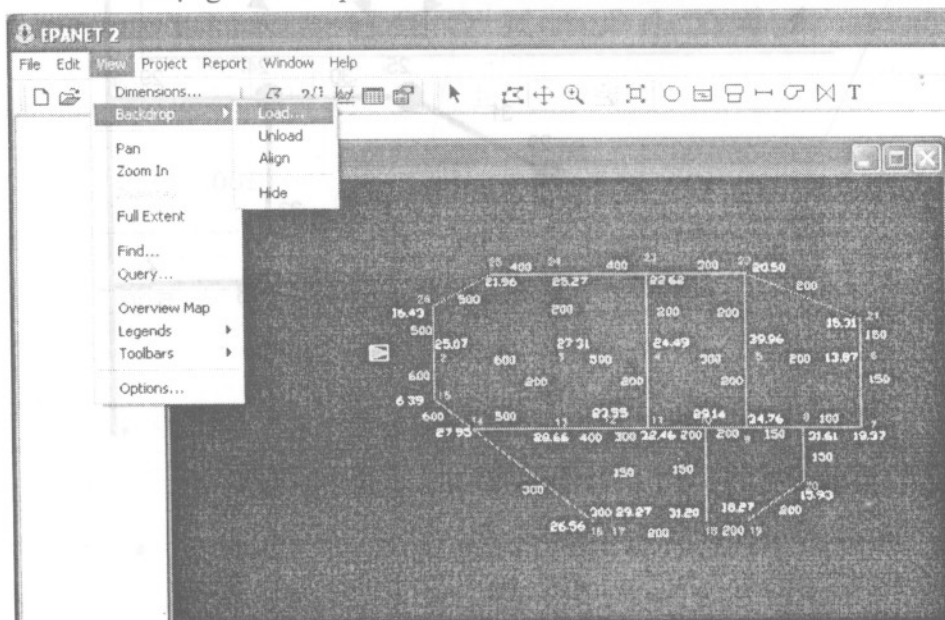


♦ Bước 2. Import bản đồ từ Autocad

✓ Chuyển đổi màu nền của Project



✓ Sử dụng Backdrop để load bản đồ

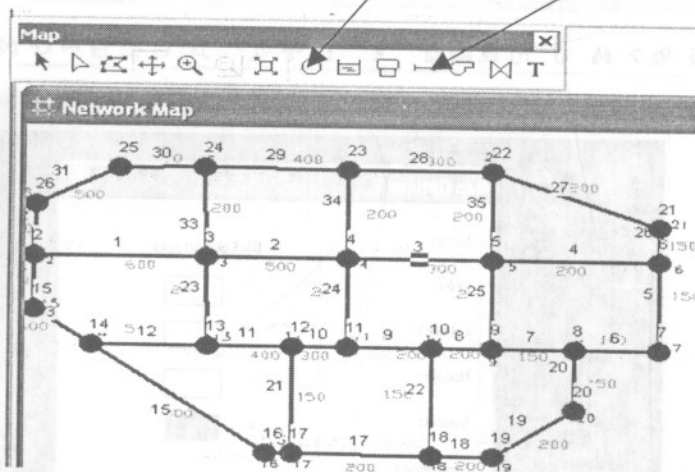


♦ Bước 3. Tiến hành vẽ mạng lưới đường ống

✓ Vẽ nút và đường ống

Kích vào biểu tượng vẽ nút

Kích vào biểu tượng vẽ ống

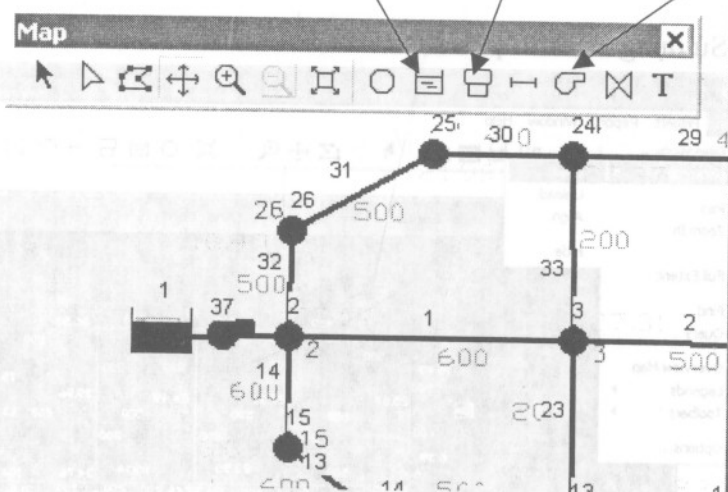


✓ Vẽ bể chứa, đài nước, bơm

Kích vào biểu tượng vẽ bể chứa

Kích vào biểu tượng vẽ đài

Kích vào biểu tượng vẽ bơm



♦ Bước 4. Nhập các giá trị các thông số tính toán

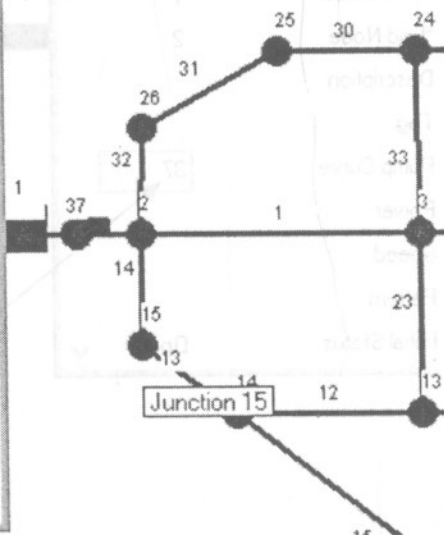
Các thông số cần nhập:

- ✓ Lưu lượng nút, cao trình nút;
- ✓ Đường kính ống, chiều dài ống;

- ✓ Lưu lượng máy bơm, đặc tính bơm;
- ✓ Cao trình đài, mực nước trong đài, đường kính đài;
- ✓ Mực nước trong bể chứa.
- ✓ Nhập thông số mỗi nối.

Junction 15

Property	Value
*Junction ID	15
X-Coordinate	1207.48
Y-Coordinate	7253.40
Description	
Tag	
*Elevation	5
Base Demand	25.8
Demand Pattern	
Demand Categories	1
Emitter Coeff.	

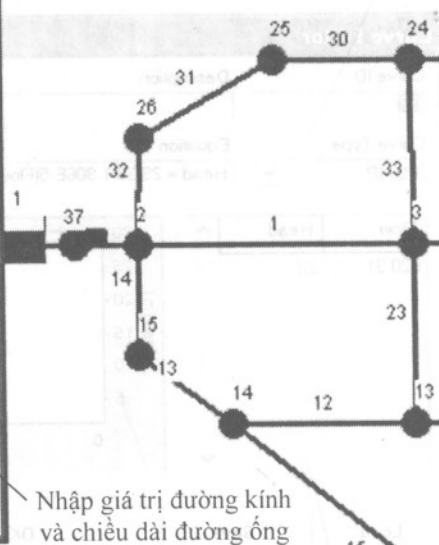


- ✓ Nhập thông số đường ống

Pipe 1

Property	Value
*Pipe ID	1
*Start Node	2
*End Node	3
Description	
Tag	
*Length	800
*Diameter	600
*Roughness	110
Loss Coeff.	0
Initial Status	Open

Nhập giá trị đường kính và chiều dài đường ống

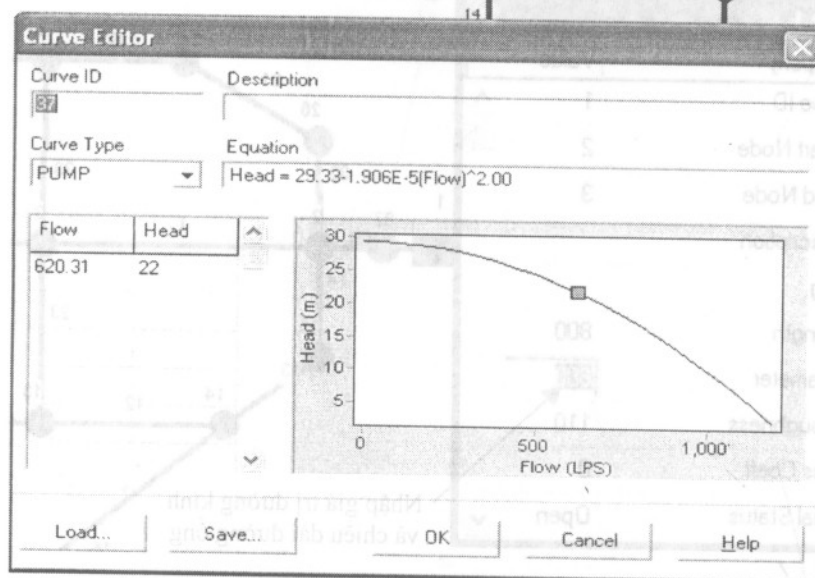
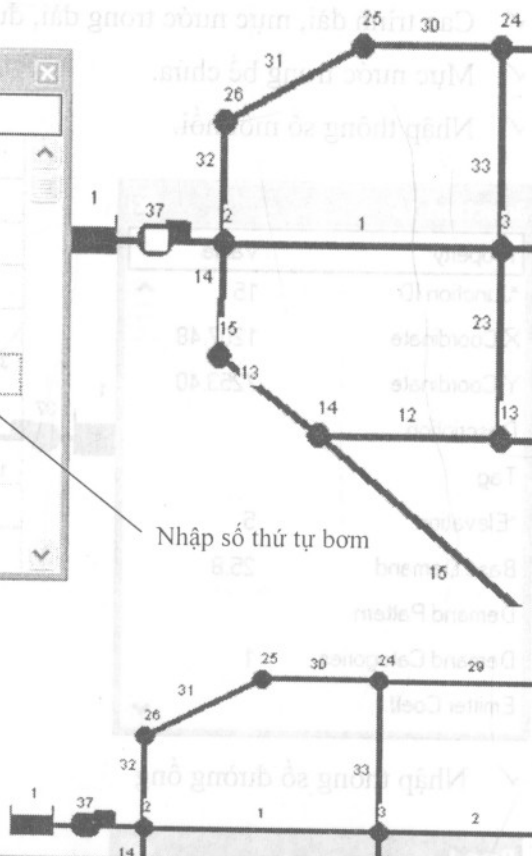


- ✓ Nhập các thông số bơm

Pump 37

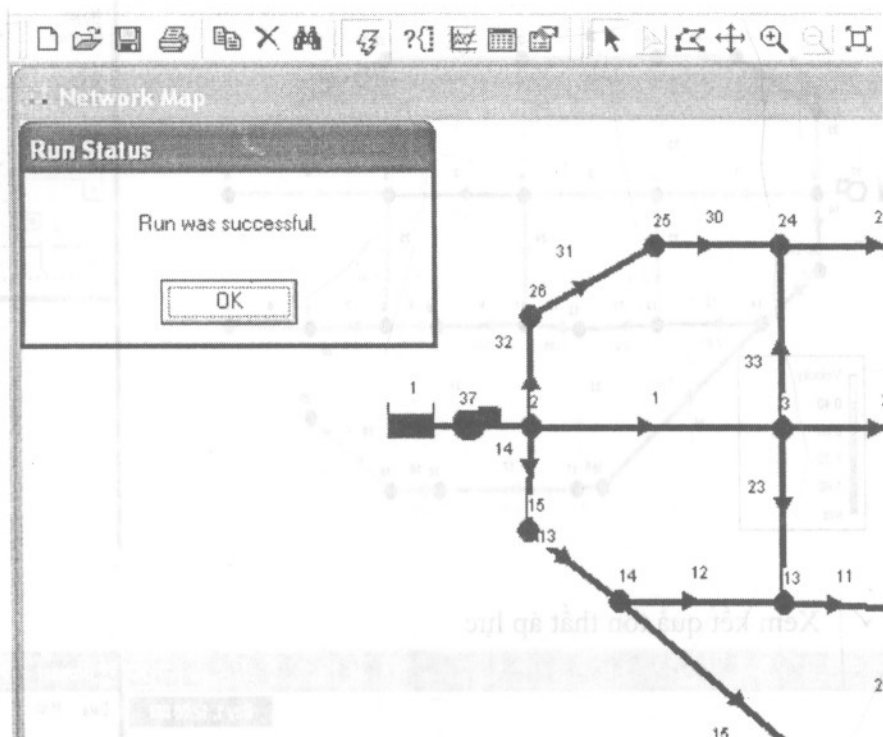
Property	Value
*Pump ID	37
*Start Node	1
*End Node	2
Description	
Tag	
Pump Curve	37
Power	
Speed	
Pattern	
Initial Status	Open

Nhập số thứ tự bơm

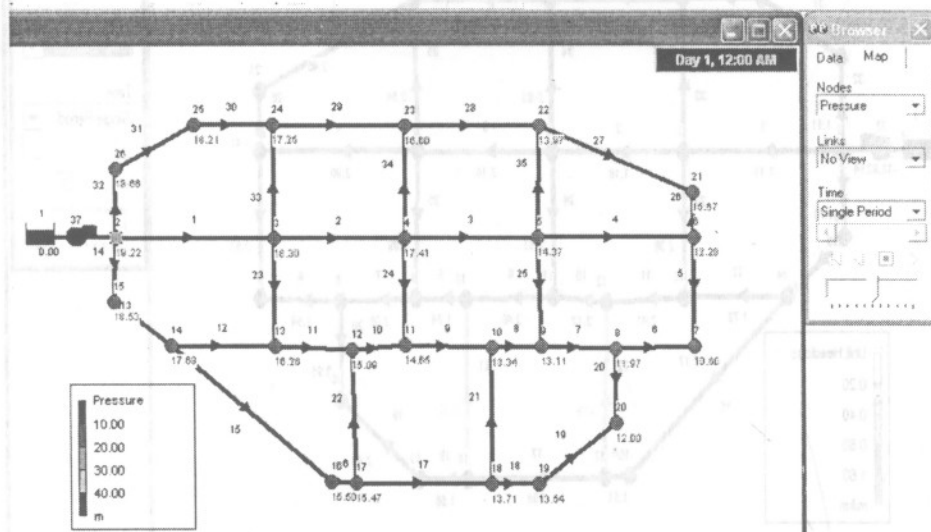


♦ Bước 5. Phân tích và xem kết quả

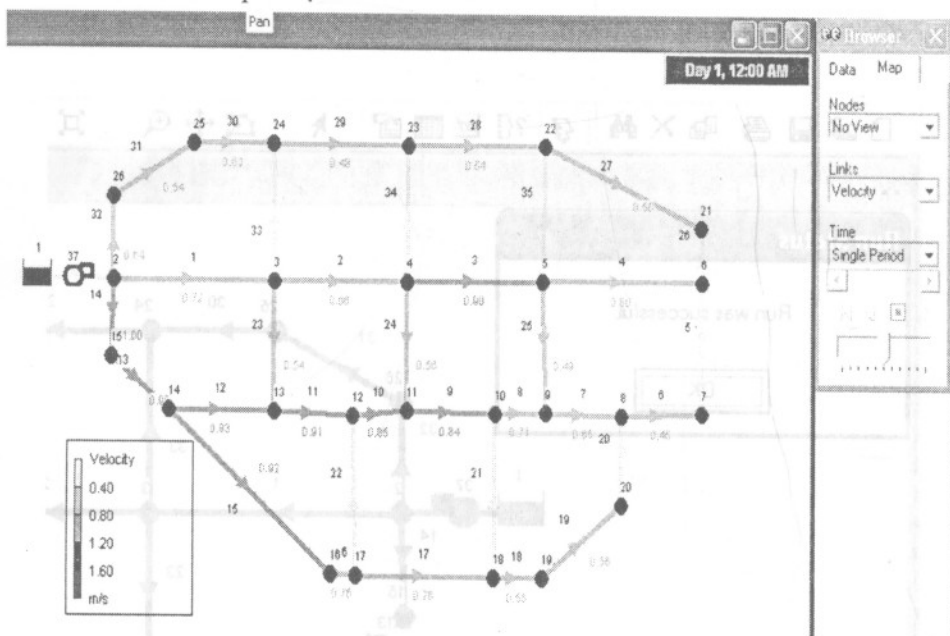
✓ Phân tích chương trình



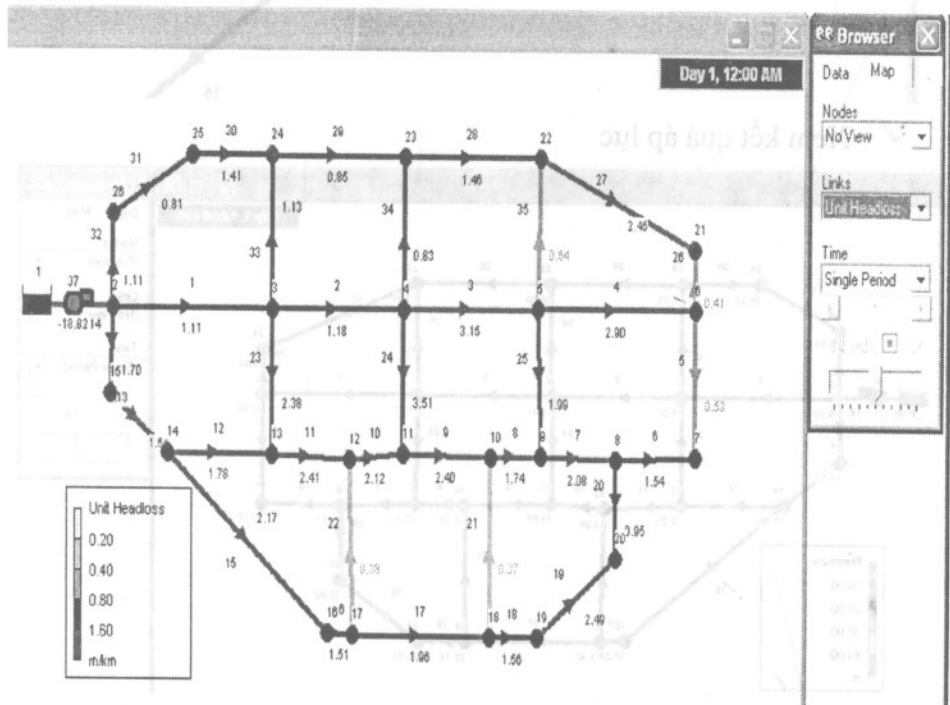
✓ Xem kết quả áp lực



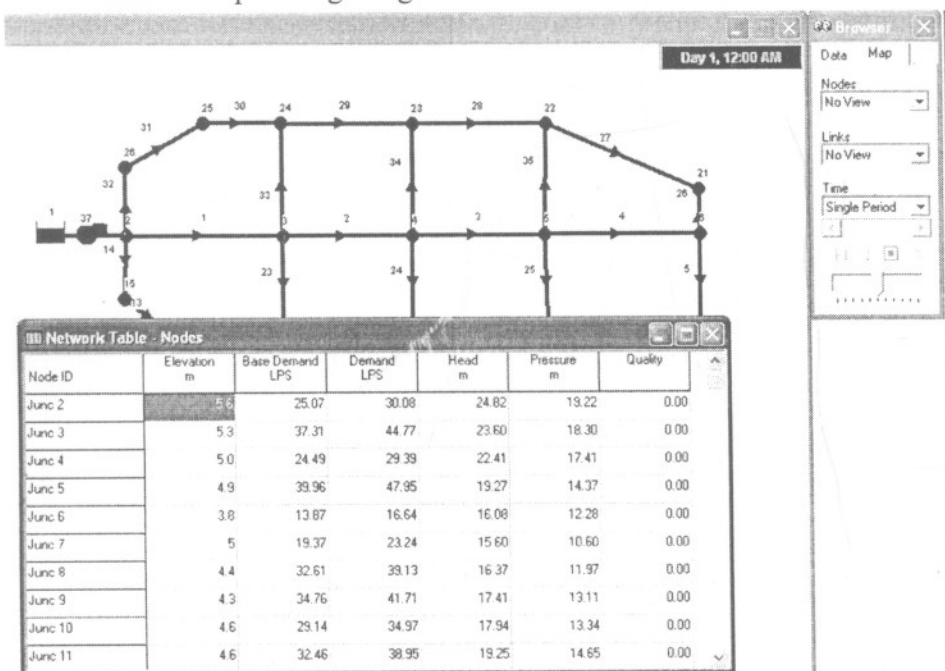
✓ Xem kết quả vận tốc



✓ Xem kết quả tổn thất áp lực



✓ Xem kết quả bằng bảng biểu



3

**PHẦN MỀM QUẢN LÝ
CHẤT LƯỢNG NƯỚC**

QUAL2E

3.1. TỔNG QUAN VỀ PHẦN MỀM QUAL2E

3.1.1. Giới thiệu chung

Qual2E là phần mềm tính toán chất lượng dòng chảy mặt, chủ yếu áp dụng cho sông ngòi. Chương trình có khả năng tính toán mô phỏng tới 15 chỉ tiêu chất lượng nước với mọi kết cấu định nghĩa mô hình tính toán do người dùng đề ra. Các chỉ tiêu đó bao gồm:

1. Oxy hoà tan – DO;
2. Nhu cầu Oxy hoá sinh hoá – BOD;
3. Nhiệt độ;
4. Tảo tính theo Chlorophyll-A;
5. Nitơ hữu cơ tính theo Nitơ (N);
6. Ammonia tính theo Nitơ (N);
7. Nitrit tính theo Nitơ (N);
8. Nitrat tính theo Nitơ (N);
9. Phospho hữu cơ tính theo Phospho (P);
10. Phospho hoà tan tính theo Phospho (P);
11. Coliform;
12. Một thông số đặc trưng chất bền vững;
13. Ba (3) thông số các chất không bền vững.

