

TRƯỜNG ĐẠI HỌC THỦY LỢI

PGS. TS. PHẠM NGỌC HẢI

GS. TS. TỐNG ĐỨC KHANG - GS. TS. BÙI HIẾU - TS. PHẠM VIỆT HÒA

GIÁO TRÌNH **QUY HOẠCH VÀ THIẾT KẾ** **HỆ THỐNG THỦY LỢI**

TẬP I



W R U



MARD - DANIDA



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

TRƯỜNG ĐẠI HỌC THỦY LỢI
PGS.TS. PHẠM NGỌC HẢI
GS.TS. TỐNG ĐỨC KHANG - GS.TS. BÙI HIẾU - TS. PHẠM VIỆT HÒA

GIÁO TRÌNH QUY HOẠCH VÀ THIẾT KẾ HỆ THỐNG THỦY LỢI

TẬP I



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 2006

Các tác giả đã biên soạn giáo trình này dựa trên đề cương môn học, các tài liệu giảng dạy với sự hỗ trợ của các chuyên gia tư vấn quốc tế. Giáo trình do PGS.TS. Nguyễn Quang Đoàn - Trường Đại học Đà Nẵng và PGS.TS. Hà Lương Thuần - Viện Khoa học Thủy lợi Hà nội phản biện. Hội đồng Khoa học và Đào tạo Trường Đại học Thủy lợi đã phê chuẩn cho xuất bản giáo trình này theo Quyết định số 1460/QĐ-ĐHTL-HĐKH & ĐT ngày 20/03/2005. Tiểu hợp phần "Hỗ trợ tăng cường năng lực cho Trường Đại học Thủy lợi" thuộc Chương trình Hỗ trợ ngành nước của DANIDA đã tài trợ kinh phí cho tư vấn quốc tế, trong nước và in ấn giáo trình.

MỤC LỤC

	<i>Trang</i>
Mục lục	3
Lời nói đầu	9
Bảng chữ viết tắt	10
 Chương 1. Những khái niệm mở đầu về môn học	
1.1. Nhiệm vụ, nội dung cơ bản môn học	11
1.1.1. Khái niệm về môn học	12
1.1.2. Nhiệm vụ của môn học	12
1.1.3. Nội dung cơ bản của môn học	14
1.2. Sơ lược về lịch sử phát triển của ngành	14
 Chương 2. Quan hệ đất - nước và cây trồng, nguyên lý điều tiết nước ruộng	
2.1. Ảnh hưởng của nước đối với sự phát triển của cây trồng và tác dụng cải tạo đất	20
2.1.1. Ảnh hưởng của nước đến khả năng hút nước của cây trồng	20
2.1.2. Ảnh hưởng của nước trong đất đối với chế độ thoáng khí của đất trồng	30
2.1.3. Ảnh hưởng của nước trong đất đến chế độ nhiệt của đất	30
2.1.4. Ảnh hưởng của nước trong đất đến chế độ thức ăn của cây trồng	31
2.1.5. Ảnh hưởng của nước trong đất đến độ phì nhiêu của đất	31
2.2. Các dạng nước trong đất	32
2.2.1. Nước trọng lực	32
2.2.2. Nước mao quản	32
2.2.3. Nước liên kết	32
2.3. Chuyển động của nước trong đất	33
2.3.1. Sự chuyển động của nước dưới dạng hơi	33
2.3.2. Chuyển động của nước mao quản	33
2.3.3. Sự chuyển động của nước trọng lực	34
2.4. Điều tiết nước ruộng	41
2.4.1. Nguyên lý điều tiết nước ruộng	41
2.4.2. Chất lượng nước tưới	42
 Chương 3. Chế độ tưới và yêu cầu tưới cho các loại cây trồng	
3.1. Ý nghĩa, nội dung tính toán chế độ tưới và các yếu tố ảnh hưởng	46
3.1.1. Ý nghĩa và nội dung	46
3.1.2. Các yếu tố ảnh hưởng tới chế độ tưới	47
3.2. Lượng bốc hơi mặt ruộng, phương pháp xác định	48
3.2.1. Các yếu tố ảnh hưởng tới lượng bốc hơi mặt ruộng	48

3.2.2. Các phương pháp xác định lượng bốc hơi mặt ruộng ET_c	49
3.3. Tính toán chế độ tưới cho lúa	66
3.3.1. Tính toán chế độ tưới cho lúa theo quan điểm gieo cấy đồng thời	66
3.3.2. Tính toán chế độ tưới cho lúa theo quan điểm gieo cấy luân t _u t	73
3.4. Tính toán chế độ tưới cho cây trồng cạn	88
3.4.1. Cơ sở và phương pháp tính toán	89
3.4.2. Thí dụ áp dụng	93
3.5. Hệ số tưới - Giảm độ hệ số tưới - Giảm độ lưu lượng tưới	100
3.5.1. Hệ số tưới - Giảm độ hệ số tưới	100
3.5.2. Giảm độ lưu lượng tưới thực cần của các cấp kênh	105

Chương 4. Chế độ tiêu và yêu cầu tiêu

4.1. Tính hệ số tiêu cho vùng trồng lúa	107
4.1.1. Các tài liệu cần thiết	107
4.1.2. Phương pháp tính toán	108
4.2. Tính toán tiêu cho cây trồng cạn	113
4.2.1. Các tài liệu cần thiết	113
4.2.2. Cách xác định thời gian tập trung dòng chảy (τ)	113
4.2.3. Tính toán hệ số tiêu lớn nhất cho cây trồng cạn	114
4.2.4. Cách tính hệ số tiêu lớn nhất cho cây trồng cạn theo phương pháp cường độ mưa giới hạn	119
4.3. Tính tiêu cho các khu dân cư đô thị	121
4.3.1. Tính theo quy phạm	121
4.3.2. Tính hệ số tiêu cho đô thị theo mô hình	123
4.4. Tính hệ số tiêu cho hệ thống	125
4.4.1. Trường hợp không kể thời gian chậm tới	125
4.4.2. Trường hợp kể đến thời gian chậm tới của các nút ra đến cửa tiêu	125

Chương 5. Nguồn nước và yêu cầu nước trong quy hoạch thủy lợi tổng hợp

5.1. Nguồn nước sử dụng cho các ngành kinh tế quốc dân	127
5.1.1. Các nguồn nước mặt	127
5.1.2. Các nguồn nước ngầm	130
5.2. Nhu cầu nước của các ngành tiêu hao nước	133
5.2.1. Yêu cầu nước trong nông nghiệp	133
5.2.2. Nhu cầu nước trong chăn nuôi	133
5.2.3. Nhu cầu dùng nước cho công nghiệp	133
5.2.4. Xác định nhu cầu nước cho sinh hoạt	138
5.3. Nhu cầu nước của các ngành sử dụng nước	142
5.3.1. Nhu cầu nước nuôi trồng thủy sản	142
5.3.2. Yêu cầu của vận tải thủy đối với dòng chảy	143
5.3.3. Yêu cầu về chống lũ	144
5.3.4. Nhu cầu điện của các ngành kinh tế quốc dân và nhu cầu nước của ngành điện	144
5.4. Nhu cầu nước gián tiếp của các ngành kinh tế quốc dân	145

5.5. Các phương pháp dự báo nhu cầu nước	147
5.5.1. Phương pháp ngoại suy theo thời gian	147
5.5.2. Phương pháp hệ số đơn	147
5.5.3. Mô hình tất yếu đa hệ số (Multiple coefficient requirement models)	148
5.5.4. Mô hình nhu cầu đa hệ số	149
5.5.5. Dự báo nhu cầu nước trên cơ sở phân tích chỉ tiêu kinh tế vĩ mô	150
5.6. Tần suất tính toán của các công trình thủy lợi đối với các ngành dùng nước	151
5.6.1. Khái niệm chung	151
5.6.2. Xác định tần suất tính toán	152
5.7. Nguyên tắc sử dụng nguồn nước và nội dung tính toán thủy lợi	153
5.7.1. Nguyên tắc sử dụng nguồn nước	153
5.7.2. Nội dung tính toán thủy lợi	154

Chương 6. Phương pháp tưới và công nghệ tưới

6.1. Khái quát chung	157
6.2. Phương pháp tưới mặt đất	158
6.2.1. Tưới ngập cho lúa	158
6.2.2. Tưới theo dải	159
6.2.3. Tưới rãnh	171
6.2.4. Phương pháp thực nghiệm xác định chất lượng tưới rãnh và tưới dải	182
6.3. Phương pháp tưới ngầm	184
6.3.1. Hệ thống đường ống ngầm	184
6.3.2. Hệ thống kênh lộ thiên để tưới ngầm	184
6.3.3. Nhận xét về tưới ngầm	184
6.4. Phương pháp tưới phun mưa	185
6.4.1. Khái quát	185
6.4.2. Cấu tạo và phân loại	186
6.4.3. Vòi phun mưa và các đặc trưng	188
6.4.4. Thiết kế, tính toán hệ thống phun mưa	196
6.4.5. Xác định các chỉ tiêu kỹ thuật quản lý khai thác	202
6.4.6. Công tác vận hành quản lý, khai thác kỹ thuật phun mưa	205
6.5. Phương pháp tưới nhỏ giọt	206
6.5.1. Đặc điểm và phân loại	206
6.5.2. Cấu tạo và phân loại hệ thống tưới nhỏ giọt	206
6.5.3. Ưu khuyết điểm của hệ thống tưới nhỏ giọt	207
6.5.4. Thiết bị và nguyên lý công tác	208
6.6. Công nghệ tưới cục bộ tiết kiệm nước	209
6.6.1. Giới thiệu công nghệ tưới cục bộ tiết kiệm nước	209
6.6.2. Cơ sở xác định chế độ tưới hợp lý với kỹ thuật tưới cục bộ tiết kiệm nước	217
6.6.3. Yêu cầu của kỹ thuật tưới cục bộ tiết kiệm nước đối với chất lượng nước	223
6.6.4. Xác định các tham số của công nghệ tưới nhỏ giọt	224
6.6.5. Áp dụng tính toán kỹ thuật tưới nhỏ giọt	225

Chương 7. Hệ thống tiêu nước mặt ruộng

7.1. Hệ thống kênh tiêu nước mặt ruộng	233
7.1.1 Khả năng trữ nước mặt ruộng của cây trồng cạn	233
7.1.2 Quá trình hình thành dòng chảy trên ruộng cây trồng cạn	234
7.2. Xác định khoảng cách giữa hai kênh tiêu cấp cố định cuối cùng trên ruộng của cây trồng cạn	235
7.2.1. Xác định khoảng cách giữa hai kênh tiêu theo dòng ổn định	235
7.2.2. Xác định khoảng cách giữa 2 kênh tiêu theo dòng không ổn định	237
7.3. Xác định cấu trúc của hệ thống tiêu nước ngầm	240
7.3.1. Xác định cấu trúc hệ thống tiêu ngầm theo dòng ổn định	241
7.3.2. Xác định cấu trúc của hệ thống tiêu nước ngầm theo dòng không ổn định	248

Chương 8. Bố trí hệ thống thủy lợi

8.1. Cấu tạo hệ thống thủy lợi	254
8.2. Bố trí công trình đầu mối tưới của hệ thống thủy lợi	255
8.2.1. Trường hợp thứ nhất: Khi $Q_S > Q_{yc}$ và $H_S > H_{yc}$	255
8.2.2. Trường hợp thứ hai: Khi $Q_S > Q_{yc}$ và $H_S < H_{yc}$	256
8.2.3. Trường hợp thứ ba: Khi Q_S có lúc lớn hơn có lúc nhỏ hơn Q_{yc} và H_S có thể lớn hơn hoặc nhỏ hơn H_{yc}	258
8.3. Bố trí hệ thống kênh tưới	258
8.3.1. Phân cấp kênh trong hệ thống tưới	258
8.3.2. Bố trí kênh chính và kênh nhánh	259
8.3.3. Bố trí điển hình	261
8.3.4. Bố trí kênh mương nội đồng (từ kênh cấp III đến kênh cấp cố định cuối cùng)	267
8.4. Bố trí kênh tiêu	267
8.4.1. Nhiệm vụ của hệ thống kênh tiêu	267
8.4.2. Cấu tạo của hệ thống tiêu trong khu tưới	268
8.4.3. Bố trí hệ thống kênh tiêu	268
8.5. Bố trí mạng lưới giao thông và cây chắn gió	269
8.5.1. Giao thông bộ	269
8.5.2. Đường thủy	271
8.6. Bố trí công trình trên kênh	271
8.6.1. Cổng lấy nước, phân phối tiêu tháo nước và điều tiết nước	271
8.6.2. Cầu máng	272
8.6.3. Xi phông ngược	274
8.6.4. Cổng luồn	276
8.6.5. Bậc nước và dốc nước	278
8.6.6. Tràn bên	281
8.6.7. Cầu giao thông	283
8.6.8. Bố trí công trình đo nước	283
8.6.9. Công trình khống chế bùn cát	284

Chương 9. Thiết kế kênh

9.1. Những tài liệu cơ bản dùng để thiết kế kênh	288
9.1.1. Tài liệu về yêu cầu chuyển nước	288
9.1.2. Tài liệu về địa hình, địa chất tuyến kênh	288
9.2. Các hình thức mặt cắt kênh - Chế độ thủy lực trong kênh	289
9.2.1. Các hình thức mặt cắt kênh	289
9.2.2. Chế độ thủy lực trong kênh	292
A - Kênh tưới	294
9.3. Tính lưu lượng trên kênh tưới	294
9.3.1. Lưu lượng trên kênh tưới	294
9.3.2. Tính lượng tổn thất trên kênh	295
9.3.3. Hệ số sử dụng nước của kênh	301
9.3.4. Tính toán lưu lượng đặc trưng trên các cấp kênh tưới	303
9.4. Thiết kế kênh tưới	307
9.4.1. Các điều kiện cần được thỏa mãn khi thiết kế kênh	307
9.4.2. Xác định một số chỉ tiêu của kênh	313
B - Kênh tiêu	317
9.5. Tính lưu lượng kênh tiêu	317
9.5.1. Hệ số tiêu - Giảm đồ hệ số tiêu	317
9.5.2. Tính lưu lượng tiêu ở đầu hệ thống	319
9.6. Thiết kế mặt cắt dọc ngang kênh tiêu	321
9.6.1. Các điều kiện phải thỏa mãn khi thiết kế kênh tiêu	321
9.6.2. Trình tự thiết kế kênh tiêu	321
C - Kênh xây và kênh bê tông	323
9.7. Một số vấn đề trong thiết kế kênh xây và kênh bê tông	323
9.7.1. Các yêu cầu đối với kênh xây và kênh bê tông	323
9.7.2. Các bước thiết kế kênh xây và kênh bê tông	324

Chương 10. Tính toán phối hợp nguồn nước công trình đầu mối

10.1. Mục đích, ý nghĩa và các tài liệu cần thiết cho tính toán	329
10.1.1. Mục đích và ý nghĩa	329
10.1.2. Các tài liệu cần thiết dùng cho tính toán	330
10.2. Tính toán phối hợp nguồn nước khi công trình lấy nước tự chảy trên sông	330
10.2.1. Các trường hợp tính toán	330
10.2.2. Phương pháp tính toán	330
10.2.3. Tính toán phối hợp nguồn nước khi công trình đầu mối là cống lấy nước tự chảy, lưu lượng lấy vào $\leq (15 \div 20)\%$ lưu lượng của sông Q_s	331
10.2.4. Tính toán phối hợp nguồn nước khi công trình đầu mối là cống lấy nước tự chảy, lưu lượng lấy vào $Q_k > (15 \div 20)\%Q_s$	334

10.2.5. Tính toán phối hợp nguồn nước khi công trình đầu mối là cống lấy nước tự chảy kết hợp đập dâng	339
10.3. Tính toán phối hợp nguồn nước khi công trình đầu mối là hồ chứa	343
10.4. Tính toán phối hợp nguồn nước khi công trình đầu mối là trạm bơm	343
Chương 11. Khảo sát và quy hoạch thủy lợi	
11.1. Nhiệm vụ và nội dung của khảo sát thủy lợi	344
11.1.1. Nhiệm vụ và phương pháp khảo sát thủy lợi	344
11.1.2. Nội dung chủ yếu của công tác khảo sát	346
11.1.3. Phương pháp tiến hành khảo sát	350
11.2. Nội dung và các nguyên tắc chung của quy hoạch thủy lợi	353
11.2.1. Các khái niệm chung	353
11.2.2. Nhiệm vụ và nội dung của quy hoạch thủy lợi	358
11.2.3. Các nguyên tắc chung trong quy hoạch thủy lợi	362
11.3. Tính toán cân bằng nước trong quy hoạch thủy lợi	364
11.3.1. Nội dung tính toán cân bằng nước	364
11.3.2. Các nguyên tắc chung trong tính toán cân bằng và phân phối nước	365
11.4. Sử dụng phần mềm ARCVIEW - GIS trong quy hoạch thủy lợi	367
11.4.1. Khái niệm về hệ thống thông tin địa lý (GIS)	368
11.4.2. Phần mềm ArcView	369
11.4.3. Các bước sử dụng công cụ ArcView - GIS trong quy hoạch thủy lợi	369
11.4.4. Ngân hàng dữ liệu	371
11.5. Một số vấn đề thường gặp trong quy hoạch thủy lợi	371
11.5.1. Những mâu thuẫn xảy ra trong tính toán quy hoạch	371
11.5.2. Xác định yêu cầu nước của công trình lợi dụng tổng hợp	373
11.5.3. Tính toán thủy lợi đối với công trình bậc thang hai cấp trên sông	376
11.6. Tính toán kinh tế trong quy hoạch thủy lợi	379
11.6.1. Vốn đầu tư và phân vốn đầu tư	379
11.6.2. Ước tính lợi ích của dự án	381
11.6.3. Tính toán chỉ tiêu kinh tế của dự án theo trạng thái tĩnh	382
11.6.4. Tính toán chỉ tiêu kinh tế của dự án theo trạng thái động	384
Tài liệu tham khảo	386

LỜI NÓI ĐẦU

Giáo trình Quy hoạch và Thiết kế hệ thống Thuỷ lợi là một trong những Giáo trình chính dùng để đào tạo các cán bộ kỹ thuật và kỹ sư trong lĩnh vực phát triển tài nguyên nước. Bộ môn Thuỷ nông đã biên soạn Giáo trình Thuỷ nông từ năm 1970, tới nay một số nội dung không còn phù hợp với tình hình phát triển của khoa học kỹ thuật và yêu cầu thực tại. Do vậy cần nghiên cứu phát triển nội dung, biên soạn lại Giáo trình này nhằm đưa vào những kiến thức cơ bản và cập nhật một số kết quả nghiên cứu mới về lý thuyết và thực hành, các kiến thức khoa học, công nghệ tiên tiến trong lĩnh vực Quy hoạch và Thiết kế hệ thống Thuỷ lợi nói chung và hệ thống tưới tiêu nói riêng. Để phù hợp với các nội dung được đề cập trong Giáo trình, chúng tôi lấy tên **Giáo trình Quy hoạch và Thiết kế hệ thống Thuỷ lợi** thay cho tên **Giáo trình Thuỷ nông** trước đây. Nội dung của giáo trình đáp ứng yêu cầu học tập và nghiên cứu của sinh viên chính quy, tại chức được đào tạo về lĩnh vực quy hoạch và thiết kế hệ thống thuỷ lợi, góp phần trang bị những kiến thức cần thiết cho sinh viên khi tốt nghiệp ra trường có thể đáp ứng được những yêu cầu mới của xã hội nhằm công nghiệp hoá và hiện đại hoá đất nước. Giáo trình này cũng là tài liệu tham khảo cho cán bộ kỹ thuật và kỹ sư chuyên ngành và các ngành liên quan.

Được sự đồng ý, ủng hộ của trường Đại học Thuỷ lợi, của Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, được sự hỗ trợ của dự án Nâng cao năng lực đào tạo của Trường Đại học Thuỷ lợi thuộc Chương trình hỗ trợ ngành nước của chính phủ Đan Mạch tại Việt Nam (WATER SPS), giáo trình đã được tập thể Bộ môn Thuỷ nông biên soạn với sự tham gia góp ý kiến của một số chuyên gia quốc tế thuộc dự án.

Chủ biên: PGS. TS. Phạm Ngọc Hải. Tham gia biên soạn các phần: GS.TS. Tống Đức Khang biên soạn các chương 2, 3 (3.1, 3.2, 3.3, 3.4), 4, 6 (6.1, 6.2 và 6.3), 7 và 8; PGS. TS. Phạm Ngọc Hải biên soạn các chương 1, 3 (3.5), 9, 10, 11 và 15; TS. Phạm Việt Hoà biên soạn các chương 5, 13 và 14; GS. TS. Bùi Hiếu biên soạn các chương 6 (6.4, 6.5), 12 và 16; GV. Nguyễn Quang Phi biên soạn tài liệu về Nghiên cứu điển hình đồng thời tham gia hoàn chỉnh và vẽ các hình minh hoạ trong giáo trình.

Giáo trình này sẽ in thành 2 tập và phần nghiên cứu điển hình:

Tập 1: Trình bày những nội dung cơ bản trong quy hoạch và thiết kế hệ thống thuỷ lợi (từ chương 1 đến chương 11).

Tập 2: Trình bày các biện pháp thuỷ lợi ở những vùng đặc trưng (từ chương 12 đến chương 16).

Phần Nghiên cứu điển hình: Đưa ra một vùng cụ thể để sinh viên thực hành, áp dụng những kiến thức của môn học giải quyết các vấn đề thực tế.

Tập thể tác giả xin chân thành cảm ơn Trường Đại học Thuỷ lợi, Chính phủ Đan Mạch, Vụ Khoa học Công nghệ và Chất lượng sản phẩm - Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, Nhà xuất bản Xây dựng đã hỗ trợ, tạo điều kiện cho việc biên soạn và in ấn giáo trình này.

Các thành viên tham gia đã có nhiều cố gắng để hoàn thành việc biên soạn giáo trình, tuy nhiên không tránh khỏi những sai sót. Chúng tôi mong nhận được ý kiến đóng góp cho nội dung cũng như hình thức của giáo trình để lần xuất bản sau sẽ hoàn chỉnh hơn.

Xin chân thành cảm ơn.

Tập thể các tác giả

BẢNG CHỮ VIẾT TẮT

ADB	Ngân hàng phát triển châu Á
BME	Giám sát và đánh giá hiệu ích dự án
CPO	Ban quản lý dự án thủy lợi trung ương
CSDL	Cơ sở dữ liệu
DARD	Sở Nông nghiệp và phát triển nông thôn
DCTV	Địa chất Thủy văn
EIA	Đánh giá tác động môi trường
FAO	Tổ chức Nông nghiệp và lương thực thế giới
GIS	Hệ thống thông tin địa lý
IDMC	Công ty quản lý khai thác công trình thủy lợi
IRR	Tỷ suất thu hồi vốn bên trong
LFA	Phương pháp tiếp cận khung logic
MARD	Bộ Nông nghiệp và phát triển nông thôn
NGO	Tổ chức phi chính phủ
O&M	Vận hành và bảo dưỡng
PIM	Quản lý tưới có sự tham gia của cộng đồng
PMO	Văn phòng quản lý dự án
PRA	Đáp ứng yêu cầu
WB	Ngân hàng Thế giới
WRL	Luật Tài nguyên nước
WUO	Tổ chức người sử dụng nước

Chương 1

NHỮNG KHÁI NIỆM MỞ ĐẦU VỀ MÔN HỌC

1.1. NHIỆM VỤ, NỘI DUNG CƠ BẢN MÔN HỌC

Nước là một yếu tố không thể thiếu được đối với sự sống nói chung, đối với đời sống của con người nói riêng, thực tế đã chứng tỏ rằng ở đâu có nước là ở đó có sự sống.

Lịch sử phát triển của loài người luôn luôn gắn liền với nước, trong buổi bình minh của nhân loại, đời sống của con người còn phụ thuộc tất cả vào thiên nhiên, vì thế, họ đã phải tìm đến sinh sống bên những dòng sông. Những nền văn minh đầu tiên của nhân loại luôn được gắn liền với tên những dòng sông: Nền văn minh sông Nil (Ai Cập), nền văn minh sông Hằng (Ấn Độ), nền văn minh Lưỡng Hà (Iraq), nền văn minh Hoàng Hà (Trung Quốc), ở nước ta có nền văn minh sông Hồng... Dần dần con người biết chinh phục thiên nhiên, biết lợi dụng những điều kiện của tự nhiên để phục vụ cho đời sống của họ và biết khắc phục những mặt khó khăn do thiên nhiên gây nên để tồn tại và phát triển, vì thế họ đã có thể di cư đến sinh sống ở các vùng xa các dòng sông hơn. Cho tới nay, con người đã vươn tới sinh sống ở những vùng cao nguyên, núi rừng xa xôi, thậm chí cả những vùng sa mạc khô cằn, rất khan hiếm nước và xây dựng nên những trung tâm kinh tế phồn thịnh. Con người đã bắt nước phải theo họ, phục vụ họ.

Ngoài việc nước là yếu tố không thể thiếu được trong đời sống hàng ngày của con người, nước còn phục vụ cho phát triển nông nghiệp sản xuất ra lương thực thực phẩm, phục vụ cho sự phát triển công nghiệp, giao thông vận tải... và các ngành kinh tế khác. Dòng chảy trên các sông suối còn tiềm tàng một nguồn năng lượng vô tận chiếm một vị trí quan trọng trong các nguồn năng lượng tự nhiên trên hành tinh của chúng ta.

Rõ ràng nước là một trong những yếu tố đảm bảo sinh tồn và phát triển của mọi sinh vật trên trái đất, là màu xanh của cây cỏ, là sự phồn vinh của xã hội, là một trong những yếu tố quyết định bảo đảm tốc độ phát triển của xã hội loài người.

Tuy nhiên, nước không chỉ có mặt lợi, nhiều khi nước còn gây nhiều tác hại cho đời sống con người như úng ngập, lũ lụt, xói mòn rửa trôi đất, sạt đất... Chúng ta không sao kể hết những tác hại do nước gây ra mà loài người đã phải chịu đựng, những nạn hồng thủy từ lâu đã đi vào các truyền thuyết, các chuyện cổ tích của nhiều dân tộc. Ở nước ta, thành ngữ có câu “nhất thủy nhì hòa” để nói lên sức tàn phá khủng khiếp của nước đối với đời sống

con người. Nước còn gây nạn xói mòn, làm thoái hoá những vùng đất màu mỡ, nước nhiều quá gây lầy thụt, úng ngập không những ảnh hưởng tới sản xuất nông nghiệp mà còn ảnh hưởng rất lớn đến đời sống sinh hoạt của con người.

Chính vì vậy mà nhiều nước trên thế giới, vấn đề phát triển nguồn nước được đưa lên vị trí hàng đầu, được đưa thành quốc sách. Nhiều nước ở Châu Phi do thiếu nước mà nạn đói luôn hoành hành và nền kinh tế trở nên nghèo nàn lạc hậu. Một số nước vùng Nam Á chiến tranh xảy ra liên miên, một trong những nguyên nhân là vấn đề tranh chấp nguồn nước. Bangladesh nền kinh tế không thể phát triển được, là một trong những nước nghèo trên thế giới cũng là do thiên tai xảy ra thường xuyên, trong đó chủ yếu là bão và ngập lụt.

Nước có một vai trò quan trọng như vậy, đòi hỏi chúng ta phải đi sâu nghiên cứu về chúng nhằm tìm ra các giải pháp phát huy những mặt lợi, hạn chế đến mức thấp nhất những mặt hại do nước gây ra, phát huy hơn nữa vai trò của nước đối với sự phát triển kinh tế xã hội và đời sống con người. Đây là một trong những nhiệm vụ hết sức to lớn và nặng nề mà chúng ta phải luôn luôn quan tâm để tồn tại và phát triển.

1.1.1. Khái niệm về môn học

Quy hoạch và thiết kế hệ thống thủy lợi là một môn học nghiên cứu quy luật thay đổi của nguồn nước cũng như yêu cầu về nước trong một vùng lớn cũng như tại một khu vực từ đó đề ra những ý đồ chiến lược và biện pháp công trình để điều tiết và sử dụng nguồn nước một cách hiệu quả nhất đáp ứng yêu cầu của các ngành kinh tế, xã hội, đồng thời hạn chế đến mức tối thiểu những tác hại của nước gây ra. Nói một cách khác, đây là môn học nghiên cứu các biện pháp phát triển nguồn nước một cách bền vững nhằm đáp ứng yêu cầu phát triển kinh tế xã hội của khu vực.

1.1.2. Nhiệm vụ của môn học

Như chúng ta đã biết, nước trong thiên nhiên phân bố không đều theo không gian và thời gian, thường không phù hợp với yêu cầu dùng nước của các ngành kinh tế trong đó có nông nghiệp là một ngành có yêu cầu sử dụng nước chiếm một tỷ trọng rất lớn. Do đó nhiệm vụ môn học là:

- Nghiên cứu các yêu cầu về nước của khu vực, đề xuất những ý đồ chiến lược và các biện pháp cần thiết nhằm điều tiết dòng chảy theo không gian và thời gian để đáp ứng các yêu cầu đó.

- Bố trí và tính toán thiết kế hệ thống công trình cấp, thoát nước nhằm thoả mãn các yêu cầu về nước của khu vực, phát triển nguồn nước một cách bền vững.

Điều tiết dòng chảy bao gồm những biện pháp: Giữ nước, dẫn nước và tháo nước theo một kế hoạch nhất định.

- + Giữ nước: Là biện pháp đầu tiên nhằm giữ lại lượng nước tự nhiên, để có thể chủ động điều hoà phân phối lượng nước đó đáp ứng các yêu cầu theo cả không gian lẫn thời gian.

Chương 1

NHỮNG KHÁI NIỆM MỞ ĐẦU VỀ MÔN HỌC

1.1. NHIỆM VỤ, NỘI DUNG CƠ BẢN MÔN HỌC

Nước là một yếu tố không thể thiếu được đối với sự sống nói chung, đối với đời sống của con người nói riêng, thực tế đã chứng tỏ rằng ở đâu có nước là ở đó có sự sống.

Lịch sử phát triển của loài người luôn luôn gắn liền với nước, trong buổi bình minh của nhân loại, đời sống của con người còn phụ thuộc tất cả vào thiên nhiên, vì thế, họ đã phải tìm đến sinh sống bên những dòng sông. Những nền văn minh đầu tiên của nhân loại luôn được gắn liền với tên những dòng sông: Nền văn minh sông Nil (Ai Cập), nền văn minh sông Hằng (Ấn Độ), nền văn minh Lưỡng Hà (Iraq), nền văn minh Hoàng Hà (Trung Quốc), ở nước ta có nền văn minh sông Hồng... Dần dần con người biết chinh phục thiên nhiên, biết lợi dụng những điều kiện của tự nhiên để phục vụ cho đời sống của họ và biết khắc phục những mặt khó khăn do thiên nhiên gây nên để tồn tại và phát triển, vì thế họ đã có thể di cư đến sinh sống ở các vùng xa các dòng sông hơn. Cho tới nay, con người đã vươn tới sinh sống ở những vùng cao nguyên, núi rừng xa xôi, thậm chí cả những vùng sa mạc khô cằn, rất khan hiếm nước và xây dựng nên những trung tâm kinh tế phồn thịnh. Con người đã bắt nước phải theo họ, phục vụ họ.

Ngoài việc nước là yếu tố không thể thiếu được trong đời sống hàng ngày của con người, nước còn phục vụ cho phát triển nông nghiệp sản xuất ra lương thực thực phẩm, phục vụ cho sự phát triển công nghiệp, giao thông vận tải... và các ngành kinh tế khác. Dòng chảy trên các sông suối còn tiềm tàng một nguồn năng lượng vô tận chiếm một vị trí quan trọng trong các nguồn năng lượng tự nhiên trên hành tinh của chúng ta.

Rõ ràng nước là một trong những yếu tố đảm bảo sinh tồn và phát triển của mọi sinh vật trên trái đất, là màu xanh của cây cỏ, là sự phồn vinh của xã hội, là một trong những yếu tố quyết định bảo đảm tốc độ phát triển của xã hội loài người.

Tuy nhiên, nước không chỉ có mặt lợi, nhiều khi nước còn gây nhiều tác hại cho đời sống con người như úng ngập, lũ lụt, xói mòn rửa trôi đất, sạt đất... Chúng ta không sao kể hết những tác hại do nước gây ra mà loài người đã phải chịu đựng, những nạn hồng thủy từ lâu đã đi vào các truyền thuyết, các chuyện cổ tích của nhiều dân tộc. Ở nước ta, thành ngữ có câu “nhất thủy nhì hỏa” để nói lên sức tàn phá khủng khiếp của nước đối với đời sống

Các công trình giữ nước là những hồ chứa lớn, nhỏ được xây dựng trên các sông suối, hoặc những vùng trũng tự nhiên có thể trữ nước. Những hồ, ao này có nhiệm vụ giữ lại lượng nước trong thời gian nước đến nhiều để dùng trong những thời gian thiếu nước. Ngoài tác dụng cấp nước, những hồ chứa này khi xây dựng còn phải xét đến yêu cầu lợi dụng tổng hợp như: Nuôi cá, phòng lũ, phát điện, vận tải thủy, chống xói mòn, bảo vệ môi trường... Các khu trũng ở vùng đồng bằng và vùng ven biển cũng là nơi có khả năng trữ nước ngọt để sử dụng cho những mục đích khác nhau khi cần thiết.

Ngoài ra, để giữ nước người ta còn dùng các biện pháp phi công trình khác như biện pháp lâm nghiệp, biện pháp nông nghiệp... Hiện nay chúng ta đang tích cực bảo vệ và phát triển rừng đầu nguồn, trồng cây tạo thảm phủ, dùng biện pháp canh tác nông nghiệp hợp lý và các biện pháp khác nhằm giảm hệ số dòng chảy mặt, tăng lượng nước ngấm vào trong lòng đất, tăng nguồn nước cung cấp vào nước ngầm, giữ nước ở thượng nguồn đặc biệt trong mùa mưa để tăng khả năng sinh thủy của lưu vực, tăng dòng chảy cơ bản của các sông, suối trong mùa khô.

+ Dẫn nước: Là biện pháp tiếp theo nhằm đưa nước từ nguồn nước phân phối về các nơi yêu cầu, đưa nước từ vùng này đến vùng kia để điều hoà nguồn nước một cách hợp lý và hiệu quả nhất. Biện pháp dẫn nước cũng giữ một vai trò vô cùng quan trọng trong các hệ thống tiêu thoát nước, vì yêu cầu tiêu thoát nước thường rất lớn. Để dẫn nước phải dùng hệ thống công trình bao gồm những công trình lấy nước đầu mối như cống lấy nước, trạm bơm... và hệ thống kênh mương, đường ống chuyển nước và các công trình trên hệ thống.

Hệ thống công trình dẫn nước phải thỏa mãn yêu cầu: đưa nước kịp thời và theo đúng yêu cầu cấp thoát nước cho từng vùng, giảm đến mức tối đa lượng tổn thất trong quá trình chuyển nước, không gây ô nhiễm cho những vùng xung quanh, vốn đầu tư nhỏ, thời gian sử dụng lâu dài. Vì vậy khi đề xuất các phương án bố trí và biện pháp công trình dẫn nước phải chọn được phương án hợp lý.

+ Tháo nước: Đây cũng là một biện pháp tích cực nhằm tháo một cách chủ động có kế hoạch lượng nước thừa nhằm giảm nhỏ tác hại do việc nước quá thừa gây nên như úng ngập, lũ lụt. Tháo nước có kế hoạch còn hạn chế được nạn xói mòn, rửa trôi làm thoái hóa đất.

Để đề xuất những phương án quy hoạch và tính toán thiết kế được một hệ thống công trình hợp lý, đòi hỏi người làm công tác quy hoạch và thiết kế hệ thống công trình thủy lợi phải có đầu óc tổng hợp, biết kết hợp một cách nhuần nhuyễn các kiến thức khoa học cơ bản, khoa học cơ sở và kiến thức về chuyên ngành, phải biết hợp tác, kết hợp với các ngành chuyên môn khác có liên quan và luôn phải cập nhật những kiến thức khoa học, công nghệ tiên tiến.

1.1.3. Nội dung cơ bản của môn học

Để giải quyết được những nhiệm vụ trên, nội dung chính của môn học bao gồm:

- Nghiên cứu các quy luật vận chuyển của nước và nguyên lý cơ bản của việc điều tiết nước
- Nghiên cứu nhu cầu cấp nước và thoát nước của các ngành, đặc biệt là nông nghiệp, thông qua đó xác định chế độ cung cấp nước và tháo nước thích hợp.
- Nghiên cứu các công nghệ cấp nước và tháo nước theo yêu cầu của các ngành nhằm phát triển kinh tế xã hội của khu vực.
- Thiết kế quy hoạch và tính toán thiết kế hệ thống công trình nhằm bảo đảm chế độ cung cấp nước và tháo nước thích hợp đạt hiệu quả kinh tế cao tại các vùng khác nhau.
- Nghiên cứu các biện pháp thủy lợi cho những vùng đặc thù như vùng đồi núi, vùng ven biển, vùng trũng, vùng ngoại ô thành phố...
- Nghiên cứu phân tích kinh tế trong dự án.

Nói tóm lại, thông qua nội dung của môn học, chúng ta sẽ được trang bị một khối lượng kiến thức để có khả năng thu thập và phân tích những tài liệu cơ bản, tính toán các chỉ tiêu kỹ thuật phục vụ cho quy hoạch và thiết kế, đề xuất các phương án quy hoạch hệ thống thủy lợi cho khu vực, lập dự án đầu tư và thiết kế những hạng mục công trình trong hệ thống.

1.2. SƠ LƯỢC VỀ LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN CỦA NGÀNH [22]

Lịch sử phát triển của xã hội loài người gắn chặt với sự nghiệp chinh phục thiên nhiên mà công tác thủy lợi chiếm vai trò quan trọng vào bậc nhất trong sự nghiệp đó. Đã từ lâu con người đã biết xây dựng các công trình thủy lợi để chinh phục thiên nhiên. Trên thế giới cùng với sự hình thành các trung tâm tập trung dân cư, kinh tế xã hội, các công trình thủy lợi lớn cũng đã xuất hiện:

- Ở Ai Cập cách đây khoảng 4400 năm nhân dân đã xây dựng hồ chứa nước Morit có chu vi khoảng 200km ở hạ lưu sông Nil cùng với mạng lưới kênh mương để cấp nước cho sinh hoạt và tưới ruộng.

- Babilon là nước từ rất sớm đã xây dựng được rất nhiều hồ chứa nước. Ngay từ năm 1800 trước công nguyên nhà vua đã ra một bộ luật quy định về chế độ sử dụng quản lý hồ chứa nước để tưới ruộng.

- Trong lịch sử Trung Quốc cổ đại, Vũ Cống - một sử gia lớn của Trung Quốc đã để lại cho chúng ta một bộ sách lớn với thể loại văn bia. Đây không những là một tác phẩm văn học kiệt xuất mà còn ghi nhận một cách tổng quát công lao trị thủy sông Hoàng Hà của Vũ Vương và các vua đời nhà Hạ thế kỷ thứ XXI trước Công nguyên. Đã trải qua hơn 4000 năm thành tựu này vẫn được ca ngợi là một sự nghiệp "Bình thiên thành địa". Đời nhà Đường (thế kỷ thứ VII) đã đào tuyến kênh dài tới 1100km để lấy nước tưới ruộng và vận tải thủy. Đây là những công trình thủy lợi hết sức vĩ đại của Trung Quốc và cũng nổi tiếng trên thế giới.

- Nhân dân Ấn Độ (chủ yếu là ở lưu vực sông Ấn, sông Hằng) vẫn tự hào mình là cái nôi của thủy lợi. Sách còn ghi lại ở thế kỷ thứ 3 trước Công nguyên, ngân sách của Nhà nước thu được từ lợi tức sử dụng nước ở sông ngòi, ao hồ và đập nước chiếm tới 1/4 tổng ngân sách quốc gia.

Ở Việt Nam, do điều kiện khí hậu và thời tiết tương đối khắc nghiệt nên công cuộc chinh phục thiên nhiên lại càng trở nên gay go phức tạp. Từ thời mới dựng nước, trên vùng châu thổ sông Hồng, các vua Hùng cùng nhân dân đã dựa vào nguồn nước của sông Hồng để sinh sống và phát triển kinh tế, xã hội, bên cạnh đó cũng phải chống trả quyết liệt với những thiên tai như lũ lụt, úng ngập do sông Hồng gây ra để xây dựng nên nền văn minh sông Hồng chói lọi.