Qual2E được áp dụng tính toán cho dòng chảy xáo trộn hòa tan, tính toán quá trình truyền tải tải lượng của các chỉ tiêu trên theo hướng dòng chảy từ thượng lưu đến hạ lưu và sự lan toả của chúng. Qual2E cũng tính đến quá trình vận chuyển thay đổi các chỉ tiêu khi có yếu tố các dòng chảy trên sông hoặc kênh hợp lưu và trên lưu vực của dòng chảy có nhiều điểm xả. Ngoài ra Qual2E cũng còn tính đến quá trình pha loãng của các dòng chảy khi hợp lưu có chỉ tiêu DO khác nhau.

Về mặt thủy lực, Qual2E tính toán được dòng chảy của sông và dòng nước thải đổ vào trong thời điểm ổn định. Qual2E có khả năng thực hiện cả hai trạng thái là mô hình tĩnh và mô hình động đối với các chỉ tiêu tính

toán. Thường Qual2E được tính toán theo mô hình tĩnh khi nghiên cứu sự ảnh hưởng của các tải lượng (mức độ lớn, chất lượng và vị trí) của chất lượng dòng chảy và cũng được sử dụng xác định điểm lấy mẫu để nhận xác định mức độ và đặc tính của nguồn thải khi không có khả năng tới các vị trí xa của nguồn thải. Người sử dụng có thể sử dụng để nghiên cứu sự ảnh hưởng của quá trình biến đổi về khí hậu đến chất lượng nước và cũng nghiên cứu biến đổi của ôxy hoà tan trong nước trong quá trình sinh trưởng và hô hấp của tảo qua mô hình động. Tuy nhiên, mô hình động có các yếu tố thay đổi như lưu lượng thượng lưu, tải lượng của điểm xả không được đề cập đến trong mô hình Qual2E. Mô hình Qual2E đã được phát triển khá nhiều theo thời gian, hiện nay phần mềm này có khả năng tính toán, phân tích bài toán về chất lượng dòng chảy trong trường hợp ổn định theo phương pháp phân tích thứ nguyên.

Có 3 phương pháp: phân tích độ nhạy cảm, phân tích sai số bậc một và phương pháp Monte-Carlo. Với những khả năng này, người dùng có khả năng quyết định đến độ nhạy của mô hình đưa ra và của số liệu giả thiết trong mô hình dự báo. Sự xác định số lượng các giả thiết trong mô hình dự báo cho phép quyết định giá trị tới hạn của sự biến đổi chất lượng dòng chảy và qua đó xác định mức độ khả năng có thể chấp nhận được. Ngoài ra, sự xác định các hệ số trong quá trình tính toán liên quan đến các chỉ tiêu trên sẽ thu được các số liệu phù hợp hơn với các điều kiện của các lưu vực khác nhau.

3.1.2. Sự phát triển của phần mềm QUAL2E

a. Phiên bản hiện hành

Phiên bản hiện hành Qual2E được phát triển dưới sự hợp tác giữa trường Đại học Tufts, Ban kỹ thuật xây dựng, Cục Bảo vệ môi trường Mỹ (EPA) và phòng thí nghiệm nghiên cứu Môi trường Athens. Phiên bản này đã được sửa đổi mở rộng khả năng tính toán theo phân tích không thứ nguyên (UNCAS) của môđun tính toán ổn định.

b. Lịch sử hình thành

Mô hình gốc Qual2E là phần bổ trợ mô hình chất lượng dòng chảy Qual-I được phát triển bởi F.D. Masch với các cộng tác của Ban phát triển nước

Texas (1971). Năm 1972, Liên hợp kỹ thuật nguồn nước (WRE) hợp tác với Cục Bảo vệ môi trường Mỹ (EPA) đã phát triển Qual-I thành sản phẩm là Qual-II. Trong hơn ba năm sau đó, một vài phiên bản đã được biến đổi và phát triển lên để phù hợp với người sử dụng. Vào tháng 3 năm 1976, Hội đồng phía Nam Michigan thuộc Chính phủ Mỹ (SEMCOG) đã ký hợp đồng với WRE để sửa đổi các phiên bản sau và kết hợp các phương pháp tính toán tốt nhất cho phiên bản Qual-II thành một mô hình độc lập. Các phần sửa đổi trong phiên bản do SEMCOG đề xuất bao gồm:

- ✓ Thêm phần lựa chọn chuyển từ hệ đơn vị Anh sang hệ đơn vị SI cho phần đưa số liệu đầu vào;
- ✓ Thêm phần lựa chọn chuyển từ hệ đơn vị Anh sang hệ đơn vị SI cho phần đưa số liệu đầu ra;
- ✓ Phần lựa chọn đặc tính thủy lực;
- ✓ Phần lựa chọn sử dụng phương pháp tính của Tsivoglou cho một số chỉ tiêu;
- ✓ Thay đổi quá trình hiển thị kết quả;
- ✓ Phát triển mô đun tính đến ảnh hưởng của nhiệt độ.

Sự hiệu chỉnh phiên bản SEMCOG đã được sự ủng hộ và bảo hộ bởi Cục Bảo vệ môi trường Mỹ. Năm 1983, EPA tiếp tục phát triển và sửa đổi mô hình Qual-II để phản ánh chất lượng dòng chảy. Sử dụng rộng rãi Qual-II/SEMCOG đã cho thấy một số vấn đề không phù hợp cần phải thay đổi, hiệu chỉnh đối với tác động của ánh sáng tới quang hợp – chất dinh dưỡng. Trong phần bổ sung một vài điểm đã được sửa đổi cho phần nhập liệu và xuất kết quả theo yêu cầu người sử dụng. Sự phát triển này đã chuyển mô hình Qual-II thành mô hình Qual2E (Brow và Barnwell, 1985). Sự thay đổi này bao gồm:

1. Sự tương tác giữa Tảo, Nito, Phospho, ôxy hoà tan
 - ✓ Sự biến đổi của nito hữu cơ;
 - ✓ Sự biến đổi của phospho hữu cơ;
 - ✓ Sự nitrat hoá và quá trình kim hãm khi mức độ ôxy hoà tan thấp;

- ✓ Hệ số tính đến tảo cho NH_3 .
- 2. Sự tăng trưởng của tảo
 - ✓ Tốc độ tăng trưởng của tảo phụ thuộc vào NH_3 và NO_3 ;
 - ✓ Quá trình tự tiêu huỷ của tảo;
 - ✓ Phương trình suy giảm tốc độ tăng trưởng của tảo.
- 3. Nhiệt độ
 - ✓ Sự liên hệ giữa bức xạ mặt trời đến quang hợp;
 - ✓ Hệ số điều chỉnh nhiệt độ.
- 4. Hoà tan ôxy
 - ✓ Phương trình bão hoà ôxy.
- 5. Thủy lực
 - ✓ Đưa hệ số cho quá trình phân tán theo chiều đứng;
 - ✓ Kiểm tra lưu lượng;
 - ✓ Khả năng tăng lưu lượng dọc theo lưu vực.
- 6. Điều kiện biên hạ lưu
 - ✓ Lựa chọn cho hạ lưu có tính đặc biệt.
- 7. Sửa đổi giao diện cho quá trình nhập liệu và xuất kết quả

c. Sự phát triển của Qual2E

Từ phiên bản đầu tiên của Qual2E tới nay, việc cải tiến mô hình vẫn được tiếp tục. Quá trình sửa đổi đã được thiết kế trên mã chương trình ngày càng hiệu quả hơn trong việc tính toán và được chỉnh sửa, kiểm tra của nhiều người dùng. Mô hình này đã được áp dụng cho tính toán chất lượng mạng sông ngòi tại nhiều nơi trên thế giới. Hiện nay Qual2E đã được chọn làm phần mềm ứng dụng bởi các hệ thống mã chương trình đã được công bố rộng rãi và được các nhà tư vấn sử dụng, thực hiện trong các kế hoạch hành động.

3.1.3. Phần mềm QUAL2E trên máy tính

a. Giới thiệu khái quát phần mềm

Qual2E có khả năng thực hiện mô tả và tính toán cho mọi mạng lưới hình cây, dòng chảy một chiều. Lưu vực tính toán được chia nhỏ thành các phân đoạn nhỏ được định nghĩa với các thông số thủy lực đặc trưng của các phân đoạn đó. Có 7 cách định nghĩa các phân đoạn:

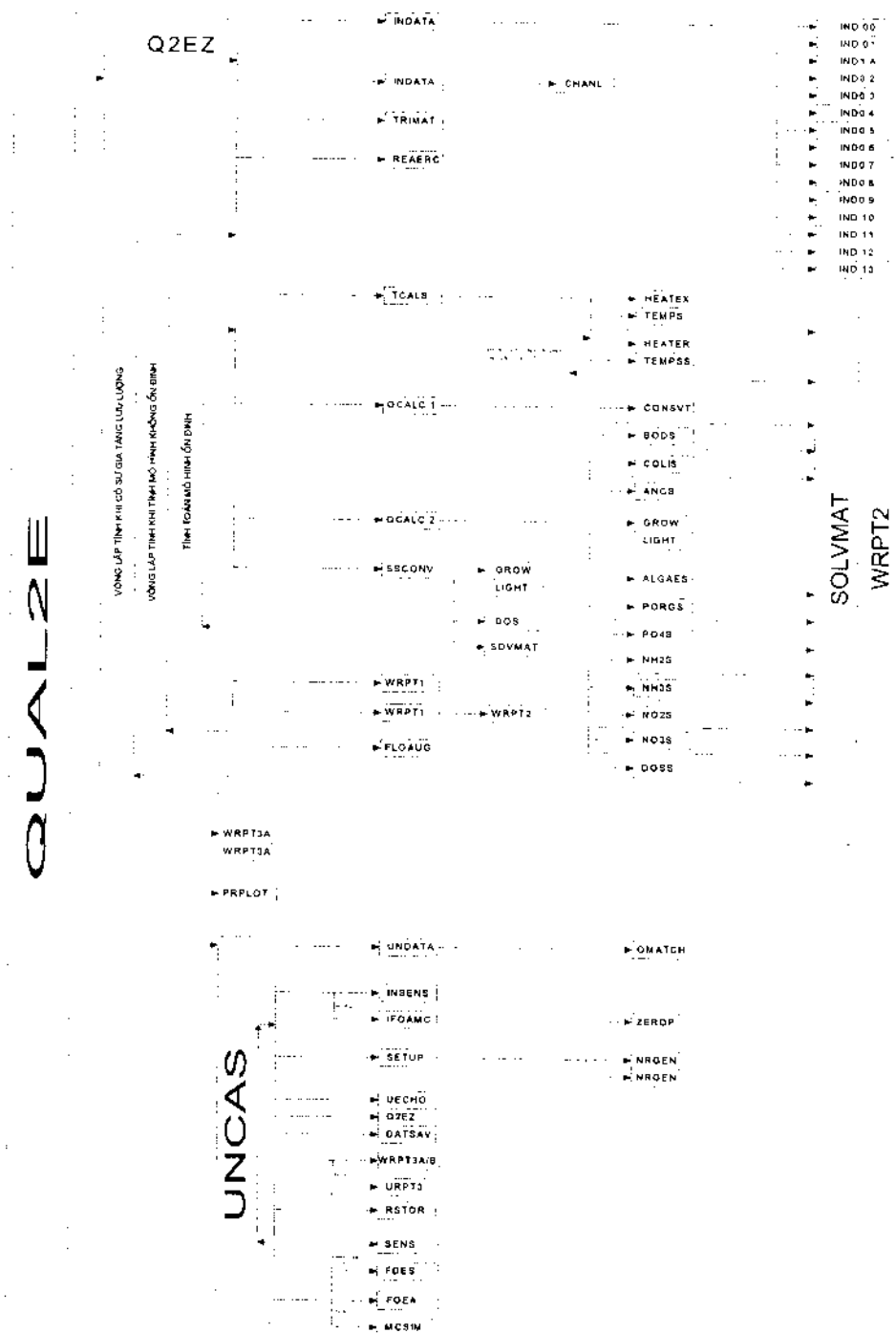
1. Phân đoạn thuộc thượng lưu nơi bắt đầu của dòng chảy tính toán;
2. Phân đoạn chuẩn mực;
3. Phân đoạn nằm trên điểm hợp lưu;
4. Điểm hợp lưu;
5. Phân đoạn kết thúc tính toán ở hạ lưu thuộc dòng sông;
6. Phân đoạn có điểm xả;
7. Phân đoạn lấy nước.

b. Giới hạn tính toán và cấu trúc chương trình

Qual2E được thiết kế tính toán phù hợp với các máy chủ hoặc các máy tính cá nhân (PC). Tuy nhiên trong quá trình thực hiện tính toán, việc phân đoạn nhỏ ảnh hưởng lớn đến quá trình tính toán. Do vậy để phù hợp các nhà lập trình đã thiết lập một số giới hạn tính toán:

1. Lưu vực tính toán tối đa: 25 lưu vực;
2. Số phân đoạn tính toán cho 1 lưu vực: không lớn hơn 20 phân đoạn/lưu vực. Tổng số không vượt quá 250 phân đoạn;
3. Số điểm lưu vực: tối đa là 7;
4. Số điểm nối: tối đa là 6;
5. Số điểm xả và điểm lấy nước: tối đa là 25.

Cấu trúc hợp nhất của Qual2E được sửa đổi từ các phiên bản trước là Qual-II. Trong phần chính của chương trình và các chương trình con INDATA đã được chia nhỏ thành các cấu trúc nhỏ hơn. Các cấu trúc này được áp dụng các thuật toán khác nhau phù hợp với từng chức năng của cấu trúc để thực hiện các nhiệm vụ chuyên sâu hơn so với các phiên bản trước.



Hình 3.1. Cấu trúc chương trình Qual2E

c. Ngôn ngữ sử dụng và yêu cầu về hệ điều hành

Qual2E được thiết kế trên ngôn ngữ ANSI FORTRAN 77 tương thích với hệ thống các trạm chủ server mainframe và các máy tính cá nhân PC. Bộ nhớ tối thiểu hoạt động của phần mềm 256K. Hiện nay với phiên bản mới chạy trên hệ điều hành Windows, giao diện với người dùng đã thân thiện và nhập liệu cũng đơn giản hơn. Yêu cầu là có hệ điều hành Windows 98 hoặc 2000 trở lên, bộ nhớ tối thiểu 16MB RAM, ổ cứng 420MB, màn hình độ phân giải 800x600.

3.2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT CỦA QUAL2E

3.2.1. Giới thiệu

Mục tiêu đầu tiên của mọi mô hình chất lượng dòng chảy là các mô đun công cụ thực hiện mô phỏng hoạt động thủy lực và chất lượng các thành phần trong dòng chảy đó. Sự phát triển các công cụ mẫu đầu tiên đã được áp dụng bởi các mô hình toán trong quá trình số hoá tính toán qua ba giai đoạn:

1. Dựa trên các khái niệm đặc trưng;
2. Phương trình đặc trưng;
3. Số hoá để áp dụng cho máy tính.

Quá trình dựa trên các khái niệm đặc trưng bao gồm các cấu trúc trình bày sự lý tưởng của các nguyên mẫu qua các mô tả về chi tiết đặc trưng cấu trúc địa hình, qua các cấu trúc này người ta có thể biểu diễn các điều kiện biên và các mối quan hệ liên kết giữa các biến trong các phần của nguyên mẫu. Thông thường quá trình xử lý thường buộc phải chia nguyên mẫu thành các phần nhỏ được gọi là các phần tử, kích thước của các phần tử này tương thích với mục tiêu mà mô hình đề ra, tuy nhiên cũng có các hạn chế trong quá trình thể hiện mô hình đó là cấu trúc địa hình, vật lý, quá trình kết nối các phần phải đơn giản hoá. Chủ yếu quá trình này là xây dựng các điều kiện biên cho mô hình.

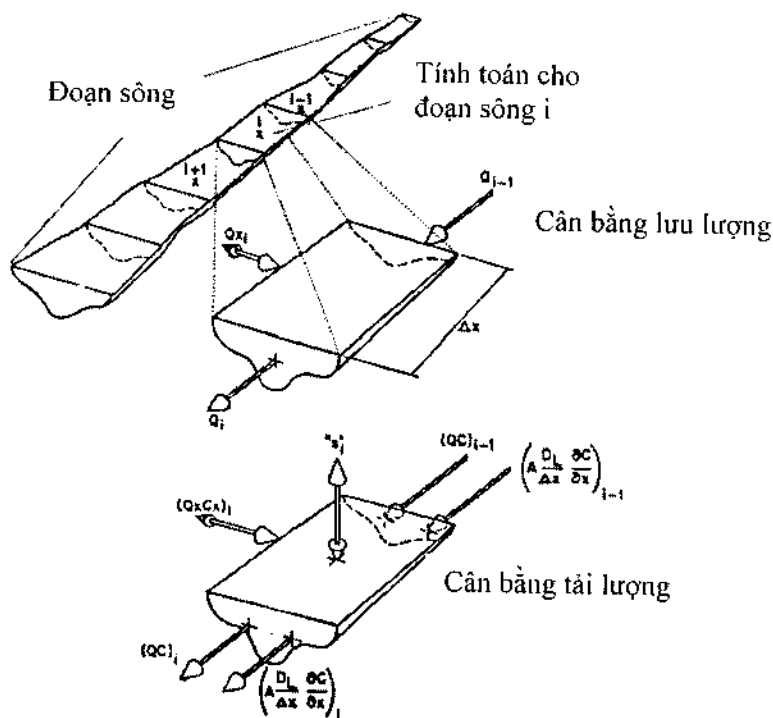
Các chức năng đặc trưng đòi hỏi phải công thức hoá các nét đặc biệt của cấu trúc vật lý, quá trình hoạt động và các điều kiện biên trong các phương trình đại số. Nó bao hàm sự định nghĩa các sai số trong mỗi biến và mối quan hệ tới toàn bộ các thông số khác. Điều này được thể hiện thông qua tính đặc trưng của mô hình, hay nói một cách khác đó là mối quan hệ giữa đầu vào và đầu ra của chương trình.

Sự số hoá là quá trình thực hiện mà qua đó các phương trình đại số thể hiện mô hình được chuyển sang các phương pháp tính để áp dụng cho máy tính tính toán mô phỏng sự biến đổi liên tục theo thời gian và không gian. Quá trình này được tập trung với sự phát triển của các giải pháp đặc biệt về kỹ thuật có thể cung cấp bởi máy tính và ngôn ngữ của máy tính.

Đối với phần mềm Qual2E, quá trình số hoá được thực hiện cho các phương trình thể hiện quá trình khuếch tán theo chiều dòng chảy, đặc tính thủy lực và phương trình chất tải.

3.2.2. Các khái niệm đặc trưng

Hình 3.2 mô tả một lưu vực sông được phân ra làm n phân đoạn, chiều dài mỗi phân đoạn được tính là Δx .

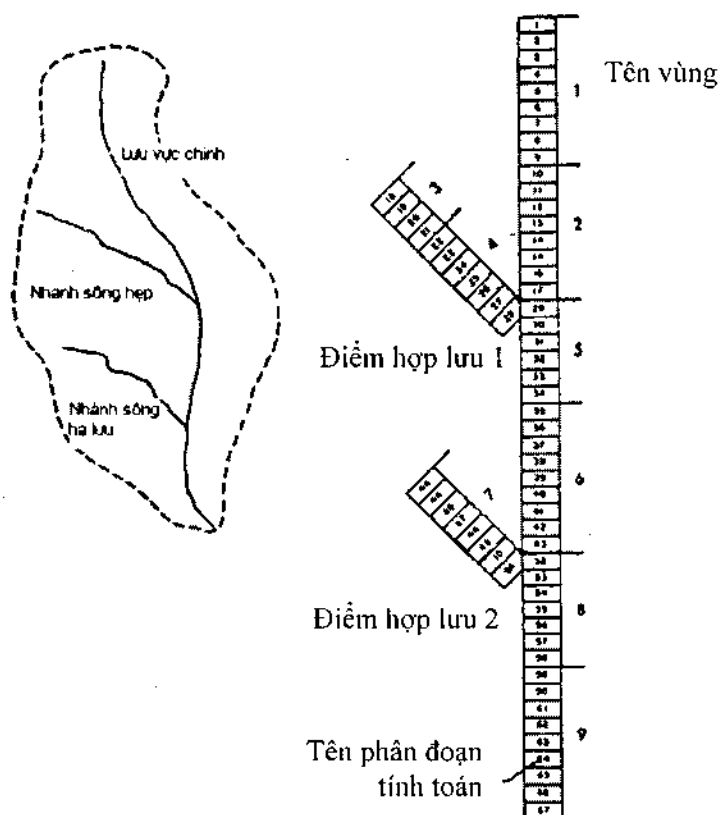


Hình 3.2. Dòng chảy tự do

Tại mỗi phân tử tính toán, việc tính cân bằng dòng chảy trong thủy văn được biểu diễn bởi quá trình đầu ra đầu vào của lưu lượng đầu vào là phân tử thứ Q_{i-1} đầu ra là Q_i , và nguồn phụ khác Q_x . Tương tự như vậy,

việc tính toán cân bằng tải lượng cũng được biểu diễn qua các yếu tố trên tại mỗi phân đoạn. Tuy nhiên trong cân bằng tải lượng, chúng ta còn gặp đến hai vấn đề đó là quá trình thực hiện vận chuyển các tải lượng (Q-C) và quá trình phân tán $A \frac{D_L}{\Delta x} \times \frac{\partial C}{\partial x}$. Tải lượng các chất có thể giảm hoặc tăng tùy theo lưu vực có các điểm thu nước, hay điểm xả. Quá trình tính toán cân bằng vật chất cũng như lưu lượng đều được tính cho quá trình diễn ra là xáo trộn hoàn toàn.

Như vậy, dòng chảy có thể mô tả lý tưởng như các dòng chảy hoà trộn hoàn chỉnh qua sự tính toán các phần tử liên tục thông qua quá trình chất tải và phân tán. Sự liên tục của các quá trình phản ứng có thể định nghĩa được tại các lưu vực qua các thông số như sự gần giống nhau về thủy văn, độ dốc dòng chảy, mặt cắt sông, độ nhám,... độ giảm BOD, tốc độ lắng đọng của tảo,... (hình 3.3)



Hình 3.3. Lưu vực sông và phân đoạn tính toán

3.2.3. Phương trình đặc trưng

a. Công thức mô tả quá trình phân tán chất bẩn trong Qual2E

Công thức cơ bản được sử dụng cho Qual2E là công thức mô tả quá trình phân tán chất bẩn một chiều, quá trình này được mô tả biến đổi theo thời gian của các thành phần tạo nên chất lượng nước. Công thức này bao gồm sự ảnh hưởng của tầng bình lưu, quá trình phân tán, sự pha loãng,... Cho mọi chỉ tiêu có nồng độ là C , công thức có thể viết:

$$\frac{\partial M}{\partial t} = \frac{\partial \left(A_x D_L \frac{\partial C}{\partial x} \right)}{\partial x} dx - \frac{\partial (A_x u C)}{\partial x} dx + (A_x dx) \frac{dC}{dt} + s; \quad (3.1)$$

trong đó: M – tải lượng (M);

x – khoảng cách tính toán (L);

t – thời gian (T);

C – nồng độ chất thải (ML^{-3});

A_x – diện tích mặt cắt ướt (L^2);

D_L – hệ số phân tán theo phương x (L^2T^{-1});

U – vận tốc trung bình (LT^{-1});

s – nồng độ chất nguồn khác bổ cập (MT^{-1}).

Do $M = VC$, ta có thể viết:

$$\frac{\partial M}{\partial t} = \frac{\partial (VC)}{\partial t} = V \frac{\partial C}{\partial t} + C \frac{\partial V}{\partial t}; \quad (3.2a)$$

Khi đó:

$$V = A \times dx = \text{sự gia tăng thể tích } (L^3); \quad (3.2b)$$

Nếu trong trường hợp dòng chảy là ổn định, khi đó $\frac{\partial Q}{\partial t} = 0$, do vậy $\frac{\partial V}{\partial t} = 0$

và công thức (3.2a) trở thành $\frac{\partial M}{\partial t} = V \frac{\partial C}{\partial t}$.

Từ công thức (3.1) và công thức (3.2b) ta có:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial \left(A_x D_L \frac{\partial C}{\partial x} \right)}{A_x \partial x} - \frac{\partial (A_x u C)}{A_x \partial x} \frac{dC}{dt} + C \frac{s}{V}; \quad (3.3)$$

Trong điều kiện ổn định khi đó đạo hàm riêng sẽ bằng 0, hay nói cách khác:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = 0 ; \quad (3.4)$$

Trong trường hợp thay đổi một chỉ tiêu hay nói cách khác là yếu tố độc lập của quá trình lan truyền, mô hình một chiều được định nghĩa bởi giới hạn:

$$\frac{dC}{dt} = \text{Thay đổi một chỉ tiêu} ; \quad (3.5)$$

Sự thay đổi này có thể là quá trình vật lý, hoá học, phản ứng sinh học và sự tương tác xảy ra trong dòng chảy.

b. Điều kiện thủy lực

Chế độ thủy lực Qual2e đã được công bố sử dụng chế độ chảy ổn định, tức $\frac{\partial Q}{\partial t} = 0$. Khi đó việc tính toán cân bằng các dòng chảy đối với các phân đoạn có thể viết theo công thức sau:

$$\left(\frac{\partial Q}{\partial x} \right)_i = (Q_x)_i ; \quad (3.6)$$

trong đó: $(Q_x)_i$ – tổng các lưu lượng dòng chảy vào, dòng chảy ra và quá trình mất nước cho từng phân đoạn.

c. Hệ số dòng chảy

Công thức (3.6) được dùng để tính lưu lượng, tuy nhiên với các thông số đặc trưng khác của thủy lực cho mỗi phân đoạn có thể biểu diễn theo công thức sau:

$$u = a^{Q^a} ; \quad (3.7)$$

$$A_x = \frac{Q}{u} ; \quad (3.8)$$

$$\text{và } d = \alpha^{Q^b} ; \quad (3.9)$$

trong đó: a, b, α, β – các hệ số kinh nghiệm; d – chiều sâu tính toán của dòng chảy. Các hệ số này thường được xác định từ đường cong biến đổi lưu lượng.

d. Sự phân tán theo hướng dòng chảy

Phân tán về cơ bản là quá trình vận chuyển do đối lưu cơ học. Phân tán là khái niệm chung sử dụng cho quá trình liên quan trong chuyển động trong không gian với sự thay đổi vận tốc. Ngược lại với khái niệm này là khuếch tán. Đây là khái niệm mô tả quá trình chuyển động có sự thay đổi của vật chất liên quan tới thời gian, vận tốc trung bình.

Theo Taylor (1956) công thức sử dụng để tính toán hệ số khuếch tán D_L theo hướng dòng chảy trong đường ống:

$$D_L = 10.r_0.u^* ; \quad (3.10)$$

trong đó: r_0 – bán kính của ống;
 u^* – vận tốc động lực.

$$u^* = \sqrt{\frac{\tau_0}{\rho}} ; \quad (3.11)$$

ở đây τ_0 – ứng suất tiếp tại thành rắn;
 ρ – tỷ trọng chất lỏng.

Elder (1959) thấy rằng chỉ có gradien vận tốc theo chiều đứng quan trọng trong dòng chảy và đã phát triển biểu thức tương tự như biểu thức Taylor:

$$D_L = Kdu^* ;$$

trong đó: d – chiều sâu của dòng chảy. (3.12)

Elder thường sử dụng hệ số 5,93 cho hệ số K trong công thức trên. Một số nhà nghiên cứu khác đã đề xuất các biểu thức tương tự cho hệ số D_L và xác định được độ nhạy với của hệ số với vận tốc. Tuy nhiên theo Elder trong trường hợp mô hình tính là một chiều thì kênh dẫn không được quá rộng. Để cho chiều rộng sông lớn, Fisher (1964) nhận thấy tỷ lệ nửa chiều rộng lớn hơn nhiều so với chiều sâu thì chiều rộng có ảnh hưởng chủ yếu đến hệ số phân tán. Biểu thức (2.10), (2.12) có thể viết dưới công thức Manning và các thông số đặc trưng của dòng chảy.

Trong điều kiện dòng chảy ổn định và trong kênh hở:

$$u^* = C\sqrt{RS_e} ; \quad (3.13)$$

trong đó: C – hệ số Chezy;
 R – bán kính thủy lực;
 S_e – độ dốc thủy lực của dòng chảy.

Hệ số Chezy được tính theo công thức:

$$C = \frac{R^{\frac{1}{6}}}{n} ; \quad (3.14)$$

trong đó : S_e – độ dốc thuỷ lực của dòng chảy được tính theo công thức sau:

$$S_e = \left(\frac{un}{1,486R^{\frac{2}{3}}} \right)^2 ; \quad (3.15)$$

ở đây, u – vận tốc trung bình.

Thay thế biểu thức (3.14) và (3.15) vào biểu thức (3.12) và cho $R = d$ với trường hợp kênh hở có chiều rộng lớn, biểu thức tính hệ số D_L :

$$D_L = 3,82Knud^{\frac{5}{6}} ; \quad (3.16)$$

e. Sự gia tăng về lưu lượng

Khi DO trong dòng chảy giảm xuống dưới mức yêu cầu cho phép theo tiêu chuẩn chất lượng nước, nồng độ này có khả năng sẽ tăng lên khi sự tăng lưu lượng. Frank D. Masch, các cộng sự và Ban phát triển nước Texas (1971) thấy rằng tổng khối lượng dòng chảy cần thiết để nâng hàm lượng DO lên trên mức yêu cầu không thể biểu diễn mối quan hệ này bằng các biểu thức chính xác dưới dạng hàm số. Phương pháp xấp xỉ sẽ mô tả mối quan hệ này được sử dụng trong Qual2E và theo dạng toàn phương:

$$DO_R = DO_T - DO_{\min} ; \quad (3.17a)$$

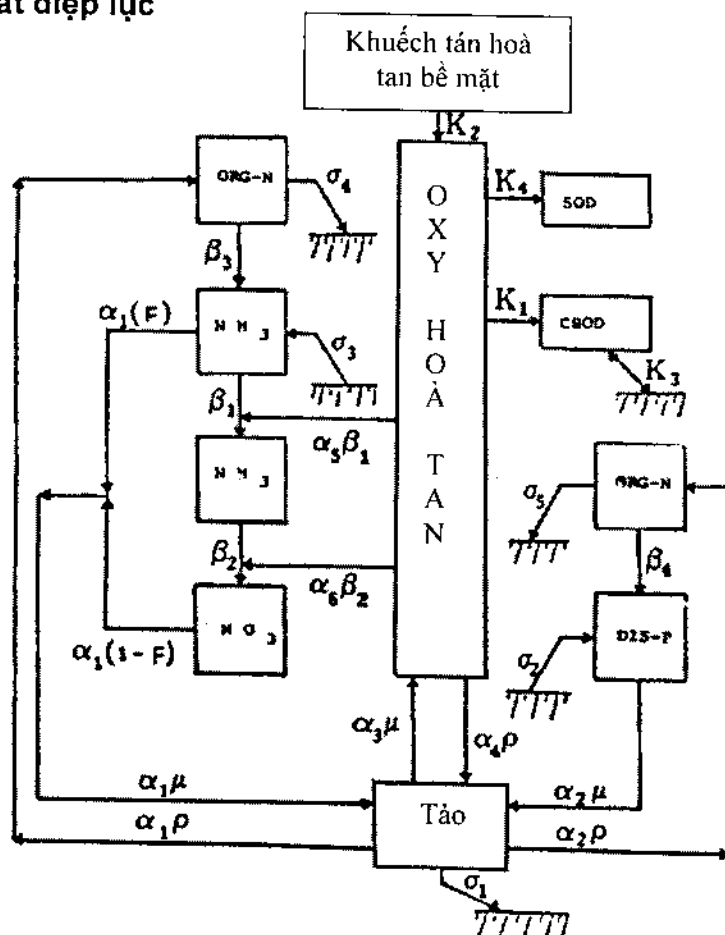
và:

$$Q_R = Q_C \left[\frac{DO_R}{DO_T} + 0,15 \left(\frac{DO_R}{DO_T} \right)^2 \right] ; \quad (3.17b)$$

trong đó: DO_R – độ thiếu hụt oxy với tiêu chuẩn (mg/l);
 DO_T – nồng độ oxy hoà tan yêu cầu theo tiêu chuẩn (mg/l);
 $DO_{\min}$ – nồng độ oxy hoà tan tối thiểu (mg/l);
 Q_R – tổng lưu lượng yêu cầu tăng lên (m³/sec);
 Q_C – lưu lượng tại điểm tới hạn (m³/sec).

3.2.4. Sự tương tác và các phản ứng đặc trưng của một số chỉ tiêu

a. Chất diệp lục



Hình 3.4. Sự tương tác của các chỉ tiêu chính trong Qual2E

Chất diệp lục được cho là yếu tố trực tiếp cho quá trình tổng hợp nên sinh khối của tảo trong nước. Với mục tiêu là mô hình hoá quá trình chuyển đổi sinh khối do quang hợp, có công thức sau:

$$Chla = \alpha_0 A ; \quad (3.18)$$

trong đó: $Chla$ – sự tập trung quang hợp ($\mu\text{g-Chl a/L}$);
 A – tải lượng sinh khối (mg-A/L);
 α_0 – hệ số chuyển đổi ($\mu\text{g - Chl a/mg A}$).

Biểu thức khác nêu lên quá trình phát triển và sản phẩm của tảo được đưa ra theo mối quan hệ tại hình 3.4 và theo biểu thức dưới đây:

$$\frac{dA}{dt} = \mu A - \rho A - \frac{\sigma_1}{d} A ; \quad (3.19)$$

trong đó: A – tải lượng sinh khối (mg-A/L);

t – thời gian (ngày);

μ – tốc độ tăng trưởng của tảo (ngày⁻¹);

ρ – phần tảo thực hiện quá trình hô hấp (ngày⁻¹);

σ_1 – tỷ lệ lắng của tảo (m/ngày);

d – độ sâu trung bình (m).

♦ Hô hấp của tảo

Trong Qual2E tham số tốc độ hô hấp của tảo thường được sử dụng theo ba cách gần đúng sau:

1. Hô hấp nội sinh;
2. Quá trình chuyển đổi phospho vô cơ sang phospho hữu cơ;
3. Quá trình chuyển đổi từ nitơ vô cơ sang nitơ hữu cơ.

♦ Tốc độ tăng trưởng của tảo

Tốc độ tăng trưởng của tảo được hiểu như là khả năng yêu cầu có thể về dinh dưỡng (nitơ, phospho) và ánh sáng. Các biến trong các biểu thức toán học để tính toán đến ảnh hưởng của ánh sáng đến chất dinh dưỡng đã được thực hiện bởi De Groot (1983); Scavia và Park (1976) và Swartzman, Bentley (1979). Qual2E có khả năng mô phỏng quá trình tương tác giữa sự giới hạn về các hệ số theo ba tùy chọn sau:

1. Tùy chọn 1 – Cấp số nhân: biểu thức động lực học thường được sử dụng cho biểu diễn ảnh hưởng nitơ phospho và ánh sáng được nhân với nhau để xác định rõ ảnh hưởng đến tốc độ sinh trưởng của tảo. Trong tùy chọn này ta biểu diễn theo biểu thức sau:

$$\mu = \mu_{max} (F_L) (F_N) (F_P) ; \quad (3.20a)$$

trong đó μ_{max} – tốc độ tăng trưởng lớn nhất (ngày⁻¹);

F_L – hệ số giới hạn tăng trưởng của tảo do ánh sáng;

F_N – hệ số giới hạn tăng trưởng của tảo do nitơ;

F_P – hệ số giới hạn tăng trưởng của tảo do phospho.

Công thức này được SEMCOG sử dụng trong Qual-II.

2. Tùy chọn 2 – Giới hạn của dinh dưỡng: trong tùy chọn này tốc độ tăng trưởng của tảo chỉ xét đến một trong các yếu tố ánh sáng hoặc nitơ hoặc phospho. Theo cách đó thì tỷ lệ chất dinh dưỡng, ánh sáng được tăng lên gấp nhiều lần, tuy nhiên tỷ lệ chất dinh dưỡng và chất dinh dưỡng hiệu quả là xen kẽ.

$$\mu = \mu_{\max}(FL) \text{ Min}(FN, FP) ; \quad (3.20b)$$

Công thức này được sử dụng trong phiên bản Vermont của Qual-II.

3. Tùy chọn 3 - Hài hoà các tùy chọn trên.

$$\mu = \mu_{\max}(FL) \left[\frac{2}{\frac{1}{FN} + \frac{1}{FP}} \right] ; \quad (3.20c)$$

♦ Môi quan hệ giữa tảo và ánh sáng

✓ Hàm số ánh sáng

Các tham số trong biểu thức toán học mô tả mối quan hệ giữa quang hợp và ánh sáng được đưa ra trong tài liệu của Jasby và Platt (1976) Field và Effler (1982). Tuy có sự khác nhau trong các biểu thức toán học nhưng nói chung sự liên quan giữa các thông số này tương đối giống nhau. Nhìn chung tốc độ của quá trình quang hợp tăng lên cùng với sự gia tăng của mật độ sáng tới giá trị tối đa hoặc giá trị bão hoà.

Trong Qual2E, ba tùy chọn cho tính toán hệ số giới hạn tăng trưởng của tảo do ánh sáng (FL_z) theo các công thức (3.20a), (3.20b), (3.20c). Việc tính toán quá trình ảnh hưởng phát triển của tảo trong điều kiện ánh sáng yếu có thể sử dụng công thức của Monod (nửa bão hoà), và hàm Smith (1936) hay công thức Steele (1962).

1. Công thức 1 - Nửa bão hoà:

$$FL_z = \frac{I_z}{K_L + I_z} ; \quad (3.21a)$$

trong đó: FL_z – sự suy giảm quá trình phát triển của tảo do cường độ ánh sáng I_z ;

I_z – cường độ ánh sáng tại độ sâu tính toán z ($\text{Btu}/\text{m}^2\text{-h}$);

K_L – hệ số nửa bão hoà do ánh sáng ($\text{Btu}/\text{m}^2\text{-h}$).

2. Công thức 2:

$$FL_z = \frac{I_z}{(K_L^2 + I_z^2)} ; \quad (3.21b)$$

trong đó: FL_z – sự suy giảm quá trình phát triển của tảo do cường độ ánh sáng I_z ;

I_z – cường độ ánh sáng tại độ sâu tính toán z (Btu/m²-h);

K_L – cường độ ánh sáng tương ứng với 71% của tốc độ phát triển lớn nhất (Btu/m²-h).

3. Công thức 3:

$$FL_z = \left(\frac{I_z}{K_L} \right) \exp \left(1 - \frac{I_z}{K_L} \right) ; \quad (3.21c)$$

trong đó: FL_z – sự suy giảm quá trình phát triển của tảo do cường độ ánh sáng I_z ;

I_z – cường độ ánh sáng tại độ sâu tính toán z (Btu/m²-h);

K_L – cường độ ánh sáng tương ứng với 71% của tốc độ phát triển lớn nhất (Btu/m²-h).