Trong lĩnh vực khảo cổ, nhiều bằng chứng trong các cuộc khai quật gần đây cho thấy tổ tiên ta đã để lại nhiều vết tích của các hệ thống công trình tưới tiêu như hệ thống giếng xây bằng đá để tưới cho ruộng bậc thang ở huyện Gio Linh, Quảng Trị. Hệ thống sông đào Ninh Thuận (Nha Trinh, Ninh Chu). Đặc biệt là thời kỳ chúng ta thoát khỏi ách thống trị của phong kiến phương Bắc, các công trình thủy lợi đã được xây dựng liên tiếp để phát triển kinh tế và củng cố quốc phòng giữ vững nền độc lập tự chủ của đất nước:

- Năm 983 Lê Hoàn cho đào sông Đồng Cỏ - Bà Hoà ở Thanh Hoá;
- Năm 1029 Lý Thái Tông đào sông Đan Nãi (Thanh Hoá);
- Năm 1091 Lý Thánh Tông cho đào sông Lãnh Kênh ở Thái Nguyên;
- Năm 1108 nhân dân ta đã khởi công đắp đê đầu tiên ở phường Cơ Xá (Phúc Xá ngày nay);
- Năm 1343 Trần Thái Tông lại ra sắc chỉ đắp đê từ đầu nguồn tới tận hạ du các triền sông trong vùng đồng bằng sông Hồng để chống lũ lụt;
- Năm 1390 nhà Trần quyết định đào sông Thiên Đức (sông Đuống) để lấy nước tưới và phân lũ cho sông Hồng. Đến nay đã qua hơn 600 năm, sông Đuống vẫn giữ nguyên những giá trị về kinh tế, xã hội rất lớn. Sông Đuống làm nhiệm vụ phân lũ từ hệ thống sông Hồng sang sông Thái Bình để phòng lũ cho thủ đô Hà Nội. Ngoài ra sông Đuống còn là nguồn nước tưới cho các huyện Đông Anh, Gia Lâm, Từ Sơn, Tiên Du, Quế Võ, Thuận Thành, Gia Bình, Lương Tài, thuộc hai tỉnh Hà Nội và Bắc Ninh, biến những vùng này thành những vùng phát triển nông nghiệp trù phú. Về giao thông, sông Đuống là tuyến đường thủy quan trọng nối liền hệ thống sông Hồng với hệ thống sông Thái Bình. Khoa học ngày nay đã xác minh tính đúng đắn của phương án phân lũ cho hệ thống sông Hồng bằng sông Đuống. Tài liệu thủy văn cho thấy hệ thống sông Hồng và hệ thống sông Thái Bình có tần suất lũ xuất hiện không đồng thời, vì vậy, dùng sông Đuống phân lũ cho hệ thống sông Hồng sang sông Thái Bình là hoàn toàn hợp lý và đúng đắn.

Thế kỷ 15 - nhân dân ta đã đào hệ thống sông Nhà Lê nối liền Thanh Hoá, Nghệ An để ngăn mặn, tưới ruộng và giao thông thủy phục vụ cho quốc phòng. Hệ thống này đã phát huy tác dụng rất lớn cho đến tận ngày nay.

Hệ thống đê phòng lũ của nước ta trên các hệ thống sông Hồng, sông Thái Bình, sông Mã, sông Cả... được liệt vào loại những công trình vĩ đại trên thế giới. Với hàng mấy ngàn km đê, với khối lượng đào đắp khổng lồ được xây dựng một cách bền bỉ qua nhiều thế hệ nối tiếp nhau, đã trở thành công trình không thể thiếu được ở hiện tại cũng như trong tương lai.

Điểm qua một số công trình thủy lợi đã được xây dựng từ những thế kỷ trước chứng tỏ rằng: Ở nước ta, công tác thủy lợi đã xuất hiện rất sớm và không ngừng được phát triển, nó xuất phát từ yêu cầu cấp bách của đời sống xã hội và điều kiện thiên nhiên hết sức phức tạp của đất nước.

Rõ ràng, trên thế giới cũng như ở Việt Nam các công trình thủy lợi xuất hiện khá sớm và không ngừng phát triển, đã phục vụ đắc lực cho sự nghiệp phát triển kinh tế, xã hội của loài người.

Tuy nhiên, hầu hết những công việc đó chỉ mang tính chất kinh nghiệm mà chưa xây dựng được nền tảng lý luận một cách khoa học và có hệ thống để làm cơ sở cho việc tính toán các chỉ tiêu kỹ thuật cũng như trong việc thiết kế và xây dựng các công trình thủy lợi. Chỉ có trong thời gian rất gần đây, một số tác giả mới đi vào nghiên cứu và đưa ra một số cơ sở lý luận bước đầu phục vụ cho việc thiết kế quy hoạch và tính toán thiết kế các hệ thống công trình thủy lợi. Năm 1783 Lô-mô-nô-xốp với tác phẩm "Nền kinh tế Liplian", Ông đã đề cập đến vấn đề tiêu nước đầm lầy. Mãi tới những năm đầu của thế kỷ thứ 20 một số nhà khoa học như Duxốpki, Macsimốp, Kuxakin, Côtchiacốp, Blaney, Kriddle, Penman và M.E. Jensen... đã cho xuất bản những tác phẩm nói về vấn đề thấm, về tưới nước, tiêu nước, bàn về vấn đề tính toán thiết kế các hệ thống tưới, tiêu nước, cải tạo đất... Đặc biệt Côtchiacốp đã viết hơn 100 tác phẩm có giá trị có liên quan đến các nguyên lý điều tiết nước, các nguyên lý tính toán các chỉ tiêu yêu cầu nước, vấn đề thủy lợi cải tạo đất, trong đó giáo trình "Nguyên lý thủy lợi cải tạo đất" đã tái bản tới lần thứ 6. Trong những năm gần đây nhiều tổ chức quốc tế như: Tổ chức Nông nghiệp và Lương thực thế giới (FAO), tổ chức Tưới tiêu Quốc tế (ICID), Viện Quản lý Nước Quốc tế (IWMI), các viện nghiên cứu, trường Đại học của các quốc gia... đã tập trung nhiều nhà khoa học nổi tiếng tiến hành nghiên cứu lý thuyết cũng như thực nghiệm nhằm hoàn chỉnh dần về mặt lý luận những vấn đề liên quan tới tính toán quy hoạch, thiết kế hệ thống thủy lợi.

Tuy vậy, khoa học thủy lợi nói chung còn rất trẻ. Những vấn đề lý luận mới chỉ là bước đầu, thực tế còn rất nhiều vấn đề hết sức phức tạp đang gặp khó khăn chưa giải quyết được. Các vấn đề trong khoa học thủy lợi thường mang tính chất tổng hợp và toàn diện, liên quan tới nhiều vấn đề ở các lĩnh vực khác nhau rất phức tạp. Hơn nữa các vấn đề chuyên môn mang sắc thái địa phương khá cao, cơ sở lý luận cũng như điều kiện áp dụng ở từng địa phương, từng nước sẽ khác nhau. Vì vậy phải phân tích, nghiên cứu thực tế một cách sâu sắc để có thể áp dụng những khoa học, công nghệ tiên tiến cũng như đề xuất được những biện pháp hợp lý với điều kiện cụ thể ở từng khu vực.

Ví dụ: Lượng nước cần của cây trồng phụ thuộc vào nhiều yếu tố, tùy từng địa phương mà yếu tố này hoặc yếu tố kia có ảnh hưởng chủ yếu. Thậm chí còn tùy vào quan điểm của người nghiên cứu cho yếu tố nào có tác dụng quyết định để dựa vào nó mà đưa ra các phương pháp xác định, các công thức tính toán khác nhau. Vì thế, việc sử dụng công thức và các điều kiện áp dụng, các tài liệu dùng để tính toán cho từng vùng cũng cần được nghiên cứu phân tích kỹ càng.

Chính vì còn nhiều vấn đề phức tạp như vậy, chúng ta còn phải tiếp tục đi sâu nghiên cứu tìm hiểu bản chất để giải quyết thỏa đáng các vấn đề đặt ra trong chuyên môn. Kể cả việc áp dụng các cơ sở lý luận, các phương pháp tính toán ở nước ngoài vào điều kiện cụ thể ở nước ta cũng cần phải có sự xem xét, nghiên cứu, chọn lọc một cách sáng tạo.

Ở Việt Nam, thời kỳ 100 năm thực dân Pháp đô hộ, nước ta chỉ xây dựng được vắn vện 12 hệ thống công trình thủy lợi lớn, với mục đích chính là phục vụ tưới cho các đồn điền của tư bản Pháp, đồng thời tạo ra những tuyến giao thông thủy để phục vụ cho mục đích quân sự và kinh tế của chúng, đó là:

- Hệ thống công trình thủy lợi Thác Huống (Thái Nguyên) được xây dựng sau khởi nghĩa Yên Thế với những mục đích: Về chính trị: đưa nước phục vụ phát triển nông nghiệp nhằm xoa dịu tinh thần đấu tranh của nhân dân trong vùng; Về quân sự: tạo thành một mạng lưới giao thông để khống chế vùng núi non hiểm trở đã gây rất nhiều khó khăn trong việc chuyển quân để đàn áp phong trào đấu tranh của nhân dân hai tỉnh Thái Nguyên và Bắc Giang; Về kinh tế: đây là mạng lưới đường thủy quan trọng chuyên chở quặng và các tài nguyên quý giá khác của núi rừng Việt Bắc về cảng Hải Phòng.

- Xây dựng một số các hệ thống tưới, tiêu khác như: Đập Liễn Sơn (sông Phó Đáy - Vĩnh Phúc), đập Cầu Sơn (Bắc Giang), cống Liên Mạc (Hà Nội) thuộc hệ thống Sông Nhuệ (Hà Đông - Hà Nam), trạm bơm Phù Sa (Sông Tây), hệ thống tưới tiêu Bắc Thái Bình, hệ thống tưới tiêu Nam Thái Bình, hệ thống An Kim Hải (Hải Phòng), đập Bái Thượng (Sông Chu - Thanh Hoá), đập Đò Lương (Sông Cả - Nghệ An), hệ thống Đồng Cam (Sông Ba - Phú Yên), hệ thống tưới Nha Trinh (Ninh Thuận), công trình tiêu nước phòng lũ Đập Đáy (Hà Tây)...

Từ ngày hoà bình lập lại ở miền Bắc (1954) và nhất là sau ngày đất nước được hoàn toàn giải phóng (1975), dưới sự lãnh đạo của Đảng, nhân dân ta đã ra sức xây dựng các công trình thủy lợi và đã đạt được những thành tựu lớn. Các công trình này đã phục vụ một cách đắc lực cho sản xuất nông nghiệp với phương châm: Những công trình loại nhỏ do nhân dân tự làm, những công trình loại vừa và loại lớn do Nhà nước đầu tư vốn.

Cho tới nay cả nước có 75 hệ thống thủy lợi lớn, chúng ta đã xây dựng được gần 800 hồ chứa loại vừa, loại lớn và hơn 3500 hồ chứa có dung tích trên 1 triệu m³ nước với chiều cao đập trên 10m để phục vụ tưới phòng lũ, phát điện, điều tiết dòng chảy, thay đổi cảnh quan môi trường. Ví dụ như hồ chứa Đại Lải (Vĩnh Phúc), hồ Suối Hai, hồ Đồng Mô - Ngải

Sơn (Hà Tây), hồ Núi Cốc (Thái Nguyên), hồ Kẻ Gỗ (Hà Tĩnh), hồ Phú Ninh (Quảng Nam), hồ Dầu Tiếng (Tây Ninh), hồ Sông Quao (Bình Thuận)... Các hồ chứa Trị An, Thác Bà, Hoà Bình là những hồ chứa phát điện vào loại lớn ở Đông Nam Á.

Hơn 2000 trạm bơm tưới, tiêu lớn như Trịnh Xá, Bạch Hạc, Hồng Văn, Đan Hoài, La Khê, Vân Đình - Ngoại Độ, Cổ Đàm, Hữu Bị, Như Trác, Cốc Thành... và hàng chục nghìn trạm bơm loại vừa và nhỏ với tổng công suất bơm lên tới 24,6 triệu m^3/h .

Hơn 5000 cống lấy nước, cống tiêu tự chảy, đập dâng hình thành các hệ thống thủy lợi lớn như hệ thống Bắc Hưng Hải, Thạch Nham, Nam Thạch Hãn, Nha Trinh - Lâm Cẩm, Quản Lộ - Phụng Hiệp, Nam Măng Thít, Đồng Tháp Mười, Tứ giác Long Xuyên, kênh thoát lũ Miền Tây... Đến nay các hệ thống công trình thủy lợi đã tưới trực tiếp được 3,5 triệu ha, tạo nguồn cấp nước cho 1,13 triệu ha, tiêu cho 1,4 triệu ha một cách hoàn toàn chủ động, ngăn mặn 0,87 triệu ha và cải tạo chua phèn cho 1,6 triệu ha, cung cấp 5 tỷ m^3 nước mỗi năm cho sinh hoạt và công nghiệp, tổng công suất của các nhà máy thủy điện lớn và vừa đã được xây dựng lên tới gần 5.000 MW. Những thành tựu đó đã góp phần rất lớn vào việc giảm nhỏ diện tích úng hạn, nâng cao sản lượng nông nghiệp và thúc đẩy sự phát triển các ngành kinh tế khác của đất nước.

Về lực lượng cán bộ khoa học kỹ thuật của ngành cũng không ngừng lớn mạnh cả về số lượng lẫn chất lượng: Hàng vạn cán bộ có trình độ đại học và trung cấp kỹ thuật được đào tạo, mạng lưới cán bộ kỹ thuật và cán bộ quản lý đã được bố trí ở khắp các tỉnh trong toàn quốc.

Nếu như trước đây, sau giải phóng miền Bắc (1954) một số hệ thống thủy lợi chúng ta phải nhờ chuyên gia nước ngoài quy hoạch thiết kế như hệ thống thủy lợi Bắc Hưng Hải xây dựng năm 1957 có sự giúp đỡ của chuyên gia Trung Quốc, thì đến nay chúng ta đã tự quy hoạch và thiết kế những hệ thống thủy lợi vừa và lớn có diện tích tưới, tiêu hàng trăm nghìn ha và còn phục vụ các nhiệm vụ khác như cấp nước cho công nghiệp và sinh hoạt, phát điện, phòng lũ, ngăn mặn, giao thông thủy, phát triển thủy sản, cải tạo môi trường... Hơn nữa còn có khả năng quy hoạch, cải tiến, nâng cấp các hệ thống cũ để phù hợp với những yêu cầu mới.

Rất tự hào về sự phát triển của ngành thủy lợi nước ta. Song nhiệm vụ của chúng ta còn rất nặng nề, công tác thủy lợi chưa đáp ứng được yêu cầu phát triển ngày càng cao của sản xuất nông nghiệp, sinh hoạt và các ngành kinh tế khác. Đặc biệt các tỉnh ở Tây Nguyên và đồng bằng sông Cửu Long có tiềm năng về nông nghiệp rất lớn, song thủy lợi phục vụ cho nông nghiệp còn rất ít, vì vậy địa bàn hoạt động của chúng ta về không gian và mức độ phức tạp còn rất lớn. Mặt khác chúng ta phải xây dựng ngành ta tiến kịp với trình độ tiên tiến trên thế giới, xây dựng những hệ thống thủy lợi thật hoàn chỉnh, áp dụng những thành tựu khoa học tiên tiến như cơ giới hoá, điện khí hoá, tự động hoá, công nghệ thông tin nhằm hiện đại hoá công tác thủy lợi. Bên cạnh đó, công tác quản lý hệ thống cũng vô cùng

quan trọng nhằm nâng cao hiệu quả phục vụ và hiệu quả kinh tế của hệ thống thuỷ lợi, góp phần vào công cuộc công nghiệp hoá hiện đại hoá đất nước.

Những cơ sở lý luận, các nguyên lý, nguyên tắc, công thức tính toán được giới thiệu trong giáo trình này đều xây dựng ở dạng tổng quát mà không đi vào các trường hợp cụ thể vì thực tế phức tạp muôn hình muôn vẻ. Vì vậy, khi nghiên cứu các vấn đề chuyên môn cần nắm thật chắc những lý luận cơ bản, hiểu được bản chất vấn đề, biết được những yếu tố ảnh hưởng để có thể vận dụng một cách sáng tạo các nguyên lý chung, các công thức vào điều kiện cụ thể của từng vùng. Tránh áp dụng một cách máy móc và cũng tránh chủ nghĩa kinh nghiệm áp dụng một cách tùy tiện thiếu những cơ sở khoa học.

Khi giải quyết một vấn đề trong chuyên ngành thường đụng chạm đến một loạt vấn đề liên quan thuộc các chuyên ngành khác và luôn luôn xảy ra mâu thuẫn với nhau. Chúng ta phải có một kiến thức tổng hợp và có khả năng khái quát cao, đồng thời lại phải phân tích được bản chất những yếu tố riêng biệt để kết hợp, dung hoà các mâu thuẫn, giải quyết vấn đề một cách hết sức sáng tạo nhằm đưa ra những giải pháp kỹ thuật hợp lý phát triển nguồn nước một cách bền vững để phục vụ cho đời sống nhân dân và phát triển kinh tế xã hội của đất nước.

Câu hỏi ôn tập:

1. Nhiệm vụ và nội dung của môn học?
2. Những đặc điểm chính của môn học?

Chương 2

QUAN HỆ ĐẤT - NƯỚC VÀ CÂY TRỒNG, NGUYÊN LÝ ĐIỀU TIẾT NƯỚC RUỘNG

2.1. ẢNH HƯỞNG CỦA NƯỚC ĐỐI VỚI SỰ PHÁT TRIỂN CỦA CÂY TRỒNG VÀ TÁC DỤNG CẢI TẠO ĐẤT

Nhờ có nước, chất dinh dưỡng, nhiệt độ, ánh sáng và không khí mà cây trồng phát triển bình thường. Các yếu tố ảnh hưởng lẫn nhau và có tác dụng quan trọng ngang nhau không thể thay thế nhau được. Phối hợp tốt các yếu tố này thì cây trồng phát triển thuận lợi, cũng như làm thay đổi quá trình hình thành đất, không ngừng tăng độ phì cho đất.

Trong các yếu tố trên, nước và chất dinh dưỡng là hai yếu tố quan trọng và đóng vai trò quyết định. Mỗi quá trình tạo thành và phân hủy của thực vật đều lấy nước làm môi giới. Nước chiếm đến 80% trong nguyên sinh chất của thực vật. Nước giúp quá trình phân giải chất hữu cơ trong đất hoặc các quá trình trao đổi khác.

Nhờ có nước hòa tan các chất khoáng trong đất trồng mà rễ cây mới có thể hút và vận chuyển các chất đó từ rễ lên thân và lá để nuôi cây. Nhờ có đầy đủ nước trong các tế bào mà cây có thể duy trì được áp lực bình thường.

99,8% lượng nước đã bốc hơi qua các khí khổng ở mặt lá để điều tiết nhiệt độ cho cây, bảo đảm sự sinh hoạt bình thường của cây, chỉ có 0,2% lượng nước là tham gia vào việc tạo thành thân và lá cây, lượng nước này tuy ít nhưng không thể thiếu được. Vì vậy phải bảo đảm đầy đủ lượng nước cho cây.

Khả năng hút nước của rễ cây trong đất phụ thuộc vào lượng ngậm nước trong đất và nồng độ dung dịch của các chất trong đất.

2.1.1. Ảnh hưởng của nước đến khả năng hút nước của cây trồng

1. Năng lực hút nước của rễ cây có thể biểu thị bằng hệ thức

$$U = \sum_{i=1}^n \frac{\Psi_{p_i} - gZ_i - \varphi_{x_i}}{R_{p_i} + R_{r_i}} \quad (2.1)$$

trong đó:

U - năng lực hút nước của rễ, thường biểu thị bằng áp lực hoặc độ cao cột nước;

Ψ_{p_i} - thế năng dẫn của lớp i (bao gồm cả khả năng thẩm thấu);

φ_{xi} - thế năng của nước trong rễ;

R_{pi} - sức cản của đất ở lớp i ;

R_{ri} - sức cản của rễ, sức cản này được xác định theo hệ thức:

$$R_{ri} = \frac{R_n}{n} \sum L_i$$

R_n - độ sâu rễ;

L_i - mật độ rễ ở lớp i ;

n - số lớp tính toán mật độ rễ cây.

Năng lực hút nước của rễ cây có quan hệ với sức giữ nước của đất (áp lực giữ nước của đất), mà áp lực giữ nước của đất lại có quan hệ với độ ẩm của đất. Áp lực giữ nước của đất tỷ lệ nghịch với độ ẩm của đất, độ ẩm càng bé thì lực giữ nước của đất càng lớn và ngược lại. Để cây trồng có thể hút được nước từ trong đất thì áp lực hút của rễ cây phải thắng được áp lực giữ nước của đất.

Ta có thể biểu diễn phương trình đại số về lực giữ nước trong đất được biểu thị bằng thế năng:

$$\phi = H_a - \Psi + gZ + P_\gamma \quad (2.2)$$

ϕ - tổng thế năng giữ nước của đất, có thể biểu thị bằng bar hoặc cm cột nước;

H_a - lực hút, khi đất ở trạng thái khô thì xuất hiện lực này. Áp suất giữ nước có thể đạt hàng chục, hàng trăm bar tùy thuộc vào trạng thái khô của đất;

Ψ - lực mao quản, xuất hiện ở trạng thái nước mao quản. Lực này bé hơn lực hút (lực dính kết);

gZ - lực trọng trường, lực này xuất hiện ở trạng thái nước tự do, biến đổi theo sức hút của trái đất và vị trí thế;

P_γ - lực thủy tĩnh, lực này xuất hiện khi nước trong đất đã bão hòa.

Tổng thế năng giữ nước của đất ϕ thay đổi theo trạng thái ẩm của đất, đất càng khô kiệt, giá trị ϕ càng lớn và ngược lại. Ở một trạng thái ẩm của đất, chỉ tồn tại một thành phần chiếm ưu thế của các thế thành phần, ví dụ ở trạng thái nước liên kết (đất rất khô) thì giá trị H_a chiếm ưu thế, còn các thành phần khác bỏ qua.

Trong 4 thành phần trên, lực hút và lực mao quản là quan trọng nhất.

Lực hút là do tác dụng hấp dẫn được thực hiện đối với nước của bề mặt phân tử đất. Lực hút có giá trị đến hàng ngàn kg/cm^2 mà tác dụng trên khoảng cách vô cùng bé, chỉ 1/10 angstrom ($1 \text{ angstrom} = 10^{-7} \text{ mm}$).

Nhờ lực hút nước được giữ chặt trong phân tử đất và nhờ lực dính các phân tử nước sẽ liên kết với nhau và tạo thành màng ở xung quanh phân tử đất. Màng càng dày thì phân tử nước ở bên ngoài của màng giữ lại với lực rất nhỏ đến khi lực hút triệt tiêu. Có nghĩa là lực hút tỷ lệ nghịch với độ dày của màng nước phía ngoài phân tử đất.

Có thể nói rằng:

- Đất bão hòa nước, để tách nước khỏi đất thì cần năng lượng bé, vì nước được giữ với áp lực nhỏ;

- Đất càng khô thì yêu cầu ngược lại;

- Ở mặt nước tự do (mức nước tĩnh) thì áp lực và sức căng bằng 0;

- Ở mặt nước thủy tĩnh (vùng viền mao quản) áp lực là âm, bé hơn áp lực atmosfer (áp lực khí quyển);

- Ở dưới mặt nước tự do áp lực là dương, tức là lớn hơn áp lực atmosfer (áp lực khí quyển).

Cả hai loại áp lực âm và dương ta gọi là khoảng thế áp lực.

Theo Schofield đề nghị loại đơn vị xác định thế của độ ẩm là pF (logarit của thế ẩm) biểu thị bằng cm cột nước.

pF = 0 : Loại đất bão hòa nước;

pF = 3 : Đất ẩm ở sức trữ nước đồng ruộng;

pF = 3,7 : Đất ẩm ở hệ số héo tạm thời;

pF = 4,2 : Đất ẩm ở hệ số héo vĩnh viễn;

pF = 6,5 : Đất ẩm ở hệ số hút nước;

pF = 7 : Đất gần khô hoàn toàn.

Điều này có ý nghĩa quan trọng về lý thuyết và thực tế của sức giữ nước đối với các loại đất khác nhau.

Đất cát có sức giữ nước bé hơn sức giữ nước ở đất sét nếu cùng một độ ẩm.

Do đó có thể kết luận: Sự hấp thụ nước đối với cây trồng không chỉ quan hệ với lượng % ẩm trong đất mà còn có quan hệ với sức giữ nước của đất. Áp lực ẩm trong đất bằng 2atm thì nước trong đất được cây hấp thụ dễ dàng.

Áp lực cần thiết để tách nước trong đất:

- Bằng không đối với đất bão hoà nước;

- Bằng $\left(\frac{1}{10} \div \frac{1}{3}\right)$ atm đối với đất có độ ẩm là sức trữ nước tối đa đồng ruộng;

- Bằng (15 ÷ 16) atm độ ẩm tương đương với hệ số cây héo.

Quan hệ giữa độ ẩm của đất và áp lực giữ ẩm có thể biểu thị bằng biểu đồ hình 2.1.

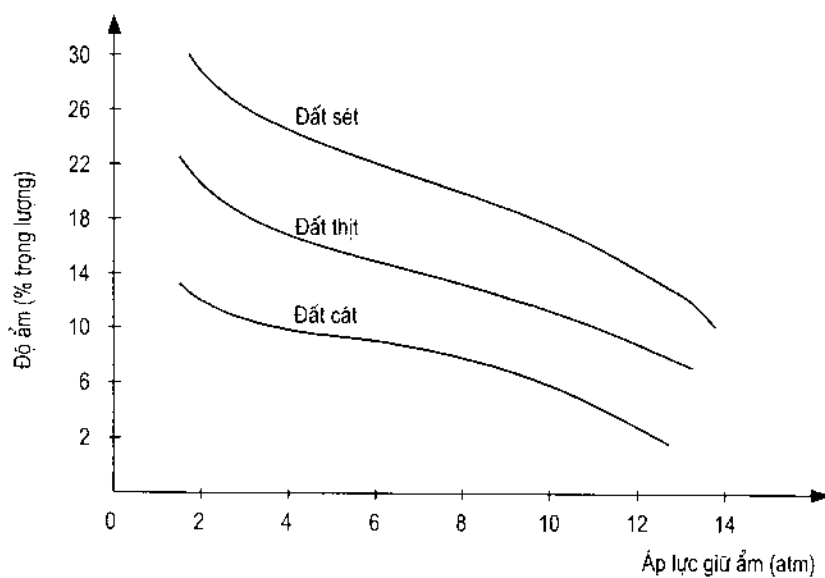
2. Phương pháp xác định sức giữ nước của đất

Có thể thực hiện bằng các phương pháp:

- Phương pháp phân tích trọng lượng. Đây là phương pháp cổ truyền, nhưng mất nhiều thời gian.

- Phương pháp xác định bằng áp lực kế (Tensiometer).

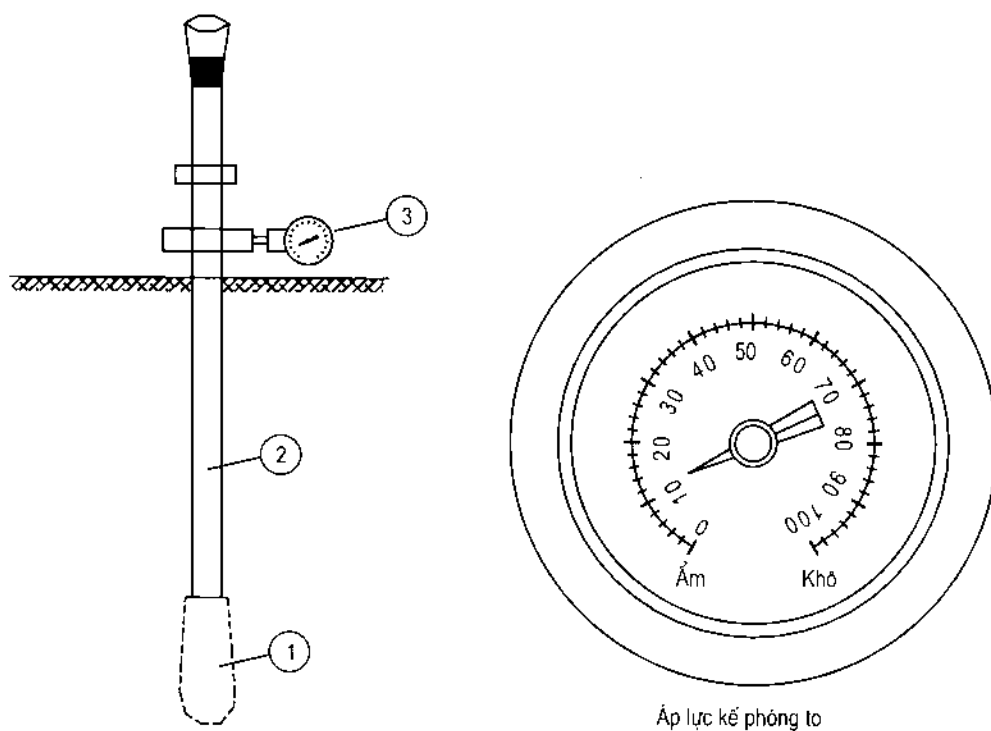
- Phương pháp xác định bằng Ohm kế.



Hình 2.1: Quan hệ giữa độ ẩm và sức giữ ẩm của đất

a) Phương pháp đo bằng áp lực kế (Tensiometer Richards)

Cấu tạo: Gồm ba bộ phận là bình xốp, ống chứa nước, áp lực kế



Hình 2.2: Tensiometer đo độ ẩm của đất

1- Bình xốp; 2- Ống chứa nước; 3- Áp lực kế

Nguyên lý đo: Dựa trên cơ sở cân bằng lực giữ ẩm trong đất và thiết bị đo (bình xốp hút ẩm).

Cách đo:

- + Đưa đầu có bình xốp vào trong đất ở vị trí cần đo (độ sâu nào đáy của tầng đất);
- + Nước giữ trong đất sẽ cân bằng với nước trữ trong bình xốp và trong hệ thống kín;
- + Áp lực tăng lên và truyền vào cột nước trong ống và thiết bị đo áp lực (Tensiometer).

Đồng hồ đo phân chia từ 0 ÷ 100 centibar (1 bar = 1 atm).

Theo Marsh phân tích giá trị số đọc được trên Tensiometer như sau:

- Số đọc nằm giữa 10 và 25 là điều kiện lý tưởng, thích hợp giữa tỷ lệ nước và không khí đối với cây trồng cạn.

- Số đọc từ 40 ÷ 50: Nhiều loại cây trồng rễ sâu từ 50cm bắt đầu thiếu nước.

- Số đọc 70: Đất có kết cấu trung bình và cây trồng có rễ phát triển đến 75cm cần tưới.

- Số đọc 70: Tưới có thể bắt đầu (2 ÷ 3 ngày) sau khi đọc số này.

- Số đọc 80: Cần tưới đối với hầu hết các loại cây trồng.

Những tiện lợi của loại thiết bị này:

- Có thể đo liên tục;
- Giá thành thiết bị không đắt, dễ chế tạo;
- Xác định độ ẩm nhanh ở thời điểm ẩm của đất;
- Sai số chỉ khoảng $\pm 2\%$.

Nhược điểm:

- Chỉ đo được từ 0 ÷ 0,85 atm, với đất có áp lực giữ nước cao hơn thì không khí sẽ chui vào bình xốp và thiết bị ngừng hoạt động

- Không sử dụng được ở độ sâu lớn.

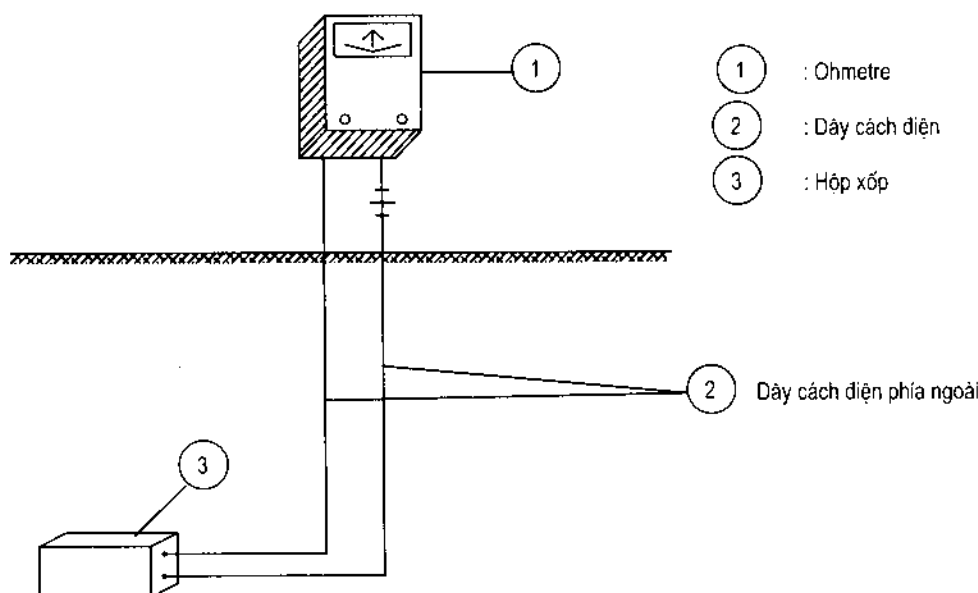
b) Đo bằng Ohm kế

Thiết bị sẽ khắc phục được nhược điểm của thiết bị trên. Bouyoucos đã nghiên cứu chế tạo loại thiết bị này.

Cấu tạo: gồm ba bộ phận chính

1. Ohm kế;
2. Một hộp xốp;
3. Hai dây nối với hai điện cực.

Nguyên lý: Dựa trên quan hệ giữa điện trở và áp lực giữ ẩm trong đất, mà độ ẩm của đất lại quan hệ với áp lực giữ ẩm. Quan hệ này được thể hiện ở bảng 2.1.



Hình 2.3: Thiết bị đo độ ẩm của đất bằng Ohmmetre

Bảng 2.1 - Quan hệ giữa lực giữ ẩm và điện trở

Lực giữ ẩm (atm)	Điện trở (Ohm)
0	300
0,5	1100
1,0	2500
2,0	8500
4,0	29000
8,0	80000

Tiện lợi của thiết bị:

- Làm việc rất nhẹ nhàng;
- Đo được nhiều điểm cùng một lúc;
- Sai số chỉ đạt $\pm 1\%$;
- Đo được áp lực lớn (đối với đất khô).

3. Các chỉ số vật lý của đất có quan hệ đến khả năng hút nước của cây

a) Hệ số hút nước β_h

Hệ số này biểu hiện lượng nước mà đất khô ở 105°C có thể hút nước trong không khí gần bão hoà hơi nước. Hệ số này sẽ được biểu thị bằng % của trọng lượng đất khô sấy ở 105°C .

Giá trị này thay đổi theo loại đất, cấu tạo đất, đặc biệt là lượng sét chứa trong đất với lượng mùn.

b) Hệ số héo β_{ch}

Hệ số héo được biểu thị bằng lượng chứa ẩm có trong đất mà ở đó cây trồng sẽ bị héo và chết.

- Hệ số héo cũng biểu thị bằng % trọng lượng đất khô sấy ở 105°C .
- Phương pháp xác định chủ yếu bằng thực nghiệm.
- Với phương pháp gián tiếp có thể xác định bằng hệ thức kinh nghiệm.

$$\beta_{ch} = 1,5\beta_h$$

Hoặc:

$$\beta_{ch} = 0,05 + 0,35A$$

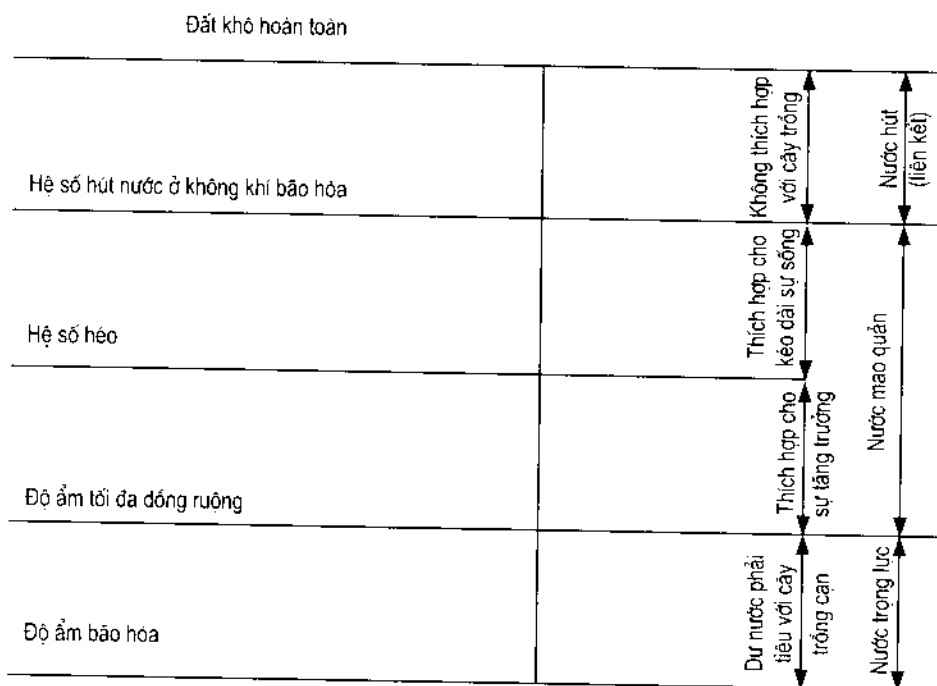
A: Lượng chứa sét trong đất (%).

c) Độ ẩm tối đa đồng ruộng β_{dr}

Độ ẩm tối đa đồng ruộng β_{dr} là độ ẩm có trị số mà khi độ ẩm của đất vượt quá trị số này thì sinh ra nước trọng lực. Độ ẩm tối đa đồng ruộng còn được gọi là độ ẩm lớn nhất của đất, nó thể hiện khả năng giữ nước tối đa của đất.

Giá trị này thường thay đổi theo cấu trúc và kết cấu của từng loại đất.

Phương pháp xác định β_{dr} theo cấu trúc đất tự nhiên, chọn diện tích 1/1 hoặc 4/4m, xung quanh đóng ván cừ ở độ sâu 0,5m. Tưới nước đến khi bão hoà rồi để nước thoát đi.



Hình 2.4: Sơ đồ quan hệ về các đặc trưng vật lý với trạng thái nước

Sau 1 ÷ 3 ngày đối với đất nhẹ, 4 ÷ 6 ngày đối với đất nặng thì lấy mẫu phân tích xác định độ ẩm β_{dr} mỗi ngày 2 lần; xác định 2 ÷ 3 lần liên tục ở cùng độ sâu, sẽ nhận được độ ẩm xấp xỉ nhau, đó chính là độ ẩm tối đa đồng ruộng.

4. Về độ ẩm thích hợp và độ ẩm thích hợp bé nhất đối với cây trồng cạn

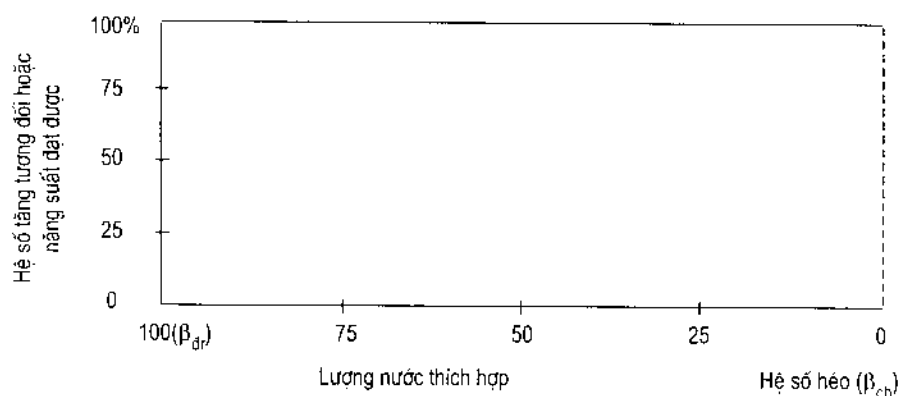
Độ ẩm thích hợp bé nhất trong đất là độ ẩm cần duy trì tối thiểu, không được phép giảm dưới giá trị đó trên chiều sâu phát triển của bộ rễ cây chính để đảm bảo cây phát triển tối ưu và cho năng suất lớn nhất trên 1ha.

Có ba quan điểm xác định độ ẩm này:

a) *Quan điểm thứ nhất:* Theo quan điểm của Veihmeyer và Hendrickson

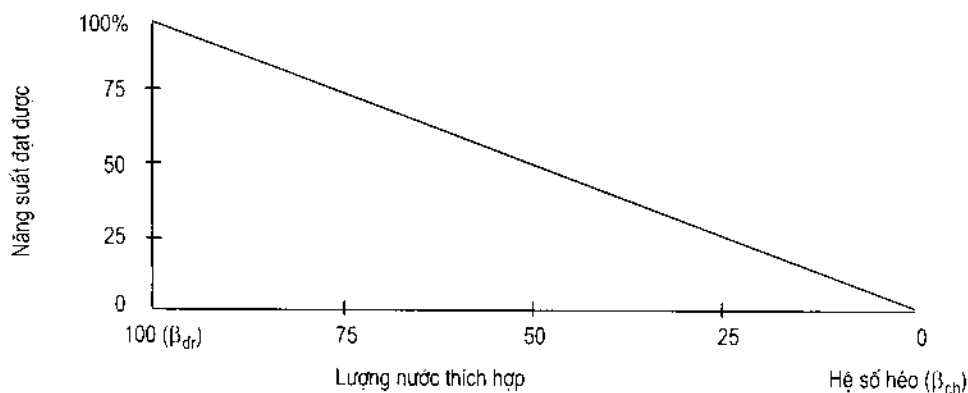
Các tác giả này cho rằng độ ẩm thích hợp đối với cây trồng là bằng hiệu số giữa độ ẩm tối đa đồng ruộng β_{dr} và hệ số héo β_{ch} : ($\beta_{dr} - \beta_{ch}$) theo quan hệ đường thẳng nằm ngang.

Bằng một loạt thực nghiệm trên các vườn cây ăn quả, người ta đã phản đối quan điểm này.