Quá trình quang hợp của tảo thực hiện khi có ánh sáng qua các lớp nước, cường độ ánh sáng xuyên qua lớp nước sau tiếp xúc với tảo để tạo nên phản ứng quang hợp được Beer mô tả qua công thức sau:

$$I_z = I \exp(-\lambda z) ; \quad (3.22)$$

trong đó: I_z – cường độ ánh sáng tại chiều sâu z (Btu/m²-h);

I – cường độ ánh sáng bề mặt (Btu/m²-h);

λ – hệ số suy giảm ánh sáng (m⁻¹);

z – chiều sâu (m).

Công thức (3.22) được áp dụng cho cường độ ánh sáng ở chiều sâu z tại các công thức (3.21a), (3.21b), (3.21c), (3.21d); thay vào các công thức này ta có:

$$FL = \left(\frac{1}{\lambda d} \right) \ln \left[\frac{K_L + I}{K_L + I e^{-\lambda d}} \right] ; \quad (3.23a)$$

trong đó: K_L – hệ số nửa bão hoà do ánh sáng (Btu/m²-hr).

$$FL = \left(\frac{1}{\lambda d} \right) \ln \left[\frac{\frac{I}{K_L} + \left(1 + \left(\frac{I}{K_L} \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}}}{\left(\left(\frac{I}{K_L} \right) e^{-\lambda d} + \left\{ 1 + \left(\left[\frac{I}{K_L} \right] e^{-\lambda d} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \right)} \right]; \quad (3.23b)$$

trong đó: K_L – cường độ ánh sáng tương ứng với 71% của tốc độ phát triển lớn nhất (Btu/m²-h).

$$FL = \frac{2.178}{\lambda d} \left[e - \left(e^{-\lambda d \left(\frac{I}{K_L} \right)} \right) - e^{-\frac{I}{K_L}} \right]; \quad (3.23c)$$

trong đó: K_L – cường độ ánh sáng bão hoà ứng với tốc độ phát triển lớn nhất của tảo (Btu/m²-h);

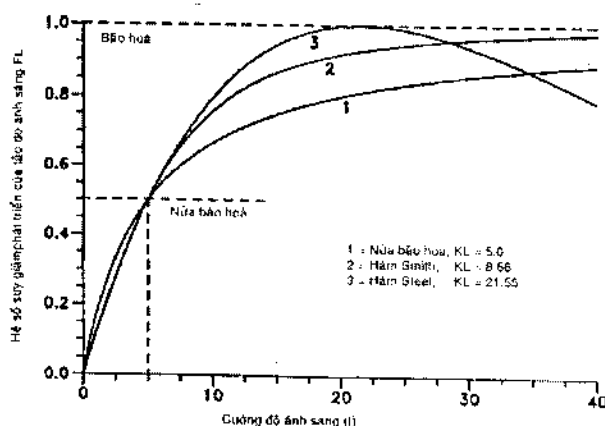
FL – sự suy giảm quá trình phát triển của tảo do cường độ ánh sáng;

λ – hệ số suy giảm ánh sáng (m⁻¹);

d – chiều sâu (m);

I – cường độ ánh sáng bề mặt (Btu/m²-h).

Phương pháp nửa bão hoà được sử dụng trong phiên bản SEMCOG của Qual-II. Bằng chứng đã cho thấy việc sử dụng hàm Smith thích hợp hơn phương pháp nửa bão hoà nếu quá trình hiệu ứng quang hợp không quan trọng (Jassby và Platt, 1976). Các biểu thức toán học tại các công thức (3.21a), (3.21b), (3.21c) được so sánh trong biểu đồ dưới đây.



Hình 3.5. Biểu đồ thể hiện mối quan hệ giữa cường độ ánh sáng với hệ số suy giảm quá trình phát triển của tảo

✓ Phương pháp cường độ sáng trung bình

Trong điều kiện ổn định, việc tính toán mô phỏng nhu cầu của tảo theo giá trị trung bình của hệ số FL được tính cho chu kỳ một ngày đêm. Trong Qual2E có bốn phương pháp tính toán cho giá trị trung bình này.

Phương pháp 1: Hệ số FL tính toán cho giá trị trung bình bức xạ mặt trời trong ngày với điều kiện nhiệt độ ổn định và cân bằng nhiệt.

$$FL = AFCT \times f \times FL_1 ; \quad (3.24a)$$

$$FL_1 = \frac{1}{\lambda d} \ln \left[\frac{K_L + T_{alg}}{K_L + T_{alg} \cdot e^{-\lambda d}} \right] ; \quad (3.24b)$$

$$T_{alg} = TFACT \times I_{temp} ; \quad (3.24c)$$

trong đó: $AFCT$ – hệ số ánh sáng trung bình;

f – phần chia thời gian ánh sáng trong ngày;

FL_1 – hệ số suy giảm quá trình tăng trưởng do ánh sáng dựa trên cơ sở cường độ ánh sáng trung bình trong ngày;

λ – hệ số suy giảm ánh sáng (m^{-1});

d – chiều sâu (m);

K_L – hệ số nửa bão hoà do ánh sáng ($Btu/m^2 \cdot h$);

T_{alg} – ngày nắng trung bình, quá trình quang hợp có xảy ra tính theo cường độ sáng ($Btu/m^2 \cdot h$);

$TFACT$ – tỷ số chia bức xạ mặt trời được tính trong quá trình cân bằng nhiệt;

I_{temp} – cường độ sáng của ngày nắng trung bình, tính theo cường độ sáng ($Btu/m^2 \cdot h$).

Phương pháp 2: Hệ số FL được tính từ giá trị bức xạ trung bình từ một ngày nắng cung cấp bởi người sử dụng. Quá trình tính toán yêu cầu thu được giá trị FL ở phương án này tương tự phương án trên trừ giá trị T_{alg} được tính trực tiếp của giá trị do người sử dụng đưa vào của sự quang hợp thực hiện bởi bức xạ mặt trời.

$$T_{alg} = I_{tot}/N ; \quad (3.25)$$

trong đó: I_{tot} – tổng giá trị bức xạ mặt trời trong ngày để thực hiện quá trình quang hợp (Btu/m^2);

N – số giờ nắng trong ngày (h).

Cả hai giá trị I_{tot} , N đều được cung cấp bởi người dùng, trong phương pháp này không đề cập đến hệ số $TFACT$.

Phương pháp 3: Giá trị FL thu được bởi giá trị thực hiện trong mỗi giờ nắng trung bình trong quá trình cân bằng nhiệt ổn định.

$$FL = f.FL_2 ; \quad (3.26a)$$

$$FL_2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{1}{\lambda d} \left[\frac{K_L + I_{alg,i}}{K_L + I_{alg,i} e^{-\lambda d}} \right] ; \quad (3.26b)$$

$$I_{alg,i} = TFACT \cdot I_{temp,i} ; \quad (3.26c)$$

trong đó: FL_2 – giá trị trung bình thứ N của FL_2 , dựa trên giá trị cường độ sáng giờ trung bình;

$I_{alg,i}$ – cường độ sáng trong thực hiện mỗi giờ của quá trình quang hợp thực hiện ($Btu/m^2 \cdot h$);

$I_{temp,i}$ – cường độ sáng được tính như là trong quá trình cân bằng nhiệt thực hiện trong mỗi giờ ($Btu/m^2 \cdot h$);

Các giá trị khác tương tự như các công thức trên.

Phương pháp 4: FL được xem như là giá trị trung bình trong mỗi giờ của ngày nắng và được tính từ giá trị bức xạ mặt trời trong mỗi giờ của ngày nắng. Giá trị FL thu được phải giống như phương pháp 3 ngoại trừ giá trị $I_{alg,i}$ được tính từ hàm cosin sau:

$$I_{alg,i} = \frac{I_{tot}}{N} \left(1 - \frac{\cos 2\pi}{N+1} \right) ; i = 1, N. \quad (3.27)$$

Như trong phương pháp 2, cả hai giá trị I_{tot} và N được cung cấp bởi người dùng. Biểu thức (3.27), (2.36a), (3.26b) được sử dụng tính giá trị FL bởi giá trị đặc trưng do người dùng đưa vào thường được đã thừa nhận để quá trình quang hợp xảy ra, giá trị $TFACT$ không sử dụng trong phương pháp 4.

Có hai hàm cosin thường dùng trong Qual2E:

1. Hàm đã chỉnh sửa từ hàm của phiên bản của SEMCOG (Qual-II);
2. Hàm được sử dụng trong phiên bản Qual-TX.

Đối với hàm trong phiên bản SEMCOG đã sửa đổi để đưa ra giá trị non-zero của bức xạ mặt trời cho mỗi giờ của ngày nắng, giống như biểu thức III-26. Biểu thức được sử dụng phiên bản Qual-TX là:

$$I_{alg,i} = \frac{I_{tot}}{2N} \left[\cos \left(\frac{\pi(i-1)}{N} \right) - \cos \left(\frac{\pi i}{N} \right) \right] ; i = 1, N. \quad (3.28)$$

Biểu thức (3.27) và (3.28) đã được đánh giá bởi quá trình so sánh tính toán mô phỏng giá trị FL từ mô hình 2 và 4. Quá trình mô phỏng được biểu diễn qua mảng giá trị KL , λ , d , I_{tot} và N . Giá trị của $AFACT$ trung bình thường 0,92 đến 0,94 cho biểu thức trong phiên bản SEMCOG và TEXAS.

$AFACT$ là hệ số điều chỉnh tính toán cho giá trị trung bình phi tuyến trong quá trình tính giá trị trung bình ngày của hệ số FL . Trong quá trình mô phỏng giá trị $AFACT$ thường được sử dụng là 0,92 với mảng giá trị từ 0,85 – 0,98.

$TFACT$ là sự phân chia của tổng giá trị bức xạ mặt trời mà quá trình quang hợp diễn ra được. Khi mô phỏng diễn biến quá trình hoạt động của tảo thì giá trị cường độ ánh sáng và hệ số cường độ sáng bão hoà vô cùng quan trọng và $TFACT$ thường được người sử dụng đưa vào.

♦ Sự tự biến đổi sắc thái của tảo

Hệ số suy giảm ánh sáng λ trong các biểu thức toán học (2.23a), (2.23b), (2.23c) được thể hiện thông qua mật độ tảo qua biểu thức phi tuyến sau:

$$\lambda = \lambda_0 + \lambda_1 \alpha_0 A + \lambda_2 (\alpha_0 A)^{\frac{2}{3}} \quad (3.29)$$

trong đó: λ_0 – sự phân chia không tảo của hệ số suy giảm ánh sáng (m^{-1});
 λ_1 – sự tự biến đổi sắc thái của tảo tuyến tính $m^{-1}(\mu g\text{-Chl } a/L)^{-1}$;
 λ_2 – sự tự biến đổi sắc thái của tảo phi tuyến $m^{-1}(\mu g\text{-Chl } a/L)^{-2/3}$;
 α_0 – hệ số chuyển đổi ($\mu g\text{-Chl } a/L/mg \text{ } A$);
 A – sinh khối tảo ($mg\text{-}A/L$).

Sự thích hợp của sự lựa chọn giá trị λ_1 , λ_2 , cho phép mô hình thể hiện được sự liên quan giữa sự tự biến đổi sắc thái của tảo với hệ số suy giảm ánh sáng.

- ✓ Trong trường hợp không có biến đổi sắc thái của tảo (QualI-SEMCOG)

$$\lambda_1 = \lambda_2 = 0.$$

- ✓ Sự biến đổi sắc thái của tảo tuyến tính (JRB Associates, 1983)

$$\lambda_1 \neq 0 \quad \lambda_2 = 0.$$

- ✓ Sự biến đổi sắc thái của tảo phi tuyến (Riley, 1985)

$$\lambda_1 = 0,00268 \quad \lambda_2 = 0,0165.$$

hoặc:

$$\lambda_1 = 0,0088 \quad \lambda_2 = 0,054.$$

♦ **Mối quan hệ giữa tảo và chất dinh dưỡng**

Hệ số giới hạn tăng trưởng của tảo do nitơ và phospho được định bởi biểu thức Monod:

$$FN = \frac{N_e}{N_e + K_N} ; \quad (3.30)$$

và:

$$FP = \frac{P_2}{P_2 + K_P} ; \quad (3.31)$$

trong đó: N_e – tổ hợp hiệu quả cục bộ theo nitơ vô cơ hoạt tính (mg-N/L);

K_N – hệ số nửa bão hoà Michaelis-Menton theo nitơ (mg-N/L);

P_2 – tổ hợp hiệu quả cục bộ của sự khử phospho (mg-P/L);

K_P – hệ số nửa bão hoà Michaelis-Menton theo Phospho (mg-P/L).

Tảo sử dụng amonia hoặc nitrat như là nguồn cung cấp nitơ hữu cơ. Tổ hợp hiệu quả quá trình này được mô tả theo công thức sau:

$$N_e = N_1 + N_3 ; \quad (3.32)$$

trong đó: N_1 – hàm lượng nitơ amonia (mg-N/L);

N_3 – hàm lượng nitơ nitrat (mg-N/L).

b. Chu trình nitơ

♦ **Nitơ hữu cơ**

$$\frac{dN_4}{dt} = \alpha_1 \rho A - \beta_3 N_4 - \sigma_4 N_4 \quad (3.33)$$

trong đó: N_4 – hàm lượng nitơ hữu cơ (mg-N/L);

β_3 – hằng số tốc độ thủy phân của nitơ hữu cơ từ amonia phụ thuộc nhiệt độ (ngày⁻¹);

α_1 – tỷ số giữa sinh khối tảo và nitơ (mg-N/mg-A);

ρ – tốc độ hô hấp của tảo (ngày⁻¹);

A – hàm lượng sinh khối của tảo (mg-A/L);

σ_4 – hệ số tốc độ lắng nitơ, phụ thuộc nhiệt độ, (ngày⁻¹).

♦ **Amonia**

$$\frac{dN_1}{dt} = \beta_3 N_4 - \beta_1 N_1 + \frac{\sigma_3}{d} - F_1 \alpha_1 \mu A ; \quad (3.34)$$

$$F_1 = \frac{P_N \cdot N_1}{(P_N N_1 + (1 - P_N) N_3)} ; \quad (3.35)$$

trong đó: N_1 – hàm lượng nitơ amonia (mg-N/L);
 N_3 – hàm lượng nitơ nitrat (mg-N/L);
 N_4 – hàm lượng nitơ hữu cơ (mg-N/L);
 β – hằng số tốc độ của ôxy hoá sinh học của nitơ amonia phụ thuộc nhiệt độ (ngày⁻¹);
 α_1 – tỷ số giữa sinh khối tảo và nitơ (mg-N/mg-A);
 σ_3 – tốc độ sinh vật đáy theo nitơ amonia (mg-N/m²-ngày);
 d – độ sâu tính toán (m);
 μ – tốc độ tăng trưởng của tảo trong vùng (ngày⁻¹);
 A – hàm lượng sinh khối tảo (mg-A/L);
 P_N – hệ số phù hợp cho nitơ amonia (0 ÷ 1).

♦ **Quá trình nitrit hóa**

$$\frac{dN_2}{dt} = \beta_1 N_1 - \beta_2 N_2 ; \quad (3.36)$$

trong đó: N_1 – hàm lượng amonia (mg-N/L);
 N_2 – hàm lượng nitrit (mg-N/L);
 β_1 – hằng số tốc độ của ôxy hoá sinh học của nitơ amonia phụ thuộc nhiệt độ (ngày⁻¹);
 β_2 – hằng số tốc độ của ôxy hoá sinh học của nitrit phụ thuộc nhiệt độ (ngày⁻¹).

♦ **Quá trình nitrat hóa**

$$\frac{dN_3}{dt} = \beta_2 N_2 - (1 - F) \alpha_1 \mu A ; \quad (3.37)$$

trong đó: F – phần nitơ của tảo lấy từ amonia;
 α_1 – tỷ lệ phần sinh khối tảo tính theo nitơ (mg-N/mg-A);
 μ – tốc độ tăng trưởng của tảo (ngày⁻¹).

♦ Sự làm chậm quá trình nitrat hoá trong điều kiện ôxy hoà tan thấp

Qual2E có các thông số của sự làm chậm tốc độ của quá trình nitrat hoá trong điều kiện ôxy hoà tan thấp. Hiệu ứng làm chậm quá trình nitrat hoá đã được nêu lên bởi nhiều nhà nghiên cứu (Ủy ban nghiên cứu khoa học và kỹ thuật, 1964; Ban phát triển nước Texas, 1984).

Quá trình nitrat hoá đã được chỉnh sửa trong Qual2E bởi các hệ số tính toán làm chậm sự nitrat hoá (các hệ số này nằm trong khoảng từ 0 đến 1) và hệ số đó áp dụng vào giá trị của hệ số tốc độ nitrat hoá β_1 và β_2 . Các hệ số này được tính theo biểu thức sau:

$$CORDO = 1,0 - \exp(-KNITRF \times DO); \quad (3.38)$$

trong đó: $CORDO$ – hệ số chỉnh sửa tốc độ nitrat hoá;

$KNITRF$ – hệ số làm giảm quá trình nitrat hoá bậc 1;

DO – ôxy hoà tan.

Hệ số chỉnh sửa được áp dụng chuyển đổi sang amonia và ôxy hoá nitrit:

Amonia:

$$(\beta_1)_{\text{tính toán}} = CORDO \times (\beta_1)_{\text{đưa vào}};$$

Nitrit:

$$(\beta_2)_{\text{tính toán}} = CORDO \times (\beta_2)_{\text{đưa vào}};$$

Giá trị 0,6 được áp dụng cho mô hình Qual-TX còn giá trị 0,7 áp dụng cho mô hình Qual-II.

c. Chu trình phospho

♦ Phospho hữu cơ

$$\frac{dP_1}{dt} = \alpha_2 \rho A - \beta_4 P_1 - \sigma_2 P_1; \quad (3.39)$$

trong đó: P_1 – hàm lượng phospho hữu cơ (mg-P/L);

α_2 – lượng phospho của tảo (mg P/mg-A);

ρ – tốc độ hô hấp của tảo (ngày⁻¹);

β_4 – tốc độ giảm phospho hữu cơ (ngày⁻¹);

σ_2 – tốc độ lắng phospho hữu cơ (ngày⁻¹).

♦ Phospho hoà tan

$$\frac{dP_2}{dt} = \beta_4 P_1 + \frac{\sigma_2}{d} - \alpha_5 \mu A ; \quad (3.40)$$

trong đó : P_2 – hàm lượng phospho vô cơ hay phospho hoà tan (mg-P/L);
 σ_2 – tốc độ phân huỷ phosphos của sinh vật đáy, phụ thuộc nhiệt độ (mg P/mg-A);
 d – chiều sâu trung bình (m);
 μ – tốc độ tăng trưởng của tảo (ngày⁻¹);
 A – hàm lượng sinh khối tảo (mg-A/L).

d. Nhu cầu oxy hoá sinh học - BOD

Mô hình Qual2E tính toán BOD theo hàm sau:

$$\frac{dL}{dt} = -K_1 L - K_3 L ; \quad (3.41)$$

trong đó: L – nồng độ BOD_{tp} (mg/L);
 K_1 – hệ số tốc độ khử oxy (ngày⁻¹);
 K_3 – tốc độ giảm BOD trong quá trình lắng (ngày⁻¹).

Qual2E mô phỏng BOD_U trong các trường hợp nói chung. Tuy nhiên người dùng thường hay đưa số liệu vào hoặc ra là BOD_5 . Quá trình chuyển đổi BOD_5 sang BOD_{tp} theo biểu thức sau:

$$BOD_5 = BOD_{tp}(1,0 - \exp[5 \times KBOD]) ; \quad (3.42)$$

trong đó: Hệ số $KBOD$ thường dùng là 0,23.

e. Ôxy hoà tan - DO

Sự cân bằng oxy trong dòng chảy phụ thuộc vào các thông số tự cung cấp oxy. Đây là các hàm của sự khuếch tán oxy trong hệ thống, từ nguồn bên trong,... Nguồn chính của oxy bao gồm sự thêm vào của khí quyển, sản phẩm oxy sinh ra trong quá trình quang hợp và oxy còn có trong dòng chảy khác đem đến. Trong thủy vực, oxy tiêu thụ bao gồm nhu cầu oxy hoá sinh hoá, nitơ hữu cơ, hô hấp sinh vật đáy và oxy.

Mô hình DO được mô tả theo biểu thức sau:

$$\frac{dO}{dt} = K_2(DO)^* + (\alpha_3\mu - \alpha_4\rho)A - K_1L - \frac{K_4}{d} - \alpha_5\beta_1N_1 - \alpha_6\beta_2N_2; \quad (3.43)$$

trong đó: O – hàm lượng ôxy hoà tan (mg/L);
 DO^* – hàm lượng ôxy hoà tan bão hoà tại điều kiện nhiệt độ và áp suất khu vực địa lý (mg/L);
 α_3 – tỷ lệ ôxy sinh ra trên một đơn vị tảo quang hợp (mg-O/mg-A);
 α_4 – tốc độ hấp thụ ôxy trên một đơn vị hô hấp của tảo (mg-O/mg-A);
 α_5 – tốc độ hấp thụ ôxy một đơn vị ôxy hoá nitơ amoni (mg-O/mg-N);
 α_6 – tốc độ hấp thụ ôxy một đơn vị ôxy hoá nitơ nitrit (mg-O/mg-N);
 μ – tốc độ phát triển của tảo (ngày⁻¹);
 ρ – tốc độ hô hấp của tảo (ngày⁻¹);
 A – hàm lượng sinh khối tảo (mg-A/L);
 L – hàm lượng BOD toàn phần (mg/L);
 d – chiều sâu tính toán (m);
 K_1 – tốc độ ôxy hoá BOD (ngày⁻¹);
 K_2 – tốc độ khuếch tán ôxy mặt (ngày⁻¹);
 K_4 – nhu cầu ôxy lắng (g/m²-ngày);
 β_1 – hệ số tốc độ ôxy hoá amoni (ngày⁻¹);
 β_2 – hệ số tốc độ ôxy hoá nitrit (ngày⁻¹);
 N_1 – hàm lượng nitơ amoni (mg-N/L);
 N_2 – hàm lượng nitơ nitrit (mg-N/L).

♦ Hàm lượng ôxy bão hoà

Lượng ôxy bão hoà trong nước trong điều kiện tăng giảm nhiệt độ, tăng giảm các chất rắn hoà tan, tăng giảm áp suất không khí đã được Qual2E mô tả theo biểu thức sau:

$$\begin{aligned} Ln(DO)^T = & -139,34410 + \left(1,575701 \times \frac{10^5}{T}\right) - \left(6,642308 \times \frac{10^7}{T^2}\right) \\ & + \left(1,243800 \times \frac{10^{10}}{T^3}\right) - \left(8,621949 \times \frac{10^{11}}{T^4}\right); \end{aligned} \quad (3.44)$$

trong đó: DO^* – hàm lượng ôxy hoà tan bão hoà tại điều kiện nhiệt độ và áp suất khu vực địa lý (mg/L);
 T – nhiệt độ (°K) = (273,15 + °C) nhiệt độ tính toán từ 0 ÷ 40°C.

Trong điều kiện phi tiêu chuẩn về áp suất trạng thái cân bằng của hàm lượng oxy hoà tan có thể tính toán như sau:

$$Op = O^* P \left[\frac{\left(1 - \frac{P_{wv}}{P}\right)(1 - \phi P)}{(1 - P_{wv})(1 - \phi)} \right]; \quad (3.45)$$

trong đó: Op – trạng thái cân bằng oxy trong điều kiện không tiêu chuẩn (mg/L);

O^* – trạng thái cân bằng oxy trong điều kiện 1.000 atm (mg/L);

P – áp suất khí quyển, $P = 0 \div 2\text{atm}$;

P_{wv} – phần áp lực của hơi nước (atm).

$$\ln P_{wv} = 11,8571 - \left(\frac{3840,70}{T} \right) - \frac{216961}{T^2}; \quad (3.46a)$$

và:

$$\phi = 0,000975 - (1,426 \times 10^{-5} t) + (6,436 \times 10^{-8} t^2) \quad (3.46b)$$

trong đó: t – nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$).

♦ Sự ảnh hưởng của áp suất đến cung cấp oxy

Hệ số khuếch tán oxy (K_2) thường được mô tả thông qua chiều sâu của dòng chảy và vận tốc. Mô hình Qual2E được phát triển trên cơ sở tám lựa chọn khác nhau để tính K_2 .

✓ Lựa chọn 1

Sự lựa chọn này được sử dụng để cho người dùng can thiệp đưa vào khi tính toán.

✓ Lựa chọn 2

Sử dụng số liệu thu thập được từ quá trình đo đạc sự khuếch tán oxy lại và thông qua biểu thức do Churchill, Elmore và Buckingham (1962) phát triển.

$$K_2^{20} = 5,026 \cdot u^{0,969} d^{-1,673} \times 2,31; \quad (3.47)$$

trong đó: U – vận tốc trung bình của dòng chảy (m/sec);

d – chiều sâu trung bình của dòng chảy (m);

K_2 – hệ số khuếch tán (ngày $^{-1}$).

✓ Lựa chọn 3

O'Connor và Dobbin (1958) cho rằng các biểu thức phải dựa trên dòng chảy rối. Trong điều kiện vận tốc nhỏ và đẳng hướng ta có:

$$K_2^{20} = \frac{(D_m u)^{0,5}}{d^{1,5}} ; \quad (3.48)$$

Trong điều kiện dòng chảy có vận tốc lớn và không đẳng hướng ta có:

$$K_2^{20} = \frac{480 D_m^{0,5} S_0^{0,25}}{d^{1,25}} \times 2,31 ; \quad (3.49)$$

trong đó: S_0 – độ dốc dòng chảy (m/m);

d – chiều sâu của dòng chảy (m);

u – vận tốc trung bình (m);

K_2 – hệ số khuếch tán ôxy (ngày⁻¹).

✓ Lựa chọn 4

Được áp dụng cho các dòng chảy tại nước Anh.

✓ Lựa chọn 5

Được áp dụng cho các dòng sông tại Thung lũng Valley – Mỹ.

✓ Lựa chọn 6

Langbien và Durum (1967) đã phát triển công thức tính toán:

$$K_2^{20} = \frac{3,3u}{d^{1,33}} \times 2,31 ; \quad (3.50)$$

✓ Lựa chọn 7

$$K_2 = a.Q^b ; \quad (3.51)$$

✓ Lựa chọn 8

$$K_2^{20} = c. \frac{\Delta h}{t_f} ; \quad (3.52)$$

trong đó: c – hệ số thất thoát (m⁻¹);

Δh – độ chênh cao trình mặt nước trong lưu vực (m);

t_f – thời gian dòng chảy trong lưu vực (ngày).

Đối với dòng chảy không có sự chênh lệch lớn về cao trình mặt nước:

$$\Delta h = S_e \Delta x ; \quad (3.53)$$

trong đó: S_e – độ dốc thủy lực mặt nước (m/m);

Δx – chiều dài phân đoạn (m).

Thời gian dòng chảy qua một phân đoạn:

$$t_f = \Delta x / u$$

trong đó: u – vận tốc trung bình (m/s).

thay thế vào (3.52) ta có:

$$K_2^{20} = (2600 \times 24) c \cdot S_e \cdot u ; \quad (3.54)$$

Công thức (3.52) được sử dụng là chính trong Qual2E. Độ dốc có thể đưa trực tiếp vào trong quá trình tính toán hệ số K_2 với lựa chọn này hoặc có thể tính toán từ công thức tính toán Manning sau:

$$S_e = \frac{u^2 n^2}{1,49^2 d^3} ; \quad (3.55)$$

trong đó: d – chiều sâu trung bình (m);

n – hệ số manning.

Hệ số C được tính như sau:

$C = 0,054$ (tại 20°C) cho lưu lượng $0,42 \leq Q \leq 84 \text{ m}^3/\text{sec}$.

$C = 0,110$ (tại 20°C) cho lưu lượng $0 \leq Q \leq 0,42 \text{ m}^3/\text{sec}$.

3.2.5. Phương pháp tính trong mô hình QUAL2E

Tại mỗi thời điểm bước thời gian và mỗi một thành phần, biểu thức (3.3) được chia làm i lần khi đó (3.3) được viết thành:

$$\frac{\partial C_i}{\partial t} = \frac{\partial(A_x D_L \frac{\partial C}{\partial x})_i - \partial(A_x D_L \frac{\partial C}{\partial x})_{i-1}}{V_i} - \frac{(Au.C)_i - (Au.C)_{i-1}}{V_i} + \frac{dC}{dt} + \frac{s_i}{V_i} ; \quad (3.56)$$

trong đó: $V_i = A_i \cdot \Delta x_i$.

Sai phân hoá ta có:

$$\frac{C_i^{n+1} - C_i^n}{\Delta t} = \frac{[(AD_L)_i]C_{i+1}^{n+1} - [(AD_L)_i]C_i^{n+1}}{V_i \Delta x_i} - \frac{[(AD_L)_{i-1}]C_i^{n+1} - [(AD_L)_{i-1}]C_{i+1}^{n+1}}{V_i \Delta x_i} - \frac{Q_i C_i^{n+1} - Q_{i-1} C_{i+1}^{n+1}}{V_i} + r_i C_i^{n+1} + p_i + \frac{s_i}{V_i} ; \quad (3.57)$$

Biểu thức này có thể biểu diễn dưới dạng sau:

$$a_i C_{i-1}^{n+1} + b_i C_i^{n+1} + c_i C_{i+1}^{n+1} = Z_i ; \quad (3.58)$$

với các giá trị:

$$a_i = (AD_L)_{i-1} \frac{\Delta t}{V_i \Delta x_i} + \frac{Q_{i-1} \Delta t}{V_i} ;$$

$$b_i = 1.0 + [(AD_L)_i + (AD_L)_{i-1}] \frac{\Delta t}{V_i \Delta x_i} + Q_i \frac{\Delta t}{V_i} - r_i \Delta t ;$$

$$c_i = - \left[(AD_L)_i \frac{\Delta t}{V_i \Delta x_i} \right] ;$$

$$Z_i = C_i^n + \frac{s_i \Delta t}{V_i} + p_i \Delta t ;$$

Từ các biểu thức trên ta có thể biểu diễn các thông số a_i , b_i , c_i , Z_i dưới dạng ma trận sau:

$$\begin{bmatrix} b_1 & c_1 & & & & \\ & a_2 & b_2 & c_2 & & \\ & & a_3 & b_3 & c_3 & \\ & & & \ddots & \ddots & \ddots \\ & & & & a_i & b_i & c_i \\ & & & & & \ddots & \ddots & \ddots \\ & & & & & & a_{i-1} & b_{i-1} & c_{i-1} \\ & & & & & & & a_i & b_i \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} C_1^{n+1} \\ C_2^{n+1} \\ C_3^{n+1} \\ \dots \\ C_i^{n+1} \\ \dots \\ C_{i-1}^{n+1} \\ C_i^{n+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_1 \\ Z_2 \\ Z_3 \\ \dots \\ Z_i \\ \dots \\ Z_{i-1} \\ Z_i \end{bmatrix} \quad (3.58)$$

3.3. HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG PHẦN MỀM QUAL2E

3.3.1. Cài đặt phần mềm Qual2E99 vào máy

Sau khi cài đặt chương trình sẽ có shortcut trên menu bar. Nhấn chuột vào shortcut WQUAL2E99.

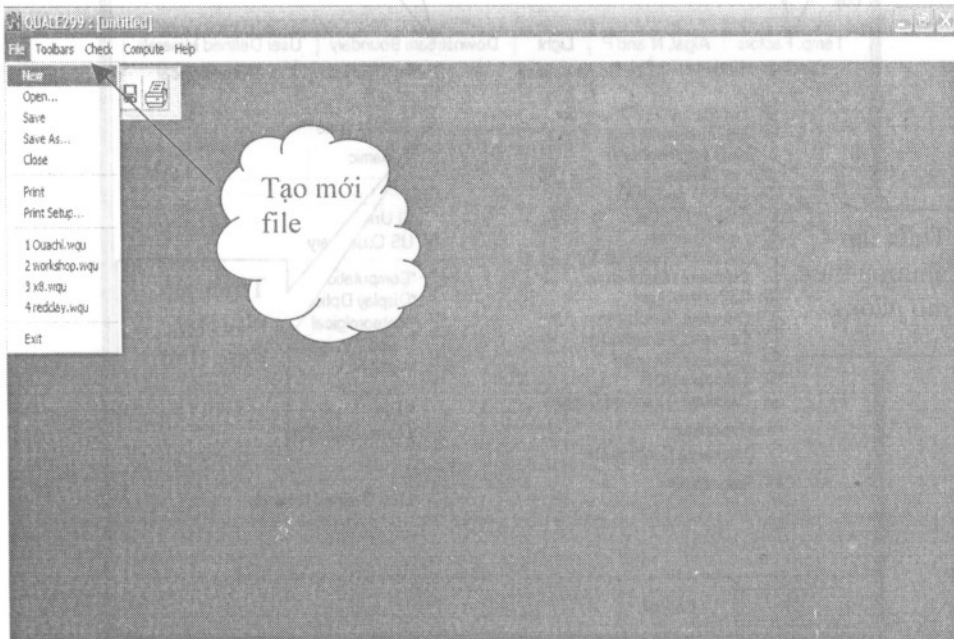


Hình 3.6. Khởi động và giao diện chương trình Qual2E

3.3.2. Làm việc với một đề án

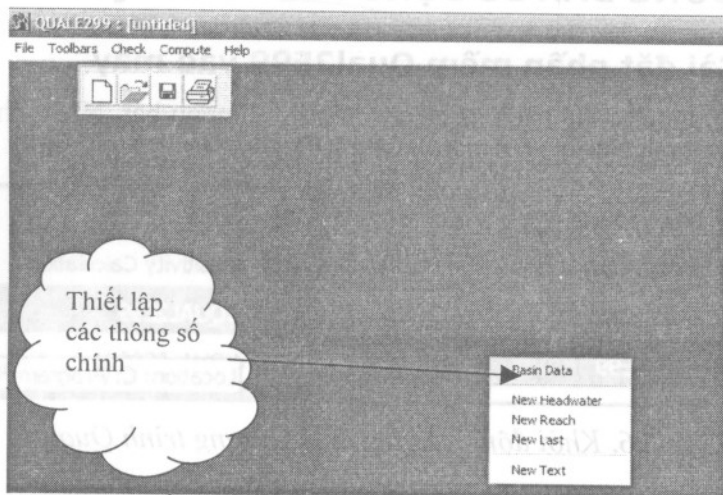
a. Mở file mới

Chọn File >> New.

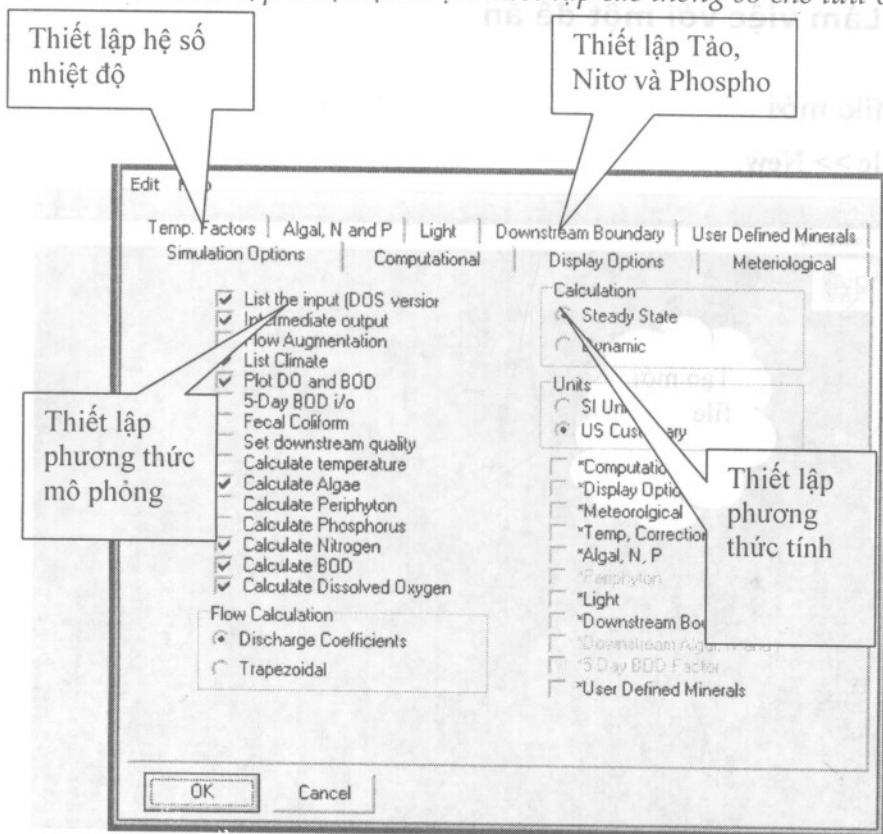


Hình 3.7. Mở một file mới

b. Thiết lập các thông số tính toán



Hình 3.8. Hộp thoại lựa chọn thiết lập các thông số cho lưu vực



Hình 3.9. Một số thiết lập chính để tính toán

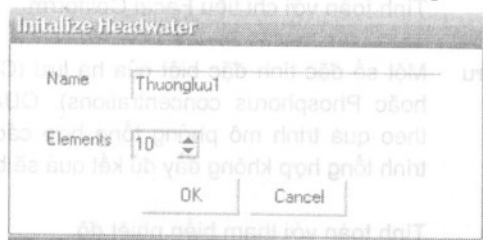
Thông tin chính	Mô tả
Nhập file (DOS Version)	Chấp nhận sử dụng phiên bản DOS không chấp nhận phiên bản WINDOWS.
Xuất số liệu trung gian	Tổng giá trị trung gian của chế độ mô phỏng động.
Gia tăng lưu lượng	Sử dụng chế độ gia tăng lưu lượng. Điều chỉnh lưu lượng điểm nguồn với giá trị DO có được đối với từng phân đoạn.
Khí hậu	Thông số về khí hậu.
Plot DO and BOD	In ấn biểu đồ DO và BOD.
Xuất nhập BOD 5 ngày	QUAL2E tính toán với giá trị BOD cuối cùng (BOD _{tp}). Tuy nhiên nếu muốn sử dụng tính toán với BOD trong 5 ngày thì phải sử dụng chế độ thủy lực và hệ số suy giảm phù hợp.
Fecal Coliform	Tính toán với chỉ tiêu Fecal Coliform
Thiết lập chế độ hạ lưu	Một số đặc tính đặc biệt của hạ lưu (Chlorophyll, Nitrogen hoặc Phosphorus concentrations). QUAL2E sẽ tính toán theo quá trình mô phỏng tổng hợp các chỉ tiêu. Nếu quá trình tổng hợp không đầy đủ kết quả sẽ bị lỗi.
Tính toán nhiệt độ	Tính toán với tham biến nhiệt độ.
Tính toán tảo	Trong quá trình tính toán quang hợp, tham biến tảo sẽ được đưa vào mô phỏng. Quá trình tăng trưởng của tảo mô phỏng tại các phân đoạn, vùng tập trung hoặc tại điểm đặc biệt trong lưu vực tính toán.
Calculate Periphyton (Chỉ dùng cho QUAL2E99)	Tính toán với các chỉ tiêu sinh học của các sinh vật bám quanh rế dưới nước.
Tính toán Phosphorus	Tính toán chỉ tiêu Phospho.
Tính toán Nitrogen	Tính toán chỉ tiêu Nito.
Tính toán BOD	Tính toán chỉ tiêu BOD.
Tính toán dòng chảy	Tính toán chế độ dòng chảy.
Tính toán	Mô phỏng theo chế độ tĩnh hoặc động.
Đơn vị tính (SI/USCS)	Bật tắt chế độ sử dụng đơn vị tính SI hoặc USCS.

c. Thượng lưu

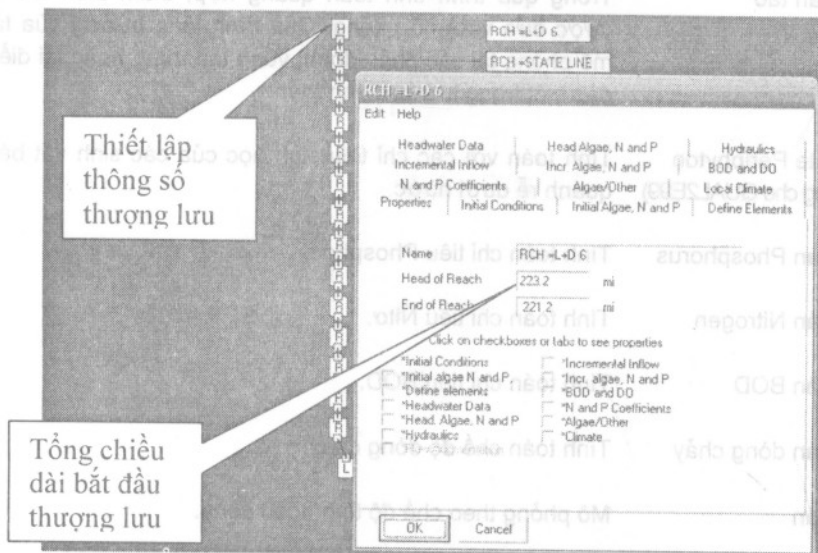
QUAL2E chia lưu vực ra làm hai phần, lưu vực khởi nguồn và đoạn lưu vực sau điểm khởi nguồn. Lưu vực khởi nguồn có thể coi là tập hợp của các nguồn nhánh phụ lưu tập trung về bắt đầu cho lưu vực tính toán. Hai loại lưu vực định nghĩa trên đều được chia thành các phân đoạn. Qual2E99 sẽ đưa ra thông báo về sự hợp lý của các phân đoạn với chiều dài đã được khai báo. Trong mỗi phân đoạn có thể khai báo về các điểm ô nhiễm là nguồn điểm hay nguồn diện. Tại các phân đoạn Qual2E99 đều có khả năng mô tả quá trình ảnh hưởng đến dòng chảy (như đập,...).

d. Tạo điểm nguồn

Để tạo “headwater”, chỉ chuột tới điểm cần đặt điểm nguồn nhấn chuột bên phải để xuất hiện các bảng khai báo. Chọn “New Headwater” từ bảng lựa chọn. Tại hộp đối thoại đặt tên cho điểm khởi nguồn và các phân đoạn cho điểm khởi nguồn. Sau khi kết thúc nhấn “OK” để chấp nhận tạo đối tượng.