Hình 2.5: Quan hệ giữa độ ẩm và năng suất cây trồng

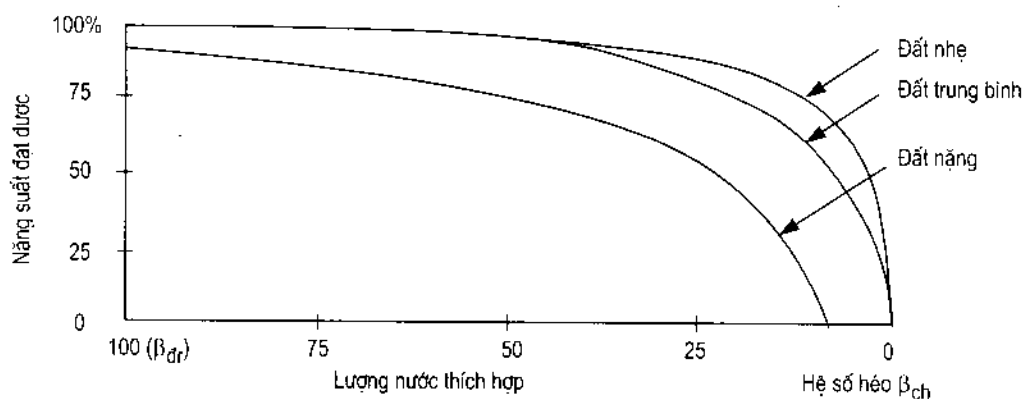
b) *Quan điểm thứ hai:* Theo Dolgov, Rode và Richards cho rằng lượng nước thích hợp trong đất đối với cây là giảm dần từ độ ẩm tối đa đồng ruộng đến hệ số héo một cách đồng nhất theo đường thẳng.



Hình 2.6: Quan hệ giữa năng suất và lượng nước thích hợp

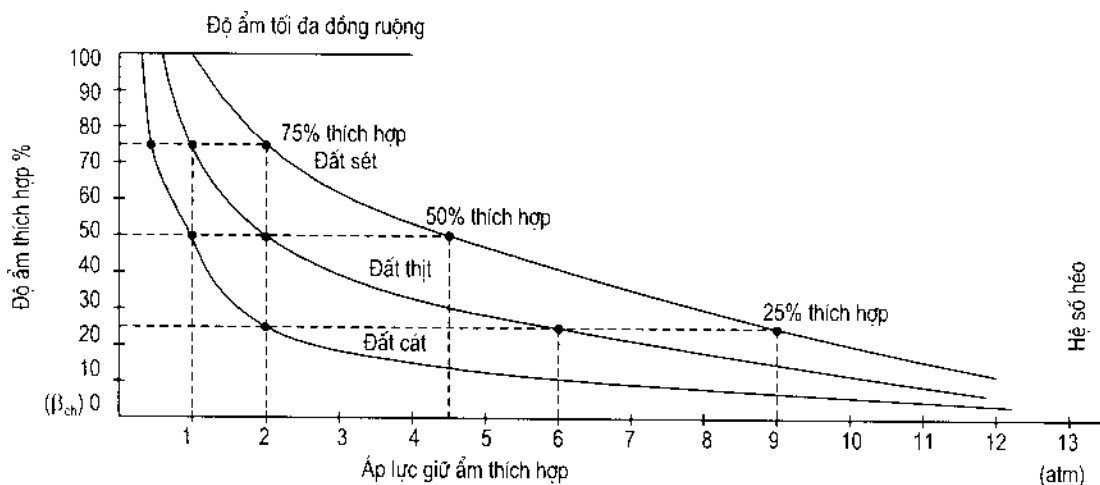
Theo quan điểm này để bảo đảm độ ẩm trong đất luôn luôn đạt được giá trị cao thì phải tưới rất dày và với lượng nước nhỏ. Lý thuyết này không đúng đắn hoàn toàn.

c) *Quan điểm thứ ba:* Đa số nhà nghiên cứu đều cho rằng lượng nước thích hợp có quan hệ với áp lực giữ nước trong đất (cấu trúc loại) và thay đổi theo dạng đường cong.



Hình 2.7: Quan hệ giữa năng suất đạt được và lượng nước thích hợp [35]

Từ những lý do trên đi đến xác định độ ẩm thích hợp bé nhất trong đất cần duy trì không chỉ có quan hệ với độ ẩm tối đa đồng ruộng (β_{dr}) mà còn có quan hệ với tính chất của đất.



Hình 2.8: Quan hệ giữa độ ẩm thích hợp và áp lực giữ ẩm của đất [35]

Từ biểu đồ trên ta thấy:

Ở độ ẩm thích hợp 75% thì:

- Đất sét là 2 atm
- Đất thịt là 1 atm
- Đất cát là 0,5 atm

Ở độ ẩm thích hợp 50% thì:

- Đất sét là 4,5 atm
- Đất thịt là 2 atm

- Đất cát là 1,0 atm

Ở độ ẩm thích hợp 25% thì: - Đất sét là 9 atm

- Đất thịt là 6 atm

- Đất cát là 2 atm

Từ đó người ta xác định độ ẩm thích hợp đối với cây trồng là tương ứng với áp lực giữ nước của đất là 2 atm. Do đó đi đến xác định độ ẩm bé nhất thích hợp có thể xác định theo các hệ thức sau:

- Đất sét:
$$\beta_{\min} = \beta_{\text{ch}} + \frac{3}{4}(\beta_{\text{dr}} - \beta_{\text{ch}})$$

- Đất thịt:
$$\beta_{\min} = \beta_{\text{ch}} + \frac{3}{2}(\beta_{\text{dr}} - \beta_{\text{ch}})$$

- Đất cát:
$$\beta_{\min} = \beta_{\text{ch}} + \frac{3}{1}(\beta_{\text{dr}} - \beta_{\text{ch}})$$

Trong đất mặn thì $\beta_{\min}$ còn có quan hệ với nồng độ muối trong đất.

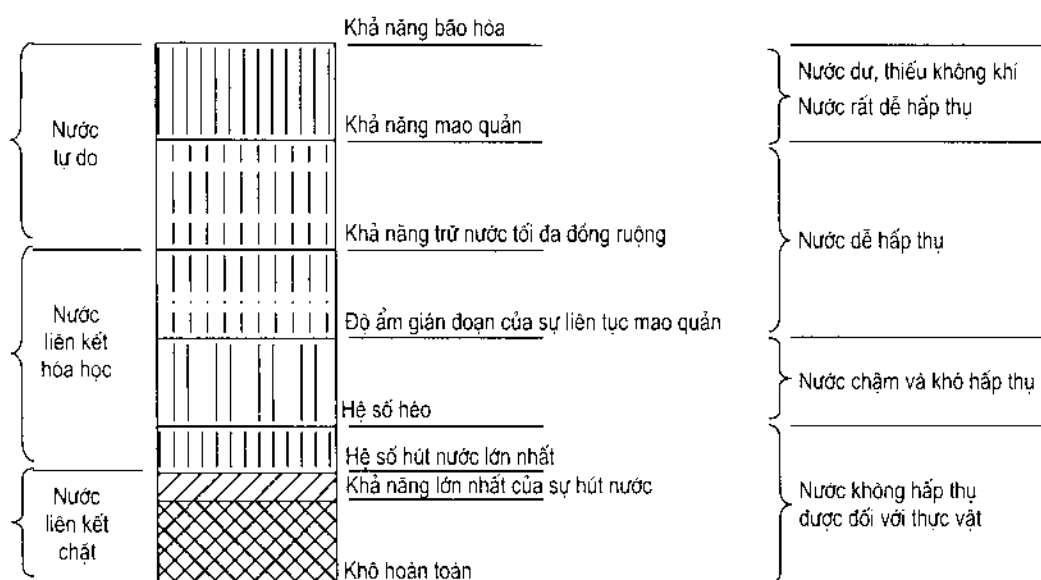
Một số tài liệu cũng đề nghị về độ ẩm giới hạn (độ ẩm giới hạn dưới cần duy trì).

- Đất cát và cát pha:
$$\beta_{\text{cr}} = (0,55 \div 0,65)\beta_{\text{dr}}$$

- Đất sét trung bình và sét nhẹ:
$$\beta_{\text{cr}} = (0,65 \div 0,75)\beta_{\text{dr}}$$

- Đất sét pha và sét:
$$\beta_{\text{cr}} = (0,75 \div 0,85)\beta_{\text{dr}}$$

Người ta đã xây dựng sơ đồ tổng hợp quan hệ giữa dạng nước, đặc trưng vật lý và độ ẩm thích ứng.



Hình 2.9: Sơ đồ tổng hợp về quan hệ giữa dạng nước đặc trưng vật lý và độ ẩm thích hợp đối với cây trồng

2.1.2. Ảnh hưởng của nước trong đất đối với chế độ thoát khí của đất trồng

Trong khe rỗng của đất có nước và không khí, nước nhiều thì không khí ít và ngược lại. Để bảo đảm cây có thể hô hấp thuận lợi, ở ruộng trồng cây trồng cạn, thể tích không khí phải bảo đảm lớn hơn 10% thể tích khe rỗng. Nếu nước quá nhiều thì rễ cây sẽ hô hấp khó khăn và khi đó rễ cây tiết ra chất độc. Nếu tình trạng thiếu không khí kéo dài thì sự hô hấp sẽ kém đi và cuối cùng sẽ ngừng hẳn. Vì vậy đối với cây trồng cạn mà để nước ngập quá 1 ÷ 2 ngày thì ảnh hưởng đến sự sinh trưởng bình thường của cây trồng. Nếu ngập lâu thì cây trồng sẽ chết.

Đối với cây lúa do cấu tạo thân cây có thể sống dưới nước được, vì cây lúa có thể lấy không khí từ trên thông qua ống rỗng của lá và thân để cung cấp cho bộ rễ hô hấp. Tuy vậy nếu ngập quá sâu, thiếu ánh sáng lúa không hút được thức ăn sẽ dễ kém làm đồng muộn và chín chậm, sản lượng sẽ giảm thấp. Nếu để ngập quá sâu, để bảo đảm sự hô hấp, cây sẽ vươn cao, ống thông hơi sẽ mở rộng, ống cây lớn lên và tế bào mỏng, thân cây mềm yếu sẽ dễ bị đổ.

Mặt khác, do thiếu không khí, bộ rễ sẽ kém phát triển và sẽ không cắm sâu vào đất và không giữ được cây vững chắc. Độ ngập của lúa theo giai đoạn sinh trưởng, độ ngập thường tăng theo giai đoạn phát triển của lúa.

2.1.3. Ảnh hưởng của nước trong đất đến chế độ nhiệt của đất

Ta dùng khái niệm tỷ nhiệt để giải thích vấn đề này. Theo định nghĩa tỷ nhiệt là nhiệt lượng sản sinh trong môi trường đất ở độ ẩm nhất định. Nếu ta dùng tỷ nhiệt của nước làm chuẩn, xem là 1 thì tỷ nhiệt của không khí chỉ bằng $\frac{1}{3300}$ lần tỷ nhiệt của nước mà tỷ nhiệt của đất khô bằng $\frac{1}{4} \div \frac{1}{5}$ tỷ nhiệt của nước. Ví dụ, tỷ nhiệt của cát là 0,19, tỷ nhiệt của đất sét là 0,22 và tỷ nhiệt của đất bùn là 0,25 tỷ nhiệt của nước.

Khi độ ẩm trong đất bé sẽ dẫn đến nhiệt lượng trong đất sẽ bé và ngược lại. Lợi dụng tính chất đó có thể rút bớt nước trong đất để giảm nhiệt độ trong đất hoặc ngược lại để tạo được nhiệt độ phù hợp với yêu cầu của cây.

Nhiệt lượng của môi trường đất có quan hệ với độ ẩm của đất theo tỷ lệ thuận, độ ẩm lớn, nhiệt lượng sẽ tăng và ngược lại.

Bảng 2.2 - Quan hệ giữa độ ẩm và nhiệt lượng trong đất

Loại đất \ Nhiệt lượng (%) Calo/m ³	Độ ẩm				
	0	20	50	70	100
Đất cát	302	385	510	592	717
Đất sét	240	357	532	648	823
Đất mùn	148	223	525	676	902

2.1.4. Ảnh hưởng của nước trong đất đến chế độ thức ăn của cây trồng

Vì sinh vật cần một lượng không khí và nhiệt độ để phân giải chất hữu cơ thành khoáng chất mà cây trồng có thể hút được.

Nước ít, không khí nhiều, sự hoạt động của vi sinh vật hiếu khí sẽ mạnh, khoáng chất được phân giải từ chất hữu cơ sẽ nhiều. Nhưng nếu nước ít, cây không thể lợi dụng được thức ăn đó, khi gặp mưa sẽ bị trôi đi. Nếu nước trong đất nhiều, sự hoạt động của vi sinh vật yếm khí sẽ mạnh và sự hoạt động của vi sinh vật hiếu khí bị hạn chế. Vì vậy, các chất hữu cơ không được phân giải và sẽ tiết ra chất a xít làm cho đất bị chua.

Vì vậy, phải bảo đảm một độ ẩm thích hợp trong đất để tạo được chế độ thức ăn thích hợp. Ví dụ đối với cây lương thực, thể tích không khí cần bảo đảm khoảng $20 \div 30\%$ độ rỗng, vì thế độ ẩm trong đất sẽ là $70 \div 80\%$ độ rỗng của đất.

Khi nước ngấm cao, nước mao quản sẽ leo lên làm độ ẩm của đất vượt quá độ ẩm giới hạn, do đó phải khống chế mực nước ngấm ở một độ sâu nhất định đối với cây trồng cạn. Độ cao khống chế của mực nước ngấm phụ thuộc vào loại đất và giai đoạn sinh trưởng của cây trồng.

2.1.5. Ảnh hưởng của nước trong đất đến độ phì nhiêu của đất

Nước làm thay đổi tính chất vật lý của đất và điều hòa nhiệt độ trong đất. Nhiệt độ có ảnh hưởng đến chế độ thoát khí và thoát khí lại ảnh hưởng đến sự hoạt động của vi sinh vật.

Mặt khác nước sẽ ảnh hưởng đến cấu tượng đất. Nếu nước trong đất có độ ẩm thích hợp thì đất sẽ tạo thành cấu tượng viên tốt và ổn định. Các chất mùn do nước sẽ làm thành keo dính các hạt đất lại với nhau. Nước quá nhiều làm hòa tan các chất muối và các chất dễ hòa tan (N, P, K) ở các tầng trên đưa xuống tầng dưới và kéo theo hạt mịn làm tầng dưới thêm chặt và ít ngấm nước sẽ hạn chế sự hoạt động của bộ rễ mà tầng trên thì nghèo chất dinh dưỡng.

Có thể xem ví dụ ảnh hưởng của tưới đến thay đổi cấp hạt của đất (theo tài liệu của Trường Đại học Cuban - Liên Xô cũ).

Bảng 2.3 - Ảnh hưởng của tưới đến cấp hạt của đất

Đất trồng	Các cấp hạt (%)		
	3 ÷ 1mm	1 ÷ 0,25mm	< 0,25 mm
Không tưới	31,43	41,05	27,52
Sau 3 năm tưới	23,18	46,61	30,22
Sau 15 năm tưới	14,78	50,32	34,90

Bảng 2.4 - Ảnh hưởng của tưới đến dung trọng và độ rỗng (theo Ghienko)

Đất trồng	Độ sâu lớp đất (cm)	Không tưới		Có tưới	
		Dung trọng	Độ rỗng (%)	Dung trọng	Độ rỗng (%)
Tưới 4 lần (cà chua)	2 ÷ 7	1,17	59,7	1,18	55,5
	10 ÷ 15	1,20	55,5	1,30	51,3
	20 ÷ 25	1,27	52,4	1,33	50,1

Ảnh hưởng của tưới làm cho hệ số thấm của đất cũng bị giảm đi.

2.2. CÁC DẠNG NƯỚC TRONG ĐẤT

Theo sự phân loại đơn giản và phổ biến (theo Briggs) thì nước trong đất được phân làm ba loại: Nước trọng lực, nước mao quản và nước liên kết.

2.2.1. Nước trọng lực

Nước trọng lực là nước ở giữa độ ẩm tối đa (độ ẩm giới hạn lớn nhất) và độ ẩm bão hòa của đất. Nước trọng lực chiếm độ rỗng lớn của đất và vận chuyển trên hướng thẳng đứng về phía dưới, dưới ảnh hưởng của trọng lực. Nước trọng lực còn có tên gọi là nước tự do vì nó không liên kết với đất.

2.2.2. Nước mao quản

Nước mao quản biểu thị phần nước giữa độ ẩm tối đa và hệ số hút nước. Nó chiếm những chỗ rỗng nhỏ hơn của đất và chuyển động được là nhờ lực mao quản, do đó mang tên là nước mao quản. Nước mao quản vận chuyển theo tất cả các hướng nhưng chậm hơn nhiều so với nước trọng lực. Thường vận chuyển theo hướng áp lực lớn nhất tức là những phần tử ẩm hơn về những phần tử khô hơn của đất. Nước mao quản là dạng nước quan trọng nhất vì nó lưu động và nhạy cảm đối với thực vật, thực vật sẽ hút được dễ dàng.

2.2.3. Nước liên kết

Nước liên kết là dạng nước gắn chặt với những phần tử đất dưới dạng một màng mỏng, không chuyển động dưới ảnh hưởng của trọng lực và lực mao quản. Nước liên kết sẽ được chuyển động trong đất sau khi nó chuyển sang trạng thái hơi. Nó không nhạy cảm đối với thực vật.

Tỷ lệ giữa ba dạng nước này là phụ thuộc vào cấu tạo đất, cấu trúc, hàm lượng mùn và nhiệt độ của nước trong đất.

Về quan điểm nhạy cảm đối với thực vật, người ta chia làm nước nhạy cảm và không nhạy cảm.

Nước nhạy cảm biểu thị sự chênh lệch giữa độ ẩm tối đa và hệ số héo. Nước không nhạy cảm bao gồm giữa nước liên kết và một phần nhỏ nước mao quản, tương ứng giữa hệ số héo và hệ số hút nước.

Ngoài những khái niệm này, Lebedev có xét loại nước màng là phần nước giữ được do lực phân tử, nó chiếm vị trí trung gian giữa nước liên kết và nước mao quản về mặt nhạy cảm và lưu động.

2.3. CHUYỂN ĐỘNG CỦA NƯỚC TRONG ĐẤT

Sự chuyển động của nước trong đất là một hiện tượng phức tạp, nó có thể theo các hướng khác nhau và có thể do nhiều nguyên nhân khác nhau.

Người ta thường chia ba dạng chuyển động chính của nước trong đất:

- Sự chuyển động của nước dưới dạng hơi;
- Sự chuyển động ở dạng mao quản;
- Sự chuyển động trọng lực.

2.3.1. Sự chuyển động của nước dưới dạng hơi

Nước ở dạng này chuyển động được là nhờ chênh lệch áp lực hơi giữa hai vùng. Nước sẽ bốc hơi qua sự làm nóng, còn hơi sẽ khuếch tán trong lỗ đất đây không khí sát bề mặt của nó. Một phần hơi sẽ được ngưng tụ, còn một phần sẽ bay vào khí quyển.

Hơi sẽ chuyển động theo quy luật của khí động lực học.

2.3.2. Chuyển động của nước mao quản

Chuyển động của nước mao quản trong đất là nhờ tác dụng của lực hút và lực dính tức là dưới tác dụng của thế mao quản. Chuyển động mao quản của nước trong đất là nhờ chuyển động đặc trưng của đất không bão hòa.

Dưới dạng mao quản, nước nhạy cảm đối với thực vật. Do đó sự tăng nước mao quản trong đất từ mực nước ngầm là rất cần thiết đối với đất trồng trọt. Đối với vùng tưới có nước ngầm cao và mặn cần phải lưu ý đến hiện tượng mặn tái sinh.

Sự chuyển động mao quản là ảnh hưởng mạnh bởi cấu trúc đất. Sự chuyển động mao quản trong lỗ có kích thước bé là do chênh lệch áp suất giữa những màng nước có độ dày khác nhau ở xung quanh phần tử đất. Sự chuyển động sẽ xảy ra từ màng dày hơn về các màng mỏng hơn, nói một cách khác là nước chuyển từ vùng áp suất giữ nước thấp sang vùng có áp suất giữ nước cao.

Ở đất chưa bão hòa nước, sự chuyển động mao quản của nước là chậm hơn ở đất cát và nhanh hơn ở đất sét. Ở đất đã bão hòa nước thì ngược lại.

Độ dâng lên của nước trong đất là do lực mao quản:

$$p = \sigma \frac{dS}{dV} \quad (2.3)$$

Độ cao dâng lên do mao quản xác định theo hệ thức:

$$H_c = 2 \frac{\sigma}{r \cdot \gamma_a}, \quad (m) \quad (2.4)$$

trong đó:

σ - sức căng bề mặt nước;

r - bán kính của ống mao quản;

γ_a - trọng lượng riêng của nước;

dS - biến đổi diện tích xung quanh của ống mao quản;

dV - biến đổi thể tích ống mao quản.

Hệ thức (2.4) có thể chứng minh như sau:

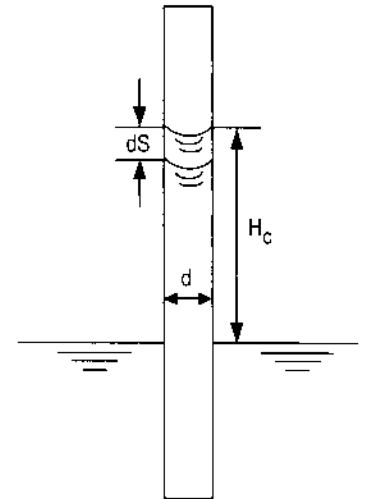
Theo nguyên lý thủy tĩnh thì:

$$p = H_c \cdot \rho \cdot g \quad (2.5)$$

$$\rightarrow H_c = \frac{p}{\rho \cdot g}$$

Thay (2.3) vào (2.5) thì: $H_c = \sigma \frac{dS}{dV} \cdot \frac{1}{\rho \cdot g}$

$$\text{Hoặc: } H_c = \sigma \frac{2\pi r H_c}{\pi r^2 H_c} \cdot \frac{1}{\rho \cdot g} = 2 \frac{\sigma}{r \gamma_a} \quad (2.6)$$



Như vậy hệ thức (2.4) đã được chứng minh.

Bảng 2.5 - Quan hệ giữa loại đất và độ dâng mao quản

Loại đất	Độ dâng cao mao quản H_c (m)
Đất cát	0,5 ÷ 1,0
Thịt pha cát	1,0 ÷ 1,5
Thịt nhẹ	1,5 ÷ 2,0
Thịt trung bình	2,0 ÷ 3,0
Thịt nặng và hoàng thổ	3,0 ÷ 4,0
Đất sét	4,0 ÷ 5,0

2.3.3. Sự chuyển động của nước trọng lực

Chuyển động của nước trọng lực là đặc trưng phổ biến của nước trong đất sau khi tưới ở môi trường đất với độ ẩm dưới bão hòa hoặc bão hòa nước. Dưới tác dụng của trọng lực, nước sẽ lưu chuyển từ cao xuống thấp, từ điểm có thế trọng lực cao xuống điểm có thế trọng lực thấp.

Có thể chia ra hai trường hợp nghiên cứu quá trình thấm trên đất tưới:

- Thấm trong trường hợp đất chưa bão hòa nước.
- Thấm ở trường hợp đất đã bão hòa nước hoặc gần bão hòa nước.

1. Trường hợp thấm khi đất chưa bão hòa nước

Trường hợp này được gọi là thấm hút, thường xuất hiện trên đất tưới cho cây trồng cạn hoặc trên đất lúa giai đoạn làm đất mùa khô.

Việc tính toán trong trường hợp này có thể tính theo một số hệ thức hoặc mô hình toán.

a) Hệ thức Côtchiacôp

Hệ thức được xây dựng trên cơ sở thí nghiệm tưới nước và nước được thấm từ trên mặt đất xuống lớp đất bên dưới theo hướng thẳng đứng.

Hệ thức có dạng:
$$K_t = \frac{K_1}{t^\alpha} \quad (2.7)$$

K_t - tốc độ thấm ở thời gian t , có thể dùng đơn vị (cm/h) hoặc (m/h), tùy đặc trưng thấm của loại đất, đất cát thấm nhanh hơn đất sét thì tốc độ thấm lớn hơn;

t - thời gian thấm hút (h);

K_1 - cường độ thấm bình quân ở đơn vị thời gian thứ nhất, đơn vị là (m/h) hoặc (cm/h);

α - chỉ số ngấm của đất, phụ thuộc vào loại đất, đất nhẹ α tương đối bé, còn đất nặng α tương đối lớn. Độ ẩm ban đầu của đất càng lớn thì α càng nhỏ, tức là sự biến đổi của tốc độ thấm càng chậm. Theo Zarov $\alpha = 0,2 \div 0,8$ khi K_t và K_1 với thứ nguyên là cm/h, t là giờ (h). Còn theo Đại học Vũ Hán - Trung Quốc $\alpha = 0,3 \div 0,8$ với thứ nguyên của K_t và K_1 là m/h, t là giờ (h).

Từ hệ thức (2.7) ta sẽ tính được lượng nước thấm sau thời gian t

$$W_t = \int_0^t \frac{K_1}{t^\alpha} dt = \frac{K_1}{1-\alpha} t^{1-\alpha} \quad (2.8)$$

và:
$$\overline{K_t} = \frac{K_1}{1-\alpha} t^{-\alpha} \quad (2.9)$$

b) Hệ thức Horton

Trong trường hợp này cũng có thể tính toán theo hệ thức Horton:

$$K_t = K + (K_0 - K)e^{-St} \quad (2.10)$$

K_0 - tốc độ thấm ở thời điểm ban đầu;

St - chỉ số ngấm có ý nghĩa như chỉ số α trong hệ thức (2.7);

K - hệ số ngấm ổn định của đất.

Về mặt toán học, hệ thức này biểu thị ý nghĩa vật lý rõ hơn.

Từ (2.8) ta cũng xác định được lượng nước thấm:

$$W_t = \int_0^t [K + (K_0 - K)e^{-St}] dt = K.t + \frac{K_0 - K}{St} (1 - e^{-St}) \quad (2.11)$$

Và cường độ thấm trung bình sẽ là:

$$\bar{K}_t = K + \frac{K_0 - K}{St} (1 - e^{-St}) \quad (2.12)$$

c) Nghiên cứu mô hình thấm trong giai đoạn ngấm hút

Sự vận động của nước thấm trong giai đoạn này có thể biểu thị bằng phương trình cơ bản:

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(D(\theta) \frac{\partial \theta}{\partial z} \right) - \frac{\partial K(\theta)}{\partial \theta} \cdot \frac{\partial \theta}{\partial z} \quad (2.13)$$

trong đó:

θ - độ ẩm của đất ở thời điểm nghiên cứu

$D(\theta)$ - hệ số khuếch tán ẩm, biểu thị lưu lượng nước khuếch tán trong đất qua một đơn vị diện tích, nó có quan hệ với độ ẩm của đất:

$$D(\theta) = K(\theta) \cdot \frac{\partial h}{\partial \theta} \quad (2.14)$$

$K(\theta)$ - hệ số thấm, có quan hệ với độ ẩm;

h - áp lực nước trong đất;

z - biểu thị độ sâu lớp đất nghiên cứu;

t - biểu thị thời gian.

Phương trình (2.13) nói rõ sự thay đổi theo chiều sâu và thời gian của độ ẩm trong đất trong quá trình ngấm của nước tưới từ trên mặt đất.

Để giải phương trình (2.13) ta cần xác định điều kiện ban đầu và điều kiện biên.

1. Điều kiện ban đầu: Trước khi mưa hoặc tưới, độ ẩm ban đầu của đất tưới là θ_0 . Do vậy:

$$\theta(z, 0) = \theta_0$$

2. Điều kiện biên: Khi lớp đất có lớp nước mỏng trên mặt đất, độ ẩm của lớp đất gần mặt đất đạt độ ẩm bão hòa, độ sâu tương đối lớn ($z \rightarrow \infty$) bằng độ ẩm ban đầu θ_0 , do vậy ta có:

$$\left. \begin{aligned} \theta(0, t) &= \theta_s \\ \theta(\infty, t) &= \theta_0 \end{aligned} \right\}$$

θ_s - độ ẩm bão hòa của đất.

Phương trình (2.13) là phương trình đạo hàm riêng phi tuyến chỉ có thể giải bằng phương pháp gần đúng (phương pháp số).

Ngoài ra để đơn giản tính toán, ta sẽ biến đổi đưa phương trình (2.13) về dạng tuyến tính và có thể giải trực tiếp bằng giải tích.

Đặt:
$$N = \frac{K(\theta_s) - K(\theta_0)}{\theta_s - \theta_0} = \frac{dK}{d\theta} \quad (2.15)$$

Và thay $D(\theta)$ bằng giá trị trung bình $\bar{D}(\theta)$ thì phương trình (2.13) sẽ trở thành:

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \bar{D} \frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2} - N \frac{\partial \theta}{\partial z} \quad (2.16)$$

Dùng phương pháp biến đổi Laplace, nghiệm của phương trình (2.16) sẽ là:

$$\theta(z, t) = \theta_0 - \frac{\theta_s - \theta_0}{2} \left[\operatorname{erfc} \left(\frac{z - Nt}{2\sqrt{\bar{D}t}} \right) + e^{\frac{Nz}{\bar{D}}} \operatorname{erfc} \left(\frac{z + Nt}{2\sqrt{\bar{D}t}} \right) \right] \quad (2.17)$$

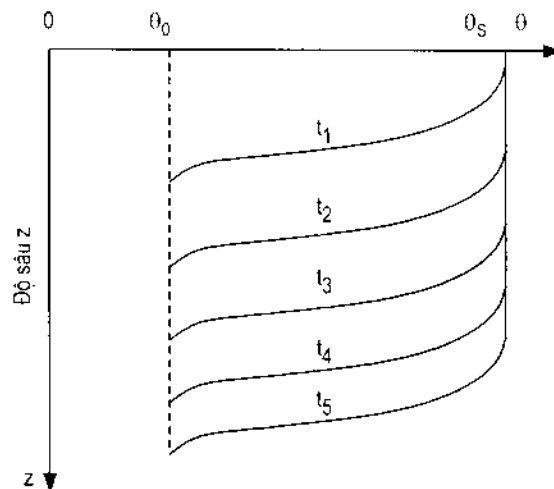
trong đó: $\operatorname{erfc} = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_z^\infty e^{-u^2} du$;

$$\bar{D} = \frac{5/3}{(\theta_s - \theta_0)^{5/3}} \int_{\theta_0}^{\theta_s} D(\theta) (\theta_s - \theta)^{2/3} d\theta. \quad (2.18)$$

Quan hệ giữa $\bar{D}(\theta)$ với cường độ thấm hút (i):

$$i = (\theta_s - \theta_0) \sqrt{\frac{\pi}{D}} t^{-1/2}$$

Với hệ thức (2.17) ta sẽ tìm được sự phân bố của độ ẩm trong đất sau khi tưới theo thời gian và theo chiều sâu.



Hình 2.10: Sự phân bố của độ ẩm theo phẫu diện đất tưới sau khi tưới [35]

d) Vận động của nước trong điều kiện khống chế mực nước ngầm

Khi mực nước ngầm nằm nông do ảnh hưởng của điều kiện tự nhiên và con người làm cho mực nước ngầm luôn biến động. Sự biến động của mực nước ngầm sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến sự vận động của nước trong đất. Động thái của nước ngầm ở đất trồng trọt có thể gặp một số tình huống:

1. Mực nước ngầm tăng lên dưới ảnh hưởng của mưa hoặc tưới;
2. Mực nước hạ dưới ảnh hưởng của bốc thoát hơi;
3. Mực nước ngầm hạ do ảnh hưởng của biện pháp thủy lợi (tiêu nước mặt hoặc tiêu nước ngầm);
4. Mực nước ngầm được khống chế ở độ sâu nhất định sau khi mưa hoặc tưới.

Nếu như ta lấy h là biến lượng của dải biến động của mực nước ngầm, việc nghiên cứu phân tích sự vận động của nước ngầm tương đối thuận tiện. Sau khi mưa hoặc tưới mực nước ngầm sẽ tiệm cận gần mặt đất, thông qua giải pháp tiêu thoát khiến cho mực nước ngầm hạ thấp xuống độ sâu nhất định, giả thiết là L .

Phương trình cơ bản về sự vận động của nước ngầm được viết dưới dạng:

$$C(h) \frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial \left[K(h) \frac{\partial h}{\partial z} \right]}{\partial z} - \frac{\partial K(h)}{\partial z} \quad (2.19)$$

Với $C(h) = \frac{d\theta}{dh}$ biểu thị biến động của độ ẩm theo áp lực, tức là thể tích nước thoát ra trong một đơn vị thể tích đất khi áp lực giảm một đơn vị.

Thể tích nước thoát ra trong đơn vị thể tích đất:

Điều kiện ban đầu: $h(z, 0) = h_0(z)$

Điều kiện biên trên: $z = 0$

Khi có bốc hơi: $-\varepsilon = -K(h) \left(\frac{\partial h}{\partial z} - 1 \right) = C(h) + d$

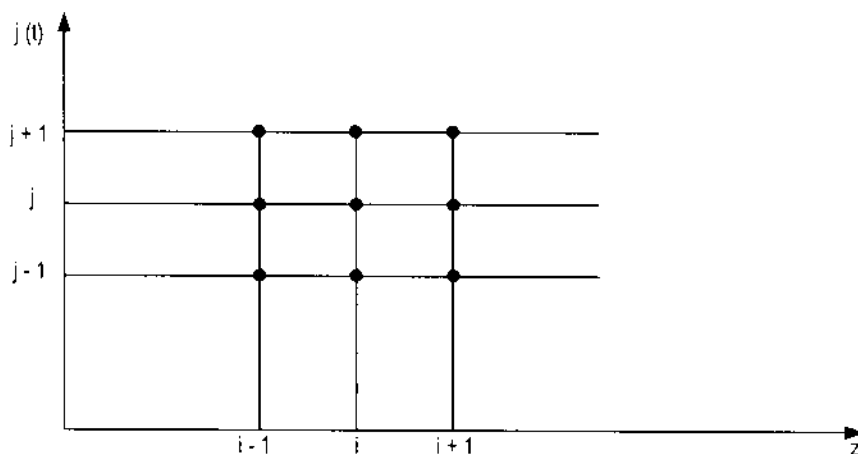
Không bốc hơi: $\frac{\partial h}{\partial z} = 1$

Điều kiện biên dưới: $z = L$ (tính từ mặt đất, L : độ sâu nước ngầm cần khống chế):

$$h(L, t) = 0$$

Phương trình (2.19) sẽ giải bằng phương pháp số (phương pháp sai phân hữu hạn). Phân chia tầng đất thành n lớp (Δz) và thời gian thành i bước (Δt).

Thực hiện sai phân:



Hình 2.11: Sơ đồ sai phân

$$C(h) \frac{\partial h}{\partial t} \approx C_i^{j+\frac{1}{2}} \frac{h_i^{j+1} - h_i^j}{\Delta t}$$

$$\frac{\partial \left[K(h) \frac{\partial h}{\partial z} \right]}{\partial z} \approx \frac{K_{i+\frac{1}{2}}^{j+\frac{1}{2}} \frac{h_{i+1}^{j+1} - h_i^{j+1}}{\Delta z} - K_{i-\frac{1}{2}}^{j+\frac{1}{2}} \frac{h_i^{j+1} - h_{i-1}^{j+1}}{\Delta z}}{\Delta z}$$

$$\frac{\partial K}{\partial z} \approx \frac{K_{i+\frac{1}{2}}^{j+\frac{1}{2}} - K_{i-\frac{1}{2}}^{j+\frac{1}{2}}}{\Delta z}$$

Thay các giá trị trên vào phương trình (2.19) ta sẽ có:

$$C_i^{j+\frac{1}{2}} \frac{h_i^{j+1} - h_i^j}{\Delta t} = K_{i+\frac{1}{2}}^{j+\frac{1}{2}} \frac{h_{i+1}^{j+1} - h_i^{j+1}}{\Delta z^2} - K_{i-\frac{1}{2}}^{j+\frac{1}{2}} \frac{h_i^{j+1} - h_{i-1}^{j+1}}{\Delta z^2} - \frac{K_{i+\frac{1}{2}}^{j+\frac{1}{2}} - K_{i-\frac{1}{2}}^{j+\frac{1}{2}}}{\Delta z} \quad (2.20)$$

trong đó:

$$i = 1, 2, \dots, N;$$

$$j = 1, 2, \dots, M.$$

$$\text{Ta lấy: } C_i^{j+\frac{1}{2}} = \frac{C(h_i^{j+1}) + C(h_i^j)}{2}$$

$$K_{i+\frac{1}{2}}^{j+\frac{1}{2}} = \frac{K\left(h_{i+\frac{1}{2}}^{j+\frac{1}{2}}\right) + K\left(h_i^{j+\frac{1}{2}}\right)}{2}$$

$$K_{i-\frac{1}{2}}^{j+\frac{1}{2}} = \frac{K\left(h_i^{j+\frac{1}{2}}\right) + K\left(h_{i-1}^{j+\frac{1}{2}}\right)}{2}$$

$$h_i^{j+\frac{1}{2}} = \frac{h_i^{j+1} + h_i^j}{2}$$

Với các giá trị trên sau khi đồng nhất và biến đổi phương trình (2.20) sẽ trở thành phương trình đại số của h_i^{j+1} .

$$E_i h_{i-1}^{j+1} + F_i h_i^{j+1} + G_i h_{i+1}^{j+1} = H_i \quad (2.21)$$

Với:

$$E_i = -K_{i-\frac{1}{2}}^{j+\frac{1}{2}}$$

$$G_i = -K_{i+\frac{1}{2}}^{j+\frac{1}{2}}$$

$$F_i = K_{i+\frac{1}{2}}^{j+\frac{1}{2}} + K_{i-\frac{1}{2}}^{j+\frac{1}{2}} + rC_i^{j+\frac{1}{2}}$$

$$H_i = rC_i^{j+\frac{1}{2}} h_i^j + \Delta z \left(K_{i-\frac{1}{2}}^{j+\frac{1}{2}} - K_{i+\frac{1}{2}}^{j+\frac{1}{2}} \right)$$

$$r = \frac{\Delta z^2}{\Delta t}$$

Phương trình (2.21) là phương trình đại số, cho biến i biến đổi từ 1, 2, ..., N ta sẽ lập hệ phương trình đại số tuyến tính và sẽ giải gần đúng theo phương pháp giải tích ta sẽ có h_i^{j+1} ở các độ sâu lớp đất khác nhau theo các bước thời gian Δt từ $j = 1, 2, \dots, M$.

Từ quan hệ áp lực (h) với độ ẩm của đất ta sẽ lập được sự diễn biến của độ ẩm theo thời gian ở các độ sâu khác nhau của lớp đất.

2. Tính lượng nước thấm trong giai đoạn đất bão hòa nước hoặc gần bão hòa nước

Khi mực nước ngầm nằm nông, độ ẩm của đất tương đối cao, lượng nước thấm có thể tính theo định luật Darcy:

$$W_i = K \frac{a+h}{h} t, \quad (\text{cm}) \quad (2.22)$$

trong đó:

K - hệ số ngấm (cm/h);

a - độ sâu lớp nước trên mặt ruộng;

h - độ sâu lớp nước ngấm vào trong đất, trước đây thường xem h là hằng số, do đó việc tính toán đơn giản;

t - thời gian cần thiết để làm bão hòa đất trên mực nước ngấm, có thể xác định theo công thức của Verdernikov:

$$t = \frac{\delta}{K} \left[h - a \ln \left(\frac{a+h}{a} \right) \right] \quad (2.23)$$

δ - hệ số thoát nước của đất, phụ thuộc vào loại đất, $\delta = A(1 - \beta_{dr})$;

A - độ rỗng của đất;

β_{dr} - sức trữ nước đồng ruộng (độ ẩm tối đa), phụ thuộc vào loại đất.

Để nâng cao độ chính xác tính toán lượng thấm trong trường hợp xem h là thay đổi theo thời gian, GS. Tống Đức Khang đã nghiên cứu và xác định được hệ thức tính W_t (chi tiết xem Tuyển tập công trình nghiên cứu của ĐHTL - 1999):

$$W_t = \frac{K}{2}t + \frac{1}{4}\sqrt{(Kt)^2 + 4\delta a Kt} + \delta a \ln \left[\frac{Kt + 2\delta a + \sqrt{(Kt)^2 + 4\delta a Kt}}{2\delta a} \right] \quad (2.24)$$

2.4. ĐIỀU TIẾT NƯỚC RUỘNG

Để xác định biện pháp tưới tiêu đối với vùng đất nông nghiệp ta cần nghiên cứu nguyên lý điều tiết nước ruộng.

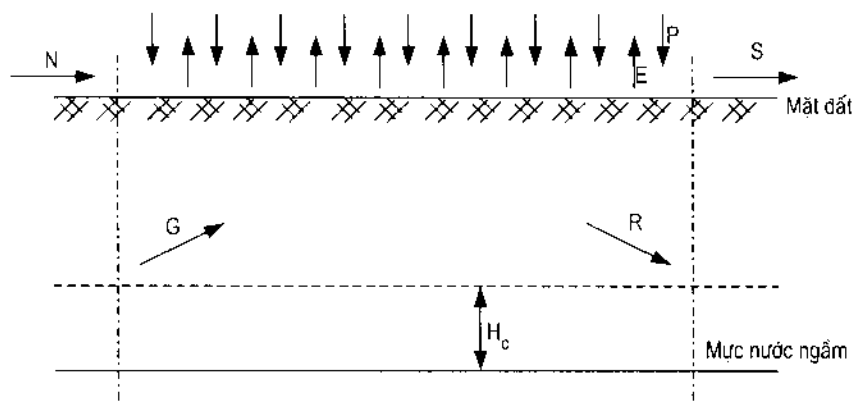
2.4.1. Nguyên lý điều tiết nước ruộng

Nguyên lý điều tiết nước ruộng dựa trên cơ sở cân bằng nước trên mặt ruộng.

Ta chia làm hai trường hợp:

1. Cân bằng trong điều kiện tự nhiên

Trường hợp này là cân bằng theo trạng thái tự do, chưa có tác động bên ngoài.