Hình 3.10. Tạo điểm nguồn



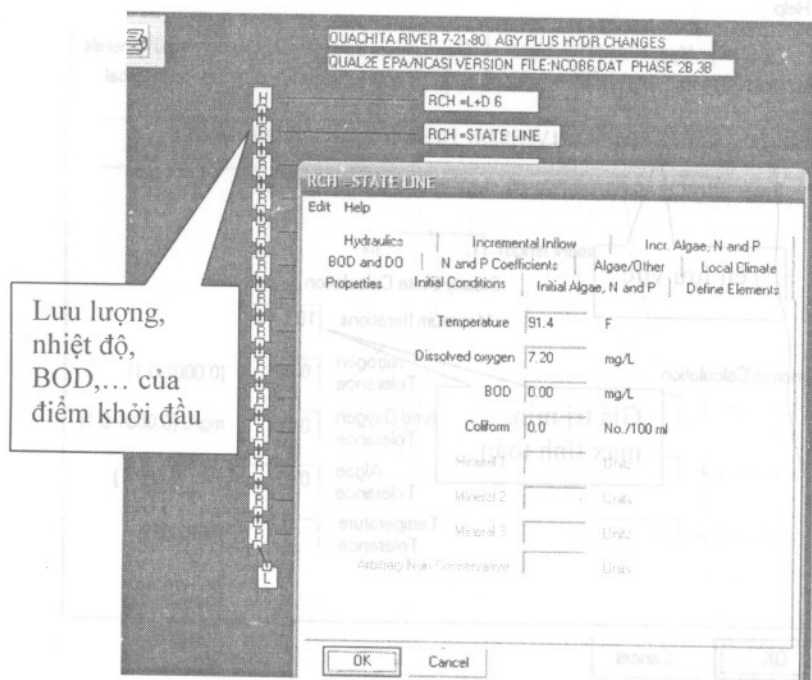
Hình 3.11. Thiết lập các thông số tính toán cho điểm nguồn

Hình 3.12. Thiết lập các sai số cho phép cho tính toán mô hình

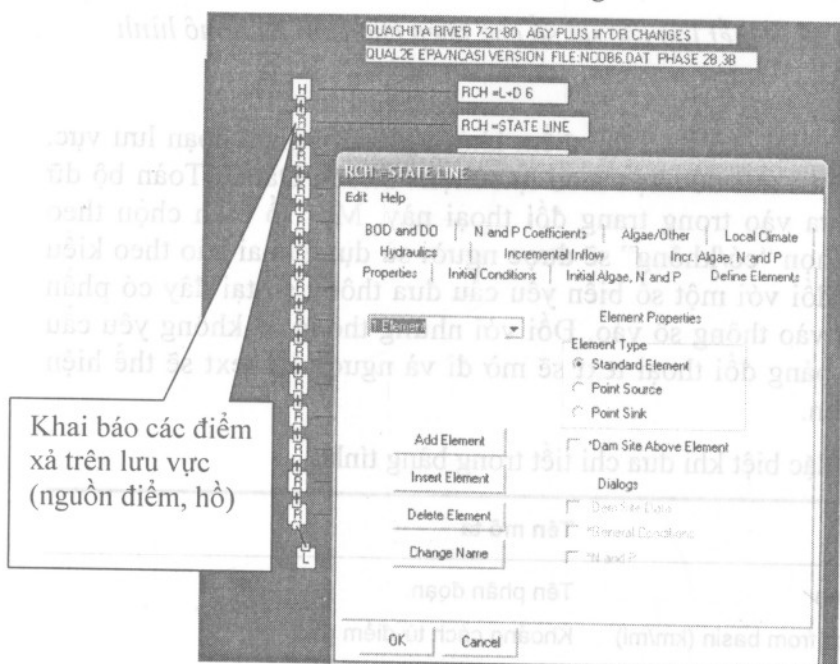
Mở hộp đối thoại cho thiết lập điểm khởi nguồn và phân đoạn lưu vực, nhấn chuột bên trái để chọn menu lựa chọn “Reach Data”. Toàn bộ dữ liệu được đưa vào trong trang đối thoại này. Một số biến chọn theo chế độ lựa chọn “có/không” sẽ được người sử dụng khai báo theo kiểu định nghĩa, đối với một số biến yêu cầu đưa thông số tại đây có phần textbox đưa vào thông số vào. Đối với những thông số không yêu cầu đưa vào tại bảng đối thoại text sẽ mờ đi và ngược lại text sẽ thể hiện bằng màu đen.

Một số biến đặc biệt khi đưa chi tiết trong bảng tính:

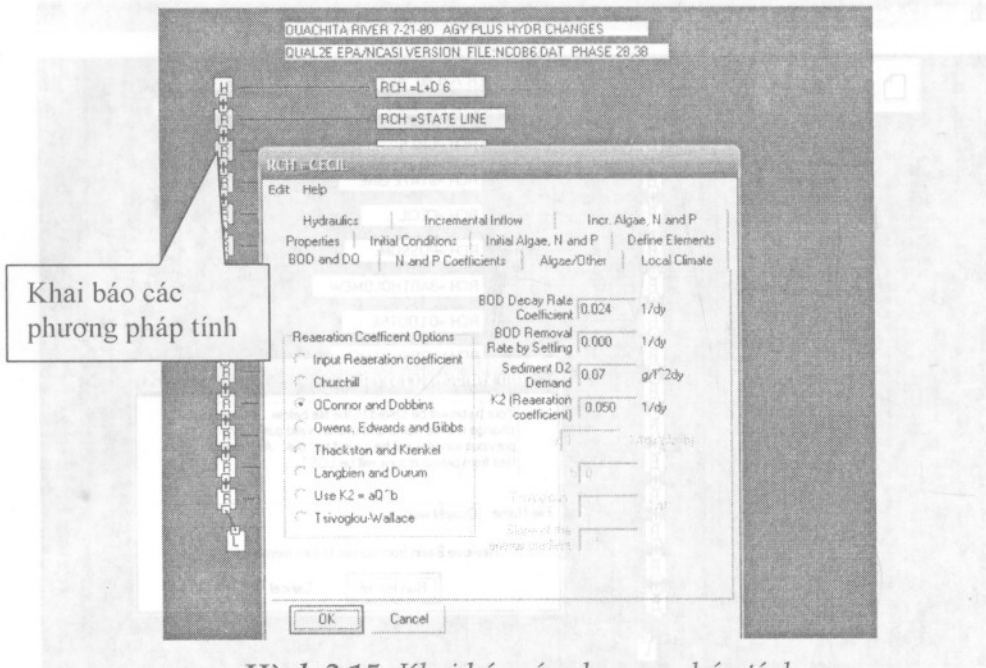
Tiêu đề	Tên mô tả
Tên phân đoạn	Tên phân đoạn.
HeadDistance from basin (km/mi)	Khoảng cách từ điểm đầu.
End of the reach (km/mi)	Khoảng cách kết thúc.



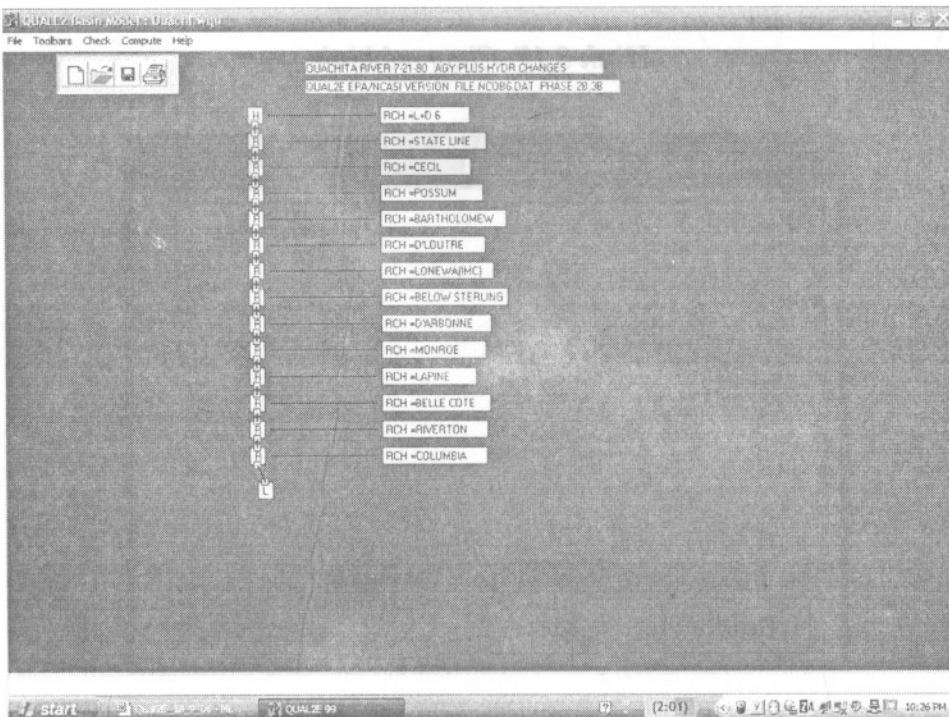
Hình 3.13. Khởi tạo các thông số điểm khởi đầu



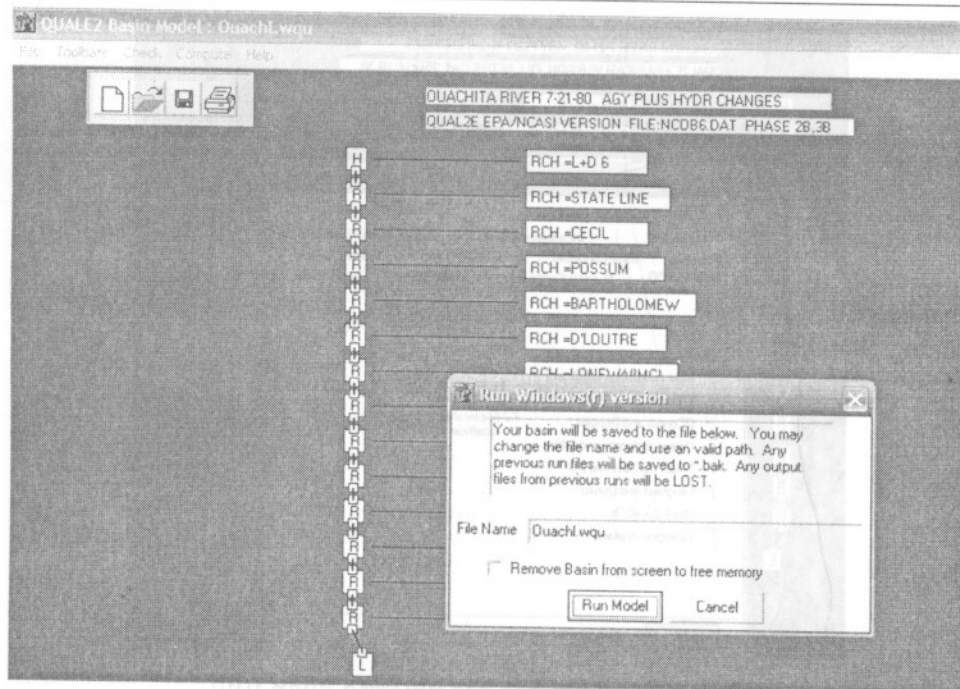
Hình 3.14. Khai báo các điểm xả trên lưu vực (nguồn điểm, hồ)



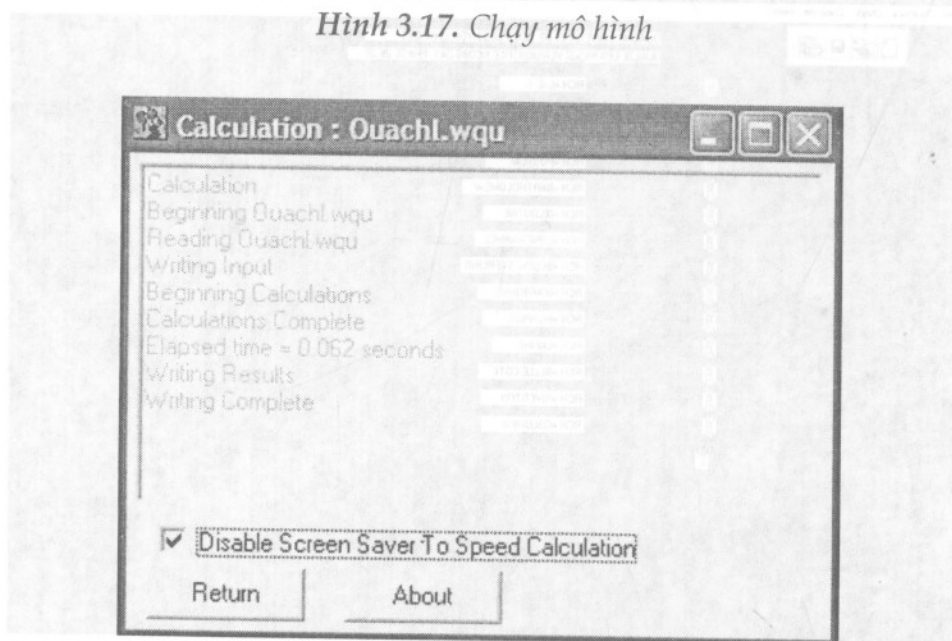
Hình 3.15. Khai báo các phương pháp tính



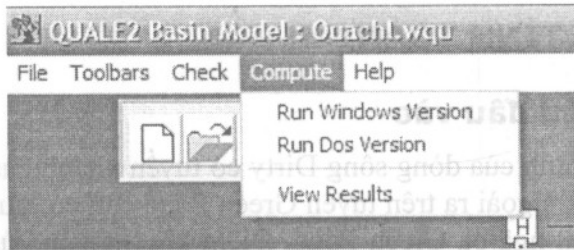
Hình 3.16. Sơ đồ tính toán sau khi thực hiện các thiết lập



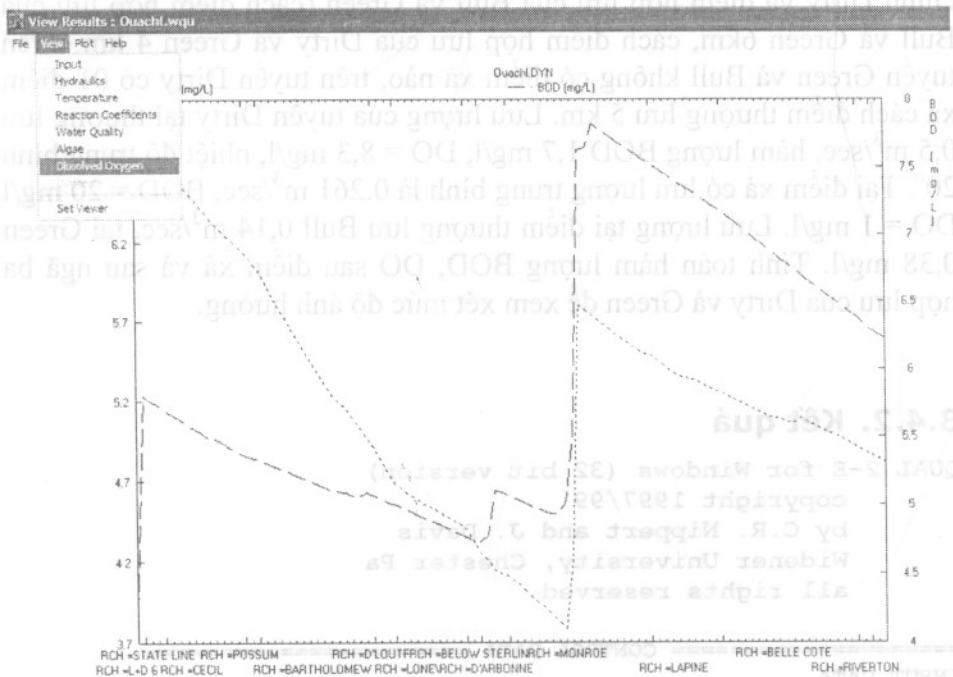
Hình 3.17. Chạy mô hình



Hình 3.18. Thông báo khi chạy mô hình



Hình 3.19. Xem kết quả



Hình 3.20. Xem kết quả sau khi mô phỏng

c. Tạo Last (create Last)

Sau khi thực hiện các công tác trên. Nhất thiết phải tạo điểm cuối cùng và làm điểm kết thúc quá trình mô phỏng của lưu vực tính toán. Điểm cuối cùng là nơi tiếp nhận toàn bộ lưu lượng đổ về từ thượng lưu, các phân đoạn tính toán. Nếu không khai báo chương trình sẽ không tính toán.

Để tạo tạo Last, chỉ chuột tới điểm cần đặt điểm cuối cùng. Nhấn chuột bên phải. chọn "Create Last" từ menu lựa chọn. Chỉ có duy nhất một điểm cuối cùng.

3.4. VÍ DỤ TÍNH TOÁN

3.4.1. Số liệu đầu vào

Trên lưu vực chính của dòng sông Dirty có tuyến nhánh của tuyến Green Pond, nhập vào. Ngoài ra trên tuyến Green Pond còn có lưu vực của sông Red Bull vào tại ngã ba Green Pond. Điểm khởi nguồn của Green Pond tại Creak, điểm nguồn của Bull tại Bull. Sau điểm ngã ba của dòng nhánh Green có đập tràn, vị trí đập nằm gần giữa ngã ba của điểm hợp lưu dòng chính Dirty và điểm hợp lưu của Bull và Green (cách điểm hợp lưu của Bull và Green 6km, cách điểm hợp lưu của Dirty và Green 4 km. Trên tuyến Green và Bull không có điểm xả nào, trên tuyến Dirty có 01 điểm xả cách điểm thượng lưu 5 km. Lưu lượng của tuyến Dirty tại thượng lưu $0,5 \text{ m}^3/\text{sec}$, hàm lượng BOD $1,7 \text{ mg/l}$, DO = $8,3 \text{ mg/l}$, nhiệt độ trung bình 20° . Tại điểm xả có lưu lượng trung bình là $0.261 \text{ m}^3/\text{sec}$, BOD = 20 mg/l , DO = 1 mg/l . Lưu lượng tại điểm thượng lưu Bull $0,14 \text{ m}^3/\text{sec}$, tại Green $0,38 \text{ mg/l}$. Tính toán hàm lượng BOD, DO sau điểm xả và sau ngã ba hợp lưu của Dirty và Green để xem xét mức độ ảnh hưởng.

3.4.2. Kết quả

QUAL 2-E for Windows (32 bit version)
copyright 1997/99
by C.R. Nippert and J. Davis
Widener University, Chester Pa
all rights reserved

===== CONTROL DATA =====
INPUT DATA

File : C:\Program Files\QUAL2E99\workshop.TXT
Basin : DATA SET X1 - DIRTY RIVER REACHES FOR EXAMPLE PROB
Run : STREAM QUALITY MODEL--QUAL-II WORKSHOP DATA SET 1

Date : 7/9/2006
Time : 16:45

SIMULATION OPTIONS

Temperature	YES
BOD	YES
Algae	NO
Periphyton	NO

Phosphorous cycle	NO
Nitrogen cycle	NO
Disolved oxygen	YES
Fecal Coliforms	NO
Conservative Minerals	NO
Arbitrary Non-conservative	NO

CONTROL OPTIONS

List data input	YES
Write optional summary	NO
Flow Augmentation	NO
Steady state simulation	YES
Discharge coefficients	YES
Print LCD/solar data	YES
Plot BOD on CRT	YES
Set downstream quality	NO
Data is METRIC	YES

SIMULATION PARAMETERS

Length of element	1.00 km
Maximum iterations	10
Temperature	1.000 C
Nitrification Inhibition	0.00100
Algae growth rate	0.01000 1/hr
Dissolved Oxygen	0.00100 mg/L

BASIN STRUCTURE

Number of headwaters	3
Number of reaches	
w/o headwaters	3
Total reaches	6
Number of junctions	2
Number or point loads/sinks	2
Number of dams	1
Number of all elements	45

BASIN GEOGRAPHY

Latitude	42.50
Longitude	83.30
Standard Meridian	75.00

BASIN METEOROLOGICAL DATA

Day of year	1
Date	mon/dy 1/1
Time of Day	12.00
Evaporation coefficients	
AE	0 m/hr mbar
BE	5.5E-06 m/hr mbar (m/sec)
Net solar radiation	100.000 Langleys/hr

REACH CLIMATE DATA

No	Name	Elevation Attenuation (m)	Dust	Cloudiness	Wind Speed mps)
1	RCH= DIRTY RIVER	150.00	0.1300	0.2000	2.500
2	RCH= CLEAR CREEK	150.00	0.1300	0.2000	2.500
3	RCH= BULL RUN	150.00	0.1300	0.2000	2.500
4	RCH= GREEN POND	150.00	0.1300	0.2000	2.500
5	RCH= BELOW DAM	150.00	0.1300	0.2000	2.500
6	RCH= DIRTY RIVER	150.00	0.1300	0.2000	2.500

REACH CLIMATE DATA (cont.)

No	Name	Dry Bulb C)	Wet Bulb (C)	Pressure (mbar)
1	RCH= DIRTY RIVER	25.0	20.0	980.00
2	RCH= CLEAR CREEK	25.0	20.0	980.00
3	RCH= BULL RUN	25.0	20.0	980.00
4	RCH= GREEN POND	25.0	20.0	980.00
5	RCH= BELOW DAM	25.0	20.0	980.00
6	RCH= DIRTY RIVER	25.0	20.0	980.00

TEMPERATURE CORRECTION FACTORS

BOD Decay	1.04700
BOD Settling	1.02400
Reareation	1.01590
SOD Uptake	1.06000
Organic N Decay	1.04700
Organic N Settling	1.02400
Ammonia Decay	1.08300
Ammonia Source	1.07400
Nitrite Decay	1.04700
Organic P Decay	1.04700
Organic P Settling	1.02400
Dissolved P Source	1.07400
Algae Growth	1.04700
Algae Respiration	1.04700
Algae Settling	1.02400
Coliform Decay	1.04700
Nonconservative Decay	1.00000
Nonconservative Settling	1.02400
Nonconservative Source	1.00000

ALGAE, NITROGEN AND PHOSPHOROUS DATA

Oxygen Balance Data

O2 uptake by NH3 oxidation 0.000 mg O2/mg N

O2 uptake by NO2 oxidation	0.000 mg O2/mg N
O2 production by algae	1.600 mg O2/mg algae
O2 uptake by algae	2.000 mg O2/mg algae
Algae properties	
Algae Nitrogen Content	0.085 mg N/mg algae
Algae Phosphorous Content	0.013 mg P/mg algae
Algae Growth Rate	0.000 1/dy
Algae Respiration Rate	0.000 1/dy
Nitrogen half sat coef	0.150 mg/L
P half sat coef	0.025 mg/L
Algae selfshade extinction coefficients	
Linear term	0.027 1/m(ug cha/L)
Nonlinear term	0.016 1/m(ug cha/L)^2/3
Algae Pref for Ammonia	0.000
Periphyton properties	
Temperature Factor	0.0000
Max Photosynthesis Rate	0.000
Respiration Rate Ratio	3.0000
N half sat coef	0.000 mg/L
P half sat coef	0.000 mg/L
Fraction of solar radiation converted to heat	0.0000
Nitrification coefficient	10.0000

LIGHT SIMULATION OPTIONS

Light function option:	Half Saturation
Daily averaging option:	Daily Average
Algae growth option:	Multiplicative
Light saturation coef	0.0000 Langleys/min
Light averaging factor	0.920
Hours of daylight	12.000
Total daily radiation	0.000 Langleys

DOWNSTREAM CONDITIONS

Set downstream quality	NO
Temperature	-17.8 C
Coliform	0.00
DO	0.00
BOD	0.00
Mineral 1	0.00
Mineral 2	0.00
Mineral 3	0.00
Arbitrary Nonconservative	0.00
Algae	0.0000
Organic Nitrogen	0.00
Ammonia	0.00
Nitrite	0.00
Nitrate	0.00
Organic Phosphorus	0.00
Dissolved Phosphorous	0.00

===== REACH DATA =====

IDENTIFICATION

No	Name	From (km)	To (km)	Elements
1	RCH= DIRTY RIVER	46.00	30.00	16
2	RCH= CLEAR CREEK	15.00	10.00	5
3	RCH= BULL RUN	2.00	0.00	2
4	RCH= GREEN POND	10.00	4.00	6
5	RCH= BELOW DAM	4.00	0.00	4
6	RCH= DIRTY RIVER	30.00	18.00	12

INITIAL CONDITIONS

No	Name	Temp (C)	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	Coliform (No/100mL)
1	RCH= DIRTY RIVER	20.00	0.00	0.00	0.00
2	RCH= CLEAR CREEK	20.00	0.00	0.00	0.00
3	RCH= BULL RUN	20.00	0.00	0.00	0.00
4	RCH= GREEN POND	20.00	0.00	0.00	0.00
5	RCH= BELOW DAM	20.00	0.00	0.00	0.00
6	RCH= DIRTY RIVER	20.00	0.00	0.00	0.00

INITIAL NITROGEN AND PHOSPHOREOUS COEFFICIENTS

No	Name	Chlorophyll Phosphorus (ug/L)	Organic Phosphorus (mg/L)	Dissolved (mg/L)
1	RCH= DIRTY RIVER	0.000	0.000	0.000
2	RCH= CLEAR CREEK	0.000	0.000	0.000
3	RCH= BULL RUN	0.000	0.000	0.000
4	RCH= GREEN POND	0.000	0.000	0.000
5	RCH= BELOW DAM	0.000	0.000	0.000
6	RCH= DIRTY RIVER	0.000	0.000	0.000

INITIAL NITROGEN AND PHOSPHOREOUS COEFFICIENTS (continued)

No	Name	Organic Nitrogen (mg/L)	Ammonia As N (mg/L)	Nitrite As N (mg/L)	Nitrate As N (mg/L)
1	RCH= DIRTY RIVER	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	RCH= CLEAR CREEK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3	RCH= BULL RUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4	RCH= GREEN POND	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
5	RCH= BELOW DAM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
6	RCH= DIRTY RIVER	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

HYDRAULIC DATA

		Trapezoidal channels		NO		
No	Name	Side Slope (m/m)	Side Slope (m/m)	Bottom Channel (m)	Channel Slope (m/m)	Manning N
1	RCH= DIRTY RIVER	0.000	0.000	0.0	0.000	0.040
2	RCH= CLEAR CREEK	0.000	0.000	0.0	0.000	0.040
3	RCH= BULL RUN	0.000	0.000	0.0	0.000	0.040
4	RCH= GREEN POND	0.000	0.000	0.0	0.000	0.040
5	RCH= BELOW DAM	0.000	0.000	0.0	0.000	0.040
6	RCH= DIRTY RIVER	0.000	0.000	0.0	0.000	0.040

		Discharge coefficients YES				
No	Name	Disp K	Vel Coef	Vel Exp	Depth Coef	Depth Exp
1	RCH= DIRTY RIVER	60.00	0.25	0.300	0.440	0.550
2	RCH= CLEAR CREEK	60.00	0.38	0.370	0.510	0.610
3	RCH= BULL RUN	120.00	0.28	0.350	0.480	0.580
4	RCH= GREEN POND	6000.00	0.065	2.000	1.100	0.001
5	RCH= BELOW DAM	200.00	0.38	0.370	0.510	0.610
6	RCH= DIRTY RIVER	400.00	0.22	0.330	0.430	0.380

FLOW AUGMENTATION

Flow Augmentation NO

REACTION COEFFICIENTS

No	Name	Option	BOD Decay Rate	BOD Removal Rate
1	RCH= DIRTY RIVER	Thackson and Krenkel (5)	0.6000	0.0000
2	RCH= CLEAR CREEK	OConnor and Dobbins (3)	0.6000	0.0000
3	RCH= BULL RUN	OConnor and Dobbins (3)	0.6000	0.0000
4	RCH= GREEN POND	OConnor and Dobbins (3)	0.6000	0.0000
5	RCH= BELOW DAM	OConnor and Dobbins (3)	0.6000	0.0000
6	RCH= DIRTY RIVER	Thackson and Krenkel (5)	0.6000	0.0000

REACTION COEFFICIENTS (continued)

No	Name	Sediment Oxygen Demand g/m ² dy	K2	a	b
1	RCH= DIRTY RIVER	0.5000	0	0	0.0000
2	RCH= CLEAR CREEK	0.0000	0	0	0.0000
3	RCH= BULL RUN	0.0000	0	0	0.0000
4	RCH= GREEN POND	1.0000	0	0	0.0000
5	RCH= BELOW DAM	0.0000	0	0	0.0000
6	RCH= DIRTY RIVER	0.5000	0	0	0.0000

NITROGEN AND PHOSPHOREOUS COEFFICIENTS

No Name	Organic Nitrogen Hydrolysis (1/dy)	Organic Nitrogen Settling (1/dy)	Ammonia Oxidation 1/dy)	Benthos Ammonia Source (mg/m ² dy)
1 RCH= DIRTY RIVER	0.000	0.000	0.000	0.000
2 RCH= CLEAR CREEK	0.000	0.000	0.000	0.000
3 RCH= BULL RUN	0.000	0.000	0.000	0.000
4 RCH= GREEN POND	0.000	0.000	0.000	0.000
5 RCH= BELOW DAM	0.000	0.000	0.000	0.000
6 RCH= DIRTY RIVER	0.000	0.000	0.000	0.000

NITROGEN AND PHOSPHOREOUS COEFFICIENTS (continued)

No Name	Nitrite Oxidation (1/dy)	Phos Decay (1/dy)	Phos Settling (1/dy)	Dissolvd Phos (mg/m ² dy)
1 RCH= DIRTY RIVER	0.000	0.0000	0.0000	0.000
2 RCH= CLEAR CREEK	0.000	0.0000	0.0000	0.000
3 RCH= BULL RUN	0.000	0.0000	0.0000	0.000
4 RCH= GREEN POND	0.000	0.0000	0.0000	0.000
5 RCH= BELOW DAM	0.000	0.0000	0.0000	0.000
6 RCH= DIRTY RIVER	0.000	0.0000	0.0000	0.000

ALGAE AND OTHER COEFFICIENTS

No Name	Chlorophyll To Algae Ratio (ug chla/mg)	Algae Settling Rate (ft/dy)	Nonalgal Light Extinc (1/ft)	Coliform Decay Coef (1/dy)
1 RCH= DIRTY RIVER	0.00000	0.0000	0.0000	0.0000
2 RCH= CLEAR CREEK	0.00000	0.0000	0.0000	0.0000
3 RCH= BULL RUN	0.00000	0.0000	0.0000	0.0000
4 RCH= GREEN POND	0.00000	0.0000	0.0000	0.0000
5 RCH= BELOW DAM	0.00000	0.0000	0.0000	0.0000
6 RCH= DIRTY RIVER	0.00000	0.0000	0.0000	0.0000

ALGAE/OTHER COEFFICIENTS (continued)

No Name	Arbitrary Noncons Decay (1/dy)	Arbitrary Noncons Settling (1/dy)	Benthos Source Rate (mg/m ² dy)
1 RCH= DIRTY RIVER	0.000	0.000	0.000
2 RCH= CLEAR CREEK	0.000	0.000	0.000
3 RCH= BULL RUN	0.000	0.000	0.000
4 RCH= GREEN POND	0.000	0.000	0.000
5 RCH= BELOW DAM	0.000	0.000	0.000
6 RCH= DIRTY RIVER	0.000	0.000	0.000

INCREMENTAL INFLOW

No	Name	Flow (cms)	Temp (C)	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	Coliform (No/100mL)
1	RCH= DIRTY RIVER	0.261	18.0	1.00	20.00	0.00
2	RCH= CLEAR CREEK	0.008	18.0	1.00	5.00	0.00
3	RCH= BULL RUN	0.003	18.0	1.00	5.00	0.00
4	RCH= GREEN POND	0.015	18.0	1.00	5.00	0.00
5	RCH= BELOW DAM	0.015	18.0	1.00	5.00	0.00
6	RCH= DIRTY RIVER	0.108	18.0	1.00	50.00	0.00

INCREMENTAL INFLOW NITROGEN AND PHOSPHOREOUS COEFFICIENTS

No	Name	Chlorophyll Phosphorus (ug/L)	Organic Phosphorus (mg/L)	Dissolved Phosphorus (mg/L)
1	RCH= DIRTY RIVER	0.000	0.0000	0.000
2	RCH= CLEAR CREEK	0.000	0.0000	0.000
3	RCH= BULL RUN	0.000	0.0000	0.000
4	RCH= GREEN POND	0.000	0.0000	0.000
5	RCH= BELOW DAM	0.000	0.0000	0.000
6	RCH= DIRTY RIVER	0.000	0.0000	0.000

INITIAL NITROGEN AND PHOSPHOREOUS COEFFICIENTS (continued)

No	Name	Organic Nitrogen (mg/L)	Ammonia As N (mg/L)	Nitrite As N (mg/L)	Nitrate As N (mg/L)
1	RCH= DIRTY RIVER	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	RCH= CLEAR CREEK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3	RCH= BULL RUN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4	RCH= GREEN POND	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
5	RCH= BELOW DAM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
6	RCH= DIRTY RIVER	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

HEADWATER PROPERTIES

Number of headwaters 3

No	Name	Flow (cms)	Temp (C)	DO (mg/L)	BOD (mg/L)
1	RCH= DIRTY RIVER				
	HDW= DIRTY RIVER	0.50	22.0	8.30	1.70
2	RCH= CLEAR CREEK				
	HDW= CLEAR CREEK	0.38	15.0	0.00	2.00
3	RCH= BULL RUN				
	HDW= BULL GAGE	0.14	21.0	5.00	20.00

HEADWATER NITROGEN AND PHOSPHORUS

No	Name	Coliform (No/100ml)	Chlorophyll (ug/L)	Organic Phosphorus (mg/L)	Dissolved Phos (mg/L)
1	RCH= DIRTY RIVER				
HDW=	DIRTY RIVER	0.000	0.000	0.000	0.000
2	RCH= CLEAR CREEK				
HDW=	CLEAR CREEK	0.000	0.000	0.000	0.000
3	RCH= BULL RUN				
HDW=	BULL GAGE	0.000	0.000	0.000	0.000

HEADWATER NITROGEN AND PHOSPHOREOUS COPNCENTRATIONS (continued)

No	Name	Organic Nitrogen (mg/L)	Ammonia As N (mg/L)	Nitrite As N (mg/L)	Nitrate As N (mg/L)
1	RCH= DIRTY RIVER				
HDW=	DIRTY RIVER	0.000	0.000	0.000	0.000
2	RCH= CLEAR CREEK				
HDW=	CLEAR CREEK	0.000	0.000	0.000	0.000
3	RCH= BULL RUN				
HDW=	BULL GAGE	0.000	0.000	0.000	0.000

===== SOURCE/SINK & DAM SITE DATA =====

POINT SOURCE/SINK PROPERITES

No	Name	Type	Pront Treat	Flow (cms)	Temp (C)	DO (mg/L)	BOD (mg/L)
1	RCH= DIRTY RIVER						
5	PTL= RIVER C	SOURCE	0.0000	0.480	45.0	4.00	45.00
6	RCH= DIRTY RIVER						
6	PTL= DIVERSI	SINK	0.0000	-0.500	20.0	8.00	2.00

POINT SOURCE/SINK Minerals

No	Name	Coliform (No/100ml)	Chlorophyll (ug/L)	Organic Phosphorus (mg/L)	Dissolved Phos (mg/L)
1	RCH= DIRTY RIVER				
5	PTL= RIVER C	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
6	RCH= DIRTY RIVER				
6	PTL= DIVERSI	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

POINT SOURCE/SINK Minerals

No	Name	Organic Nitrogen (mg/L)	Ammonia As N (mg/L)	Nitrite As N (mg/L)	Nitrate As N (mg/L)
1	RCH= DIRTY RIVER				
5	PTL= RIVER C	0.000	0.000	0.000	0.000
6	RCH= DIRTY RIVER				
6	PTL= DIVERSI	0.000	0.000	0.000	0.000

DAM SITE DATA

No	Name	A Dam	B Dam	Fraction	Height Over Dam of dam (m)
5	RCH= BELOW DAM				
1	Element	1.250	1.100	1.0000	3.0

3.4.3. Kết quả tính toán thủy lực

QUAL 2-E for Windows (32 bit version)
copyright 1997/99
by C.R. Nippert and J. Davis
Widener University, Chester Pa
all rights reserved

===== CONTROL DATA =====

HYDRAULIC DATA

File : C:\Program Files\QUAL2E99\workshop.HYD
Basin : DATA SET X1 - DIRTY RIVER REACHES FOR EXAMPLE PROB
Run : STREAM QUALITY MODEL--QUAL-II WORKSHOP DATA SET 1

Date : 7/9/2006
Time : 16:45

===== STEADY STATE SIMULATION =====

HYDRAULICS SUMMARY (part 1)

El No	Rch No	El No	Begin (km)	End (km)	Flow Source (cms)	Point Flow (cms)	Inc (m/s)
----------	-----------	----------	---------------	-------------	-------------------------	------------------------	--------------

RCH= DIRTY RIVER

1	1	1	46.00	45.00	0.516	0	0.0163
2	1	2	45.00	44.00	0.533	0	0.0163
3	1	3	44.00	43.00	0.549	0	0.0163
4	1	4	43.00	42.00	0.565	0	0.0163
5	1	5	42.00	41.00	1.06	0.48	0.0163
6	1	6	41.00	40.00	1.08	0	0.0163
7	1	7	40.00	39.00	1.09	0	0.0163
8	1	8	39.00	38.00	1.11	0	0.0163
9	1	9	38.00	37.00	1.13	0	0.0163
10	1	10	37.00	36.00	1.14	0	0.0163
11	1	11	36.00	35.00	1.16	0	0.0163
12	1	12	35.00	34.00	1.18	0	0.0163
13	1	13	34.00	33.00	1.19	0	0.0163
14	1	14	33.00	32.00	1.21	0	0.0163
15	1	15	32.00	31.00	1.22	0	0.0163
16	1	16	31.00	30.00	1.24	0	0.0163