Hình 2.12: Sơ đồ nghiên cứu cân bằng nước

Phương trình cân bằng tổng quát:

$$\Delta V + \Delta W = (P + N + G + A) - (E + S + R) \quad (2.25)$$

trong đó:

ΔV - chênh lệch nước mặt trong thời gian nghiên cứu;

ΔW - chênh lệch nước dưới đất trong thời gian nghiên cứu;

P - lượng nước mưa trong thời gian nghiên cứu;

N - lượng nước mặt chảy trên vùng nghiên cứu từ vùng lân cận;

G - lượng nước ngầm bổ sung vào vùng trên mực nước ngầm;

A - lượng ngấm nước trong đất;

E - lượng bốc hơi trong thời gian nghiên cứu;

S - lượng nước mặt chảy ra khỏi vùng nghiên cứu;

R - lượng nước chảy xuống tầng sâu bổ sung vào nước ngầm.

2. Khi có tác động từ bên ngoài

Phương trình (2.25) được viết thành:

$$\Delta = (P + N + G + A) - (E + S + R) - (V_{gh} - V_0) - (W_{gh} - W_0) \quad (2.26)$$

trong đó:

V_{gh}, W_{gh} - lượng nước mặt và lượng nước ngầm giới hạn do điều kiện sử dụng;

V_0, W_0 - lượng nước mặt và lượng nước ngầm sẵn có trong vùng nghiên cứu ở thời điểm ban đầu.

Dựa vào giá trị Δ ta sẽ phán đoán được tình trạng nước trong vùng trong thời đoạn nghiên cứu:

$\Delta < 0$ - Biểu hiện rõ tình trạng thiếu nước, phải có biện pháp công trình tưới;

$\Delta > 0$ - Biểu hiện rõ tình trạng dư nước, cần có giải pháp tiêu nước.

2.4.2. Chất lượng nước tưới

Đất với nước tưới cho cây trồng ngoài khối lượng nước cần thiết còn phải bảo đảm chất lượng nước. Chất lượng nước thường được đánh giá qua các chỉ tiêu: Nhiệt độ, chất lơ lửng và độ khoáng hóa (nồng độ muối).

1. Nhiệt độ nước tưới

Nhiệt độ của nước thấp hay cao đều có ảnh hưởng đến tốc độ phát triển của cây trồng. Nhiệt độ nước quá thấp sẽ làm chậm sự phát triển của cây. Theo kinh nghiệm nếu nhiệt độ nước ở 30°C thì sản lượng bông sẽ tăng từ 9 ÷ 10%, nhưng không được vượt quá 35°C.

Do vậy việc thay đổi nước để điều tiết nước trong ruộng lúa là cần thiết. Đối với những vùng dùng nước ngầm để tưới thì cần phải kiểm tra lại nhiệt độ nước trước khi tưới, vì có

những giếng nước bơm lên khi có nhiệt độ cao, vượt quá nhiệt độ cho phép hoặc khi nước quá lạnh đạt từ $10 \div 12^{\circ}\text{C}$ là phải xử lý trước khi tưới.

2. Chất lơ lửng

Hạt phù sa có đường kính $< 0,001\text{mm}$ chứa nhiều chất mùn, đưa vào ruộng với mức độ thích hợp sẽ có tác dụng tốt đối với cây trồng. Nhưng nếu đưa vào quá nhiều sẽ làm giảm tính thấm nước của đất và độ thoáng khí cũng bị ảnh hưởng.

Loại phù sa có đường kính từ $0,001 \div 0,05\text{mm}$ thì chứa ít chất dinh dưỡng nhưng có tác dụng cải tạo đất nặng, làm tăng độ thoáng khí của đất cũng như tính thấm nước của đất.

Loại phù sa có đường kính $> 0,05\text{mm}$ là loại phù sa không nên sử dụng đưa vào ruộng.

3. Phản ứng muối và độ khoáng hóa

Phản ứng kiềm và axit được biểu thị bằng độ pH. Giá trị này thay đổi từ $6 \div 8,5$. Khi pH = $6,5 \div 7,5$ là thích hợp đối với phần lớn cây trồng.

Độ khoáng hóa là nồng độ muối hòa tan trong nước. Độ khoáng hóa biểu thị bằng nồng độ muối (g/l) hay là độ ẩm điện (EC) đo bằng đơn vị micromho/cm ở nhiệt độ chuẩn 25°C .

Độ ẩm điện biểu thị bằng tỷ lệ nghịch của điện trở ($1 \text{ mho} = 1/\text{ohm}$).

Chất lượng nước tưới theo độ khoáng hóa có thể phân loại theo nhiều chỉ tiêu khác nhau, tùy theo khả năng thiết bị phân tích.

**Bảng 2.6 - Phân loại nước tưới theo hệ số dẫn điện
(theo Thorne và Peterson - 1954)**

EC (Micromho/cm)	Loại muối	Độ khoáng hóa	Chất nước
< 250	C_1	Yếu	Tốt đối với tưới
$250 \div 750$	C_2	Bình thường	Nói chung thích hợp đối với cây trồng
$750 \div 2250$	C_3	Trung bình	Thích hợp đối với cây trồng có thể chịu mặn được bình thường, với cây trồng khác bảo đảm thoát tốt
$2250 \div 4000$	C_4	Mạnh	Chỉ thích hợp với cây trồng chịu mặn trên đất thấm và thoát tốt
$4000 \div 6000$	C_5	Rất mạnh	Không thích hợp cho tưới, tuy nhiên có thể sử dụng cho cây trồng chịu mặn, đất thấm lớn và thoát tốt
> 6000	C_6	Quá mạnh	Không thích hợp cho tưới

Bảng 2.7 - Bảng phân loại nước theo giá trị của hệ số khoáng hóa (K_f) (theo Priklonski 1949)

Giá trị của hệ số khoáng hóa K_f	Chất nước	Điều kiện sử dụng nước
> 8	Tốt	Có thể sử dụng tưới không cần biện pháp gì
$18 \div 6$	Thỏa mãn	Cần những biện pháp ngăn ngừa trữ muối trong đất, trừ đất thoát tự nhiên tốt
$5,9 \div 1,2$	Không thỏa mãn	Chỉ có thể sử dụng trên đất thoát mạnh hoặc thoát nhân tạo
$< 1,2$	Yếu	Không sử dụng tưới

Theo điều kiện sử dụng K_f có thể tính theo bảng 2.8.

Bảng 2.8 - Hệ số khoáng hóa (K_f) theo Priklonski và Laptev (ME/l)

Hệ thức tính K_f	Điều kiện sử dụng công thức
$K_f = \frac{228}{5Cl^-}$	$Na^+ < Cl^-$: Biểu thị nước tưới clorua - natri
$K_f = \frac{228}{Na^+ + 4Cl^-}$	$Cl^- < Na^+ < \sum (Cl^- + SO_4^{--})$: Biểu thị nước tưới clorua và sunfat - natri
$K_f = \frac{228}{10Na^+ - 5Cl^- - 9SO_4^{--}}$	$Na^+ > \sum (Cl^- + SO_4^{--})$: Biểu thị nước tưới clorua, sunfat và carbonat - natri

Ví dụ:

$$2 \text{ gr/l clorua} = 2 \cdot \frac{1}{35,5} = 0,056E/l = 56me/l$$

$$lg/l = 1 \cdot \frac{\text{Hóa trị nguyên tử}}{\text{Trọng lượng nguyên tử}} E/l = 1000 \frac{\text{Hóa trị nguyên tử}}{\text{Trọng lượng nguyên tử}} mc/l$$

Phân tích chất nước theo chỉ số SAR hoặc gọi là khả năng hút của Na:

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}} \text{ (tính theo me/l đơn vị nguyên tử Na, Ca, Mg).}$$

Bảng 2.9 - Theo hệ số SAR theo Richards và Romano

Giá trị SAR (me/l)	Loại muối	Độ mặn	Chất nước
< 10	S ₁	Yếu	Tốt đối với tưới trên các loại đất
10 ÷ 18	S ₂	Trung bình	Thích hợp đối với tưới của đất thoát tốt giàu chất hữu cơ và không nhiều sét
18 ÷ 26	S ₃	Mạnh	Được sử dụng tốt đối với điều kiện bảo đảm thoát đầy đủ, rửa nhanh
> 26	S ₄	Rất mạnh	Không thích hợp tưới trên các loại đất

Bảng 2.10 - Theo nồng độ muối hòa tan

Loại nước	Nồng độ (g/l)
Nước ngọt	< 1
Hơi mặn	1 ÷ 5
Mặn nhẹ	5 ÷ 10
Mặn	10 ÷ 30
Mặn nặng	30 ÷ 80

Thích hợp cho tưới là loại có nồng độ muối từ 1 ÷ 5 g/l.

Tùy điều kiện và khả năng thiết bị đo đạc để chọn các chỉ tiêu đánh giá đã nêu trên.

Câu hỏi ôn tập:

1. Hãy phân tích ảnh hưởng của nước đối với cây trồng và cải tạo đất?
2. Hãy nêu các loại độ ẩm trong đất, cơ sở lý luận lựa chọn độ ẩm thích hợp để tưới cho cây trồng cạn, nêu các thiết bị đo nhanh độ ẩm trong đất?
3. Hãy phân tích các dạng nước trong đất và quy luật chuyển động của nó?
4. Hãy nêu nguyên lý điều tiết nước ruộng và ứng dụng của nguyên lý này trong tưới tiêu cho nông nghiệp?
5. Hãy nêu các tiêu chuẩn lý hoá của nước tưới và phương pháp xác định?

Chương 3

CHẾ ĐỘ TƯỚI VÀ YÊU CẦU TƯỚI CHO CÁC LOẠI CÂY TRỒNG

Một trong những tài liệu cơ bản để quy hoạch thủy lợi là yêu cầu cấp nước của các ngành kinh tế, xã hội. Ngành trồng trọt trong nông nghiệp có yêu cầu về cấp nước rất lớn và rất quan trọng nhằm đáp ứng đầy đủ yêu cầu về nước cho các loại cây trồng để cây trồng phát triển tốt và cho năng suất cao. Để xác định được yêu cầu dùng nước đó, chúng ta phải nghiên cứu, tính toán yêu cầu nước của từng loại cây trồng trong những điều kiện cụ thể nhằm tìm ra một chế độ cung cấp nước thích hợp trong suốt quá trình sinh trưởng của cây trồng đó chính là *chế độ tưới* cho cây trồng.

3.1. Ý NGHĨA, NỘI DUNG TÍNH TOÁN CHẾ ĐỘ TƯỚI VÀ CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG

3.1.1. Ý nghĩa và nội dung

Tưới là một vấn đề trong công tác điều tiết nước mặt ruộng, nhằm cung cấp thỏa mãn yêu cầu về nước trong quá trình sinh trưởng của cây trồng. Trong điều kiện tự nhiên nhất định như thời tiết, khí hậu, thổ nhưỡng, địa chất thủy văn, đối với một số loại cây trồng nhất định sẽ có một yêu cầu về cung cấp nước theo một chế độ nhất định gọi là chế độ tưới.

Chế độ tưới là một tài liệu quan trọng trong việc quy hoạch, thiết kế, quản lý, khai thác các hệ thống công trình về tưới.

Dựa vào tài liệu về yêu cầu nước và nguồn nước đồng thời trên cơ sở điều kiện tự nhiên của khu vực mà quy hoạch bố trí hệ thống cấp nước và tính toán thiết kế hệ thống kênh mương, các công trình trên hệ thống dẫn nước nhằm thỏa mãn các yêu cầu về nước cho các ngành.

Chế độ tưới bao gồm những nội dung sau đây:

1. Thời gian cần tưới (ngày tưới chính).
2. Mức tưới mỗi lần: Mức tưới mỗi lần là lượng nước tưới mỗi lần cho một đơn vị diện tích cây trồng nào đó.

Mức tưới thường được biểu thị bằng:

- Lượng nước, ký hiệu m (m^3/ha)
- Lớp nước, ký hiệu h (mm)

Giữa mức tưới m (m^3/ha) và lớp nước trên mặt ruộng h (mm) có mối liên hệ như sau:

$$m = 10h, \quad (m^3/ha) \text{ khi } h \text{ tính bằng (mm)}$$

3. Số lần tưới trong suốt quá trình sinh trưởng của cây trồng.

4. Thời gian tưới mỗi lần: Thời gian thực hiện tưới hết mức tưới mỗi lần, thường ký hiệu là t (ngày).

5. Mức tưới tổng cộng: Mức tưới tổng cộng là lượng nước tưới tổng cộng cho một đơn vị diện tích cây trồng trong suốt thời gian sinh trưởng của cây trồng đó, thường gọi là mức tưới toàn vụ, ký hiệu là M (m^3/ha).

Mức tưới tổng cộng bằng tổng các mức tưới mỗi lần:

$$M = m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n$$

6. Hệ số tưới: Hệ số tưới là lưu lượng nước cần tưới cho một đơn vị diện tích trồng trọt, thường được ký hiệu là q ($l/s-ha$).

Giả sử ta thực hiện mức tưới m (m^3/ha) trong t (ngày) thì hệ số tưới được tính bằng công thức:

$$q = \frac{m}{86,4t}, \quad (l/s-ha)$$

3.1.2. Các yếu tố ảnh hưởng tới chế độ tưới

Chế độ tưới cho một loại cây trồng xác định trong một điều kiện tự nhiên nhất định song các điều kiện tự nhiên lại bao gồm nhiều yếu tố thay đổi rất phức tạp. Những yếu tố này ảnh hưởng trực tiếp tới chế độ tưới. Các yếu tố ảnh hưởng có thể phân thành hai loại:

1. Yếu tố khí hậu: Bao gồm mưa, gió, bốc hơi, nhiệt độ, độ ẩm, bức xạ ánh sáng...
2. Yếu tố phi khí hậu: Bao gồm loại cây trồng, chế độ canh tác gieo cấy, thổ nhưỡng, địa chất thủy văn, điều kiện tổ chức tưới...

Do có nhiều yếu tố ảnh hưởng, những yếu tố đó lại hết sức phức tạp nên việc xác định một chế độ tưới chính xác và phù hợp với thực tế là một điều hết sức khó khăn. Thường phải dựa vào tài liệu tổng kết tưới lâu năm của các hệ thống tưới, trạm thí nghiệm tưới mà rút ra một chế độ tưới thích hợp với vùng đó.

Song thực tế với những vùng mới quy hoạch tưới, hoặc bắt đầu quy hoạch thì những tài liệu về chế độ tưới không có hoặc có nhưng rất ít chưa đủ để xác định một chế độ tưới đại biểu vì vậy bắt buộc chúng ta phải thông qua các yếu tố ảnh hưởng mà tính toán chế độ tưới cho các loại cây trồng.

Những kết quả tính toán cần được kiểm nghiệm lại với những tài liệu đã tổng kết, tiến hành hiệu chỉnh cho hợp lý.

Chế độ tưới được xác định dựa vào phương trình cân bằng nước, viết cho một khu vực trong một thời đoạn nào đó. Trong đó xét sự tương quan giữa lượng nước đến và lượng nước đi trên khu ruộng trồng trọt mà xác định ra mức tưới, thời gian tưới và số lần tưới...

- Lượng nước đến bao gồm:
- + Lượng mưa;
- + Lượng nước mặt chảy từ khu vực khác chảy vào;

- + Lượng nước ngầm có thể sử dụng được.
- Lượng nước đi bao gồm:
 - + Lượng nước bốc hơi mặt ruộng;
 - + Lượng nước ngầm xuống nước ngầm tầng sâu;
 - + Lượng nước mặt chảy khỏi khu vực.

Chúng ta phải lần lượt xác định từng thành phần trong phương trình cân bằng nước đó. Trong các thành phần đó thì lượng bốc hơi mặt ruộng là một đại lượng phụ thuộc vào nhiều yếu tố và khó xác định. Do đó chúng ta đi sâu vào nghiên cứu lượng nước bốc hơi mặt ruộng.

3.2. LƯỢNG BỐC HƠI MẶT RUỘNG, PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH

Trên một khu ruộng trồng trọt bao giờ cũng xảy ra quá trình hao nước do bốc hơi. Lượng nước bốc hơi mặt ruộng bao gồm:

- Lượng bốc hơi khoảng trống;
- Lượng bốc hơi qua lá cây và thân cây để giúp cho quá trình trao đổi chất, lượng nước này được rễ cây hút từ trong tầng đất canh tác.

Lượng nước do cây hút lên có một phần rất nhỏ (khoảng 0,2 %) sẽ tạo thành thân và lá, còn phần lớn sẽ bốc hơi qua mặt lá.

Lượng bốc hơi khoảng trống và lượng bốc hơi mặt lá có liên quan với nhau, cùng chịu ảnh hưởng của những yếu tố tác dụng qua lại lẫn nhau rất phức tạp.

Thí dụ đối với loại cây trồng khác nhau thì sẽ có lượng bốc hơi mặt lá khác nhau đồng thời độ che phủ cũng khác nhau vì vậy lượng bốc hơi khoảng trống cũng sẽ thay đổi theo.

3.2.1. Các yếu tố ảnh hưởng tới lượng bốc hơi mặt ruộng

1. Yếu tố khí hậu

Các yếu tố khí hậu có ảnh hưởng rõ rệt đến lượng bốc hơi mặt ruộng, nếu nhiệt độ càng cao, năng lượng mặt trời cung cấp càng nhiều, tốc độ gió càng lớn, độ ẩm tương đối của không khí càng nhỏ thì lượng bốc hơi mặt ruộng càng lớn và ngược lại. Các yếu tố khí hậu còn ảnh hưởng qua lại lẫn nhau và cùng ảnh hưởng tới lượng bốc hơi mặt ruộng.

2. Loại cây trồng và giai đoạn sinh trưởng

Với mỗi loại cây trồng, trong mỗi thời kỳ sinh trưởng sẽ có cơ cấu mặt lá khác nhau, do đó độ che phủ mặt ruộng khác nhau và lượng bốc hơi mặt ruộng sẽ thay đổi theo. Theo tài liệu của Erughin (Liên bang Nga) thì 1m^2 lá lúa trong 1 giờ nhả ra 13,2g nước, trong khi đó 1m^2 lá bông chỉ nhả ra 8g nước. Chính vì vậy hệ số cây trồng K_c thay đổi theo loại cây trồng và theo giai đoạn sinh trưởng.

3. Biện pháp kỹ thuật nông nghiệp

Các biện pháp kỹ thuật nông nghiệp như hình thức canh tác, chế độ phân bón, mật độ gieo cây đều có ảnh hưởng đến lượng bốc hơi mặt ruộng, vì nó ảnh hưởng đến chế độ nhiệt, không khí và độ che phủ mặt ruộng trồng trọt.

4. Phương pháp tưới và kỹ thuật tưới

Các phương pháp và kỹ thuật tưới đều có ảnh hưởng đến lượng bốc hơi mặt ruộng, vì lượng nước cung cấp cho cây trồng có sự khác nhau. Phương pháp tưới mặt sẽ yêu cầu nước lớn hơn tưới ngầm, phương pháp tưới ẩm cần nước ít hơn các phương pháp tưới khác. Kỹ thuật tưới ẩm lượng bốc hơi và ngầm ít hơn kỹ thuật tưới ngập.

5. Thổ nhưỡng và địa chất thủy văn

Loại đất nặng hoặc đất nhẹ, mực nước ngầm nằm nông hay sâu đều có ảnh hưởng đến lượng bốc hơi mặt ruộng. Vì các yếu tố này có ảnh hưởng đến việc trữ nước của đất, sự vận chuyển nước trong đất, điều kiện cung cấp nước cho cây trồng, cơ cấu cây trồng vì thế ảnh hưởng tới lượng bốc hơi khoảng trống và bốc hơi mặt lá.

3.2.2. Các phương pháp xác định lượng bốc hơi mặt ruộng ET_c

Do chỗ lượng bốc hơi mặt ruộng chịu ảnh hưởng của nhiều nhân tố khác nhau, nên việc xác định một cách chính xác là tương đối khó khăn. Vì vậy nguyên lý chung trong các phương pháp xác định lượng bốc hơi mặt ruộng là phân tích mối quan hệ giữa lượng bốc hơi mặt ruộng với các yếu tố ảnh hưởng chính, quan trọng nào đó rồi thông qua các yếu tố đó tìm ra công thức tính toán lượng bốc hơi mặt ruộng ET_c .

Thực tế cho thấy, tùy theo từng vùng, tùy theo từng loại cây trồng, thậm chí tùy theo quan điểm của người nghiên cứu coi yếu tố này, hoặc yếu tố kia có ảnh hưởng chính đến lượng bốc hơi mặt ruộng mà có nhiều phương pháp xác định ET_c khác nhau. Mỗi phương pháp xác định ET_c đưa ra đều có những ưu khuyết điểm nhất định và được áp dụng thích hợp trong những điều kiện nhất định. Ở đây ta chỉ nghiên cứu một số công thức đang được áp dụng tính toán rộng rãi trên thế giới và trong nước, hầu hết các phương pháp này đề cập đến nhiều yếu tố ảnh hưởng và chủ yếu là các yếu tố khí hậu vì thế kết quả tính toán tương đối phù hợp với thực tế, mặt khác các yếu tố khí hậu có thể được xác định dễ dàng thông qua các trạm khí tượng nên giúp cho việc tính toán trở nên đơn giản và nhanh.

Lượng bốc hơi mặt ruộng thực tế đối với cây trồng nào đó được xác định theo công thức tổng quát:

$$ET_c = K_c \cdot ET_0 \quad (3.1)$$

trong đó:

ET_c - lượng bốc hơi mặt ruộng thực tế theo thời gian tính toán;

ET_0 - lượng bốc hơi tham khảo (bốc hơi chuẩn), tính theo các công thức dựa trên kết quả thực nghiệm trong một điều kiện được xác định nào đó;

K_c - hệ số cây trồng, phụ thuộc vào loại cây trồng và các giai đoạn sinh trưởng của cây trồng được xác định thông qua thực nghiệm.

Sau đây ta sẽ tìm hiểu các công thức tính lượng bốc hơi mặt ruộng thực tế và bốc hơi tham khảo ET_0 .

1. Công thức tính bốc hơi mặt ruộng dựa vào lượng bốc hơi mặt nước tự do (gọi là phương pháp hệ số α)

Các tài liệu thí nghiệm tưới đều đã chứng tỏ các yếu tố khí tượng có quan hệ mật thiết với lượng bốc hơi mặt nước, mà bốc hơi mặt nước tự do lại có quan hệ nhất định với lượng bốc hơi tại mặt ruộng trồng trọt. Vì vậy, có thể dùng lượng bốc hơi mặt nước tự do làm cơ sở để tính lượng bốc hơi mặt ruộng. Công thức có dạng:

$$\text{hoặc:} \quad \left. \begin{array}{l} ET_c = \alpha E_0 \\ ET_c = aE_0 + b \end{array} \right\} \quad (3.2)$$

trong đó:

ET_c - lượng bốc hơi mặt ruộng trong thời gian tính toán (mm);

E_0 - lượng bốc hơi mặt thoáng trong thời đoạn tính toán (mm), giá trị này có thể lấy ở trạm thí nghiệm tưới qua đo đạc hoặc ở trạm khí tượng trong vùng tính toán;

α - hệ số cân nước hoặc là hệ số bốc hơi, là tỷ số giữa lượng bốc hơi mặt ruộng và lượng bốc hơi mặt nước tự do. Theo tài liệu thí nghiệm của Việt Nam, α thay đổi từ $1,34 \div 1,84$;

a, b - các hệ số được xác định thông qua thực nghiệm.

Phương pháp này có ưu điểm là đơn giản, tài liệu bốc hơi mặt nước thoáng dễ thu thập từ các trạm đo đạc khí tượng và tương đối ổn định. Phương pháp được sử dụng phổ biến đối với lúa. Tuy nhiên, với phương pháp này cần lưu ý là ngoài quy cách chậu đo, phương pháp bố trí, hiện trường quan trắc còn phải lưu ý đến điều kiện phi khí hậu (đất đai, địa chất thủy văn, kỹ thuật nông nghiệp và biện pháp thủy lợi...) cũng có ảnh hưởng đến giá trị α , nếu không có sự điều chỉnh hợp lý thì kết quả tính sẽ sai số tương đối lớn, đây cũng là nhược điểm của phương pháp này.

2. Phương pháp lấy năng suất cây trồng làm cơ sở (gọi là phương pháp hệ số K)

Năng suất cây trồng là kết quả tổng hợp của sự tích lũy năng lượng mặt trời với sự điều tiết của các yếu tố đất, nước, phân, nhiệt, không khí và biện pháp nông nghiệp. Trong điều kiện khí hậu nhất định, yêu cầu nước của cây trồng sẽ tăng lên theo sự gia tăng của năng suất, nhưng không phải hoàn toàn theo tỷ lệ thuận. Điều này nói rõ sau khi năng suất cây trồng đạt mức độ nhất định thì việc tăng năng suất không chỉ cần tăng yêu cầu nước mà còn phải nghiên cứu sự tác động của các điều kiện khác.

Hệ thức xác định lượng bốc hơi mặt ruộng theo phương pháp này như sau:

$$\text{hoặc:} \quad \left. \begin{array}{l} ET_c = KY \\ ET_c = KY^n + C \end{array} \right\} \quad (3.3)$$

ET_c - tổng lượng bốc hơi mặt ruộng trong toàn thời kỳ sinh trưởng của cây trồng (m^3/ha);

K - hệ số cân nước của một đơn vị sản lượng (m^3/T);

n, C - hệ số kinh nghiệm và hằng số.

Các trị số K , n , C sẽ được xác định bằng thực nghiệm.

Theo tài liệu thí nghiệm tưới lúa ở Hải Dương thì K thay đổi từ $910 \div 2280 \text{ m}^3/\text{T}$.

Lượng nước cần của từng giai đoạn sinh trưởng có thể xác định theo hệ thức:

$$ET_{ci} = \frac{1}{100} K_i ET_c \quad (3.4)$$

trong đó:

K_i - hệ số biến suất của lượng bốc hơi mặt ruộng, là tỷ số lượng bốc hơi mặt ruộng của từng giai đoạn so với tổng lượng bốc hơi mặt ruộng của cả năm, xác định bằng thí nghiệm, tính theo %.

Phương pháp này có ưu điểm là đơn giản, tuy nhiên năng suất cây trồng không chỉ phụ thuộc vào lượng nước yêu cầu cần cung cấp vì thế quan hệ này không chặt chẽ. Do vậy, phương pháp này chỉ để tham khảo (hiện nay ít được sử dụng).

3. Phương pháp Charov

Phương pháp này dựa trên cơ sở quan hệ giữa lượng bốc hơi mặt ruộng với tổng nhiệt độ trung bình ngày theo giai đoạn sinh trưởng của cây trồng.

Quan hệ được xác định theo công thức:

$$ET_c = e \sum t, \quad (\text{m}^3/\text{ha}) \quad (3.5)$$

trong đó:

ET_c - lượng bốc hơi mặt ruộng theo giai đoạn sinh trưởng của cây trồng (m^3/ha);

$\sum t$ - tổng nhiệt độ trung bình ngày theo giai đoạn sinh trưởng của cây trồng ($^{\circ}\text{C}$);

e - hệ số cần nước của cây trồng ứng với 1°C tăng lên, được xác định từ tài liệu thí nghiệm ở khu vực ($\text{m}^3/\text{ha}/^{\circ}\text{C}$).

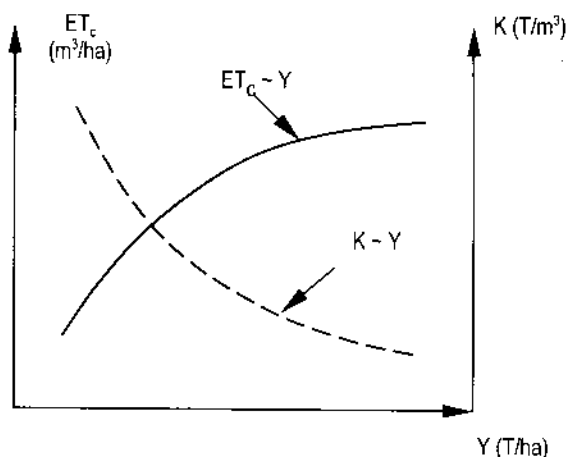
Theo tài liệu thí nghiệm của Đại học Nông nghiệp 1, đối với đồng bằng Bắc Bộ:

- Lúa xuân: $e = 1,66 (\text{m}^3/\text{ha}/^{\circ}\text{C})$;

- Lúa mùa: $e = 1,91 (\text{m}^3/\text{ha}/^{\circ}\text{C})$.

4. Phương pháp Thornthwaite

Phương pháp này do Thornthwaite đề xuất năm 1948, lấy nhiệt độ làm tham số xác định lượng bốc hơi tiềm năng. Do vậy, sưu tầm tài liệu tính toán dễ dàng.



Hình 3.1: Quan hệ $ET_c \sim Y$ và $K \sim Y$

Công thức có dạng:

$$ET_0 = 16 \left(\frac{10t}{I} \right)^a, \text{ (mm/tháng)} \quad (3.6)$$

trong đó:

I - chỉ số nhiệt năm của khu vực, $I = \sum_1^{12} i$;

i - chỉ số nhiệt tháng, được tính theo $i = \left(\frac{t}{5} \right)^{1,514}$;

t - nhiệt độ bình quân tháng ($^{\circ}\text{C}$);

a - số mũ, được xác định theo hệ thức sau:

$$a = \frac{1,6}{108} I + 0,5 \text{ khi } I < 80$$

và: $a = x^3 - x^2 + 2x$ khi $I > 80$ với $x = \frac{8,8}{1000} I$

Hệ thức tính toán chỉ phụ thuộc vào một yếu tố là nhiệt độ. Yếu tố này dễ dàng tìm thấy ở các trạm khí tượng.

5. Phương pháp Blaney - Criddle

Hai tác giả Blaney và Criddle đã tiến hành thực nghiệm nhiều năm và lập quan hệ giữa lượng bốc hơi ET_0 và các yếu tố khí hậu như nhiệt độ, ánh sáng trên vùng đất hạn và bán khô hạn, cuối cùng đưa ra hệ thức:

$$ET_0 = 0,458pC(t + 17,8), \text{ (mm/tháng)} \quad (3.7)$$

p - tỷ số giữa tổng số giờ chiếu sáng của tháng so với tổng số giờ chiếu sáng của cả năm, tính theo %. Nó thay đổi theo vĩ độ và tháng, có thể tra theo bảng 3.10 hoặc theo số liệu thực đo ở các trạm khí tượng.

C - hệ số hiệu chỉnh theo vùng; $C = 1,08$ đối với vùng ẩm, $C = 1,20$ đối với vùng khô hạn;

t - nhiệt độ bình quân tháng ($^{\circ}\text{C}$).

6. Công thức Blaney - Criddle sửa đổi

Dựa trên cơ sở công thức Blaney - Criddle, tổ chức Lương thực của Liên hợp quốc đã tiến hành hiệu chỉnh công thức này, xét thêm các yếu tố khí hậu như tốc độ gió, độ ẩm tương đối tối thiểu của không khí, tỷ số giờ chiếu sáng của mặt trời thực tế so với giờ nắng cực đại và lập đồ thị ET_0 quan hệ với các yếu tố trên. Hệ thức được viết dưới dạng:

$$ET_0 = a + bf, \text{ (mm/ngày)} \quad (3.8)$$

với: $f = p(0,46t + 8)$

trong đó:

p - số phần trăm của số giờ chiếu sáng ban ngày của mỗi ngày so với tổng số giờ chiếu sáng toàn năm phụ thuộc vào vĩ độ của từng vùng và từng tháng trong năm, được tra theo bảng 3.10;

t - nhiệt độ bình quân ngày ($^{\circ}\text{C}$) được tính cho từng tháng;

a, b - những hệ số trong phương trình bậc nhất quan hệ giữa hai đại lượng f và ET_0 . Hệ số a và b phụ thuộc vào các yếu tố như tốc độ gió bình quân U, độ ẩm không khí bình quân nhỏ nhất $H_{\min}$, tỷ số giữa số giờ nắng thực tế và số giờ nắng có khả năng lớn nhất $\frac{n}{N}$ (hình 3.2).

Công thức đã đưa được nhiều yếu tố ảnh hưởng trực tiếp và chủ yếu là các yếu tố khí hậu, do đó độ nhạy và độ chính xác của công thức sẽ được nâng cao.

Để có thể tính toán ET_c cần xác định hệ số K_c theo loại cây trồng thông qua thực nghiệm cho từng loại cây trồng và từng vùng cụ thể, có những điều kiện địa lý và đất đai thổ nhưỡng nhất định.

7. Công thức bức xạ

Lượng bốc hơi tham khảo được thiết lập quan hệ với bức xạ mặt trời, nhiệt độ và độ cao của vùng tưới. Công thức có dạng:

$$ET_0 = CWR_s, \quad (\text{mm/ngày}) \quad (3.9)$$

trong đó:

W - hệ số quan hệ với độ cao khu tưới và nhiệt độ tra bảng 3.4;

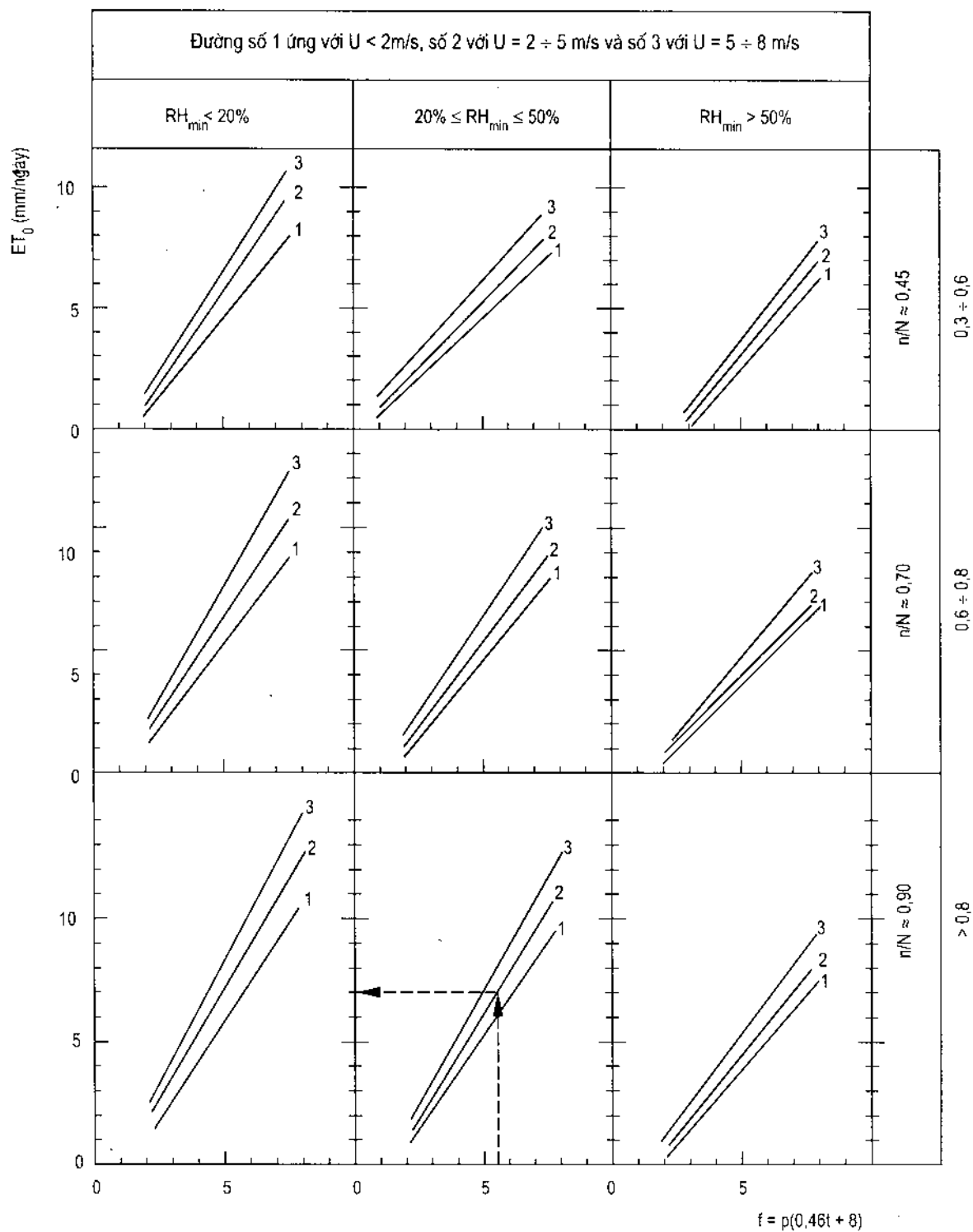
R_s - Bức xạ mặt trời được quy đổi tương ứng với lượng bốc hơi (mm/ngày);

$$R_s = \left(0,25 + 0,5 \frac{n}{N} \right) R_a$$

R_a - bức xạ biên của lớp khí quyển, được xác định theo bảng 3.8;

C - hệ số hiệu chỉnh, có quan hệ với độ ẩm tương đối của không khí bình quân và tốc độ gió ban ngày;

$\frac{n}{N}$ - tỷ số giữa giờ nắng của mặt trời thực đo n và số giờ nắng có khả năng lớn nhất N tra theo bảng 3.5.



Hình 3.2: Biểu đồ xác định ET_0 theo công thức Blaney - Criddle [52]

8. Công thức Penman

Penman một nhà khoa học Anh lần đầu tiên đề xuất công thức của mình (năm 1948) đến năm 1963 cải tiến sang dạng đơn giản. Dựa trên cơ sở cân bằng năng lượng và động lực không khí đã giới thiệu công thức kết hợp.

Cơ sở lý luận là đáng tin cậy, độ chính xác tính toán cao, có thể định lượng bốc hơi tham khảo từ 1 ngày đến 1 tháng. Nếu có sự hiệu chỉnh có thể tính toán theo giờ. Công thức Penman được nghiên cứu hiệu chỉnh qua nhiều trường hợp ở thực tế, do đó, đã tìm ra nhiều dạng công thức. Năm 1979 tổ chức Lương thực của Liên hợp quốc đã thực hiện nhiều kiểm nghiệm ở thực tế để hiệu chỉnh và đưa ra dạng công thức đơn giản, dễ sử dụng như sau :

Công thức có dạng:

$$ET_0 = C [WR_n + (1 - W)f(u)(e_a - e_d)], \quad (\text{mm/ngày}) \quad (3.10)$$

trong đó:

W - yếu tố hiệu chỉnh hiệu quả của bức xạ đối với bốc hơi do nhiệt độ và độ cao khu tưới, $W = f(\text{nhiệt độ, độ cao khu tưới})$, W có thể tra bảng 3.4;

R_n - chênh lệch giữa bức xạ tăng và bức xạ giảm của sóng ngắn và sóng dài (mm/ngày);

$$R_n = R_{ns} - R_{nL}$$

R_{ns} - bức xạ của mặt trời được giữ lại sau khi đã phản xạ đối với mặt đất trồng trọt (mm/ngày):

$$R_{ns} = (1 - \alpha)R_s$$

α - hệ số phản xạ bề mặt diện tích trồng trọt, theo FAO thì $\alpha = 0,25$;

R_s - bức xạ mặt trời (mm/ngày):

$$R_s = \left(0,25 + 0,5 \frac{n}{N}\right) R_a$$

R_a - bức xạ ở lớp biên của lớp khí quyển (mm/ngày), $R_a = f(\text{vĩ độ, tháng})$ và R_n tra bảng 3.8;

R_{nL} - bức xạ toả ra bởi năng lượng hút được ban đầu (mm/ngày):

$$R_{nL} = f(t)f(c_d)f\left(\frac{n}{N}\right)$$

$f(t)$ - hàm hiệu chỉnh về nhiệt độ:

$$f(t) = \frac{118(t + 273)^4 10^{-9}}{L} \quad \text{với } L = 59,7 - 0,055t$$

t - nhiệt độ bình quân ngày;

$f(e_d)$ - hàm hiệu chỉnh về áp suất khí quyển:

$$f(e_d) = 0,34 - 0,044\sqrt{e_d}$$

e_d - áp suất hơi nước thực tế ở nhiệt độ không khí trung bình (mbar):

$$e_d = e_a \frac{H_r}{100}$$

$$f\left(\frac{n}{N}\right) = \left(0,1 + 0,9 \frac{n}{N}\right)$$

e_a - áp suất hơi nước bão hoà, có quan hệ với nhiệt độ không khí, tra theo bảng 3.7;

H_r - độ ẩm tương đối trung bình của không khí (%);

C - hệ số hiệu chỉnh về sự bù trừ của tốc độ gió ban ngày và ban đêm cũng như sự biến đổi của bức xạ mặt trời và độ ẩm tương đối lớn nhất của không khí, tra theo bảng 3.6.

$f(u)$ - hàm hiệu chỉnh về tốc độ gió:

$$f(u) = 0,35(1 + 0,54U_2)$$

U_2 - tốc độ gió ở độ cao 2m, khi độ cao $\neq$ 2m phải hiệu chỉnh. Do đó, khi tính toán sử dụng hệ thức:

$$U_2 = KU_h$$

U_h - tốc độ gió ở độ cao h mét (m/s);

K - hệ số hiệu chỉnh < 1 , tra (bảng 3.1).

Bảng 3.1 - Hệ số hiệu chỉnh tốc độ gió theo độ cao đo gió H_{do} [31]

H_{do} (m)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
K	0,93	0,88	0,85	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	0,74

9. Công thức Penman sửa đổi

Để tiện tính toán không sử dụng bảng tra, năm 1992 FAO đã đưa ra công thức Penman ở dạng khác. Công thức này tiện sử dụng tính toán trên máy vi tính, công thức có dạng:

$$ET_0 = \frac{0,75\Delta(R_n - G) + 1,84\gamma \frac{900}{273 + t} - U_2(e_a - e_d)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34U_2)}, \quad (\text{mm/ngày}) \quad (3.11)$$

trong đó:

t - nhiệt độ bình quân ngày tính toán ($^{\circ}\text{C}$);

Δ - độ nghiêng của đường quan hệ của nhiệt độ với áp suất hơi bão hoà tại nhiệt độ t ($\text{K.P}_a \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}$), Δ được xác định theo hệ thức:

$$\Delta = \frac{4098e_a}{(t + 237)^2}$$

e_a - áp suất hơi nước bão hoà (K.P_a):

$$e_a = 0,611 \exp\left(\frac{17,27t}{t + 237}\right)$$

R_n - giống ý nghĩa như công thức (3.10):

$$R_n = R_{ns} - R_{nl}$$

Với:
$$R_{ns} = 0,77 \left(0,19 + 0,38 \frac{n}{N} \right) R_a$$

$$R_a = 37,6dr(\omega_s \sin \psi \sin \delta + \cos \psi \cos \delta \sin \omega_s)$$

$\omega_s = \arccos(-\tan \psi \tan \delta)$, (rad);

ψ - góc vĩ độ địa lý, (rad);

δ - góc lệch theo ngày, (rad);

$$\delta = 0,409 \sin(0,0172J - 1,39)$$

dr - khoảng cách tương đối theo ngày:

$$dr = 1 + 0,033 \cos(0,0172J)$$

J - số thứ tự theo ngày tính toán;

R_{nl} - theo công thức (3.10):

$$R_{nl} = \frac{118(t + 273)^4 10^{-9} (0,34 - 0,044 \sqrt{e_d}) \left(0,1 + 0,9 \frac{n}{N} \right)}{59,7 - 0,055t}$$

N - số giờ nắng cực đại:

$$N = 7,64 W_s(h)$$

G - thông lượng nhiệt của đất ($\text{MJ/m}^2\text{ngày}$);

Nếu tính G theo ngày thì:

$$G = 0,38(t_i - t_{i-1});$$

t_i, t_{i-1} - nhiệt độ không khí ngày i và $i - 1$, ($^{\circ}\text{C}$);

Nếu tính G theo nhiệt độ bình quân của tháng thì: $G = 0,14(t_m - t_{m-1})$

t_m, t_{m-1} - nhiệt độ bình quân của tháng thứ m và $m - 1$, ($^{\circ}\text{C}$)

γ - hằng số biểu nhiệt độ:

$$\gamma = 0,00163 \frac{P}{\lambda};$$

$$P = 101,3 \left(\frac{293 - 0,0065z}{293} \right)^{5,26}$$

z - cao độ so với mực nước biển (m);

$$\lambda = 2,501 - 2,361 \cdot 10^{-3}t;$$

U_2 - tốc độ gió ở độ cao 2 mét (m/s)

$$U_2 = \frac{4,87}{\ln(67,8 \cdot h - 5,42)} \cdot U_h$$

h - chiều cao cột đo gió (m);

U_h - tốc độ gió ở độ cao h (m/s).

Ưu điểm của công thức cải tiến là các yếu tố trong công thức có thể tính trực tiếp theo hệ thức không qua bảng tra nhưng việc tính toán phức tạp hơn so với công thức cũ.

Thí dụ tính toán theo công thức này xem các bảng 3.2 và 3.3.

Bảng 3.2 - Bảng tính toán bốc hơi theo công thức Penman tại trạm Kỳ Anh - Hà Tĩnh

Tháng	t^o (C)	H_t (%)	v (m/s)	v_2 (m/s)	n (h)	W	$1-W$	$f(v)$	e_a	e_d	$e_s - e_d$	N (h)	n/N	R_a	R_s	L	$f(t)$	$f(e_d)$	R_{nl}	R_o	C	ET_n
I	17,7	90	2,2	1,65	2,65	0,66	0,34	0,66	19,99	17,99	2,00	11,14	0,24	11,70	4,32	3,24	58,73	0,15	0,69	2,25	1	2,13
II	18,4	92	2,2	1,65	2,08	0,66	0,34	0,66	20,99	19,31	1,68	11,54	0,18	13,10	4,46	3,34	58,69	0,15	0,55	2,79	1	2,22
III	20,9	91	1,8	1,35	2,87	0,70	0,30	0,61	24,88	22,64	2,24	12,00	0,24	14,45	5,34	4,01	58,55	0,13	0,60	3,41	1	2,79
IV	24,5	87	1,8	1,35	5,20	0,74	0,26	0,61	31,34	27,26	4,07	12,56	0,41	15,60	7,13	5,35	58,35	0,11	0,79	4,56	1	4,02
V	28,0	79	2,3	1,73	7,59	0,77	0,23	0,68	38,59	30,49	8,10	12,96	0,59	16,03	8,70	6,53	58,16	0,10	0,97	5,56	1	5,54
VI	29,6	73	3,1	2,33	7,21	0,78	0,22	0,79	42,23	30,83	11,40	13,16	0,55	16,05	8,41	6,31	58,07	0,10	0,95	5,36	1	6,16
VII	29,8	70	3,4	2,55	8,61	0,78	0,22	0,83	42,70	29,89	12,81	13,06	0,66	16,05	9,30	6,98	58,06	0,10	1,17	5,80	1	6,87
VIII	28,9	76	2,5	1,88	6,11	0,78	0,22	0,70	40,62	30,87	9,75	12,71	0,48	15,77	7,73	5,80	58,11	0,10	0,87	4,93	1	5,36
IX	26,8	83	2,0	1,50	6,79	0,76	0,24	0,63	36,00	29,88	6,12	12,26	0,55	14,93	7,87	5,90	58,23	0,10	1,00	4,90	1	4,65
X	24,4	88	2,4	1,80	4,25	0,73	0,27	0,69	31,14	27,41	3,74	11,74	0,36	13,68	5,90	4,42	58,36	0,11	0,76	3,66	1	3,37
XI	21,5	88	2,7	2,03	2,66	0,70	0,30	0,73	25,88	22,78	3,11	11,30	0,24	12,10	4,45	3,34	58,52	0,13	0,64	2,70	1	2,57
XII	18,8	88	2,5	1,88	2,99	0,67	0,33	0,70	21,58	18,99	2,59	11,04	0,27	11,23	4,33	3,25	58,67	0,15	0,77	2,48	1	2,26

Bảng 3.3 - Bảng tính toán bốc hơi theo công thức Penman sửa đổi tại trạm Kỳ Anh - Hà Tĩnh

Tháng	t'' (°C)	e_a	Δ	H_r	e_d	J	d_r	δ	ω_s	R_a	$n(h)$	R_n	R_{nL}	R_{ns}	G	P	λ	γ	v_h	v_2	ET_0
I	17.7	1.75	0.085	90	1.57	15	1.03	-0.37	1.45	30.48	2.65	11.05	1.29	6.60	-0.15	101.16	2.46	0.07	2.2	1.65	2.41
II	18.4	1.82	0.088	92	1.67	46	1.02	-0.23	1.50	32.53	2.08	11.43	1.08	6.49	0.10	101.16	2.46	0.07	2.2	1.65	2.29
III	20.9	2.09	0.099	91	1.90	74	1.01	-0.05	1.56	35.29	2.86	11.88	1.33	7.65	0.35	101.16	2.45	0.07	1.8	1.35	2.74
IV	24.5	2.53	0.117	87	2.20	105	0.99	0.17	1.62	38.52	5.20	12.41	2.08	10.36	0.50	101.16	2.44	0.07	1.8	1.35	3.95
V	28.0	3.05	0.138	79	2.41	135	0.98	0.33	1.68	40.86	7.59	12.84	2.86	13.05	0.49	101.16	2.43	0.07	2.3	1.73	5.76
VI	29.6	3.31	0.148	73	2.42	166	0.97	0.41	1.71	41.85	7.21	13.06	2.76	12.88	0.22	101.16	2.43	0.07	3.1	2.33	6.94
VII	29.8	3.34	0.149	70	2.34	196	0.97	0.38	1.70	41.28	8.61	12.97	3.25	14.06	0.03	101.16	2.43	0.07	3.4	2.55	7.81
VIII	28.9	3.19	0.144	76	2.43	227	0.98	0.24	1.65	39.23	6.11	12.60	2.46	11.31	-0.13	101.16	2.43	0.07	2.5	1.88	5.90
IX	26.8	2.86	0.130	83	2.37	258	0.99	0.04	1.58	36.18	6.79	12.09	2.70	11.23	-0.29	101.16	2.44	0.07	2.0	1.50	4.89
X	24.4	2.52	0.117	88	2.22	288	1.01	-0.17	1.52	33.12	4.25	11.59	1.87	8.40	-0.34	101.16	2.44	0.07	2.4	1.80	3.57
XI	21.5	2.16	0.102	88	1.90	319	1.02	-0.33	1.46	30.81	2.66	11.15	1.33	6.66	-0.41	101.16	2.45	0.07	2.7	2.03	2.95
XII	18.8	1.86	0.089	88	1.64	349	1.03	-0.41	1.43	29.89	6.77	10.94	1.43	6.77	-0.38	101.16	2.46	0.07	2.5	1.88	2.72

Bảng 3.4 - Yếu tố hiệu chỉnh (W) của bức xạ đối với bốc hơi ở các nhiệt độ và độ cao khác nhau [40]

$t^{\circ}\text{C}$ Cao độ	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
0 m	0,43	0,46	0,49	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,68	0,71	0,73	0,75	0,77	0,78	0,80	0,82	0,83	0,84	0,86
500	0,44	0,48	0,51	0,54	0,57	0,60	0,62	0,65	0,67	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86
1000	0,46	0,49	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73	0,75	0,77	0,79	0,80	0,82	0,83	0,85	0,86	0,87
2000	0,49	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73	0,75	0,77	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88
3000	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73	0,75	0,77	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89
4000	0,54	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73	0,75	0,77	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86	0,87	0,89	0,90	0,90

Bảng 3.5 - Độ dài thiên văn ngày bình quân của giờ chiếu sáng (N) theo tháng và vĩ độ [40]

Vĩ độ	Bắc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	Nam	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI
50°		8,5	10,1	11,8	13,8	15,4	16,3	15,9	14,5	12,7	10,8	9,1	8,1
48°		8,8	10,2	11,8	13,6	15,2	16,0	15,6	14,3	12,6	10,9	9,3	9,3
46°		9,1	10,4	11,9	13,5	14,9	15,7	15,4	14,2	12,6	10,9	9,5	8,7
44°		9,3	10,5	11,9	13,4	14,7	15,4	15,2	14,0	12,6	11,0	9,7	8,9
42°		9,4	10,6	11,9	13,4	14,6	15,2	14,9	13,9	12,6	11,1	9,8	9,1
40°		9,6	10,7	11,9	13,3	14,4	15,0	14,7	13,7	12,5	11,2	10,0	9,3
35°		10,1	11,0	11,9	13,1	14,0	14,5	14,3	13,5	12,4	11,3	10,3	9,8
30°		10,4	11,1	12,0	12,9	13,6	14,0	13,9*	13,2	12,4	11,5	10,6	10,2
25°		10,7	11,3	12,0	12,7	13,3	13,7	13,5	13,0	12,3	11,6	10,9	10,6
20°		11,0	11,5	12,0	12,6	13,1	13,3	13,2	12,8	12,3	11,7	11,2	10,9
15°		11,3	11,6	12,0	12,5	12,8	13,0	12,9	12,6	12,2	11,8	11,4	11,2
10°		11,6	11,8	12,0	12,3	12,6	12,7	12,6	12,4	12,1	11,8	11,6	11,5
5°		11,8	11,9	12,0	12,2	12,3	12,4	12,3	12,3	12,1	12,0	11,9	11,8
0°		12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1

Bảng 3.6 - Hệ số hiệu chỉnh C đối với công thức Penman [40]

Độ ẩm	$RH_{\max} = 30\%$				$RH_{\max} = 60\%$				$RH_{\max} = 90\%$			
R_a mm/ngày U ngày m/s	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
U ngày/đêm = 4.0												
0	0,86	0,90	1,00	1,00	0,96	0,98	1,05	1,05	1,02	1,06	1,10	1,10
3	0,79	0,84	0,92	0,97	0,92	1,00	1,11	1,19	0,99	1,10	1,27	1,32
6	0,68	0,77	0,87	0,93	0,85	0,96	1,11	1,19	0,94	1,10	1,26	1,33
9	0,55	0,65	0,78	0,90	0,76	0,88	1,02	1,14	0,88	1,01	1,16	1,27

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
U ngày/đêm = 3,0												
0	0,86	0,90	1,00	1,00	0,96	0,98	1,05	1,05	1,02	1,06	1,10	1,10
3	0,76	0,81	0,88	0,94	0,87	0,96	1,05	1,12	0,94	1,04	1,18	1,28
6	0,61	0,68	0,81	0,88	0,77	0,88	1,02	1,10	0,86	1,01	1,15	1,22
9	0,46	0,56	0,72	0,82	0,67	0,79	0,88	1,05	0,78	0,92	1,06	1,18
U ngày/đêm = 2,0												
0	0,86	0,90	1,00	1,00	0,96	0,98	1,05	1,05	1,02	1,06	1,10	1,10
3	0,69	0,76	0,85	0,92	0,83	0,91	0,99*	1,05*	0,89	0,98	1,10*	1,14*
6	0,53	0,61	0,74	0,84	0,70	0,80	0,94	1,02	0,79	0,92	1,05	1,12
9	0,37	0,48	0,65	0,76	0,59	0,70	0,84	0,95	0,71	0,81	0,96	1,06
U ngày/đêm = 1,0												
0	0,86	0,90	1,00	1,00	0,96	0,98	1,05	1,05	1,02	1,06	1,10	1,10
3	0,64	0,71	0,82	0,89	0,78	0,86	0,94*	0,99*	0,85	0,92	1,01*	1,05*
6	0,43	0,53	0,68	0,79	0,62	0,70	0,84	0,93	0,72	0,82	0,95	1,00
9	0,27	0,41	0,59	0,70	0,50	0,60	0,75	0,87	0,62	0,72	0,87	0,96

Bảng 3.7 - Áp suất hơi bão hoà (e_a) quan hệ với nhiệt độ không khí (t) [40]

Nhiệt độ (°C)	Áp suất hơi bão hoà (mbar)	Nhiệt độ (°C)	Áp suất hơi bão hoà (mbar)	Nhiệt độ (°C)	Áp suất hơi bão hoà (mbar)	Nhiệt độ (°C)	Áp suất hơi bão hoà (mbar)
0	6,1	12	14,0	24	29,8	36	59,4
1	6,6	13	15,0	25	31,7	37	62,8
2	7,1	14	16,1	26	33,6	38	66,3
3	7,6	15	17,0	27	35,7	39	69,9
4	8,1	16	18,2	28	37,8	40	73,8
5	8,7	17	19,4	29	40,1	50	123,4
6	9,3	18	20,6	30	42,4	60	199,3
7	10,0	19	22,0	31	44,9	70	311,7
8	10,7	20	23,4	32	47,6	80	473,7
9	11,5	21	24,9	33	50,3	90	701,1
10	12,3	22	26,4	34	53,2	100	1013,3
11	13,1	23	28,1	35	56,2		

Bảng 3.8 - Bức xạ của mặt trời trên biên giới của khí quyển (R_a) mm/ngày [40]

Vĩ độ Bắc	Tháng											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
50°	3,8	6,1	9,4	12,7	15,8	17,1	16,4	14,1	10,9	7,4	4,5	3,2
48°	4,3	6,6	9,8	13,0	15,9	17,2	16,5	14,3	11,2	7,8	5,0	3,7
46°	4,9	7,1	10,3	13,3	16,0	17,2	16,6	14,5	11,5	8,3	5,5	4,3
44°	5,3	7,6	10,6	13,7	16,1	17,2	16,6	14,7	11,9	8,7	6,0	4,7
42°	5,9	8,1	11,0	14,0	16,2	17,3	16,7	15,0	12,2	9,1	6,5	5,2
40°	6,4	8,6	11,4	14,3	16,4	17,3	16,7	15,2	12,5	9,6	7,0	5,7
38°	6,9	9,0	11,8	14,5	16,4	17,2	16,7	15,3	12,8	10,0	7,5	6,1
36°	7,4	9,4	12,1	14,7	16,4	17,2	16,7	15,4	13,1	10,6	8,0	6,6
34°	7,9	9,8	12,4	14,8	16,5	17,1	16,6	15,5	13,4	10,8	8,5	7,2
32°	8,3	10,2	12,8	15,0	16,5	17,0	16,8	15,6	13,6	11,2	9,0	7,8
30°	8,9	10,7	13,1	15,2	16,5	17,0	16,8	15,7	13,9	11,6	9,5	8,3
28°	9,3	11,1	13,4	15,3	16,5	16,8	16,7	15,7	14,1	12,0	9,9	8,8
26°	9,8	11,5	13,7	15,3	16,4	16,7	16,6	15,7	14,3	12,3	10,3	9,3
24°	10,2	11,9	13,9	15,4	16,4	16,6	16,5	15,8	14,5	12,6	10,7	9,7
22°	10,7	12,3	14,2	15,5	16,3	16,4	16,4	15,8	14,6	13,0	11,2	10,2
20°	11,2	12,7	14,4	15,6	16,3	16,4	16,3	15,9	14,8	13,3	11,6	10,7
18°	11,6	13,0	14,6	15,6	16,1	16,1	16,1	15,8	14,9	13,6	12,0	11,1
16°	12,0	13,3	14,7	15,6	16,0	15,9	15,9	15,7	15,0	13,9	12,4	11,6
14°	12,4	13,6	14,9	15,7	15,8	15,7	15,7	15,7	15,1	14,1	12,8	12,0
12°	12,6	13,9	15,1	15,7	15,7	15,5	15,5	15,6	15,2	14,4	13,3	12,5
10°	13,2	14,2	15,3	15,7	15,5	15,3	15,3	15,5	15,3	14,7	13,6	12,9
8°	13,4	14,5	15,3	15,6	15,3	15,0	15,1	15,4	15,3	14,8	13,9	13,3
6°	13,9	14,8	15,4	15,4	15,1	14,7	14,9	15,2	15,3	15,0	14,5	13,7
4°	14,3	15,0	15,5	15,5	14,9	14,4	14,6	15,1	15,3	15,1	14,2	13,7
2°	14,7	15,3	15,6	15,3	14,6	14,2	14,3	14,9	15,3	15,3	14,8	14,4
0°	15,0	15,5	15,7	15,3	14,4	13,9	14,1	14,8	15,5	15,4	15,1	14,8

**Bảng 3.10 - Số phần trăm (p) của số giờ chiếu sáng bình quân ngày
so với số giờ chiếu sáng của năm [40]**

Vĩ độ	Bắc Nam	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
		VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI
60°		0,15	0,20	0,26	0,32	0,38	0,41	0,40	0,34	0,28	0,22	0,17	0,13
58°		0,16	0,21	0,26	0,32	0,37	0,40	0,39	0,34	0,28	0,23	0,18	0,15
56°		0,17	0,21	0,26	0,32	0,36	0,39	0,38	0,33	0,28	0,23	0,18	0,16
54°		0,18	0,22	0,26	0,31	0,36	0,38	0,37	0,33	0,28	0,23	0,19	0,17
52°		0,19	0,22	0,27	0,31	0,35	0,37	0,36	0,33	0,28	0,24	0,20	0,17
50°		0,19	0,23	0,27	0,31	0,34	0,36	0,35	0,32	0,28	0,24	0,20	0,18
48°		0,20	0,23	0,27	0,31	0,34	0,36	0,35	0,32	0,28	0,24	0,21	0,19
46°		0,20	0,23	0,27	0,30	0,34	0,35	0,34	0,32	0,28	0,24	0,21	0,20
44°		0,21	0,24	0,27	0,30	0,33	0,35	0,34	0,31	0,28	0,25	0,22	0,20
42°		0,21	0,24	0,27	0,30	0,33	0,34	0,33	0,31	0,28	0,25	0,22	0,21
40°		0,22	0,24	0,27	0,30	0,32	0,34	0,33	0,31	0,28	0,25	0,22	0,21
35°		0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	0,32	0,32	0,30	0,28	0,25	0,23	0,22
30°		0,24	0,25	0,27	0,29	0,31	0,32	0,31	0,30	0,28	0,26	0,24	0,23
25°		0,24	0,26	0,27	0,29	0,30	0,31	0,31	0,29	0,28	0,26	0,25	0,24
20°		0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,30	0,29	0,28	0,26	0,25	0,25
15°		0,26	0,26	0,27	0,28	0,29	0,29	0,29	0,28	0,28	0,27	0,26	0,25
10°		0,26	0,27	0,27	0,28	0,28	0,29	0,29	0,28	0,28	0,27	0,26	0,26
5°		0,27	0,27	0,27	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,27	0,27	0,27
0°		0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27

Bảng 3.11 - Hệ số K_c của cây lúa nước tại một số vùng [40]

Thời kỳ	Miền Bắc		Miền Trung			Miền Nam		
	Đ.Xuân	Mùa	Đ.Xuân	Hè Thu	Mùa	Đ.Xuân	Hè Thu	Mùa
Mạ	1,34	1,40	1,34	1,45	1,60	1,04	0,91	0,93
Cây - Bến rễ	1,34	1,40	1,34	1,45	1,60	1,08	1,05	0,99
Đẻ nhánh	1,50	1,55	1,50	1,60	1,65	1,08	1,15	1,06
Đứng cái	1,60	1,70	1,65	1,70	1,75	1,04	1,21	1,17
Làm đồng - Trổ bông	1,75	1,65	1,70	1,85	1,90	1,02	1,21	1,16
Ngậm sữa - Chác xanh	1,70	1,84	2,06	2,06	2,06	1,02	1,19	1,08
Chác xanh - Chín	1,70	1,84	2,06	2,06	2,06	1,03	1,13	0,96

Bảng 3.12 - Hệ số K_c của cây trồng mẫu và cây công nghiệp

Tên cây trồng	Thời kỳ sinh trưởng				
	Bắt đầu	Thời kỳ phát triển	Giữa vụ	Cuối vụ	Thu hoạch
Chuối nhiệt đới	$0,4 \div 0,5$	$0,70 \div 0,85$	$1,0 \div 1,1$	$0,9 \div 1,0$	$0,75 \div 0,85$
Đậu	$0,3 \div 0,4$	$0,65 \div 0,75$	$0,95 \div 1,05$	$0,90 \div 0,95$	$0,85 \div 0,95$
Cải bắp	$0,4 \div 0,5$	$0,7 \div 0,8$	$0,95 \div 1,1$	$0,9 \div 1,0$	$0,80 \div 0,95$
Bông	$0,4 \div 0,5$	$0,7 \div 0,8$	$1,05 \div 1,25$	$0,8 \div 0,9$	$0,65 \div 0,70$
Nho	$0,35 \div 0,55$	$0,6 \div 0,8$	$0,7 \div 0,9$	$0,6 \div 0,8$	$0,55 \div 0,70$
Lạc	$0,4 \div 0,5$	$0,7 \div 0,8$	$0,95 \div 1,10$	$0,75 \div 0,85$	$0,55 \div 0,60$
Ngô	$0,3 \div 0,5$	$0,7 \div 0,9$	$1,05 \div 1,20$	$1,10 \div 1,15$	$0,95 \div 1,10$
Hành	$0,4 \div 0,6$	$0,7 \div 0,8$	$0,95 \div 1,10$	$0,85 \div 0,90$	$0,75 \div 0,85$
Đậu Hà Lan	$0,4 \div 0,5$	$0,70 \div 0,85$	$1,05 \div 1,20$	$1,00 \div 1,15$	$0,95 \div 1,1$
Đậu nành	$0,3 \div 0,4$	$0,70 \div 0,80$	$1,00 \div 1,15$	$0,70 \div 0,80$	$0,4 \div 0,5$
Khoai	$0,4 \div 0,5$	$0,7 \div 0,8$	$1,05 \div 1,20$	$0,85 \div 0,95$	$0,70 \div 0,75$
Thuốc lá	$0,4 \div 0,5$	$0,7 \div 0,8$	$1,0 \div 1,2$	$0,90 \div 1,00$	$0,75 \div 0,85$
Cà chua	$0,4 \div 0,5$	$0,7 \div 0,8$	$1,05 \div 1,25$	$0,80 \div 0,95$	$0,60 \div 0,65$
Dưa hấu	$0,3 \div 0,4$	$0,7 \div 0,8$	$0,95 \div 1,05$	$0,80 \div 0,90$	$0,65 \div 0,75$

Nguồn: Theo đề tài KC12 - Đề tài cấp Nhà nước đã nghiệm thu.

3.3. TÍNH TOÁN CHẾ ĐỘ TUỚI CHO LÚA

Lúa là loại cây trồng chịu ngập, do đó chế độ tưới là chế độ tưới ngập. Trong quá trình sinh trưởng của lúa trên mặt ruộng sẽ duy trì một lớp nước thích hợp theo công thức tưới tầng sản. Việc tính toán chế độ tưới cho lúa là dựa trên phương trình cân bằng nước mặt ruộng. Giải phương trình cân bằng nước mặt ruộng, kết hợp với điều kiện ràng buộc ta sẽ xác định được chế độ tưới.

3.3.1. Tính toán chế độ tưới cho lúa theo quan điểm gieo cấy đồng thời

Với quan điểm này thời kỳ làm đất và thời kỳ sinh trưởng của lúa là tách rời nhau để tính toán.

Mức tưới tổng hợp của một vụ gieo cấy được xác định theo phương trình:

$$M = M_1 + M_2 \quad (3.12)$$

M_1 - mức tưới thời kỳ làm đất (m^3/ha);

M_2 - mức tưới dưỡng cho lúa (m^3/ha).

1. Xác định mức tưới thời kỳ làm đất

$$M_1 = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 - 10CP, \quad (m^3/ha) \quad (3.13)$$

W_1 - lượng nước cần thiết để làm bão hoà tầng đất canh tác:

$$W_1 = 10AH(1 - \beta_0), \quad (\text{m}^3/\text{ha})$$

A - độ rỗng của đất theo thể tích (% thể tích đất);

H - độ sâu tầng đất canh tác (mm);

β_0 - độ ẩm ban đầu của đất, tính theo %A;

W_2 - lượng nước cần để tạo thành lớp nước mặt ruộng, xác định theo:

$$W_2 = 10a, \quad (\text{m}^3/\text{ha})$$

a - độ sâu cần tạo thành lớp nước mặt ruộng để cấy (mm);

W_3 - lượng nước ngấm ổn định thời kỳ làm đất, được xác định theo:

$$W_3 = 10K \frac{H+a}{H} (t_a - t_b), \quad (\text{m}^3/\text{ha})$$

K - hệ số ngấm của đất (mm/ngày);

t_a - thời gian làm đất (ngày);

t_b - thời gian bão hoà tầng đất canh tác (ngày), t_b có thể xác định theo:

$$t_b = \left(\frac{AH(1 - \beta_0)}{K_0} \right)^{1-\alpha}$$

với:

$$K_0 = \frac{K_1}{1 - \alpha}$$

K_1 - cường độ ngấm hút ở cuối đơn vị thời gian thứ nhất (mm/ngày);

α - chỉ số ngấm của đất;

W_4 - lượng bốc hơi mặt nước tự do trong thời kỳ làm đất, xác định theo:

$$W_4 = 10 \cdot \bar{e} \cdot t_a$$

$\bar{e}$ - cường độ bốc hơi mặt nước tự do thời kỳ làm đất (mm/ngày);

t_a - thời gian làm đất (ngày);

10CP - lượng nước mưa sử dụng được trong thời kỳ làm đất;

C - hệ số sử dụng nước mưa;

P - lượng mưa thực tế (mm).

2. Xác định chế độ tưới dưỡng

Chế độ tưới dưỡng sau khi gieo cấy được xác định theo phương trình cân bằng nước mặt ruộng:

$$h_{ci} = h_{0i} + \sum m_i + \sum P_i - \sum (K_i + e_i) - \sum C \quad (3.14)$$

trong đó:

h_{ci} - lớp nước mặt ruộng cuối thời đoạn tính toán (mm);

h_{0i} - lớp nước mặt ruộng đầu thời đoạn tính toán thường tính theo ngày (mm);

Σm_i - lượng nước tưới trong thời đoạn tính toán (mm);

ΣP_i - lượng nước mưa trong thời đoạn tính toán (mm);

ΣK_i - lượng nước ngấm xuống đất trong thời đoạn tính toán (mm/ngày);

Σe_i - lượng bốc hơi mặt ruộng trong thời đoạn tính toán (mm/ngày);

ΣC - lượng nước tháo đi trong thời đoạn tính toán. Khi lớp nước mặt ruộng lớn hơn độ sâu lớp nước cho phép phải tháo đi, do đó $\Sigma C = h_i - a_{\max}$.

Điều kiện ràng buộc của phương trình (3.14):

$$[a_{\min}] \leq h_{ci} \leq [a_{\max}]$$

Phương trình (3.14) có hai ẩn, đó là h_{ci} và Σm_i . Ta sẽ giải theo phương pháp đúng dần, giả định Σm_i sau đó tính h_{ci} theo phương trình (3.14) rồi kiểm tra điều kiện ràng buộc trên, nếu thỏa mãn là được.

Ta sẽ giải theo phương pháp lập bảng (xem ví dụ tính toán ở bảng 3.13).

Phương pháp này có ưu điểm là khống chế được mức tưới đồng đều trong suốt thời gian sinh trưởng, do đó hệ số tưới sẽ đồng đều. Mặt khác cách tính đơn giản, bảo đảm độ chính xác cao so với phương pháp đồ thị. Hiện tại ta sử dụng máy vi tính để giải càng tiện lợi, có thể xem sơ đồ khối tính toán (hình 3.3) và ví dụ tính toán.

Hiện nay một số nơi thường dùng chương trình CROPWAT để tính toán chế độ tưới cho lúa và cây trồng cạn. Chương trình do FAO biên soạn, sử dụng đơn giản vì có chương trình mẫu.

Cơ sở của chương trình cũng dựa trên phương trình cân bằng nước mặt ruộng:

Với cây trồng cạn: $IRR_{eq} = ET_c - P_{ef}$

Với cây lúa: $IRR_{eq} = ET_c + P_{erc} + LP_{rep} - P_{ef}$

trong đó:

IRR_{eq} - lượng nước yêu cầu tưới của cây trồng (mm/10 ngày);

ET_c - lượng bốc hơi mặt ruộng của cây trồng (mm/10 ngày);

P_{ef} - lượng nước mưa hiệu quả (mm/10 ngày);

LP_{rep} - lượng nước làm đất (mm/10 ngày);

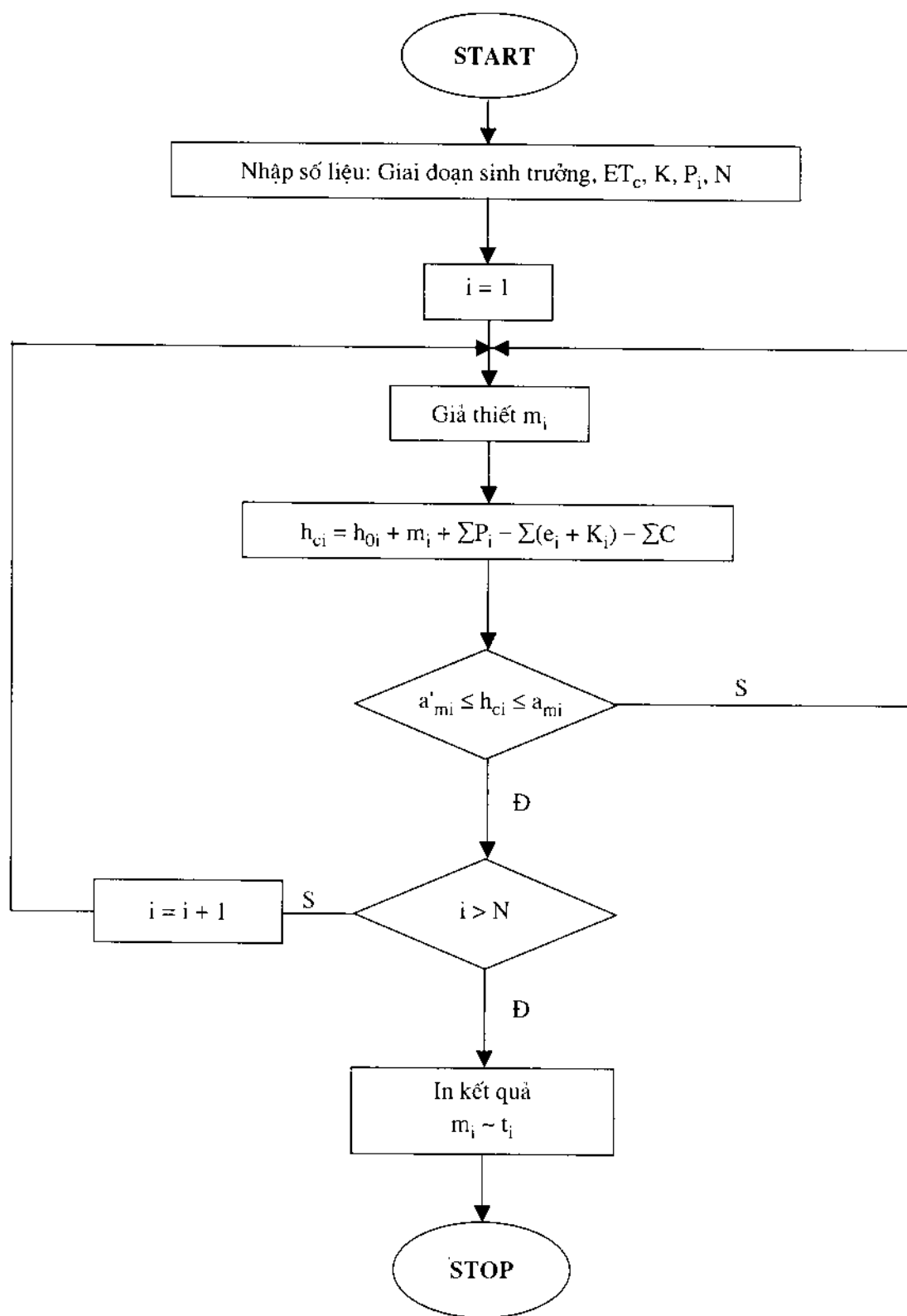
P_{erc} - lượng nước ngấm ổn định (mm/10 ngày).

Tuy vậy chương trình cũng có một số hạn chế:

- Phương trình cân bằng nước mặt ruộng chưa thể hiện đầy đủ các yếu tố và điều kiện ràng buộc, do đó kết quả đạt được sẽ bị giới hạn.

- Thời đoạn tính toán theo 10 ngày, như vậy tính toán mưa theo 10 ngày sẽ không chính xác, vì mưa thay đổi từng ngày, đặc biệt đối với vùng mưa nhiều như ở nước ta.

Vì vậy chương trình CROPWAT thích hợp cho vùng khô hạn ít mưa và cho cây trồng cạn, tùy tình hình cụ thể mà sử dụng.



Hình 3.3 - Sơ đồ khối tính chế độ tưới lúa khi gieo cấy đồng thời

**Bảng 3.13 - Kết quả tính toán chế độ tưới dưỡng cho lúa vụ Đông Xuân (M_2)
theo quan điểm gieo cấy đồng thời**

Tháng	Ngày	Giai đoạn sinh trưởng	Công thức tưới	Lượng nước hao (mm)	Lượng mưa (mm)	Mức tưới (mm)	Sự thay đổi lớp nước mặt ruộng (mm)	Lớp nước tháo đi (mm)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	14	Cây - Đẻ nhánh					0	
	15		30 - 80	5,66		50	44,34	
	16			5,66			38,68	
	17			5,66			33,02	
	18			5,66		50	77,36	
	19			5,66			71,70	
	20			5,66	1,30		67,34	
	21			5,66			61,68	
	22			5,66			56,62	
	23			5,66			50,36	
	24			5,66			44,70	
	25			5,66	12,80		51,84	
	26			5,66	4,71		50,89	
	27			5,66			45,23	
	28			5,66	0,51		40,08	
	29			5,66	1,33		35,75	
	30			5,66	2,56		32,65	
	31			5,66		50	76,99	
2	1	Cây - đẻ nhánh		5,96			71,03	
	2			5,96			65,07	
	3			5,96			59,11	
	4			5,96			53,15	
	5			5,96	0,10		47,29	
	6	Đẻ nhánh - Làm đồng		6,96	0,61		40,94	
	7			6,96	0,10		34,08	
	8			6,96	0,82	50	77,94	
	9			6,96			70,98	
	10			6,96	0,10		64,12	
	11			6,96	0,82		57,98	
	12			6,96	0,10		51,12	
	13			6,96	0,21		44,37	
	14			6,96	0,10		37,51	
	15			6,96			30,55	
	16			6,96		50	73,59	
	17			6,96			66,63	
	18			6,96	0,21		59,88	

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
2	19	Đẻ nhánh - Lâm dòng		6,96			52,92	
	20			6,96	0,10		46,06	
	21			6,96	1,13		40,23	
	22			6,96	3,07		36,34	
	23			6,96	6,55	50	79,38	
	24			6,96	2,15		74,57	
	25			6,96			67,61	
	26			6,96	0,10		60,75	
	27			6,96	25,91		79,70	
	28			6,96	0,21		72,74	
3	1	Đẻ nhánh - Lâm dòng		8,41			64,33	
	2			8,41			55,92	
	3			8,41	0,10		47,61	
	4			8,41	2,25		41,45	
	5	Lâm dòng - Trổ bông		8,75	2,15		34,85	
	6			8,75		50	76,10	
	7			8,75			67,35	
	8			8,75			58,60	
	9			8,75	1,84		51,69	
	10			8,75	3,89		46,83	
	11			8,75	0,99		39,07	
	12			8,75	1,02		31,34	
	13			8,75	0,31	50	72,90	
	14			8,75			64,19	
	15			8,75			55,40	
	16			8,75			46,65	
	17			8,75			37,90	
	18			8,75		50	79,15	
	19			8,75			70,40	
	20			8,75			61,65	
	21			8,75			52,90	
	22			8,75			44,15	
	23			8,75			35,40	
	24			8,75		50	76,65	
	25			8,75			67,90	
	26			8,75			59,15	
	27			8,75	0,21		50,40	
	28			8,75			41,65	
	29			8,75			32,90	
	30			8,75	6,04	50	80,19	
	31			8,75	4,51		75,95	

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
	1	Làm dòng		12,47			63,48	
	2	Trở bông		12,47	0,21		57,22	
4	3	Trở bông - Chín toàn vụ		8,31	1,13		44,04	
	4			8,31			35,73	
	5			8,31		50	77,42	
	6			8,31			69,11	
	7			8,31			60,80	
	8			8,31	0,21		52,70	
	9			8,31	8,40		52,79	
	10			8,31			44,48	
	11			8,31			36,17	
	12			8,31		50	77,86	
	13			8,31	0,10		69,65	
	14			8,31			61,34	
	15			8,31	1,13		54,16	
	16			8,31	0,82		46,67	
	17			8,31			38,36	
	18			8,31			30,05	
	19			8,31		50	71,74	
	20			8,31	0,82		64,25	
	21			8,31	0,10		56,04	
	22			8,31			47,73	
	23			8,31			39,42	
	24			8,31			31,11	
	25			8,31		50	72,80	
	26			8,31	7,07		71,56	
	27			8,31	6,35		69,60	
	28			8,31	0,31		61,60	
Tổng cộng				790,00	110,00	750		0,000

Kiểm tra kết quả tính toán:

Dùng phương trình cân bằng nước để kiểm tra:

$$h_d + \sum P - \sum(e + K) - \sum C + \sum m = h_c$$

Theo kết quả tính toán bằng trên ta có:

Lớp nước đầu vụ : $h_d = 0 \text{ mm}$

Tổng lượng mưa trong thời kỳ dưỡng lúa : $\sum P = 110,00 \text{ mm}$

Tổng lượng nước hao trong cả vụ : $\sum(e + K) = 797,00 \text{ mm}$

Tổng mức tưới trong thời kỳ dưỡng lúa : $\sum m = 750 \text{ mm}$

Tổng lượng nước tháo đi: $\Sigma C = 0$

Thay vào phương trình cân bằng lớp nước mặt ruộng:

$$h_c = 0 + 110,00 - 797,00 - 0 + 750 = 63,00 \text{ mm}$$

Theo kết quả bảng tính $h_c = 61,60 \text{ mm}$.

Vậy kết quả tính toán là tin cậy, sai số 2,27%.

3.3.2. Tính toán chế độ tưới cho lúa theo quan điểm gieo cấy tuần tự

1. Phương pháp đồ giải

Gieo cấy tuần tự có nghĩa toàn bộ diện tích trồng trọt trong hệ thống được chia thành nhiều khu ruộng khác nhau, mỗi khu ruộng được gieo cấy vào các thời điểm khác nhau, vì thế cây trồng trong mỗi khu ruộng cũng sẽ bước vào các thời kỳ sinh trưởng khác nhau. Lượng nước hao cũng như lượng nước yêu cầu trên mỗi khu ruộng sẽ khác nhau, hay có thể nói mỗi khu ruộng sẽ có một chế độ tưới khác nhau, chế độ tưới của toàn hệ thống sẽ là tổ hợp chế độ tưới của các khu ruộng. Vì vậy tính toán chế độ tưới cho cây trồng trên toàn bộ hệ thống trở nên hết sức phức tạp.

- Nguyên lý tính toán cơ bản vẫn là chia toàn bộ thời kỳ sinh trưởng của lúa thành những thời đoạn nhỏ, xác định các thành phần nước hao và nước có thể lợi dụng được của toàn bộ cánh đồng trong từng thời đoạn và tính ra mức tưới trong từng thời đoạn đó. Ở mỗi thời đoạn phải xác định các lượng nước hao khác nhau ở các thửa ruộng để tính ra lượng nước hao ở toàn bộ hệ thống tưới và sử dụng phương trình cân bằng nước để tính ra lượng nước cần cung cấp (mức tưới). Trong một số trường hợp, để đơn giản trong tính toán người ta dùng phương pháp đồ giải.