RCH= CLEAR CREEK

17	2	1	15.00	14.00	0.382	0	0.0016
18	2	2	14.00	13.00	0.383	0	0.0016
19	2	3	13.00	12.00	0.385	0	0.0016
20	2	4	12.00	11.00	0.386	0	0.0016
21	2	5	11.00	10.00	0.388	0	0.0016

RCH= BULL RUN

22	3	1	2.00	1.00	0.142	0	0.0015
23	3	2	1.00	0.00	0.143	0	0.0015

RCH= GREEN POND

24	4	1	10.00	9.00	0.534	0	0.0025
25	4	2	9.00	8.00	0.536	0	0.0025
26	4	3	8.00	7.00	0.539	0	0.0025
27	4	4	7.00	6.00	0.541	0	0.0025
28	4	5	6.00	5.00	0.544	0	0.0025
29	4	6	5.00	4.00	0.546	0	0.0025

RCH= BELOW DAM

30	5	1	4.00	3.00	0.55	0	0.00375
31	5	2	3.00	2.00	0.554	0	0.00375
32	5	3	2.00	1.00	0.557	0	0.00375
33	5	4	1.00	0.00	0.561	0	0.00375

RCH= DIRTY RIVER

34	6	1	30.00	29.00	1.81	0	0.009
35	6	2	29.00	28.00	1.82	0	0.009
36	6	3	28.00	27.00	1.83	0	0.009

37	6	4	27.00	26.00	1.84	0	0.009
38	6	5	26.00	25.00	1.85	0	0.009
39	6	6	25.00	24.00	1.36	-0.5	0.009
40	6	7	24.00	23.00	1.37	0	0.009
41	6	8	23.00	22.00	1.37	0	0.009
42	6	9	22.00	21.00	1.38	0	0.009
43	6	10	21.00	20.00	1.39	0	0.009
44	6	11	20.00	19.00	1.4	0	0.009
45	6	12	19.00	18.00	1.41	0	0.009

HYDRAULICS SUMMARY (part 2)

El No	Rch No	El No	Velocity (m/s)	Travel Time (day)	Depth (m)	Width (m)	Volume (m ³)
-------	--------	-------	----------------	-------------------	-----------	-----------	--------------------------

RCH= DIRTY RIVER

1	1	1	0.205	0.056	0.306	8.233	2.52e+03
2	1	2	0.207	0.056	0.311	8.271	2.57e+03
3	1	3	0.209	0.055	0.316	8.309	2.63e+03
4	1	4	0.211	0.055	0.322	8.345	2.68e+03
5	1	5	0.255	0.045	0.455	9.173	4.17e+03
6	1	6	0.256	0.045	0.459	9.194	4.22e+03
7	1	7	0.257	0.045	0.462	9.215	4.26e+03
8	1	8	0.258	0.045	0.466	9.235	4.31e+03
9	1	9	0.259	0.045	0.470	9.255	4.35e+03
10	1	10	0.260	0.044	0.474	9.275	4.39e+03
11	1	11	0.261	0.044	0.477	9.295	4.44e+03
12	1	12	0.262	0.044	0.481	9.314	4.48e+03
13	1	13	0.264	0.044	0.485	9.334	4.52e+03
14	1	14	0.265	0.044	0.488	9.353	4.57e+03
15	1	15	0.266	0.044	0.492	9.372	4.61e+03
16	1	16	0.267	0.043	0.495	9.390	4.65e+03

RCH= CLEAR CREEK

17	2	1	0.266	0.044	0.283	5.061	1.43e+03
18	2	2	0.266	0.043	0.284	5.062	1.44e+03
19	2	3	0.267	0.043	0.285	5.062	1.44e+03
20	2	4	0.267	0.043	0.286	5.063	1.45e+03
21	2	5	0.268	0.043	0.286	5.063	1.45e+03

RCH= BULL RUN

22	3	1	0.141	0.082	0.154	6.489	1e+03
23	3	2	0.142	0.082	0.155	6.493	1.01e+03

RCH= GREEN POND

24	4	1	0.019	0.626	1.099	26.231	2.88e+04
25	4	2	0.019	0.620	1.099	26.109	2.87e+04
26	4	3	0.019	0.614	1.099	25.987	2.86e+04
27	4	4	0.019	0.608	1.099	25.867	2.84e+04
28	4	5	0.019	0.603	1.099	25.748	2.83e+04
29	4	6	0.019	0.597	1.099	25.630	2.82e+04

RCH= BELOW DAM

30	5	1	0.305	0.038	0.354	5.099	1.81e+03
31	5	2	0.305	0.038	0.356	5.099	1.81e+03
32	5	3	0.306	0.038	0.357	5.100	1.82e+03
33	5	4	0.307	0.038	0.358	5.101	1.83e+03

RCH= DIRTY RIVER

34	6	1	0.268	0.043	0.539	12.558	6.77e+03
35	6	2	0.268	0.043	0.540	12.576	6.79e+03
36	6	3	0.269	0.043	0.541	12.594	6.81e+03
37	6	4	0.269	0.043	0.542	12.612	6.84e+03
38	6	5	0.269	0.043	0.543	12.630	6.86e+03
39	6	6	0.243	0.048	0.483	11.547	5.58e+03
40	6	7	0.244	0.047	0.484	11.569	5.6e+03
41	6	8	0.244	0.047	0.485	11.591	5.63e+03
42	6	9	0.245	0.047	0.486	11.613	5.65e+03
43	6	10	0.245	0.047	0.488	11.635	5.67e+03
44	6	11	0.246	0.047	0.489	11.657	5.7e+03
45	6	12	0.246	0.047	0.490	11.678	5.72e+03

HYDRAULICS SUMMARY (part 3)

El	Rch	El	Bottom	X-sec	Dispersion
No	No	No	Area	Area	Coef
			(m ²)	(m ²)	(m ² /s)

RCH= DIRTY RIVER

1	1	1	8847	2.518	0.5746
2	1	2	8896	2.574	0.5884
3	1	3	8944	2.629	0.602
4	1	4	8990	2.683	0.6155
5	1	5	1.008e+04	4.171	0.9925
6	1	6	1.011e+04	4.216	1.004
7	1	7	1.014e+04	4.26	1.016
8	1	8	1.017e+04	4.305	1.027
9	1	9	1.02e+04	4.349	1.038
10	1	10	1.022e+04	4.393	1.05
11	1	11	1.025e+04	4.437	1.061
12	1	12	1.028e+04	4.48	1.072
13	1	13	1.031e+04	4.524	1.084
14	1	14	1.033e+04	4.567	1.095
15	1	15	1.036e+04	4.61	1.106
16	1	16	1.038e+04	4.653	1.117

RCH= CLEAR CREEK

17	2	1	5630	1.434	0.6997
18	2	2	5631	1.438	0.7023
19	2	3	5633	1.442	0.7048
20	2	4	5635	1.446	0.7074
21	2	5	5637	1.449	0.71

```
RCH= BULL RUN
22 3 1      6799      1.002      0.448
23 3 2      6806      1.009      0.4519
```

```
RCH= GREEN POND
24 4 1  2.844e+04      28.84      15.05
25 4 2  2.831e+04      28.7       15.19
26 4 3  2.819e+04      28.57      15.33
27 4 4  2.807e+04      28.44      15.48
28 4 5  2.795e+04      28.31      15.62
29 4 6  2.783e+04      28.18      15.77
```

```
RCH= BELOW DAM
30 5 1      5808      1.805      3.214
31 5 2      5812      1.813      3.233
32 5 3      5815      1.821      3.252
33 5 4      5819      1.828      3.272
```

```
RCH= DIRTY RIVER
34 6 1  1.364e+04      6.767      8.015
35 6 2  1.366e+04      6.789      8.04
36 6 3  1.368e+04      6.812      8.066
37 6 4   1.37e+04      6.834      8.092
38 6 5  1.372e+04      6.857      8.117
39 6 6  1.252e+04      5.574      6.647
40 6 7  1.254e+04      5.599      6.676
41 6 8  1.256e+04      5.624      6.704
42 6 9  1.259e+04      5.649      6.733
43 6 10 1.261e+04      5.673      6.761
44 6 11 1.264e+04      5.698      6.789
45 6 12 1.266e+04      5.722      6.817
```

3.4.4. Kết quả chất lượng nước tại các điểm trên dòng sông

```
QUAL 2-E for Windows (32 bit version)
copyright 1997/99
by C.R. Nippert and J. Davis
Widener University, Chester Pa
all rights reserved
```

```
===== CONTROL DATA =====
WATER QUALITY DATA
```

```
File : C:\Program Files\QUAL2E99\workshop.QUA
Basin : DATA SET X1 - DIRTY RIVER REACHES FOR EXAMPLE PROB
Run : STREAM QUALITY MODEL--QUAL-II WORKSHOP DATA SET 1
Date : 7/9/2006
Time : 16:45
```

STEADY STATE SIMULATION

WATER QUALITY VARIABLES (part 1)

El Rch El Conservative Minerals
 No No No Temp
 (C)

 RCH= DIRTY RIVER

1	1	1	21.88
2	1	2	21.77
3	1	3	21.68
4	1	4	21.63
5	1	5	31.54
6	1	6	30.79
7	1	7	30.11
8	1	8	29.49
9	1	9	28.93
10	1	10	28.41
11	1	11	27.93
12	1	12	27.49
13	1	13	27.09
14	1	14	26.72
15	1	15	26.38
16	1	16	26.06

RCH= CLEAR CREEK

17	2	1	15.49
18	2	2	15.95
19	2	3	16.37
20	2	4	16.77
21	2	5	17.13

RCH= BULL RUN

22	3	1	21.18
23	3	2	21.31

RCH= GREEN POND

24	4	1	18.95
25	4	2	19.54
26	4	3	20.00
27	4	4	20.38
28	4	5	20.67
29	4	6	20.88

RCH= BELOW DAM

30	5	1	21.02
31	5	2	21.05
32	5	3	21.07
33	5	4	21.13

RCH= DIRTY RIVER

34	6	1	24.39
35	6	2	24.25
36	6	3	24.12
37	6	4	24.00

38	6	5	23.99
39	6	6	23.78
40	6	7	23.65
41	6	8	23.53
42	6	9	23.41
43	6	10	23.31
44	6	11	23.20
45	6	12	23.11

STEADY STATE SIMULATION

WATER QUALITY VARIABLES (part 2)

El Rch El

No	No	No	DO	BOD	OrgN	NH3N	NO2N
			(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)

RCH= DIRTY RIVER

1	1	1	7.99	2.198	0.000	0.000	0.000
2	1	2	7.74	2.648	0.000	0.000	0.000
3	1	3	7.54	3.055	0.000	0.000	0.000
4	1	4	7.35	3.473	0.000	0.000	0.000
5	1	5	5.09	21.640	0.000	0.000	0.000
6	1	6	4.42	20.697	0.000	0.000	0.000
7	1	7	3.91	19.838	0.000	0.000	0.000
8	1	8	3.53	19.051	0.000	0.000	0.000
9	1	9	3.24	18.328	0.000	0.000	0.000
10	1	10	3.04	17.662	0.000	0.000	0.000
11	1	11	2.90	17.046	0.000	0.000	0.000
12	1	12	2.81	16.475	0.000	0.000	0.000
13	1	13	2.77	15.944	0.000	0.000	0.000
14	1	14	2.75	15.449	0.000	0.000	0.000
15	1	15	2.76	14.986	0.000	0.000	0.000
16	1	16	2.80	14.539	0.000	0.000	0.000

RCH= CLEAR CREEK

17	2	1	3.43	1.971	0.000	0.000	0.000
18	2	2	5.61	1.942	0.000	0.000	0.000
19	2	3	6.98	1.912	0.000	0.000	0.000
20	2	4	7.84	1.883	0.000	0.000	0.000
21	2	5	8.36	1.862	0.000	0.000	0.000

RCH= BULL RUN

22	3	1	7.15	18.865	0.000	0.000	0.000
23	3	2	7.85	17.762	0.000	0.000	0.000

RCH= GREEN POND

24	4	1	8.30	5.175	0.000	0.000	0.000
25	4	2	7.12	3.955	0.000	0.000	0.000
26	4	3	6.38	3.021	0.000	0.000	0.000
27	4	4	5.98	2.313	0.000	0.000	0.000
28	4	5	5.94	1.788	0.000	0.000	0.000
29	4	6	6.43	1.429	0.000	0.000	0.000

RCH= BELOW DAM

30	5	1	8.14	1.269	0.000	0.000	0.000
31	5	2	8.25	1.264	0.000	0.000	0.000
32	5	3	8.32	1.260	0.000	0.000	0.000
33	5	4	8.35	1.348	0.000	0.000	0.000

RCH= DIRTY RIVER

34	6	1	4.72	10.352	0.000	0.000	0.000
35	6	2	4.69	10.226	0.000	0.000	0.000
36	6	3	4.68	10.107	0.000	0.000	0.000
37	6	4	4.67	9.992	0.000	0.000	0.000
38	6	5	4.67	9.884	0.000	0.000	0.000
39	6	6	4.68	9.808	0.000	0.000	0.000
40	6	7	4.69	9.745	0.000	0.000	0.000
41	6	8	4.70	9.686	0.000	0.000	0.000
42	6	9	4.72	9.629	0.000	0.000	0.000
43	6	10	4.74	9.576	0.000	0.000	0.000
44	6	11	4.76	9.524	0.000	0.000	0.000
45	6	12	4.78	9.478	0.000	0.000	0.000

STEADY STATE SIMULATION

WATER QUALITY VARIABLES (part 3)

El No	Rch No	El No	NO3N (mg/L)	Total N (mg/L)	OrgP (mg/L)	DisP (mg/L)	Total P (mg/L)
-------	--------	-------	----------------	-------------------	----------------	----------------	-------------------

RCH= DIRTY RIVER

1	1	1	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
2	1	2	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
3	1	3	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
4	1	4	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
5	1	5	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
6	1	6	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
7	1	7	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
8	1	8	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
9	1	9	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
10	1	10	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
11	1	11	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
12	1	12	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
13	1	13	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
14	1	14	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
15	1	15	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
16	1	16	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000

RCH= CLEAR CREEK

17	2	1	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
18	2	2	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
19	2	3	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
20	2	4	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
21	2	5	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000

RCH= BULL RUN

22	3	1	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
23	3	2	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000

RCH= GREEN POND

24	4	1	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
25	4	2	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
26	4	3	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
27	4	4	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
28	4	5	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
29	4	6	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000

RCH= BELOW DAM

30	5	1	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
31	5	2	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
32	5	3	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
33	5	4	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000

RCH= DIRTY RIVER

34	6	1	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
35	6	2	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
36	6	3	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
37	6	4	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
38	6	5	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
39	6	6	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
40	6	7	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
41	6	8	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
42	6	9	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
43	6	10	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
44	6	11	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
45	6	12	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000

WATER QUALITY VARIABLES (part 3)

E1	Rch	E1	Coliform	CHLA
No	No	No		NO3N
			(#/100mL)	(ug/L)
(		)		

RCH= DIRTY RIVER

1	1	1	0.00	0.000
2	1	2	0.00	0.000
3	1	3	0.00	0.000
4	1	4	0.00	0.000
5	1	5	0.00	0.000
6	1	6	0.00	0.000
7	1	7	0.00	0.000
8	1	8	0.00	0.000
9	1	9	0.00	0.000
10	1	10	0.00	0.000
11	1	11	0.00	0.000

12	1	12	0.00	0.000
13	1	13	0.00	0.000
14	1	14	0.00	0.000
15	1	15	0.00	0.000
16	1	16	0.00	0.000

RCH= CLEAR CREEK

17	2	1	0.00	0.000
18	2	2	0.00	0.000
19	2	3	0.00	0.000
20	2	4	0.00	0.000
21	2	5	0.00	0.000

RCH= BULL RUN

22	3	1	0.00	0.000
23	3	2	0.00	0.000

RCH= GREEN POND

24	4	1	0.00	0.000
25	4	2	0.00	0.000
26	4	3	0.00	0.000
27	4	4	0.00	0.000
28	4	5	0.00	0.000
29	4	6	0.00	0.000

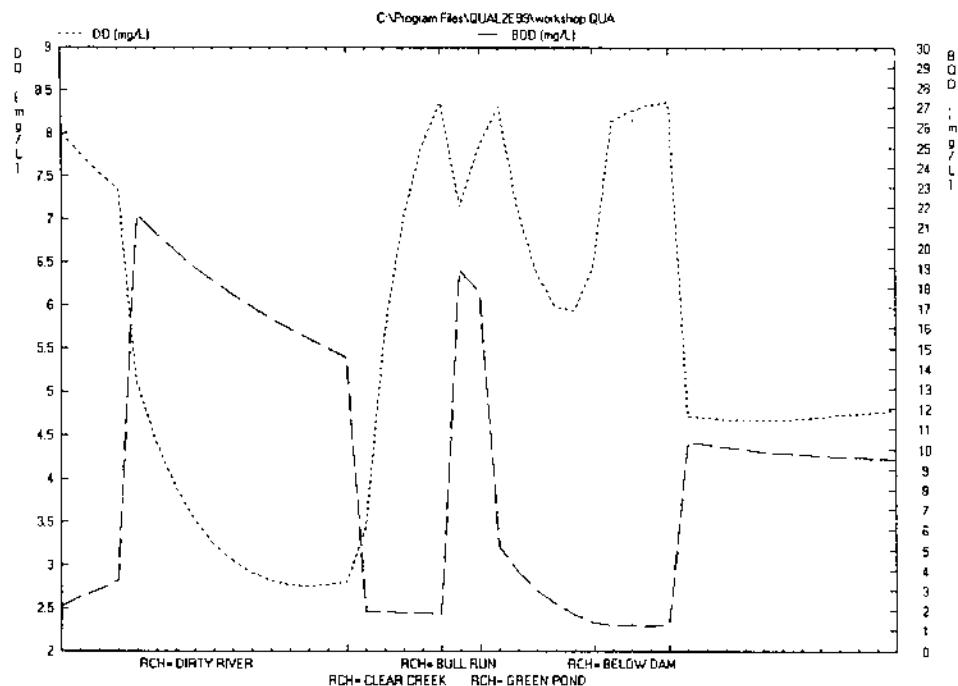
RCH= BELOW DAM

30	5	1	0.00	0.000
31	5	2	0.00	0.000
32	5	3	0.00	0.000
33	5	4	0.00	0.000

RCH= DIRTY RIVER

34	6	1	0.00	0.000
35	6	2	0.00	0.000
36	6	3	0.00	0.000
37	6	4	0.00	0.000
38	6	5	0.00	0.000
39	6	6	0.00	0.000
40	6	7	0.00	0.000
41	6	8	0.00	0.000
42	6	9	0.00	0.000
43	6	10	0.00	0.000
44	6	11	0.00	0.000
45	6	12	0.00	0.000

3.4.5. Mô phỏng bằng biểu đồ



Hình 3.21. Kết quả mô phỏng bằng biểu đồ

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. TCXDVN 51:2006 – Thoát nước đô thị. Mạng lưới bên ngoài và công trình – tiêu chuẩn thiết kế.
2. TCVN 5942 – 1995. Chất lượng nước – tiêu chuẩn chất lượng nước mặt.
3. TCVN 5945 – 2005. Nước thải công nghiệp – tiêu chuẩn thải.
4. **Hoàng Huệ và những người khác**
Thoát nước tập 1 – Mạng lưới thoát nước.
Nxb. Khoa học và Kỹ thuật, 2001.
5. **Nguyễn Xuân Nguyên, Trần Đức Hạ**
Chất lượng nước sông hồ và bảo vệ môi trường nước.
Nxb. Khoa học và Kỹ thuật, 2004.
6. **Nguyễn Văn Tín, Nguyễn Thị Hồng, Đỗ Hải**
Cấp nước tập 1 – Mạng lưới cấp nước.
Nxb. Khoa học và Kỹ thuật, 2001.
7. **Dương Thanh Lượng**
Giáo trình "Hệ thống cấp nước".
Nxb. Xây dựng, 2006.
8. Tài liệu hướng dẫn sử dụng các chương trình ENPANET, QUAL2E kèm theo phần mềm.

2 0 6 3 8 8



Giá: 29.000đ