- Nội dung của phương pháp đồ giải là:

1) Phân tích lượng nước hao trên ruộng lúa thành những loại nước hao khác nhau như:

- + Nước hao do ngấm bão hoà;
- + Nước hao do ngấm ổn định;
- + Nước hao do bốc hơi mặt nước tự do trong thời kỳ ngấm ruộng;
- + Nước hao do bốc hơi mặt ruộng trong các thời kỳ sinh trưởng của lúa;
- + Nước hao do nâng cao lớp nước mặt ruộng...

2) Nghiên cứu quá trình của từng loại nước hao đó trong suốt thời kỳ sinh trưởng của lúa trên toàn bộ hệ thống và biểu diễn thành đường quá trình $E_{hao} \sim t$.

3) Tổng hợp tất cả các đường quá trình nước hao chúng ta có đường quá trình nước hao tổng cộng của toàn hệ thống.

4) Phối hợp giữa các đường nước hao (nước đi) tổng cộng với đường quá trình nước có thể lợi được (chủ yếu là nước mưa) chúng ta tìm ra quá trình $m \sim t$.

Trên đây là nội dung cơ bản của phương pháp đồ giải, song trong quá trình tính toán thường người ta dùng đường nước hao lũy tích để tính toán phối hợp thì việc xác định mức tưới m sẽ dễ dàng hơn. Chúng ta sẽ nghiên cứu từng bước của nội dung tính toán đó.

a) Vẽ các đường nước hao thành phần

Qua nghiên cứu thấy rằng quá trình hao nước của một loại hao nước nào đó của toàn cánh đồng phụ thuộc vào:

- Thời gian gieo cấy xong tất cả các thửa ruộng trên cánh đồng (t_g).
- Thời gian xảy ra các loại hao nước nào đó trên khu ruộng gieo cấy trong 1 ngày (t_h).
- Cường độ hao nước e_h (mm/ngày) - lượng nước hao trong một ngày của loại nước hao nào đó.

- Diện tích gieo cấy trong 1 ngày (Ω_0) có thể không đổi hoặc thay đổi. Nếu $\Omega_0 \neq \text{const}$ thì việc xác định đường quá trình nước hao sẽ rất phức tạp. Tuy nhiên, lượng nước phải cung cấp đồng đều hơn.

Ngoài ra quá trình hao nước còn phụ thuộc vào sự tương quan giữa t_g và t_h . Chúng ta sẽ xét cụ thể trong từng trường hợp:

• Trường hợp $t_g > t_h$

Xét cánh đồng, ngày thứ nhất chỉ có 1 thửa hao nước, ngày thứ 2 sẽ có 2 thửa hao nước... lượng nước hao cứ tăng dần cho tới ngày t_h . Sang ngày $t_h + 1$ thì bắt đầu có một thửa hết thời kỳ hao nước đồng thời sẽ có một thửa lại bước vào thời kỳ hao nước đó. Vì vậy quá trình hao nước ổn định cho tới thời gian t_g , là thời gian mà toàn bộ cánh đồng đã bước vào thời kỳ hao nước, tới ngày $t_g + 1$ thì thêm 1 thửa bước ra khỏi thời kỳ hao nước đó. Lượng nước hao trên toàn bộ cánh đồng giảm dần tới ngày $t_g + t_h$ tất cả cánh đồng hết thời kỳ hao nước theo loại hao nước này (đường quá trình loại hao nước trở về bằng 0).

Đường quá trình có dạng hình thang cân:

$$T_h = t_g + t_h$$

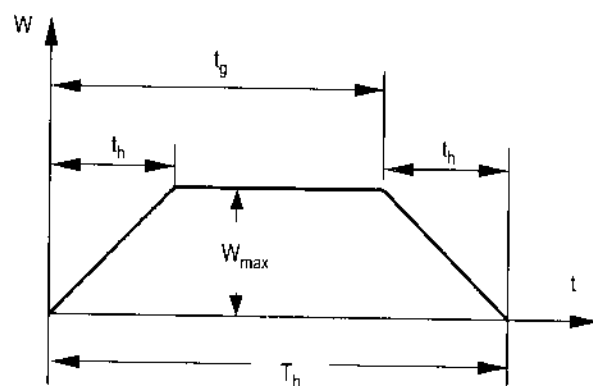
$$W_{\max} = 10e_h\Omega_{th}, \text{ (m}^3\text{/ngày)}$$

Ω_{th} - diện tích gieo cấy đến ngày t_h ;

e_h - cường độ hao nước (mm/ng),
nếu lấy cánh đồng có diện tích đơn vị $\Omega = 1$ ha:

$$\Omega_{th} = \frac{\Omega}{t_g} t_h = \frac{t_h}{t_g}$$

$$W_{\max} = 10e_h \frac{t_h}{t_g}$$



• Trường hợp $t_g < t_h$

Lượng nước hao cũng tăng dần do mỗi ngày sẽ có một thửa bước vào thời kỳ hao nước, đến thời gian t_g toàn cánh đồng đã bước vào thời kỳ hao nước, lượng nước hao sẽ ổn định vì thửa đầu tiên vẫn chưa ra khỏi thời kỳ hao nước ($t_g < t_h$) cho đến ngày t_h . Tới thời gian $t_h + 1$

thừa đầu tiên kết thúc loại hao nước này. Lượng hao nước trên toàn cánh đồng sẽ giảm dần và kết thúc hao nước tại thời điểm $t_h + t_g$.

$$T_h = t_h + t_g$$

$$W_{\max} = 10e_h\Omega = 10e_h \text{ (m}^3\text{/ha-ngày)}$$

- Trường hợp $t_g = t_h$

Lúc đầu lượng nước hao trên toàn cánh đồng cũng tăng dần cho đến thời gian t_g thì toàn bộ cánh đồng bước vào thời kỳ hao nước và lượng hao đạt tới giá trị lớn nhất. Song ta có t_g nên sang ngày thứ $t_h + 1$ thì bắt đầu có một thửa ra khỏi thời kỳ hao nước, lượng nước hao trên toàn bộ cánh đồng giảm dần và cho đến thời gian $t_g + t_h$ thửa cuối cùng bước ra khỏi thời kỳ hao nước, lượng nước hao trên cánh đồng trở về bằng 0.

Đường quá trình hao nước có dạng hình tam giác:

$$T_h = 2t_g = 2t_h$$

$$W_{\max} = 10e_h \text{ (m}^3\text{/ha-ngày)}$$

Trên đây là 3 dạng quá trình nước hao cơ bản. Trong quá trình tính toán chúng ta phải xác định được các loại nước hao xảy ra trên ruộng với các đặc trưng:

- Thời điểm bắt đầu xảy ra loại nước hao đó trên cánh đồng.
- Thời gian xảy ra loại nước hao đó t_h .
- Cường độ hao nước bình quân trong thời gian xảy ra hao nước đó trên toàn bộ cánh đồng t_h .

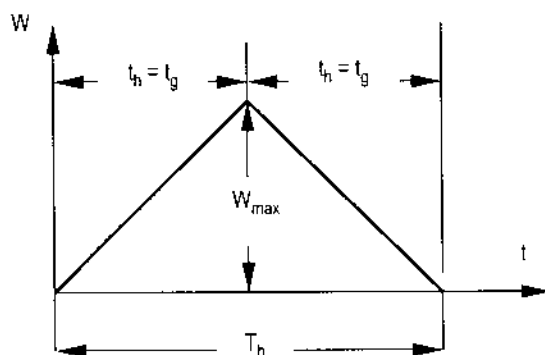
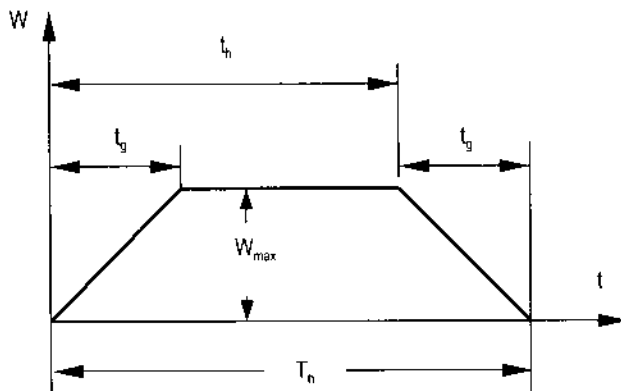
Từ đó dựa vào các đường quá trình hao nước cơ bản để vẽ các đường nước hao thành phần.

b) Vẽ các đường nước hao tổng cộng

Sau khi có đầy đủ các đường nước hao thành phần, để có một đường quá trình tổng lượng nước hao (nước đi) trên ruộng. Ta cộng tất cả đường nước hao thành phần theo thời gian ta sẽ có đường quá trình nước hao tổng cộng.

c) Cách vẽ đường nước hao lũy tích từ đường quá trình nước hao tổng cộng

Đường nước hao lũy tích tại thời điểm t nào đó bằng tích phân đường nước hao tổng cộng theo thời gian từ 0 ÷ t .



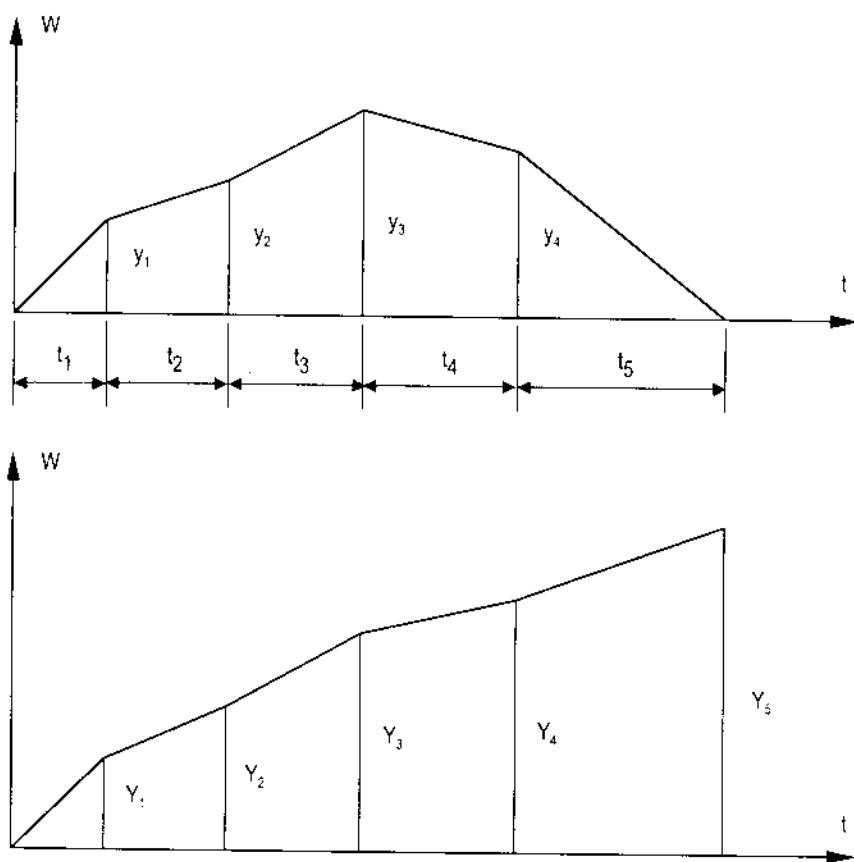
Ở đây chúng ta dùng phương pháp cộng dồn diện tích: Giả sử đường nước hao tổng cộng có các tung độ là y_1, y_2, y_3, y_4 sau thời đoạn t_1, t_2, t_3, t_4 ta phải tìm tung độ Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5 của đường lũy tích.

$$Y_1 = Y_0 + y_0 t_1 + (y_1 - y_0) \frac{t_1}{2}$$

$$Y_2 = Y_1 + y_1 t_2 + (y_2 - y_1) \frac{t_2}{2}$$

.....

$$Y_n = Y_{n-1} + y_{n-1} t_n + (y_n - y_{n-1}) \frac{t_n}{2}$$



Hình 3.4: Đường nước hao tổng cộng và đường lũy tích lượng nước hao

Hình thức gieo cấy đồng thời chỉ là trường hợp đặc biệt của hình thức gieo cấy tuần tự khi $t_g = 1$ ngày.

d) Nguyên lý và phương pháp xác định lượng mưa thiết kế tính toán (nước đến)

Do hình thức gieo cấy tuần tự nên trong thời gian gieo cấy hoặc thời gian cuối của thời kỳ sinh trưởng. Trên cánh đồng có những thửa ruộng đã xảy ra quá trình hao nước nhưng có thửa ruộng không xảy ra quá trình hao nước.

Để tính toán phối hợp giữa lượng nước đến (mưa) lượng nước đi (nước hao) trên toàn cánh đồng chúng ta chỉ kể lượng mưa thiết kế rơi vào những ruộng đang có quá trình hao nước là lượng mưa hữu ích (lượng mưa tính toán).

Khi gieo cấy tuần tự, diện tích hao nước trên cánh đồng được biểu diễn bằng đồ thị sau:

Dựa vào đường biểu diễn diện tích hao nước trên, lượng mưa thiết kế tính toán có thể tính như sau:

+ Trong thời gian T_1

Giả sử ở thời điểm t có trận mưa thì lượng mưa thiết kế tính toán sẽ là:

$$P_1 = 10P_{t0} \frac{t}{t_g} \quad (\text{m}^3/\text{ha-ngày})$$

P_{t0} - lượng mưa tại thời điểm t
(mm/ng);

t - thời gian kể từ đầu vụ đến khi xảy ra trận mưa;

t_g - thời gian gieo cấy.

+ Tại thời đoạn T_2

Toàn bộ cánh đồng đã bước vào hao nước, lượng mưa thiết kế sẽ có tác dụng toàn bộ. Lượng mưa ở thời điểm t cũng tính bằng:

$$P_2 = 10P_{t0} \quad (\text{m}^3/\text{ha-ngày})$$

+ Tại thời điểm T_3

Các thửa ruộng lần lượt kết thúc giai đoạn sinh trưởng. Diện tích có quá trình hao nước giảm dần, lượng mưa thiết kế tính toán:

$$P_3 = 10P_{t0} \frac{t_g - t}{t_g} \quad (\text{m}^3/\text{ha-ngày})$$

t - thời điểm xảy ra trận mưa được tính từ thời điểm $t_{st} + t_n$ trở đi.

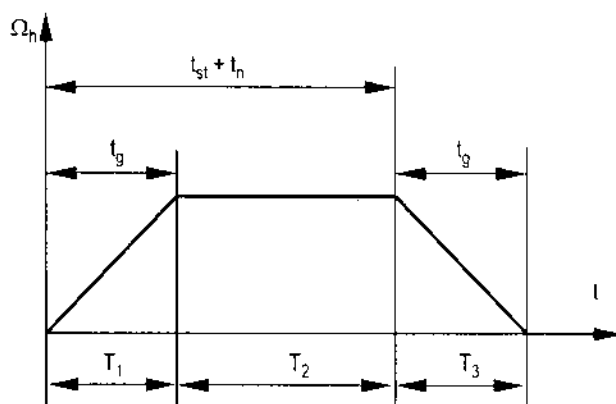
Trong tính toán thủy văn chúng ta tính toán được lượng mưa ngày của năm thiết kế cho tưới và phải thông qua tính toán lượng mưa theo nguyên lý trên để đưa vào tính toán phối hợp.

e) Phương pháp tính toán phối hợp để xác định quá trình mức tưới $m \sim t$

Trong quá trình tính toán phối hợp để tìm ra mức tưới:

$$m_i = \sum W_{bi} - P_{0i}$$

chúng ta vẫn phải bảo đảm mực nước trên ruộng nằm trong phạm vi công thức tưới tăng sản.



Trong phương pháp đồ giải thường dùng đường quá trình nước hao tổng cộng ứng với mực nước lớn nhất $a_{\max}$ theo công thức tăng sản và đường quá trình nước hao ứng với mực nước nhỏ nhất $a_{\min}$ để làm giới hạn rồi khống chế mực nước trên ruộng nằm trong phạm vi giới hạn đó, từ đó tìm ra mức tưới.

Nhưng để quá trình tính toán dễ dàng mà bảo đảm ít sai số trong cách vẽ người ta thường phối hợp giữa các đường nước hao lũy tích giới hạn.

Đường lũy tích nước hao ứng với mực nước lớn nhất $a_{\max}$ và ứng với mực nước nhỏ nhất $a_{\min}$ trong công thức tưới tăng sản làm giới hạn. Lấy hai đường nước hao lũy tích giới hạn này làm cơ sở, xác định đường lũy tích nước đến (nước tưới và mưa) sao cho đường lũy tích này nằm trong phạm vi của hai đường lũy tích giới hạn trên.

Từ đường lũy tích nước đến này sẽ tìm ra mức tưới mỗi lần $m_1, m_2, m_3, m_4, \dots$ và thời điểm tưới tương ứng $t_1, t_2, t_3, t_4, \dots$ đồng thời cũng tính ra mức tưới toàn vụ M .

2. Phương pháp giải tích

Với quan điểm gieo cấy tuần tự thì giai đoạn làm đất và giai đoạn tưới đường là xen kẽ nhau. Do vậy việc tính toán chế độ tưới theo phương trình (3.14) có một số điểm khác nhau.

a) Cường độ nước bốc hơi mặt ruộng sẽ được tính như sau

$$e_i = \alpha_{hi} \cdot e_{bhi}, \quad (\text{mm/ngày})$$

α_{hi} được xác định theo 3 giai đoạn:

- Thời kỳ đầu vụ (từ đầu giai đoạn sinh trưởng đến cuối thời gian t_g): $\alpha_{hi} = \frac{t}{t_g}$.
- Thời kỳ giữa vụ (từ cuối thời gian t_g đến cuối $\sum t_{st}$): $\alpha_{hi} = 1$.
- Thời kỳ cuối vụ (từ cuối $\sum t_{st}$ đến cuối $\sum t_{st} + t_n$): $\alpha_{hi} = 1 - \frac{t}{t_g}$.

b) Cường độ ngấm

Lượng nước ngấm ở mặt ruộng chia làm hai giai đoạn, ngấm bão hoà và ngấm ổn định:

- Ngấm bão hoà K_{nbh} xác định theo hệ thức:

$$K_{nbh} = \frac{AH(1 - \beta_0)}{t_b}, \quad (\text{mm/ngày})$$

Các giá trị của hệ thức đã được giải thích ở phần trên.

- Ngấm ổn định xác định bằng hệ số ngấm ổn định trên ruộng lúa (K_{od}):

$$t_{\text{nóđ}} = t_n + \sum t_{\text{st}} - t_{\text{bh}}$$

$t_{\text{nóđ}}$ - thời gian ngấm ổn định;

t_n - thời gian ngấm ruộng (ngày);

$\sum t_{\text{st}}$ - tổng thời gian sinh trưởng của cây lúa (ngày);

t_{bh} - thời gian bão hoà đất (ngày).

Tổng quát: $K_j = K_{\text{nbh}} + K_{\text{ổđ}}$, (mm/ngày).

c) *Lượng mưa sử dụng được*

Lượng mưa sử dụng được cũng xác định theo ba giai đoạn như cường độ bốc hơi mặt ruộng.

- Đầu vụ: $P_{\text{sdi}} = P_i \frac{t}{t_g}$

- Giữa vụ: $P_{\text{sdi}} = P_i$

- Cuối vụ: $P_{\text{sdi}} = P_i \left(1 - \frac{t}{t_g} \right)$

d) *Độ sâu lớp nước ban đầu (h_{0i})*

Độ sâu lớp nước ban đầu được xác định theo hệ thức:

$$h_{0i} = a_{0i} + a'_{0i} \alpha'_i \quad (\text{mm})$$

trong đó:

a_{0i} - lớp nước mặt ruộng đã có đầu thời đoạn tính toán trên các diện tích đã gieo cấy, tính bình quân cho một ha đại diện (mm);

a'_{0i} - lớp nước sẵn có trên diện tích sẽ gieo cấy trong thời đoạn Δt (mm);

α'_i - tỷ lệ diện tích gieo cấy trong thời đoạn Δt so với tổng diện tích $\alpha'_i = \frac{t}{t_g}$.

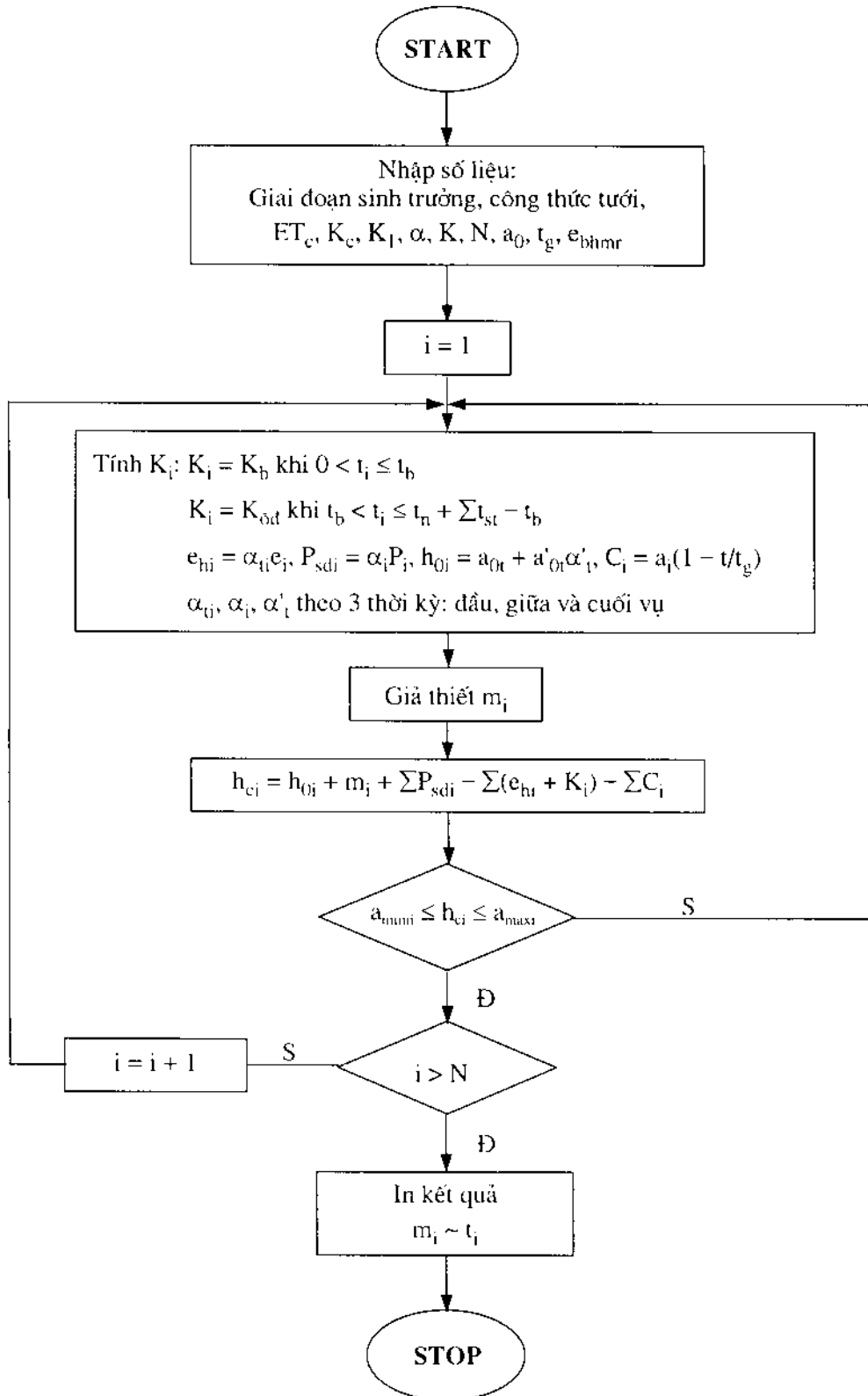
e) *Lượng nước tháo cạn cuối vụ*

Lượng nước tháo cạn cuối vụ sẽ xác định theo hệ thức:

$$\sum C_i = a_i \left(1 - \frac{t}{t_g} \right), \quad (\text{mm})$$

với: t - tổng thời gian tháo cạn (ngày)

Sơ đồ khối tính toán theo quan điểm này trên máy tính (hình 3.5).



Hình 3.5: Sơ đồ khối tính chế độ tưới lúa khi gieo cấy tuần tự

f) Áp dụng tính toán chế độ tưới cho lúa chiêm theo quan điểm gieo cấy tuần tự bằng phương pháp giải tích

Phương trình cơ bản sử dụng tính toán theo phương trình cân bằng nước mặt ruộng và điều kiện khống chế như đã trình bày ở phần trên (phương trình 3.14).

1) Tính cường độ hao nước mặt ruộng

- Cường độ ngấm bão hoà:

$$t_b = \left[\frac{AH(1-\beta_0)}{K_0} \right]^{1-\alpha} = \left[\frac{0,43 \times 450 \times (1-0,4)}{72,73} \right]^{\frac{1}{1-0,45}} \approx 3 \text{ ngày}$$

trong đó: $K_0 = \frac{K_1}{1-\alpha} = 72,73 \text{ mm/ngày}$

$$K_{bh} = \frac{AH(1-\beta_0)}{t_b} = 38,7 \text{ mm/ngày}$$

- Cường độ hao nước bình quân trong thời gian gieo cấy (t_g)

$$e_{bq} = \frac{\sum e_i t_i}{\sum t_i}$$

$\sum e_i t_i$ - tổng lượng nước hao trong thời gian gieo cấy, bao gồm lượng nước cần làm bão hoà tầng đất canh tác, lượng nước tạo thành lớp nước mặt ruộng để gieo cấy, lượng nước ngấm ổn định và lượng nước bốc hơi mặt ruộng sau khi gieo cấy.

$$e_{bq} = \frac{38,7 \times 3 + 30 \times 1 + 2 \times 13 + 2,53 \times 3 + 2,85 \times 12 + 2,72 \times 1}{33} = 6,566 \text{ mm/ngày}$$

- Cường độ nước hao trong thời gian gieo cấy (từ đầu đến hết thời gian t_g):

$$e_{hi} = \alpha_{ii} \cdot e_{bq}$$

Kết quả tính toán theo bảng 3.14.

- Cường độ nước hao thời kỳ giữa vụ (từ cuối thời gian t_g đến cuối thời gian $\sum t_{st} + t_n$):

$$e_{hi} = e_{bhi} + K_i$$

Thời kỳ này $\alpha_{ii} = 1$ và $K_{od} = 2 \text{ mm/ngày}$.

e_{bhi} - bốc hơi mặt ruộng theo kết quả tính toán ET_0 và hệ số K_c ở phần trên.

Kết quả tính toán cường độ nước hao ở thời kỳ này thể hiện ở bảng 3.15.

- Cường độ hao nước từ cuối ngày ($t_n + \sum t_{st}$) đến cuối ngày ($t_n + \sum t_{st} + t_g$)

$$e_{hi} = \alpha_{ii} \cdot e_i \text{ với } \alpha_{ii} = \frac{t_i}{t_g}$$

Kết quả tính toán được thể hiện ở bảng (3.16):

$$e_{hi} = e_{bhi} + K_i = 5,96 + 2 = 7,96 \text{ mm/ngày}$$

Bảng 3.14 - Kết quả tính toán cường độ hao nước trong thời gian gieo cấy

TT	Tháng	Ngày	$\alpha_{ti} = t_v/t_g$	e_{hi} , (mm/ngày)
1	1	20/1	0,0769	0,51
2		21/1	0,1538	1,01
3		22/1	0,2308	1,52
4		23/1	0,3077	2,02
5		24/1	0,3846	2,53
6		25/1	0,4615	3,03
7		26/1	0,5385	3,54
8		27/1	0,6154	4,04
9		28/1	0,6923	4,55
10		29/1	0,7692	5,05
11		30/1	0,8462	5,56
12		31/1	0,9231	6,06
13	2	1/2	1,0000	6,57

Bảng 3.15 - Kết quả tính toán cường độ hao nước thời kỳ giữa vụ

Giai đoạn sinh trưởng	Thời gian		Số ngày	Hệ số K_c	$e_{hi} = e_{bhi} + K_i$
	Từ	Đến			
Cấy → Đẻ nhánh	2/2	25/2	24	1,13	4,98
Đẻ nhánh → Làm đồng	26/2	7/3	10	1,23	5,47
Làm đồng → Trổ bông	8/3	1/4	25	1,12	5,29
Trổ bông → Chín toàn vụ	2/4	6/5	35	1,05	6,44

Bảng 3.16 - Cường độ nước hao thời kỳ cuối vụ

TT	Tháng	Ngày	e_i (mm/ngày)	α_{ti}	e_{hi} (mm/ngày)
1	5	7/5	7,96	0,9231	7,35
2		8/5		0,8462	6,74
3		9/5		0,7692	6,12
4		10/5		0,6923	5,51
5		11/5		0,6154	4,90
6		12/5		0,5385	4,29
7		13/5		0,4615	3,67
8		14/5		0,3846	3,06
9		15/5		0,3077	2,45
10		16/5		0,2308	1,84
11		17/5		0,1538	1,22
12		18/5		0,0769	0,61
13		19/5		0,0000	0,00

2) Tính toán lượng mưa sử dụng được

- Thời kỳ đầu vụ: Không có mưa, do đó: $\sum P_{sdi} = 0$

- Thời kỳ giữa vụ: $P_{sdi} = \alpha_i P_i$ với $\alpha_i = 1$

Kết quả tính toán xem bảng 3.17.

Bảng 3.17 - Lượng mưa sử dụng thời kỳ giữa vụ

TT	Tháng	Ngày	P_i (mm)	α_i	P_{sdi} (mm)
1	3	28/3	23,9	1	23,9
2	4	7/4	53,5	1	53,5
3		15/4	11,5	1	11,5
4	5	1/5	4,3	1	4,3
5		3/5	47,8	1	47,8

- Thời kỳ cuối vụ: $P_{sdi} = \alpha_i P_i$ với $\alpha_i = 1 - \frac{t}{t_g}$

Kết quả tính toán thể hiện ở bảng 3.18.

Bảng 3.18 - Lượng mưa sử dụng thời kỳ cuối vụ

TT	Tháng	Ngày	P_i (mm)	α_i	P_{sdi} (mm)
1	5	12/5	90,8	0,54	48,9
2		13/5	11,5	0,46	5,3
3		15/5	3,3	0,31	1,0
4		16/5	4,8	0,23	1,1

3) Độ sâu lớp nước ban đầu:

$$h_{0i} = a_{0i} + \alpha'_i a'_{0i} = 0 + 30 \frac{1}{13} \approx 2,31 \text{ mm}$$

4) Công thức tưới tăng sản:

$$(h_{\min} \div h_{\max}) = \alpha_i ([h_{\min}] \div [h_{\max}])$$

với: $[h_{\min}] \div [h_{\max}] = 50 \div 100 \text{ mm}$

- Thời kỳ đầu vụ: $\alpha_i = \frac{t}{t_g}$

- Thời kỳ giữa vụ: $\alpha_i = 1$

- Thời kỳ cuối vụ: $\alpha_i = 1 - \frac{t}{t_g}$

Bảng 3.19 - Lớp nước không chế cho phép thời kỳ đầu vụ

TT	Tháng	Ngày	$\frac{t}{t_g}$	$h_{\min} \div h_{\max}$
1	1	20/1	0,077	3,85 ÷ 7,69
2		21/1	0,154	7,69 ÷ 15,38
3		22/1	0,231	11,54 ÷ 23,08
4		23/1	0,308	15,38 ÷ 30,77
5		24/1	0,385	19,23 ÷ 38,46
6		25/1	0,462	23,08 ÷ 46,15
7		26/1	0,538	26,92 ÷ 53,85
8		27/1	0,615	30,77 ÷ 61,54
9		28/1	0,692	34,62 ÷ 69,23
10		29/1	0,769	38,46 ÷ 76,92
11		30/1	0,846	42,31 ÷ 84,62
12		31/1	0,923	46,15 ÷ 92,30
13	2	1/2	1,000	50,00 ÷ 100,00

Bảng 3.20 - Lớp nước không chế cho phép thời kỳ cuối vụ

TT	Tháng	Ngày	$1 - \frac{t}{t_g}$	$h_{\min} \div h_{\max}$
1	5	7/5	0,923	46,15 ÷ 92,30
2		8/5	0,846	42,31 ÷ 84,62
3		9/5	0,769	38,46 ÷ 76,92
4		10/5	0,692	34,62 ÷ 69,23
5		11/5	0,615	30,77 ÷ 61,54
6		12/5	0,538	26,92 ÷ 53,85
7		13/5	0,462	23,08 ÷ 46,15
8		14/5	0,385	19,23 ÷ 38,46
9		15/5	0,308	15,38 ÷ 30,77
10		16/5	0,231	11,54 ÷ 23,08
11		17/5	0,154	7,69 ÷ 15,38
12		18/5	0,077	3,85 ÷ 7,69
13		19/5	0,000	0

5) Lượng nước tháo cạn cuối vụ

Lượng nước tháo cạn được xác định theo hệ thức:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
	21	Đẻ nhánh - Làm dòng	$50 \div 100$	4,98			76,72	
	22		$50 \div 100$	4,98			71,74	
	23		$50 \div 100$	4,98			66,76	
	24		$50 \div 100$	4,98			61,78	
	25		$50 \div 100$	4,98			56,80	
	26		$50 \div 100$	5,47			51,33	
	27		$50 \div 100$	5,47		50	95,86	
	28		$50 \div 100$	5,47			90,39	
	1	Đẻ nhánh - Làm dòng	$50 \div 100$	5,47			84,92	
	2		$50 \div 100$	5,47			79,45	
	3		$50 \div 100$	5,47			73,98	
	4		$50 \div 100$	5,47			68,51	
	5		$50 \div 100$	5,47			63,04	
	6		$50 \div 100$	5,47			57,57	
	7		$50 \div 100$	5,47			52,10	
	8	Làm dòng - Trở bóng	$50 \div 100$	5,29		50	96,81	
	9		$50 \div 100$	5,29			91,52	
	10		$50 \div 100$	5,29			86,23	
	11		$50 \div 100$	5,29			80,94	
	12		$50 \div 100$	5,29			75,65	
	13		$50 \div 100$	5,29			70,36	
	14		$50 \div 100$	5,29			65,07	
	15		$50 \div 100$	5,29			59,78	
	16		$50 \div 100$	5,29			54,49	
	17		$50 \div 100$	5,29		50	99,20	
	18		$50 \div 100$	5,29			93,91	
	19		$50 \div 100$	5,29			88,62	
	20		$50 \div 100$	5,29			83,33	
	21		$50 \div 100$	5,29			78,04	
	22		$50 \div 100$	5,29			72,75	
	23		$50 \div 100$	5,29			67,46	
	24		$50 \div 100$	5,29			62,17	
	25		$50 \div 100$	5,29			56,88	
	26		$50 \div 100$	5,29			51,59	
	27		$50 \div 100$	5,29		50	96,30	
	28		$50 \div 100$	5,29	23,90		100,00	14,91
	29		$50 \div 100$	5,29			94,71	

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
	30		$50 \div 100$	5,29			89,42	
	31		$50 \div 100$	5,29			84,13	
	1	Trổ bông - Chín	$50 \div 100$	5,29			78,84	
	2		$50 \div 100$	6,44			72,40	
	3		$50 \div 100$	6,44			65,96	
	4		$50 \div 100$	6,44			59,52	
	5		$50 \div 100$	6,44			53,08	
	6		$50 \div 100$	6,44		50	96,64	
	7		$50 \div 100$	6,44	53,54		100,00	18,65
	8	Trổ bông - Chín toàn vụ	$50 \div 100$	6,44			93,56	
	9		$50 \div 100$	6,44			87,12	
	10		$50 \div 100$	6,44			80,68	
	11		$50 \div 100$	6,44			74,24	
	12		$50 \div 100$	6,44			67,80	
	13		$50 \div 100$	6,44			61,36	
	14		$50 \div 100$	6,44			54,92	
	15		$50 \div 100$	6,44	11,47		59,95	
	16		$50 \div 100$	6,44			53,51	
	17		$50 \div 100$	6,44		50	97,07	
	18		$50 \div 100$	6,44			90,63	
	19		$50 \div 100$	6,44			84,19	
	20		$50 \div 100$	6,44			77,75	
	21		$50 \div 100$	6,44			71,31	
	22		$50 \div 100$	6,44			64,87	
	23		$50 \div 100$	6,44			58,43	
	24		$50 \div 100$	6,44			51,99	
	25		$50 \div 100$	6,44		50	95,55	
	26		$50 \div 100$	6,44			89,11	
	27		$50 \div 100$	6,44			82,67	
	28		$50 \div 100$	6,44			76,23	
	29		$50 \div 100$	6,44			69,79	
	30		$50 \div 100$	6,44			83,35	
	1		$50 \div 100$	6,44	4,30		61,21	
	2		$50 \div 100$	6,44			54,77	
	3		$50 \div 100$	6,44	47,80		96,13	
	4		$50 \div 100$	6,44			89,69	
	5		$50 \div 100$	6,44			83,25	
	6		$50 \div 100$	6,44			76,81	

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
	7	Tháo cạn cuối vụ	$46,15 \div 92,30$	7,35			69,46	
	8		$42,31 \div 84,62$	6,74			62,72	
	9		$38,46 \div 76,92$	6,12			56,60	
	10		$34,62 \div 69,23$	5,51			51,09	
	11		$30,77 \div 61,54$	4,9			46,19	
	12		$26,92 \div 53,85$	4,29	48,90		53,85	36,95
	13		$23,08 \div 46,15$	3,67	5,29		46,15	9,32
	14		$19,23 \div 38,46$	3,06			38,46	4,63
	15		$15,38 \div 30,77$	2,45	1,03		30,77	6,27
	16		$11,54 \div 23,08$	1,84	1,10		23,08	6,95
	17		$7,69 \div 15,38$	1,22			15,38	6,48
	18		$3,85 \div 7,69$	0,61			7,69	7,08
	19	0	0			0	7,69	
Tổng cộng				625,62	197,33	570		136,33

Kiểm tra kết quả tính toán

Theo phương trình cân bằng tính cho toàn vụ:

$$h_d = 2,31 \text{ mm} \quad \sum(e_i + K_i) = 625,62 \text{ mm}$$

$$\sum m = 570 \text{ mm} \quad \sum C_i = 136,33 \text{ mm}$$

$$\sum P_{sd} = 197,33 \text{ mm}$$

Do đó:

$$h_c = 2,31 + 570 + 197,33 - 625,62 - 136,33 = 7,69 \text{ mm}$$

h_c trong bảng là 7,69 mm, vậy kết quả tính toán là chính xác.

3.4. TÍNH TOÁN CHẾ ĐỘ TƯỚI CHO CÂY TRỒNG CẠN

Cây trồng cạn là cây trồng phát triển trên môi trường ẩm. Độ ẩm trong tầng đất canh tác sẽ được duy trì theo công thức tưới tăng sản. Độ ẩm thích hợp có thể tính theo % của độ rỗng đất A hoặc dung trọng khô của đất γ_k , mà theo dung trọng khô thì lấy độ ẩm tối đa đồng ruộng làm chuẩn. Độ ẩm tối đa đồng ruộng phân tích theo % của dung trọng đất khô. Theo quy trình tưới tiêu của Liên bộ Thủy lợi - Nông nghiệp cũ (QT-TL-NN-9-78) thì độ ẩm giới hạn tưới tính theo % của độ ẩm tối đa đồng ruộng. Ví dụ đối với ngô thì chọn $(60 \div 80\%) \beta_{đr}$. Như vậy trong tính toán ta có thể tính theo độ rỗng hoặc dung trọng khô, tùy theo số liệu thí nghiệm của vùng tính toán. Nhưng về mặt phân tích thí nghiệm thì theo dung trọng khô để thực hiện hơn nên trong quy trình tưới người ta chỉ đề cập đến cách này.

3.4.1. Cơ sở và phương pháp tính toán

1. Cơ sở để tính toán

Chế độ tưới cho cây trồng cạn cũng như lúa là dựa trên phương trình cân bằng nước mặt ruộng. Phương trình có dạng:

$$\sum m = (W_{hi} + W_{ci}) - (W_{oi} + \sum P_{oi} + \Delta W_{Hi} + W_{ni}) \quad (3.15)$$

trong đó:

$\sum m$ - tổng lượng nước cần tưới trong thời đoạn tính toán (m^3/ha);

W_{hi} - lượng nước hao trong thời đoạn tính toán (m^3/ha);

$$W_{hi} = 10ET_c \cdot t_i$$

ET_c - cường độ bốc hơi mặt ruộng (hoặc cường độ nước hao: mm/ngày);

t_i - thời gian hao nước (số ngày);

W_{ci} - lượng nước cần trữ trong tầng đất canh tác ở cuối thời đoạn tính toán (m^3/ha);

W_{ci} có thể tính toán như sau:

$$W_{ci} = 10\beta_{ci}\gamma_k H_i, \quad (m^3/ha) (*)$$

hoặc:
$$W_{ci} = 10\beta_{ci}A H_i, \quad (m^3/ha) (**)$$

γ_k - dung trọng khô của đất (T/m^3);

A - độ rỗng của đất theo % thể tích đất;

β_{ci} - độ ẩm của đất ở cuối thời đoạn, có thể tính theo (%) dung trọng khô với công thức (*) hoặc tính theo (%) độ rỗng với công thức (**). Theo quy trình Tưới - QT-TL-NN-9-78 thì chỉ dẫn xác định theo dung trọng khô vì phân tích độ ẩm tối đa đồng ruộng theo dung trọng khô dễ dàng hơn là theo thể tích rỗng. Lượng nước chứa trong tầng đất cuối thời đoạn W_{ci} phải được khống chế theo điều kiện:

$$W_{\beta_{mini}} \leq W_{ci} \leq W_{\beta_{maxi}}$$

với:
$$W_{\beta_{maxi}} = 10\gamma_k \beta_{maxi} \cdot H_i, \quad (m^3/ha)$$

hoặc:
$$W_{\beta_{maxi}} = 10A \beta_{maxi} \cdot H_i, \quad (m^3/ha)$$

$$W_{\beta_{mini}} = 10\gamma_k \beta_{mini} \cdot H_i, \quad (m^3/ha)$$

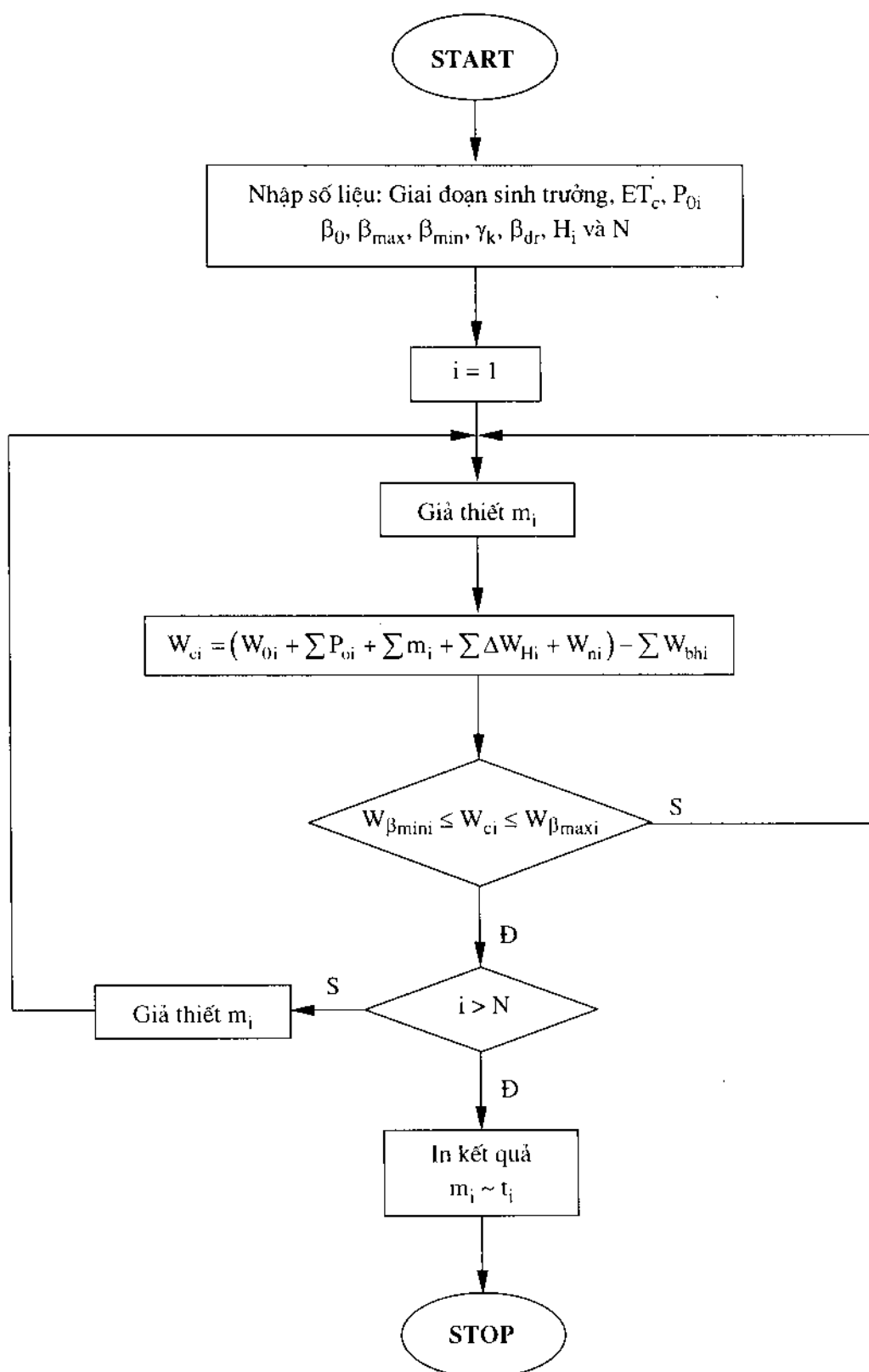
hoặc:
$$W_{\beta_{mini}} = 10A \beta_{mini} \cdot H_i, \quad (m^3/ha)$$

W_{oi} - lượng nước sẵn có trong đất đầu thời đoạn tính toán, xác định theo:

$$W_{oi} = 10\gamma_k \beta_{oi} \cdot H_{oi}, \quad (m^3/ha)$$

hoặc:
$$W_{oi} = 10A \beta_{oi} \cdot H_{oi}, \quad (m^3/ha)$$

$\sum P_{oi}$ - lượng nước mà cây trồng sử dụng được trong thời đoạn tính toán:



Hình 3.6: Sơ đồ khối tính chế độ tưới cho cây trồng cạn

Cũng như tính toán đối với lúa, ta sẽ giả thiết mức tưới, dựa vào phương trình cân bằng tính W_c theo điều kiện ràng buộc nếu thỏa mãn là được rồi tính cho giai đoạn tiếp theo cho đến khi kết thúc giai đoạn sinh trưởng. Khi lượng nước trong đất vượt quá giới hạn trên thì tháo đi và chỉ giữ ở mức $W_{\beta \max i}$. Như vậy ta sẽ xác định được lượng nước tháo nếu có.

Sau khi tính toán xong, kiểm tra kết quả tính theo phương trình cân bằng:

$$W_c = (W_0 + \sum P_{0i} + \sum m + \sum \Delta W) - (W_h + W_{\text{tháo}}) \quad (3.20)$$

Sai số $\leq \pm 5\%$ là được.

b) Phương pháp đồ thị

Phương pháp đồ thị sẽ đơn giản hơn vì khối lượng tính toán ít hơn nhưng có sai số do vẽ và vẽ đồ thị hơi phiền phức.

Trình tự tính toán:

• Lập bảng tính toán:

Bảng tính được thiết lập trên cơ sở của phương trình cân bằng nước mặt ruộng.

Bảng 3.23 - Bảng tính toán đường quá trình nước hao

Thời kỳ sinh trưởng	Thời gian	Số ngày	H (mm)	W_{hi} (m^3/ha)	ΔW_{hi} (m^3/ha)	$W_{hi} - \Delta W_{hi}$ (m^3/ha)	$\sum (W_{hi} - \Delta W_{hi})$ (m^3/ha)	$W_{\beta \max i}$ (m^3/ha)	$W_{\beta \min i}$ (m^3/ha)	$\sum (W_{hi} - \Delta W_{hi}) + W_{\beta \max i}$	$\sum (W_{hi} - \Delta W_{hi}) + W_{\beta \min i}$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)

• Vẽ các đường quá trình:

- Vẽ đường lũy tích nước hao tổng cộng trên toạ độ đã chọn (cột 8):

$$\sum (W_{hi} - \Delta W_{hi})$$

- Vẽ đường: $\sum (W_{hi} - \Delta W_{hi}) + W_{\beta \max i}$ (cột 11)

- Vẽ đường: $\sum (W_{hi} - \Delta W_{hi}) + W_{\beta \min i}$ (cột 12)

- Vẽ đường quá trình mưa sử dụng được $\sum P_{0i}$ trên trục hoành.

Sau khi vẽ xong các đường trên, ta sẽ tiến hành xác định mức tưới xuất phát từ lượng nước sẵn có trong đất đầu thời kỳ sinh trưởng.

• Kiểm tra kết quả tính toán:

Để xác định sai sót trong tính toán và vẽ, cần kiểm tra kết quả theo phương trình cân bằng:

$$W_0 + \sum m + \sum \Delta W_{\text{thi}} = W_h + W_{\text{tháo}} + W_c \quad (3.21)$$

Trường hợp bỏ qua lượng nước ngầm mà cây trồng sử dụng được. Nếu sai số $\leq \pm 5\%$ là được.

Tất cả các giá trị đều đọc trên biểu đồ (hình 3.5).

3.4.2. Thí dụ áp dụng

1. Phương pháp lập bảng

Bảng 3.24 - Tính toán chế độ tưới cho khoai lang vụ Đông Xuân

Tháng	Ngày	GD Sinh trưởng	Độ sâu rễ H (mm)	ET_c (m ³ /ha)	P_0 (mm)	ΔW (m ³ /ha)	W_{max} (m ³ /ha)	W_{min} (m ³ /ha)	m (m ³ /ha)	$W_{\text{cuối}}$ (m ³ /ha)	$W_{\text{tháo}}$ (m ³ /ha)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
12		Trồng - Bén rễ	300							680,40	
	10		300	18,915			1020,60	793,80	226,80	888,29	
	11		300	18,915			1020,60	793,80		869,37	
	12		300	18,915			1020,60	793,80		850,46	
	13		300	18,915			1020,60	793,80		831,54	
	14		300	18,915			1020,60	793,80		812,63	
	15		300	18,915			1020,60	793,80	226,80	1020,51	
	16		300	18,915			1020,60	793,80		1001,60	
	17		300	18,915			1020,60	793,80		982,68	
	18		300	18,915			1020,60	793,80		963,77	
12	19	Phát triển	400	26,19	9,68	5,15	1360,80	1058,40	302,40	1341,90	
	20		400	26,19	0,00	5,15	1360,80	1058,40		1320,86	
	21		400	26,19	10,41	5,15	1360,80	1058,40		1360,80	43,17
	22		400	26,19	4,52	5,15	1360,80	1058,40		1360,80	24,13
	23		400	26,19	19,63	5,15	1360,80	1058,40		1360,80	175,26
	24		400	26,19		5,15	1360,80	1058,40		1339,76	
	25		400	26,19		5,15	1360,80	1058,40		1318,73	
	26		400	26,19		5,15	1360,80	1058,40		1297,69	
	27		400	26,19		5,15	1360,80	1058,40		1276,66	

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
	28	Phát triển	400	26,19		5,15	1360,80	1058,40		1255,62	
	29		400	26,19		5,15	1360,80	1058,40		1234,59	
	30		400	26,19		5,15	1360,80	1058,40		1213,55	
	31		400	26,19		5,15	1360,80	1058,40		1192,52	
1	1	Phát triển	400	20,34		5,15	1360,80	1058,40		1177,33	
	2		400	20,34		5,15	1360,80	1058,40		1162,15	
	3		400	20,34		5,15	1360,80	1058,40		1146,96	
	4		400	20,34		5,15	1360,80	1058,40		1131,77	
	5		400	20,34		5,15	1360,80	1058,40		1116,59	
	6		400	20,34		5,15	1360,80	1058,40		1101,40	
	7		400	20,34		5,15	1360,80	1058,40		1086,22	
	8		400	20,34	6,36	5,15	1360,80	1058,40		1134,63	
	9		400	20,34		5,15	1360,80	1058,40		1119,44	
	10		400	20,34		5,15	1360,80	1058,40		1104,26	
	11		400	20,34		5,15	1360,80	1058,40		1089,07	
	12		400	20,34		5,15	1360,80	1058,40		1073,88	
	13		400	20,34		5,15	1360,80	1058,40		1058,70	
	14		400	20,34		5,15	1360,80	1058,40	302,40	1345,91	
	15		400	20,34		5,15	1360,80	1058,40		1330,73	
	16		400	20,34		5,15	1360,80	1058,40		1315,54	
	17		400	20,34		5,15	1360,80	1058,40		1300,36	
	18		400	20,34		5,15	1360,80	1058,40		1285,17	
	19		400	20,34		5,15	1360,80	1058,40		1269,99	
	20		400	20,34	11,59	5,15	1360,80	1058,40		1360,80	9,92
	21		400	20,34		5,15	1360,80	1058,40		1345,61	
	22		400	20,34		5,15	1360,80	1058,40		1330,43	
	23		400	20,34		5,15	1360,80	1058,40		1315,24	
	24		400	20,34		5,15	1360,80	1058,40		1300,06	
	25		400	20,34	11,52	5,15	1360,80	1058,40		1360,80	39,27
	26		400	20,34		5,15	1360,80	1058,40		1345,61	
	27		400	20,34		5,15	1360,80	1058,40		1330,43	

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
1	28	Phát triển	400	20,34		5,15	1360,80	1058,40		1315,24	
	29		400	20,34		5,15	1360,80	1058,40		1300,06	
	30		400	20,34		5,15	1360,80	1058,40		1284,87	
	31		400	20,34		5,15	1360,80	1058,40		1269,69	
2	1	Hình thành củ	500	20,05		8,72	1701,00	1323,00	378,00	1636,36	
	2		500	20,05		8,72	1701,00	1323,00		1625,03	
	3		500	20,05		8,72	1701,00	1323,00		1613,71	
	4		500	20,05		8,72	1701,00	1323,00		1602,38	
	5		500	20,05		8,72	1701,00	1323,00		1591,05	
	6		500	20,05		8,72	1701,00	1323,00		1579,73	
	7		500	20,05		8,72	1701,00	1323,00		1568,40	
	8		500	20,05		8,72	1701,00	1323,00		1557,07	
	9		500	20,05		8,72	1701,00	1323,00		1545,74	
	10		500	20,05		8,72	1701,00	1323,00		1534,42	
	11		500	20,05		8,72	1701,00	1323,00		1523,09	
	12		500	20,05		8,72	1701,00	1323,00		1511,76	
	13		500	20,05		8,72	1701,00	1323,00		1500,44	
	14		500	20,05		8,72	1701,00	1323,00		1489,11	
	15		500	20,05		8,72	1701,00	1323,00		1477,78	
	16		500	20,05		8,72	1701,00	1323,00		1466,46	
	17		500	20,05		8,72	1701,00	1323,00		1455,13	
	18		500	20,05		8,72	1701,00	1323,00		1443,80	
	19		500	20,05		8,72	1701,00	1323,00		1432,48	
	20		500	20,05		8,72	1701,00	1323,00		1421,15	
	21		500	20,05		8,72	1701,00	1323,00		1409,82	
	22		500	20,05		8,72	1701,00	1323,00		1398,49	
	23		500	20,05		8,72	1701,00	1323,00		1446,15	
	24		500	20,05		8,72	1701,00	1323,00		1434,83	
	25		500	20,05		8,72	1701,00	1323,00		1423,50	
	26		500	20,05		8,72	1701,00	1323,00		1412,17	
	27		500	17,15	23,32		1701,00	1323,00		1628,19	
	28		500	17,15			1701,00	1323,00		1611,04	

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
3	1	Phát triển - Thu hoạch	500	22,12			1701,00	1323,00		1588,92	
	2		500	22,12			1701,00	1323,00		1566,80	
	3		500	22,12			1701,00	1323,00		1544,68	
	4		500	22,12			1701,00	1323,00		1522,56	
	5		500	22,12			1701,00	1323,00		1500,44	
	6		500	22,12			1701,00	1323,00		1478,32	
	7		500	22,12			1701,00	1323,00		1456,20	
	8		500	22,12			1701,00	1323,00		1434,08	
	9		500	22,12			1701,00	1323,00		1411,96	
	10		500	22,12			1701,00	1323,00		1389,84	
	11		500	22,12			1701,00	1323,00		1367,72	
	12		500	22,12			1701,00	1323,00		1345,60	
	13		500	22,12			1701,00	1323,00		1323,48	
	14		500	22,12			1701,00	1323,00	378,00	1679,36	
	15		500	22,12			1701,00	1323,00		1657,24	
	16		500	22,12			1701,00	1323,00		1635,12	
	17		500	22,12			1701,00	1323,00		1613,00	
	18		500	22,12			1701,00	1323,00		1590,88	
	19		500	22,12			1701,00	1323,00		1568,76	
	20		500	22,12			1701,00	1323,00		1546,64	
	21		500	22,12			1701,00	1323,00		1524,52	
	22		500	22,12			1701,00	1323,00		1502,40	
	23		500	22,12			1701,00	1323,00		1480,28	
	24		500	22,12			1701,00	1323,00		1458,16	
	25		500	22,12			1701,00	1323,00		1436,04	
	26		500	22,12			1701,00	1323,00		1413,92	
	27		500	22,12			1701,00	1323,00		1391,80	
	28		500	22,12			1701,00	1323,00		1369,68	
	29		500	22,12			1701,00	1323,00		1347,56	
	30		500	22,12	5,44		1701,00	1323,00		1379,81	
	31		500	22,12			1701,00	1323,00		1357,69	
Tổng					108,36	453,60			1814,40		291,75

Kiểm tra kết quả tính toán:

Dùng phương trình cân bằng nước để kiểm tra:

$$W_c = (W_0 + \sum P_0 + \sum m + \sum \Delta W) - (\sum ET_c + \sum W_{tháo}) \quad (m^3/ha)$$

Theo kết quả tính toán bảng trên ta có:

Lượng nước đầu vụ : $W_0 = 680,40 \quad (m^3/ha)$

Tổng nước tưới trong vụ : $\sum m = 1814,40 \quad (m^3/ha)$

Tổng lượng nước mưa trong vụ : $\sum P_0 = 1083,61 \quad (m^3/ha)$

Tổng lượng nước tháo đi : $\sum W_{tháo} = 291,75 \quad (m^3/ha)$

Tổng lượng nước do cây trồng sử dụng được : $\sum \Delta W = 453,60 \quad (m^3/ha)$

Tổng lượng nước hao do bốc hơi trong cả vụ : $\sum ET_c = 2382,57 \quad (m^3/ha)$

Lớp nước cuối vụ tính toán, tính theo phương trình cân bằng nước:

$$W_c = (680,40 + 1083,61 + 1814,40 + 453,60) - (2382,57 + 291,75) = 1357,69 \quad (m^3/ha)$$

Lớp nước cuối vụ tính toán tính theo kết quả bảng trên:

$$W_c = 1357,69, \quad (m^3/ha)$$

$$\text{Sai số: } \Delta W_c = 1357,69 - 1357,69 \quad (m^3/ha) \text{ hay } \Delta W_c = \frac{1359,67 - 1357,69}{1357,69} 100 \approx 0\%$$

Vậy cho kết quả chính xác.

2. Thí dụ áp dụng phương pháp đồ thị

a) Các chỉ tiêu cơ lý của đất

$$\gamma_k = 1,35 \text{ T/m}^3; \quad \beta_{dn} = 28\%; \quad \beta_0 = 60\% \beta_{dr}; \quad \beta_{max} = 70\% \beta_{dr}; \quad \beta_{min} = 90\% \beta_{dr}$$

b) Lập bảng tính toán và vẽ biểu đồ xác định chế độ tưới

c) Kết quả tính toán

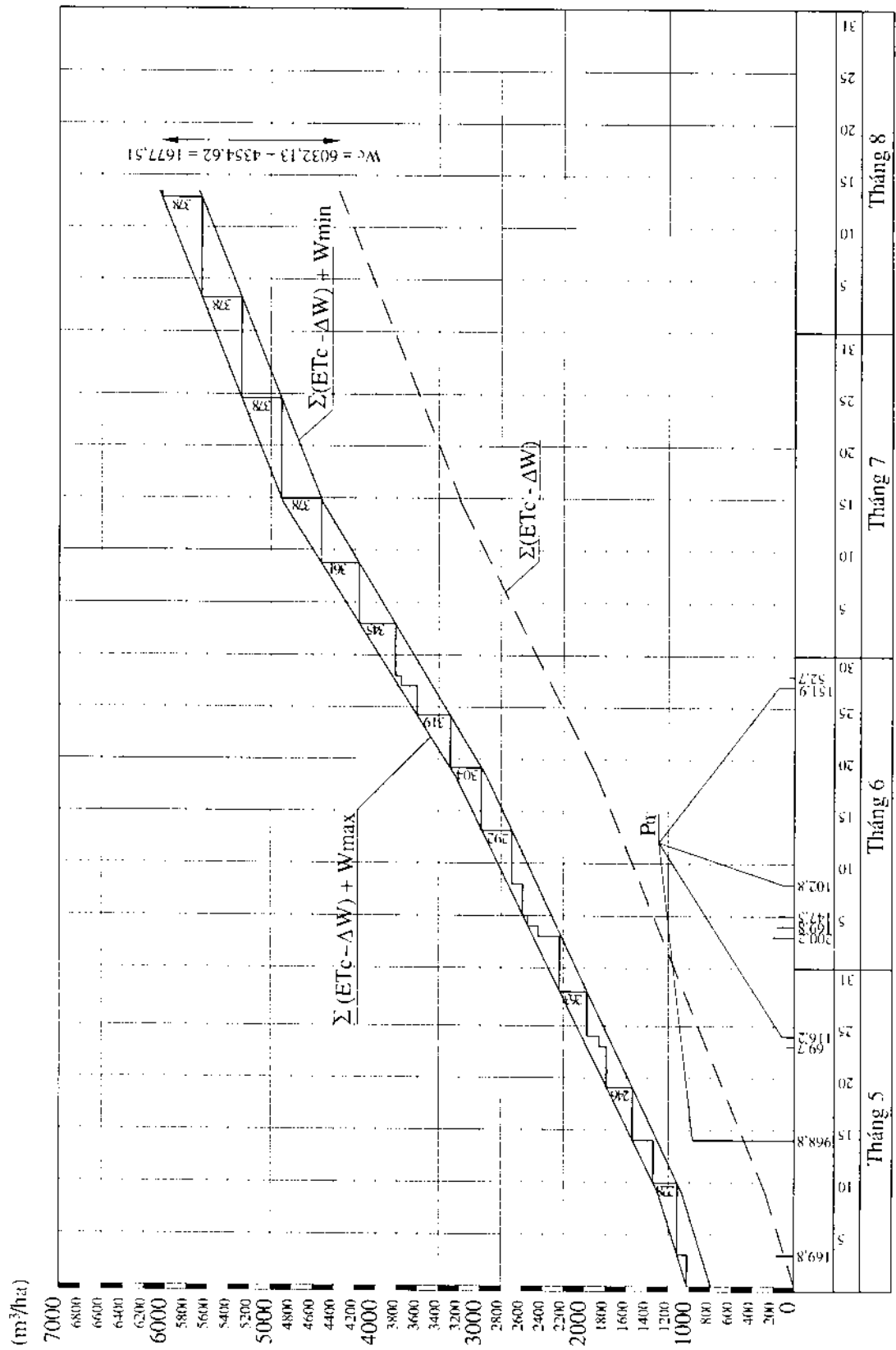
TT	Ngày tưới chính	Mức tưới (m^3/ha)	TT	Ngày tưới chính	Mức tưới (m^3/ha)
1	01/05	340	8	03/07	345
2	10/05	228	9	09/07	361
3	19/05	246	10	15/07	378
4	28/05	263	11	25/07	378
5	13/06	292	12	05/08	378
6	19/06	304	13	13/08	378
7	24/06	319	14	Tổng	4210

Bảng 3.25 - Tính toán lượng nước hao tổng cộng ở các thời kỳ sinh trưởng cho khoai lang Hà Thu

Thời kỳ sinh trưởng	Thời gian	Số ngày	H_i (mm)	ET_c (m^3/ha)	ΔW	$\Sigma(ET_c - \Delta W)$ (m^3/ha)	W_{max} (m^3/ha)	W_{min} (m^3/ha)	$\Sigma(ET_c - \Delta W + W_{max})$ (m^3/ha)	$\Sigma(ET_c - \Delta W + W_{min})$ (m^3/ha)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
Trồng - Bén rễ	1/5-9/5	9	300÷300	277,12	0	277,12	1020,6	793,8	1297,72	1070,92
Phát triển	10/5-18/6	40	300÷400	1835,03	226,8	1885,35	1360,8	1058,4	3246,15	2943,75
Hình thành củ	19/6-14/7	26	400÷500	1519,83	226,8	3178,38	1701,0	1323,0	4879,38	4501,38
Phát triển Thu hoạch	15/7-13/8	30	500÷500	1176,24	0	4354,62	1701,0	1323,0	6055,62	5677,62
Tổng cộng		105		4808,22	453,6					

Giải thích: Cột (5), (6), (7), (8) và (9) tính cho từng thời kỳ sinh trưởng

Cột (10) và (11) tính đến cuối các thời kỳ sinh trưởng (cuối thời kỳ trước là đầu thời kỳ sau)



Hình 3.7 - Đồ thị xác định chế độ tưới cho khoai lang vụ Hê Thu

d) Kiểm tra kết quả tính toán

Kiểm tra kết quả tính theo phương trình cân bằng:

$$W_c = (W_0 + \sum P_{0i} + \sum \Delta W_{Hi} + \sum m) - \sum ET_c$$

Theo tài liệu tính toán:

$$W_0 = 680,00 \text{ m}^3/\text{ha}; \quad \sum m = 4210 \text{ m}^3/\text{ha}; \quad \sum P_{0i} = 1140,60 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$\sum \Delta W_{Hi} = 453,60 \text{ m}^3/\text{ha}; \quad \sum ET_c = 4808,22$$

Thay vào phương trình cân bằng:

$$W_c = (680,00 + 1140,60 + 453,60 + 4210) - 4808,22 = 1675,98 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Theo đồ thị: $W_c = 1677,51 \text{ m}^3/\text{ha}$

$$\text{Vậy sai số: } \Delta W = \frac{1348 - 345}{1345} 100 \approx 0,22\% < 5\%$$

Do vậy kết quả là chính xác.

3.5. HỆ SỐ TUỚI - GIẢN ĐỒ HỆ SỐ TUỚI - GIẢN ĐỒ LƯU LƯỢNG TUỚI

3.5.1. Hệ số tưới - Giản đồ hệ số tưới

Trong phần trên chúng ta đã xác định chế độ tưới cho mỗi loại cây trồng. Chế độ tưới này thể hiện yêu cầu nước của mỗi loại cây trồng đó. Song trong thực tế, trong một hệ thống tưới bao gồm nhiều loại cây trồng khác nhau, vì thế cần phải biết yêu cầu nước đại diện chung cho các loại cây trồng và các yêu cầu dùng nước khác trong hệ thống. Nói một cách khác, cần phải xây dựng được một chế độ cung cấp nước chung cho cả hệ thống. Chế độ nước đó phải thỏa mãn được những yêu cầu sau:

- Đảm bảo cung cấp nước đầy đủ và kịp thời vào ruộng theo đúng yêu cầu của chế độ tưới cho các loại cây trồng cũng như các yêu cầu dùng nước khác trong hệ thống.
- Phù hợp với đặc điểm nguồn nước và điều kiện kinh tế khi thiết kế và xây dựng công trình.
- Tạo điều kiện tốt cho việc quản lý khai thác, phù hợp với tổ chức lao động và kế hoạch sản xuất nông nghiệp trong hệ thống.

Để biểu thị cho yêu cầu nước chung của hệ thống tưới người ta thường dùng hai chỉ tiêu tiêu chuẩn là hệ số tưới của hệ thống và giản đồ hệ số tưới của hệ thống.

1. Hệ số tưới của hệ thống

Hệ số tưới của một hệ thống là lưu lượng cần cung cấp cho một đơn vị diện tích trồng trọt đại diện của hệ thống, ký hiệu là q (l/s-ha).

Xét một hệ thống tưới phụ trách các loại cây trồng A, B, C với diện tích là: $\omega_A, \omega_B, \omega_C$.

$m_{A1}, m_{A2} \dots$ là mức tưới lần 1, 2... cho cây trồng A (m^3/ha);

$m_{B1}, m_{B2}, \dots$ là mức tưới lần 1, 2... cho cây trồng B (m^3/ha);

$m_{C1}, m_{B2}, \dots$ là mức tưới lần 1, 2... cho cây trồng C (m^3/ha);

$t_{A1}, t_{A2}, \dots$ là thời gian tưới lần 1, 2... cho cây trồng A (ngày);

$t_{B1}, t_{B2}, \dots$ là thời gian tưới lần 1, 2... cho cây trồng B (ngày);

$t_{C1}, t_{C2}, \dots$ là thời gian tưới lần 1, 2... cho cây trồng C (ngày);

$\alpha_A = \frac{\omega_A}{\Omega}$ là tỷ lệ diện tích của cây trồng A;

$\alpha_B = \frac{\omega_B}{\Omega}$ là tỷ lệ diện tích của cây trồng B;

$\alpha_C = \frac{\omega_C}{\Omega}$ là tỷ lệ diện tích của cây trồng C.

Thành phần hệ số tưới của cây trồng A trong khu tưới là:

$$\text{Lần thứ nhất:} \quad q_{A1} = \alpha_A \frac{m_{A1}}{3,6.n.t_{A1}} \quad (3.22)$$

$$\text{Lần thứ hai:} \quad q_{A2} = \alpha_A \frac{m_{A2}}{3,6.n.t_{A2}} \quad (3.23)$$

Tương tự cũng có:

Thành phần hệ số tưới của cây trồng B trong khu tưới là:

$$\text{Lần thứ nhất:} \quad q_{B1} = \alpha_B \frac{m_{B1}}{3,6.n.t_{B1}} \quad (3.24)$$

$$\text{Lần thứ hai:} \quad q_{B2} = \alpha_B \frac{m_{B2}}{3,6.n.t_{B2}} \quad (3.25)$$

Thành phần hệ số tưới của cây trồng C trong khu tưới là:

$$\text{Lần thứ nhất:} \quad q_{C1} = \alpha_C \frac{m_{C1}}{3,6.n.t_{C1}} \quad (3.26)$$

$$\text{Lần thứ hai:} \quad q_{C2} = \alpha_C \frac{m_{C2}}{3,6.n.t_{C2}} \quad (3.27)$$

trong đó:

Ω - tổng diện tích toàn khu tưới (ha);

n - số giờ tưới trong một ngày;

3,6 - hệ số đổi thứ nguyên.

Trong trường hợp lấy nước tự chảy hoặc thời gian yêu cầu nước căng thẳng, có thể tưới liên tục 24 giờ mỗi ngày.

Công thức tính toán hệ số tưới tổng quát sẽ là:

$$q = \alpha \frac{m}{86,4t} \quad (3.28)$$

trong đó:

q - hệ số tưới (l/s-ha);

α - tỷ lệ diện tích (không thứ nguyên);

m - mức tưới (m³/ha);

t - thời gian thực hiện mức tưới m , t tính bằng ngày.

Áp dụng công thức tính toán chúng ta sẽ tính được một quá trình hệ số tưới của từng loại cây trồng. Tổng hợp các hệ số tưới của các loại cây trồng ta được hệ số tưới của hệ thống. Để đơn giản người ta thường lập bảng để tính toán hệ số tưới cho các loại cây trồng như bảng 3.26.

Bảng 3.26 - Bảng tính toán hệ số tưới

Loại cây trồng	Tỷ lệ diện tích (%)	Số lần tưới	Mức tưới mỗi lần (m ³ /ha)	Thời gian tưới			Số ngày tưới	Hệ số tưới (l/s-ha)
				Từ ngày...	Đến ngày...	Ngày tưới chính		
A	0,32	1	756	02/01	11/01	05/01	8	0,40
		2	756	21/01	27/01	24/01	8	0,40
		3	945	22/02	28/02	24/02	7	0,50
		4	729	24/03	29/03	26/03	6	0,45
B	0,20	1	1080	12/01	16/01	14/01	5	0,50
		2	1123	02/02	05/02	03/02	4	0,65
		3	564	01/03	04/03	02/03	4	0,50
		4	605	20/03	21/03	20/03	2	0,70
C	0,30	1	579	08/01	12/01	10/01	5	0,40
		2	691	25/01	30/01	27/01	6	0,40
		3	518	22/02	27/02	24/02	6	0,30
		4	576	13/03	16/03	14/03	4	0,50
		5	579	09/04	16/04	12/04	8	0,25
D	0,18	1	1008	18/01	20/01	19/01	3	0,70
		2	1108	09/03	12/03	10/03	4	0,58
		3	720	17/04	19/04	18/04	3	0,50

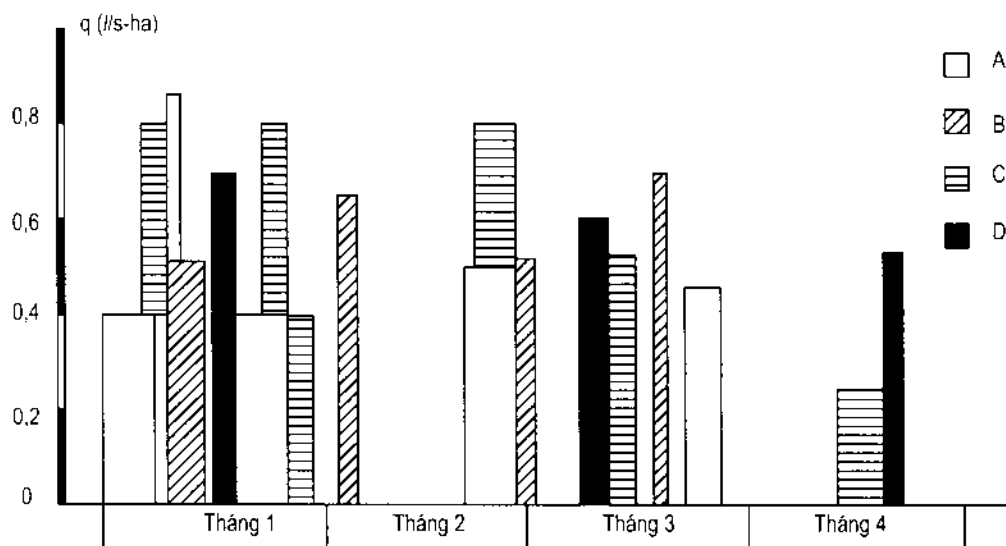
2. Giản đồ hệ số tưới

Để hình dung một cách thật cụ thể về quá trình hệ số tưới của hệ thống, mặt khác để việc xác định hệ số tưới thiết kế (q_{TK}) của hệ thống được dễ dàng, người ta biểu thị quá trình hệ số tưới bằng đồ thị theo thời gian. Biểu đồ đó được gọi là giản đồ hệ số tưới.

Giản đồ hệ số tưới phản ánh tiêu chuẩn yêu cầu nước theo thời gian của hệ thống. Giản đồ hệ số tưới là cơ sở để lập kế hoạch dùng nước của hệ thống và dựa trên kế hoạch dùng nước đó để quản lý và phân phối nước theo đúng yêu cầu nước của khu vực. Mặt khác, từ giản đồ hệ số tưới chọn ra các trị số đặc trưng làm tiêu chuẩn như hệ số tưới thiết kế, hệ số tưới lớn nhất, hệ số tưới nhỏ nhất để tính toán thiết kế kênh mương và công trình trên hệ thống.

a) Giản đồ hệ số tưới sơ bộ của hệ thống

Giản đồ hệ số tưới sơ bộ của hệ thống là tổng hợp các giản đồ hệ số tưới của các loại cây trồng trong hệ thống theo thời gian (hình 3.8).



Hình 3.8: Giản đồ hệ số tưới sơ bộ của hệ thống

Do trong hệ thống có nhiều loại cây trồng khác nhau, thời gian sinh trưởng và chế độ tưới của mỗi loại cây trồng khác nhau, khi tổ hợp một cách ngẫu nhiên giữa chúng với nhau tạo thành giản đồ hệ số tưới hệ thống, giản đồ hệ số tưới sơ bộ này thường có những đặc điểm:

- Mức độ đồng đều rất kém, có thời gian trị số q lớn, có thời gian trị số q nhỏ.
- Việc phân bố các lần tưới chưa hợp lý, có thời gian dài tưới liên tục, có thời gian tưới lại quá ngắn hoặc thời gian tưới và thời gian nghỉ lại xen kẽ nhau quá nhiều.

Điều đó gây nhiều khó khăn cho việc chọn trị số q_{TK} hợp lý để thiết kế công trình và kênh mương đảm bảo được tính kinh tế, kỹ thuật. Ngoài ra, trong công tác quản lý, với giản đồ hệ số tưới như vậy sẽ gây rất nhiều khó khăn cho công tác tổ chức tưới. Hơn nữa, điều

kiện làm việc của kênh mương và công trình cũng không tốt. Vì thế giản đồ hệ số tưới trên gọi là *Giản đồ hệ số tưới sơ bộ*.

b) Giản đồ hệ số tưới hiệu chỉnh

Để khắc phục các nhược điểm của giản đồ hệ số tưới sơ bộ ta phải tiến hành điều chỉnh để có *giản đồ hệ số tưới hiệu chỉnh*, điều chỉnh giản đồ hệ số tưới sơ bộ có thể tiến hành bằng cách:

- Thay đổi thời gian thực hiện mỗi lần tưới t .
- Xê dịch ngày tưới chính của mỗi lần tưới.

Trong quá trình điều chỉnh giản đồ hệ số tưới chúng ta phải tuân theo những nguyên tắc sau:

- Có thể kéo dài hoặc thu ngắn thời gian tưới mỗi lần nhưng phải nằm trong phạm vi cho phép của kỹ thuật nông nghiệp và chú ý đến điều kiện kinh tế vì chúng ảnh hưởng trực tiếp đến quy mô kích thước công trình.

Nếu chọn t nhỏ thì yêu cầu nước được đáp ứng kịp thời, nhưng trị số hệ số tưới q lớn dẫn đến quy mô kích thước công trình lớn không bảo đảm điều kiện kinh tế. Ngược lại t quá lớn, hệ số tưới q sẽ nhỏ công trình sẽ nhỏ, yêu cầu về nước không được đáp ứng một cách kịp thời, mặt khác thời gian tưới liên tục sẽ bị kéo dài, gây căng thẳng cho vấn đề vận hành công trình và điều hành tưới.

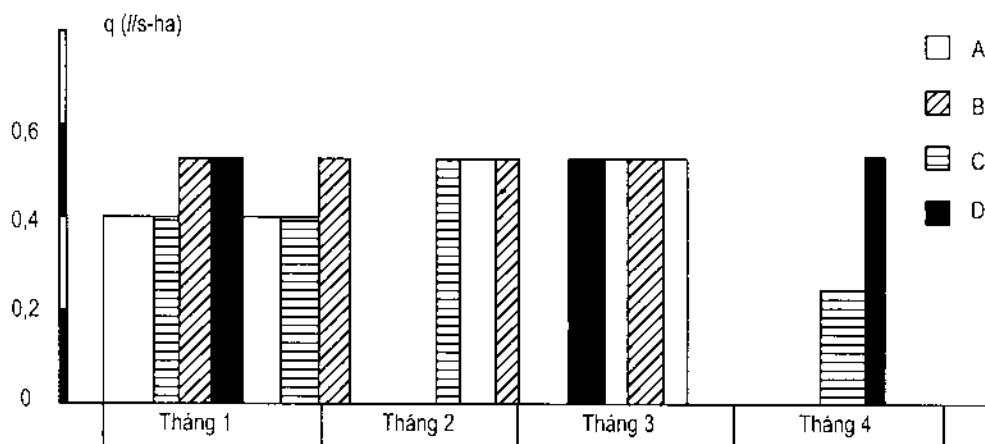
Vì vậy, việc xác định thời gian tưới mỗi lần t cũng như thay đổi nó trong quá trình điều chỉnh giản đồ hệ số tưới phải phân tích kỹ các vấn đề có liên quan như:

- Yêu cầu của kỹ thuật nông nghiệp.
- Quy mô kích thước công trình và kênh mương trong hệ thống.
- Vấn đề tổ chức tưới.

Mặt khác trong quá trình tính toán, chúng ta thường phải dựa vào các tài liệu đã được tổng kết ở những hệ thống tưới đã có, dựa vào tính chất của nguồn nước, khả năng đầu tư để xác định thời gian tưới mỗi lần t cho hợp lý.

- Thời gian nghỉ giữa hai đợt tưới không nên quá ngắn, không nên nhỏ hơn 3 ngày.
- Thời gian tưới liên tục không nên quá dài, dài nhất cũng chỉ từ $20 \div 30$ ngày.
- Sau khi điều chỉnh trị số hệ số tưới lớn nhất và nhỏ nhất trong giản đồ không nên chênh lệch nhau quá lớn, theo gợi ý của một số tác giả để nâng cao hiệu quả làm việc của công trình thì $q_{\min} \geq 0,4q_{\max}$.
- Trong một số trường hợp đặc biệt có thể thay đổi mức tưới mỗi lần nhưng không được quá 5%.

Ngoài ra, trong quá trình điều chỉnh giản đồ hệ số tưới còn phải chú ý thêm vấn đề tổ chức canh tác, tổ chức quản lý, khả năng của nguồn nước để có sự kết hợp chặt chẽ giữa các yếu tố đó nhằm xác định ra một quá trình hệ số tưới hợp lý nhất.



Hình 3.9 - Giản đồ hệ số tưới đã hiệu chỉnh của hệ thống

3. Một số nhận xét về giản đồ hệ số tưới

Giản đồ hệ số tưới của hệ thống phản ánh yêu cầu dùng nước của cả hệ thống với tỷ lệ của các loại cây trồng nhất định. Giản đồ hệ số tưới của hệ thống có thể áp dụng được cho tất cả các cấp kênh nếu như các cấp kênh có tỷ lệ diện tích cây trồng như nhau và chính bằng tỷ lệ diện tích cây trồng của hệ thống. Nhưng trong thực tế rất ít gặp trường hợp đó. Các kênh khác nhau thường phụ trách diện tích có tỷ lệ cây trồng khác nhau và có thể khác xa với tỷ lệ diện tích cây trồng của toàn hệ thống, nhất là các kênh nhỏ. Vì vậy, nếu áp dụng cho các cấp kênh thì sẽ bị sai lệch. Để có thể tính toán cho mỗi kênh, chúng ta phải tiến hành thành lập giản đồ hệ số tưới chi tiết cho từng cấp kênh một, tuy nhiên làm như vậy sẽ vô cùng phức tạp.

Một số ý kiến đề nghị thành lập *giản đồ lưu lượng thực cần* cho từng cấp kênh, giản đồ lưu lượng sẽ phản ánh chính xác hơn yêu cầu nước của một cấp kênh nào đó và có nhiều tiện lợi hơn trong tính toán thiết kế cũng như trong công tác quản lý.

3.5.2. Giản đồ lưu lượng tưới thực cần của các cấp kênh

Lưu lượng thực cần cho loại cây trồng A có diện tích ω_A của cấp kênh nào đó sẽ là:

$$Q_A = \frac{m_A}{t_A} \omega_A \quad (3.29)$$

Lưu lượng thực cần cho loại cây trồng B có diện tích ω_B của cấp kênh nào đó sẽ là:

$$Q_B = \frac{m_B}{t_B} \omega_B \quad (3.30)$$

Như vậy chúng ta sẽ tính được quá trình lưu lượng thực cần cho các loại cây trồng tại cấp kênh nào đó. Lưu lượng thực cần của cấp kênh đó sẽ là tổng các quá trình lưu lượng thực cần của các loại cây trồng do cấp kênh đó phụ trách.

Giản đồ lưu lượng thực cần của cấp kênh trên bằng tổng các giản đồ lưu lượng các cấp kênh dưới.

Dùng giản đồ lưu lượng có một số thuận tiện, song tính toán cũng rất phức tạp và cũng chưa hẳn phù hợp với thực tế vì kế hoạch sản xuất, hay nói một cách khác tỷ lệ diện tích các loại cây trồng sẽ luôn luôn thay đổi theo thời gian và không gian.

Hiện nay, giản đồ hệ số tưới vẫn được sử dụng trong tính toán vì nó phản ánh được một cách tổng quát quá trình yêu cầu nước trong năm của hệ thống.

Câu hỏi ôn tập:

1. Hãy phân tích ưu nhược điểm của các phương pháp tính toán bốc thoát hơi nước mặt ruộng, điều kiện sử dụng.
2. Hãy trình bày nguyên lý tính toán chế độ tưới cho lúa theo quan điểm gico cây đồng thời và tuần tự, nêu các tài liệu cần thiết để tính toán đối với môi trường hợp.
3. Hãy trình bày nguyên lý tính toán chế độ tưới cho cây trồng cạn, nêu các tài liệu cần thiết để tính toán.
4. Nêu mục đích ý nghĩa và cách thành lập giản đồ hệ số tưới cho hệ thống.

Chương 4

CHẾ ĐỘ TIÊU VÀ YÊU CẦU TIÊU

Tiêu thoát nước cho nông nghiệp là vấn đề quan trọng như tưới nước. Thiếu nước thì cây trồng không phát triển được, ngược lại thừa nước cây trồng cũng suy yếu. Do đó hai vấn đề này phải giải quyết song song trong quy hoạch thiết kế hệ thống thủy lợi.

Trong một hệ thống thủy lợi thường bao gồm nhiều đối tượng cần tiêu như đất cấy lúa, đất trồng cây trồng cạn, đất ao hồ, đất thổ cư, đường sá. Do vậy để xác định được hệ số tiêu tổng hợp cho khu vực cần phải tính được hệ số tiêu thành phần, vì mỗi loại đất tiêu có đặc điểm khác nhau.

4.1. TÍNH HỆ SỐ TIÊU CHO VÙNG TRỒNG LÚA

Lúa là cây trồng phát triển trên môi trường ngập nước, nó có khả năng chịu ngập tốt. Do vậy có thể lợi dụng đặc tính này để trữ nước trên ruộng khi có mưa lớn, kéo dài thời gian tiêu, vì vậy sẽ giảm được hệ số tiêu cần thiết.

4.1.1. Các tài liệu cần thiết

- Mô hình mưa tiêu lớn nhất thời đoạn ngắn 1, 3, 5, 7 ngày theo tần suất thiết kế, thường $P = 10\%$.
- Giai đoạn sinh trưởng của cây lúa và chiều cao cây theo từng giai đoạn.
- Đặc trưng thấm của đất (hệ số thấm ổn định).
- Lượng bốc hơi mặt ruộng trong thời gian tính toán (theo kết quả tính toán bốc hơi thực tế mặt ruộng với bốc hơi tiềm năng tính từ công thức Penman).
- Khả năng chịu ngập của lúa theo tài liệu thí nghiệm, thường được xác định theo chiều cao của cây lúa.
- Thời gian tiêu cho phép, thường xác định theo:

$$[T] = t + 2$$

$[T]$ - thời gian tiêu cho phép (ngày);

t - thời gian mưa theo mô hình tính toán (ngày).

**Bảng 4.1 - Chiều cao cây lúa hệ thu ứng với từng giai đoạn sinh trưởng
(theo tài liệu Ủy ban NNTW, giống lúa CR203)**

Tháng	VI	VII	VIII	IX
Chiều cao cây lúa (cm)	25 ÷ 30	30 ÷ 35	40 ÷ 50	50 ÷ 55

Bảng 4.2 - Chiều sâu ngập so với chiều cao cây và thời gian chịu ngập cho phép của lúa CR203 để năng suất giảm không quá 10%

Thời gian chịu ngập	1 ngày	2 ngày	3 ngày	4 ngày	5 ngày	6 ngày	7 ngày	8 ngày
Năng suất giảm 10%	0,82	0,62	0,53	0,48	0,44	0,38	0,35	0,31

Bảng 4.3 - Khả năng chịu ngập theo chiều cao cây lúa

Tháng	Chiều cao cây (mm)	1 ngày	2 ngày	3 ngày	4 ngày	5 ngày	6 ngày	7 ngày	8 ngày
7	300	246	186	159	144	132	114	105	93
8	350	287	217	186	168	154	133	122	108
9	450	369	279	238	216	198	171	158	140

Hệ số dòng chảy σ có thể sử dụng như sau đối với các vùng tiêu nước:

$$\begin{aligned}
 + \sigma_{\text{lúa}} &= 1,0; & + \sigma_{\text{ao hồ}} &= 1,0 \\
 + \sigma_{\text{màu}} &= 0,6; & + \sigma_{\text{loại khác}} &= 0,5
 \end{aligned}$$

Cường độ ngấm ổn định của đất trồng lúa phụ thuộc vào loại đất. Lúa thường được gieo trồng trên đất thịt, hệ số ngấm ổn định ít biến đổi, thường lấy $K = 2 \text{ mm/ngày}$.

4.1.2. Phương pháp tính toán

Phương pháp tính toán dựa trên cơ sở cân bằng nước mặt ruộng và tình hình công trình. Ở đây được tính khi hệ thống tiêu hoàn chỉnh, các ô ruộng đều có công trình tiêu tự chảy ra kênh tiêu. Do vậy phương pháp tính toán phụ thuộc vào loại công trình tiêu và trạng thái chảy qua công trình. Công trình trên mặt ruộng có thể là đập tràn hoặc ống tiêu.

1. Công trình tiêu nước mặt ruộng là đập tràn

a) Trường hợp chảy tự do

Trường hợp này dựa vào hệ hai phương trình:

- Phương trình cân bằng nước mặt ruộng.
- Phương trình năng lượng (dòng chảy qua công trình).
- Hệ phương trình cơ bản để tính toán hệ số tiêu:

$$\left. \begin{aligned}
 \text{(a)} \quad q_{0i} &= W_i - 2\bar{H}_i \\
 \text{(b)} \quad q_{0i} &= 0,273mb_{0i}\sqrt{2g\cdot\bar{H}_i^2}
 \end{aligned} \right\}, \text{ (mm/ngày)} \quad (4.1)$$

trong đó:

$$W_i = P_i - h_{0i} + 2H_{i-1};$$

P_i - lượng mưa tính toán trong ngày (mm);

Quá trình tính toán sẽ thực hiện từ ngày đầu của trận mưa thiết kế cho đến khi kết thúc mưa và mực nước trên ruộng trở lại mực nước ban đầu thì sẽ kết thúc quá trình tính, sau đó sẽ kiểm tra điều kiện ràng buộc về thời gian tiêu cho phép và khả năng chịu ngập. Nếu thỏa mãn quá trình tính toán sẽ kết thúc, nếu không phải giả định lại b_{0i} và tính toán lặp lại tương tự như trên.

P - độ cao đập tràn, xác định theo yêu cầu chịu ngập thường xuyên của lúa;

$$\bar{a}_i = P + \bar{H}_i$$

$$q_{0i} = \frac{q_{0i}}{8,64} \text{ (l/s-ha)}$$

Hệ số lưu lượng m

$m = 0,42$ đối với đập tràn thành mỏng;

$m = 0,45$ đối với đập tràn thực dụng;

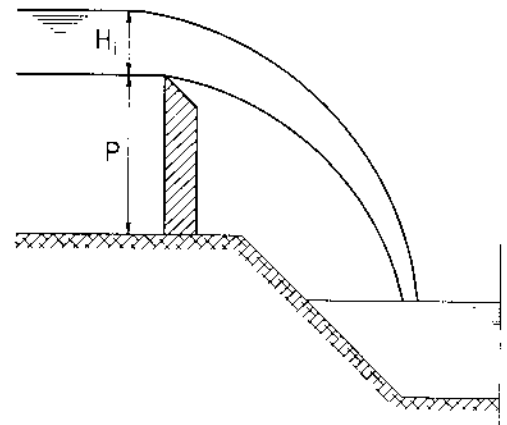
$m = 0,35$ đối với đập tràn đỉnh rộng.

+ Phương pháp đồ thị

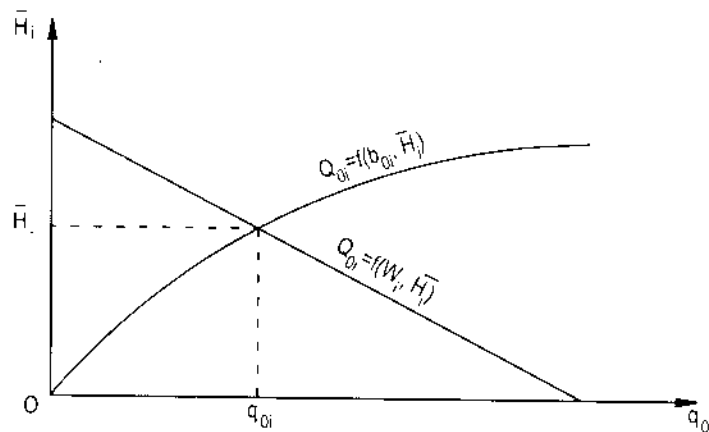
Hệ phương trình (4.1) có thể giải bằng đồ thị như sau:

- Xây dựng đường quan hệ $(q_{0i} \sim \bar{H}_i)$ theo phương trình (4.1b) là quan hệ đường cong.
- Xây dựng đường quan hệ $(q_{0i} \sim \bar{H}_i)$ theo phương trình (4.1a) là quan hệ đường thẳng.
- Giao điểm của hai đường này chính là cặp nghiệm của hệ 2 phương trình.

Cứ tiếp tục tính toán như vậy cho quá trình mưa và sẽ kết thúc như trường hợp tính theo giải tích cho tới khi trạng thái nước ruộng trở lại ban đầu.



Hình 4.1: Chảy tự do



Hình 4.2: Đồ thị xác định $\bar{H}_i$ và q_{0i}

Hiện nay vì máy vi tính phát triển nên thường dùng phương pháp giải tích.

b) Trường hợp chảy ngập

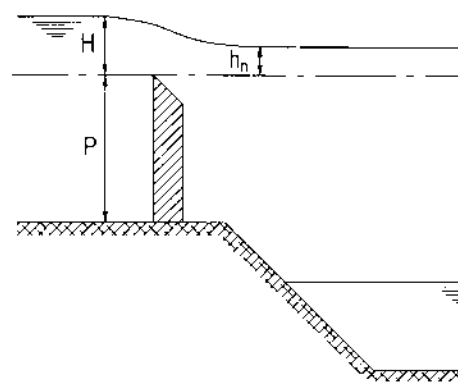
Khi mực nước hạ lưu đập tràn cao hơn so với đỉnh tràn, lưu lượng chảy qua đập tràn sẽ bị ảnh hưởng của mực nước hạ lưu.

Hệ phương trình lúc này sẽ là:

$$\left. \begin{aligned} q_{0i} &= W_i - 2\bar{H}_i \\ q_{0i} &= 0,273m\sigma_n b_{0i} \sqrt{2g \cdot \bar{H}_i^3} \end{aligned} \right\} \quad (4.3)$$

Phương trình thứ 2 thêm hệ số ngập σ_n :

$$\sigma_n = f\left(\frac{h_n}{H}\right)$$



Hình 4.3: *Trạng thái chảy ngập*

Hệ số ngập xác định theo tài liệu thí nghiệm, có thể tra theo bảng 4.5, tùy vào mực nước trên ruộng và mực nước kênh tiêu.

Bảng 4.5 - Quan hệ giữa tỷ số $\frac{h_n}{H}$ và hệ số σ_n

$K = \frac{h_n}{H}$	σ_n	$K = \frac{h_n}{H}$	σ_n	$K = \frac{h_n}{H}$	σ_n	$K = \frac{h_n}{H}$	σ_n
0,06	0,996	0,30	0,939	0,52	0,845	0,74	0,698
0,08	0,992	0,32	0,932	0,54	0,834	0,76	0,682
0,10	0,988	0,34	0,925	0,56	0,823	0,78	0,662
0,12	0,984	0,36	0,917	0,58	0,812	0,80	0,642
0,14	0,980	0,38	0,909	0,60	0,800	0,82	0,621
0,16	0,976	0,40	0,901	0,62	0,787	0,84	0,599
0,18	0,972	0,42	0,892	0,64	0,774	0,86	0,576
0,20	0,968	0,44	0,884	0,66	0,760	0,88	0,550
0,22	0,963	0,46	0,875	0,68	0,746	0,90	0,520
0,24	0,958	0,48	0,865	0,70	0,730		
0,28	0,952	0,50	0,855	0,72	0,714		

Phương pháp giải tích để giải hệ phương trình (4.3) cũng giống trường hợp trên chỉ khác là phải xét đến hệ số ngập σ_n .

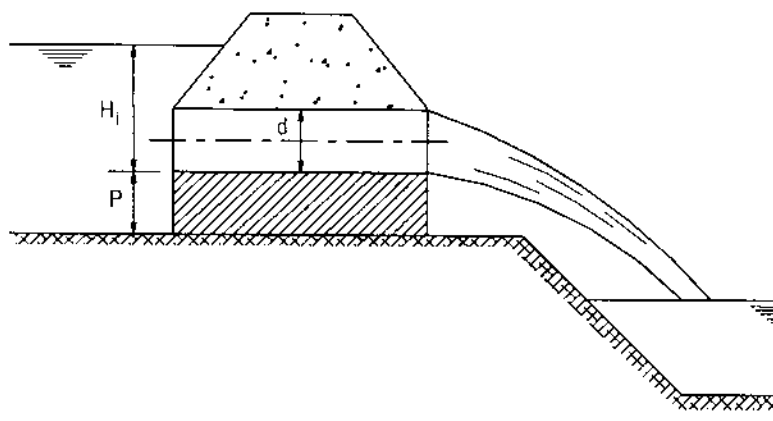
Thí dụ áp dụng: Tính hệ số tiêu cho lúa với mô hình mưa 5 ngày, tiêu hết trong 7 ngày. Kết quả tính toán xem bảng 4.6, với chiều cao đập tràn $P = 100\text{mm}$.

Bảng 4.6 - Kết quả tính toán hệ số tiêu cho lúa vùng Hải Dương

Ngày	P_i (mm)	h_{0i} (mm)	P_{0i} (mm)	W_i (mm)	q_{0i} (mm/ngày)	$\bar{H}_i$ (mm)	H_i (mm)	$\bar{a}_i$ (mm)	q_i (l/s-ha)
19/07	55,25	8,54	46,71	46,71	10	9	18	109	1,15
20/07	1,20	8,54	-7,34	28,66	5	12	6	112	0,57
21/07	73,87	8,54	65,33	77,33	19	29	52	129	2,19
22/07	129,85	8,54	121,31	225,31	76,5	74	96	174	8,85
23/07	38,79	8,54	30,25	222,25	75	73,5	1	173,5	8,68
24/07	0	8,54	-8,54	93,46	24	34,5	18	135	2,77
25/07	0	8,54	-8,54	27,46	4,5	11	3	111	0,52

2. Công trình tiêu nước mặt ruộng là ống tiêu

Ống tiêu là công trình tiêu nước đơn giản, dễ bảo vệ vì đặt dưới bờ ruộng, bảo đảm lưu lượng tương đối ổn định khi chảy qua ống.

**Hình 4.4: Chảy tự do qua ống****a) Trường hợp chảy tự do**

Hệ phương trình tính toán:

$$\left. \begin{aligned} q_{0i} &= W_i - 2\bar{H}_i \\ q_{0i} &= 0,273\mu\omega\sqrt{2g}\left(\bar{H}_i - \frac{d}{2}\right)^{1/2} \end{aligned} \right\} \quad (4.4)$$

trong đó:

ω - diện tích mặt cắt ngang ống tiêu, có thể $\omega = b.d$ hoặc $\omega = \frac{\pi d^2}{4}$;

μ - hệ số lưu lượng, thường $\mu = 0,60 \div 0,62$.

Các giá trị khác ý nghĩa giống như trên và cách giải hệ phương trình (4.4) cũng tương tự như trường hợp đập tràn.

b) Trường hợp chảy ngập

Khi mực nước sau ống tiêu cao hơn đáy ống tiêu, khi đó hệ phương trình sẽ là:

$$\left. \begin{aligned} q_{0i} &= W_i - 2\bar{H}_i \\ q_{0i} &= 0,273\mu\omega\sqrt{2gZ} \end{aligned} \right\} \quad (4.5)$$

Z - chênh lệch mực nước thượng hạ lưu (mm).

Cách giải hệ phương trình này cũng giống các trường hợp trên.

4.2. TÍNH TOÁN TIÊU CHO CÂY TRỒNG CẠN

Đặc điểm của cây trồng cạn là khả năng chịu ngập kém, nên cần tiêu khẩn trương, mưa đến đâu là tiêu đến đấy, thường tính theo mưa ngày. Do đó hệ số tiêu thường lớn so với lúa.

4.2.1. Các tài liệu cần thiết

- Mưa ngày lớn nhất ứng với tần suất 10%.
- Thời gian tập trung dòng chảy của lưu vực (τ).
- Hệ số dòng chảy của lưu vực. Khi thiếu tài liệu thí nghiệm có thể tra bảng, hệ số này phụ thuộc vào loại đất, độ dốc mặt đất.
- Thời gian kéo dài của trận mưa (t).

4.2.2. Cách xác định thời gian tập trung dòng chảy (τ)

Thời gian tập trung dòng chảy là cơ sở để xác định công thức tính toán hệ số tiêu lớn nhất. Do vậy trước tiên phải xác định giá trị này.

Giá trị này thường được tính theo công thức kinh nghiệm:

1. Công thức Pasini

$$\tau = \frac{\alpha \sqrt[3]{SL}}{\sqrt{I}}, \quad (h) \quad (4.6)$$

trong đó:

- τ - thời gian tập trung dòng chảy, tính theo giờ (h);
- S - diện tích lưu vực tiêu (km^2);
- L - chiều dài sườn dốc chính (km);
- I - độ dốc lưu vực;
- α - hệ số kinh nghiệm, thường lấy bằng $0,102 \div 0,108$.

2. Công thức Angaro

$$\tau = 0,18\sqrt[3]{SL} \quad (4.7)$$

Công thức này áp dụng cho vùng bằng phẳng, lưu vực nhỏ. Giá trị S , L có ý nghĩa và thứ nguyên như công thức (4.6), chỉ khác là τ tính bằng ngày.

3. Công thức Kirpich

$$\tau = 0,0663 \left(\frac{L}{\sqrt{I}} \right)^{0,77} \quad (4.8)$$

L - cũng có thứ nguyên giống công thức trên.

Công thức này được Công ty Zaika của Nhật Bản áp dụng tính tiêu cho khu vực nam Hà Nội.

4. Công thức Giadotti

$$\tau = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{\Delta H}}, \quad (\text{h}) \quad (4.9)$$

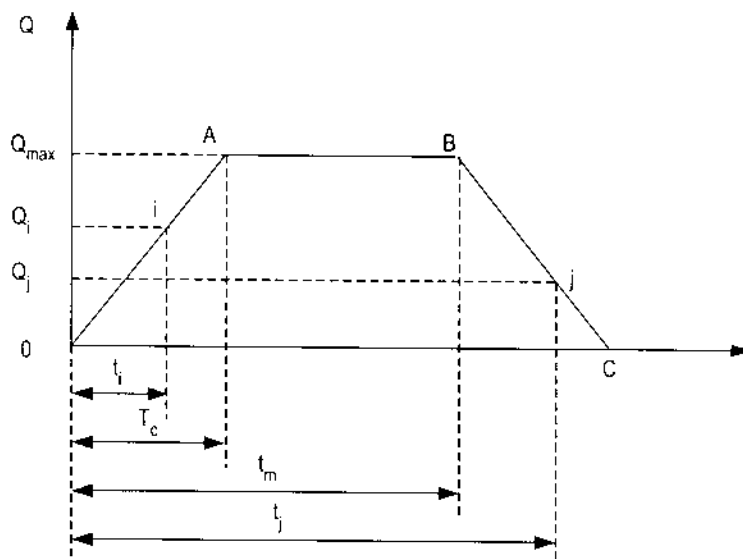
ΔH là chênh lệch mực nước giữa cao độ trung bình của lưu vực và điểm ra (m). Giá trị ΔH xác định khó chính xác.

4.2.3. Tính toán hệ số tiêu lớn nhất cho cây trồng cạn

Hệ số tiêu lớn nhất được xác định trên cơ sở hình thành dòng chảy trên lưu vực.

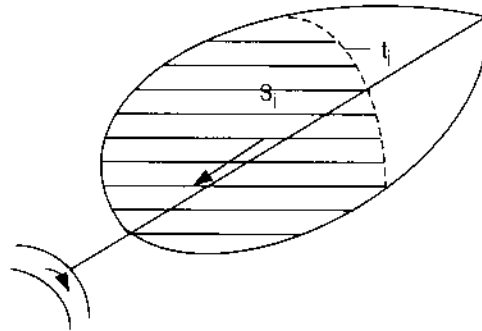
Chia làm ba trường hợp nghiên cứu:

1. Khi thời gian mưa (t) lớn hơn thời gian tập trung dòng chảy (T_c), $t > T_c$



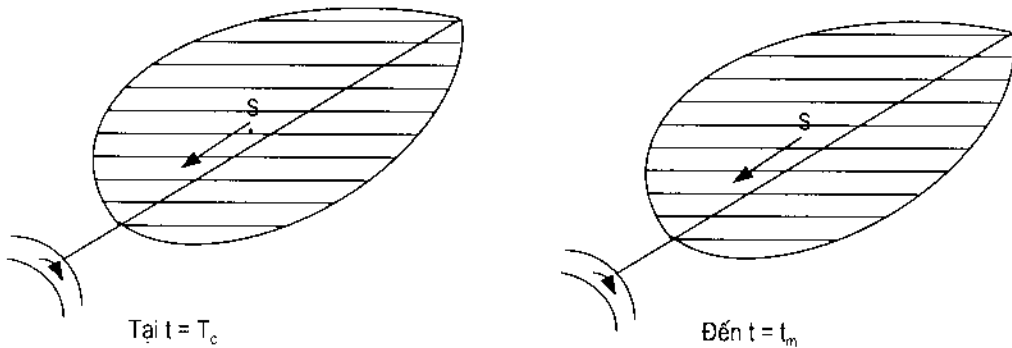
Hình 4.5: Đường quá trình $Q \sim t$ khi $t > T_c$

- Tại thời gian $t = 0$ bắt đầu mưa $Q = 0$.
- Tại thời gian $t = t_i$: Diện tích tập trung nước mưa về cửa tiêu chỉ chiếm một phần diện tích gạch chéo của lưu vực, lưu lượng dòng chảy chỉ là Q_i với $Q_i < Q_{\max}$.



Hình 4.6: Đường đẳng thời với $t = t_i$ tại thời điểm $t = t_i$

- Đến thời điểm $t = T_c$, toàn bộ diện tích nước mưa trên lưu vực đã chảy qua cửa tiêu, lưu lượng dòng chảy tại cửa ra của khu tiêu đã đạt trị số $Q_{\max}$. Giá trị này được duy trì từ $t = T_c$ đến $t = t_m$.



Hình 4.7: Đường đẳng thời với $t = t_i$ tại thời điểm $t = T_c$ và $t = t_m$

- Tính toán lưu lượng lớn nhất và hệ số tiêu lớn nhất:

$$Q_{\max} = \frac{\sigma PS}{t}, \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad (4.10)$$

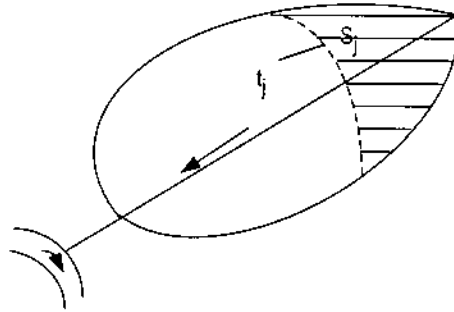
và:
$$q_{\max} = \frac{\sigma P}{t}, \quad (\text{l/s-ha}) \quad (4.11)$$

trong đó:

- σ - hệ số dòng chảy, tra theo bảng tra của tài liệu thực nghiệm;
- P - lượng mưa thiết kế trong thời gian mưa (mm);
- t - thời gian mưa.

Tùy theo thí nghiệm của lượng mưa và thời gian mưa mà ta sẽ có hệ số đổi đơn vị trong hai công thức trên để thứ nguyên của $Q_{\max}$ và $q_{\max}$ sẽ đạt được thứ nguyên như trên.

Đến thời gian $t = t_j$ sau khi ngừng mưa, phần chảy của nước mưa qua cửa tiêu chỉ còn lại phần diện tích gạch ở phía thượng lưu của lưu vực tiêu (S_j) và $Q_j < Q_{\max}$



Hình 4.8: Tại $t = t_j$ sau khi ngừng mưa

Hệ số tiêu cũng có thể xác định theo quan hệ giữa $q_{\max}$ với q_{TB} (hệ số tiêu trung bình).

$$q_{\max} = K \cdot q_{TB} \quad (4.12)$$

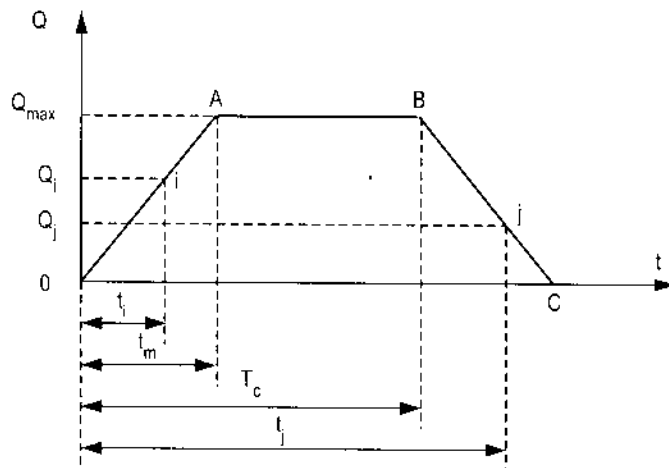
trong đó:

K - hệ số lũ, thường $K \leq 2$:

$$K = \frac{q_{\max}}{q_{TB}} = \frac{\frac{\sigma P}{t}}{\frac{\sigma P}{t + T_c}} = \frac{t + T_c}{t} = 1 + \frac{T_c}{t} \quad (4.13)$$

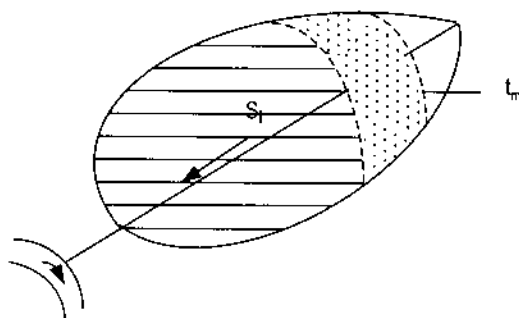
Vì $t_{\text{mưa}} < T_c$ nên $1 < K < 2$.

2. Khi thời gian mưa (t) bé hơn thời gian tập trung dòng chảy (T_c), $t < T_c$



Hình 4.9: Đường quá trình $Q \sim t$ khi $t < T_c$

- Tại thời gian $t = t_i$, diện tích dòng chảy của mưa chỉ đạt một phần diện tích tiêu của lưu vực nên lưu lượng nước mưa chảy qua cửa tiêu lúc đó là Q_i với $Q_i < Q_{\max}$.



Hình 4.10: Tại thời điểm $t = t_i$ đến $t = t_m$

- Đến thời điểm $t = t_m$ kết thúc mưa nhưng diện tích dòng chảy của mưa trên lưu vực không phải toàn bộ mà chỉ là một phần diện tích (có gạch chéo) chảy qua cửa tiêu, lưu lượng dòng chảy đạt giá trị $Q_{\max}$. Giá trị này được duy trì từ $t = t_m$ đến $t = T_c$, do bảo tồn sự cân bằng dòng chảy.

Lưu lượng lớn nhất được tính:

$$Q_{\max} = \frac{\sigma P S_i}{T_c} \quad (4.14)$$

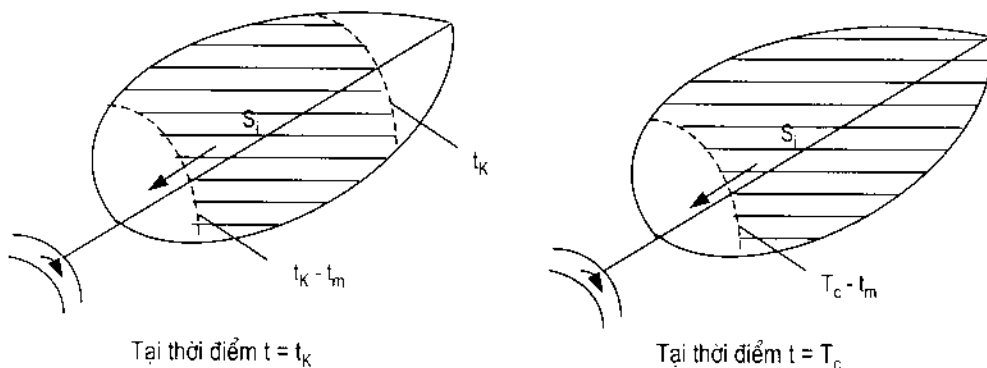
hoặc:

$$q_{\max} = \frac{\sigma P}{T_c} \quad (4.15)$$

- Tại thời điểm $t = t_k$ với $t_m < t_k < T_c$

Diện tích dòng chảy của nước mưa trên lưu vực gồm phần diện tích nằm giữa phần dưới và phần trên lưu vực tiêu, diện tích vẫn giữ không đổi và lưu lượng vẫn đạt giá trị $Q_{\max}$.

- Tại thời điểm $t = T_c$: Diện tích tập trung dòng chảy qua cửa tiêu gồm phần phía thượng lưu và vẫn giữ không đổi với $Q = Q_{\max}$.

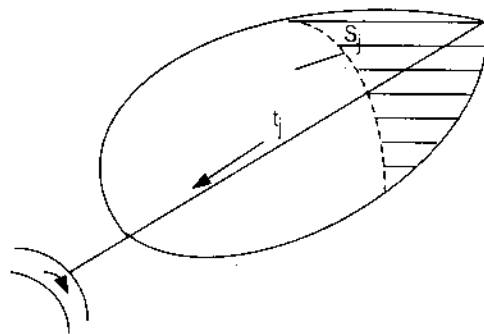


Hình 4.11

- Đến thời điểm $t = t_j$, sau thời điểm T_c lúc này diện tích tập trung dòng chảy chỉ còn phần phía thượng lưu của lưu vực tiêu (phần gạch chéo) chảy qua cửa tiêu.

Lưu lượng dòng chảy nước mưa qua cửa tiêu Q_j với $Q_j < Q_{\max}$.

Hệ số tiêu lớn nhất cũng có thể xác định theo quan hệ:

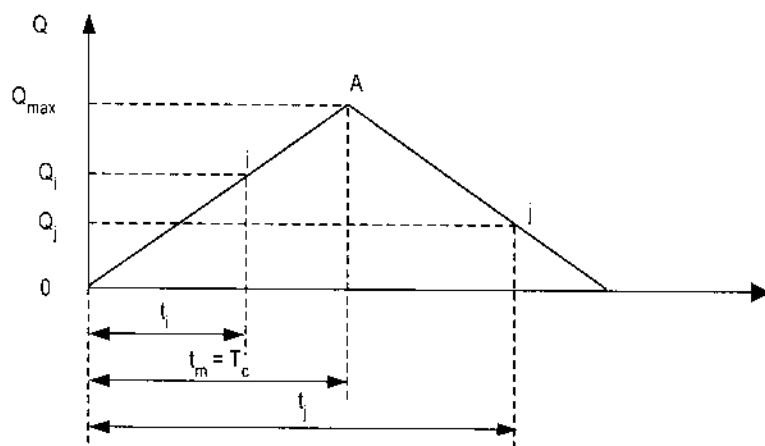


Hình 4.12: Tại thời điểm $t = t_j$ (sau T_c)

$$q_{\max} = K q_{TB} \rightarrow K = \frac{q_{\max}}{q_{TB}} = \frac{\frac{\sigma P}{T_c}}{\frac{\sigma P}{t + T_c}} = 1 - \frac{t_m}{T_c} \quad (4.16)$$

Vì $t_m < T_c$ nên $1 < K < 2$.

3. Khi thời gian mưa (t) bằng thời gian tập trung dòng chảy (T_c), $t = T_c$



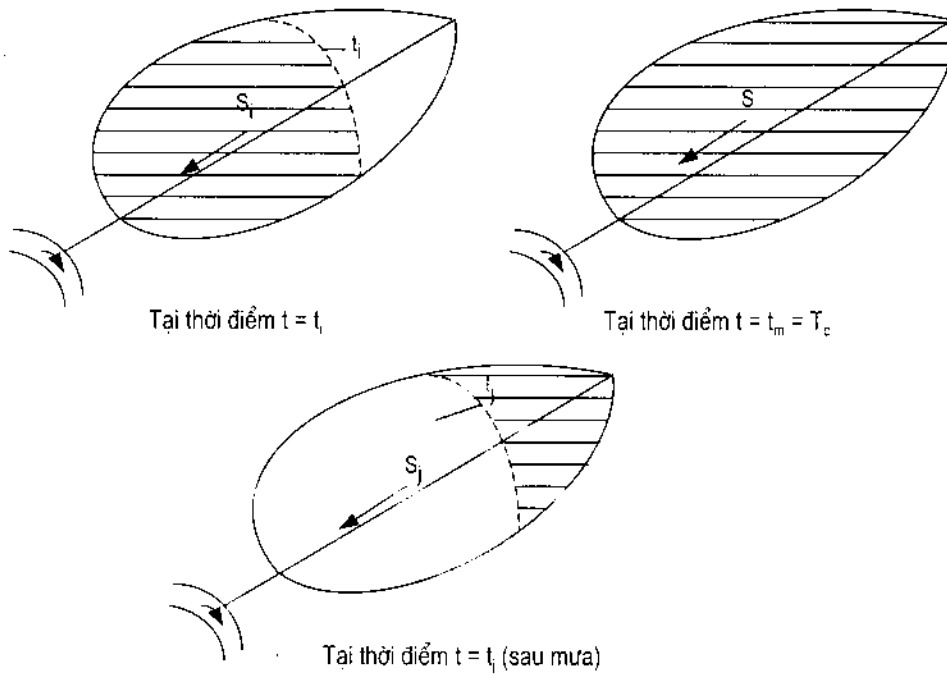
Hình 4.13: Đường quá trình $Q \sim t$ khi $t = T_c$

- Tại thời gian $t = t_i$, diện tích tập trung dòng chảy của nước mưa chỉ một phần diện tích, lưu lượng dòng chảy $Q_i < Q_{\max}$.

- Tại thời điểm $t = t_m = T_c$ diện tích dòng chảy của nước mưa trên toàn lưu vực đều chảy qua cửa tiêu, lưu lượng dòng chảy của mưa đạt giá trị lớn nhất $Q = Q_{\max}$ sau đó giảm dần cho đến khi $Q = 0$.

Lưu lượng lớn nhất và hệ số tiêu lớn nhất tính giống trường hợp 1.

$$q_{\max} = \frac{\sigma P}{t_m} \text{ và } q_{\max} = K q_{TB} \text{ với } K = 2$$



Hình 4.14

4.2.4. Cách tính hệ số tiêu lớn nhất cho cây trồng cạn theo phương pháp cường độ mưa giới hạn

Theo tài liệu thống kê của các vùng, cường độ mưa giới hạn có thể xác định theo các hệ thức:

$$i = \frac{A}{(t+b)^n}, \quad i = \frac{A}{t+b}, \quad i = \frac{A}{t^n}, \quad i = At^n$$

trong đó:

i - cường độ mưa giới hạn, thường đơn vị là mm/phút;

t - thời gian mưa tính toán;

A, b, n - hệ số thực nghiệm theo từng vùng khí hậu.

Hệ số tiêu lớn nhất xác định cường độ mưa giới hạn.

Xuất phát từ cường độ mưa được tính theo:

$$i = At^n$$

$$q_{\max} = Kq_{TB} = K \frac{\sigma i}{t + T_c} = K \frac{\sigma At^n}{t + T_c} \quad (4.17)$$

Xem q là hàm của thời gian mưa (t), vì thế giá trị $q_{\max}$ sẽ có khi $\frac{dq}{dt} = 0$.

Lấy đạo hàm bậc nhất của hệ thức (4.17) và cho bằng 0 ta sẽ rút ra:

$$t = \frac{nT_c}{1-n} \quad (4.18)$$

Thay (4.18) vào (4.17) ta sẽ có:

$$q_{\max} = K\sigma A \frac{n^n}{(1-n)^{n-1}} T_c^{n-1} \quad (4.19)$$

Xác định $q_{\max}$ theo 3 trường hợp, ta sẽ xác định hệ số K trong công thức trên.

1. Khi $t > T_c$

Hệ số K khi đó sẽ là: $K = 1 + \frac{T_c}{t}$

$$\text{Thay vào (2.19) sẽ có: } q_{\max} = \sigma A \left(\frac{n}{1-n} \right)^{n-1} T_c^{n-1} \quad (4.20)$$

2. Khi $t < T_c$

$$K = 1 + \frac{T_c}{t} \text{ và } q_{\max} = \sigma A \left(\frac{n}{1-n} \right)^n T_c^{n-1} \quad (4.21)$$

3. Khi $t = T_c$

$$K = 2 \text{ và } q_{\max} = 2\sigma A \frac{n^n}{(1-n)^{n-1}} T_c^{n-1} \quad (4.22)$$

Hệ số dòng chảy σ có thể tra bảng 4.7.

Bảng 4.7 - Hệ số dòng chảy σ

Loại đất sử dụng	Độ dốc mặt đất (°)	Loại đất		
		Đất thịt pha cát	Đất thịt vừa và thịt pha sét	Đất sét
Rừng đồi	0 ÷ 5	0,10	0,30	0,40
	5 ÷ 10	0,25	0,35	0,50
	10 ÷ 30	0,30	0,50	0,60
Đồng cỏ	0 ÷ 5	0,10	0,30	0,40
	5 ÷ 10	0,16	0,36	0,55
	10 ÷ 30	0,22	0,42	0,60
Đất trồng trọt	0 ÷ 5	0,30	0,50	0,60
	5 ÷ 10	0,40	0,60	0,70
	10 ÷ 30	0,52	0,72	0,82

4.3. TÍNH TIÊU CHO CÁC KHU DÂN CƯ ĐÔ THỊ

4.3.1. Tính theo quy phạm

Đối với các khu dân cư, đô thị sẽ tính toán theo tiêu chuẩn của Bộ Xây dựng.

1. Đối với địa phương có đủ tài liệu thủy văn

$$q = \frac{A_1(1 + C \log P)}{(t_H + bP^m)^n} \quad (4.23)$$

trong đó:

q - hệ số tiêu thoát nước mưa (l/s-ha);

P - chu kỳ lặp lại của trận mưa tính toán (năm);

A_1, C, m, n - các hằng số địa phương;

b - thông số xác định theo $b = b_0 P^m$;

b_0 - giá trị thông số khi $P = 1$ năm;

t_H - thời gian mưa tính toán.

2. Đối với vùng thiếu tài liệu đo mưa tự ghi

$$q = \frac{(20 + b)^n q_{20} (1 + C \log P)}{(t_H + bP^m)^n} \quad (4.24)$$

Các giá trị giống công thức (4.23), chỉ có khác là q_{20} (q_{20} : Cường độ mưa 20 phút với $P = 1$ năm).

$$t_{H1} = t_m + t_r + \sum t_0$$

t_m - thời gian tập trung nước mưa từ điểm xa nhất trên lưu vực đến rãnh thoát nước đường phố. Đối với các khu không có mạng lưới thoát nước cần xác định cho từng trường hợp cụ thể nhưng $t_m \geq 10$ phút (đối với khu dân cư), với tiểu khu có mạng lưới thoát nước thì $t_m = 5$ phút;

t_r - thời gian nước mưa chảy trong rãnh đến giếng thu nhận nước mưa (phút):

$$t_r = 1,25 \frac{l_r}{60 v_r}$$

l_r - chiều dài rãnh (m);

v_r - lưu tốc nước chảy cuối rãnh (m/s);

t_0 - thời gian nước chảy trong ống, cống đến tiết diện tính toán (phút):

$$t_0 = M \sum \frac{l_0}{60v_0}$$

l_0 - chiều dài đoạn ống, cống thoát (m);

v_0 - vận tốc dòng chảy trong ống, cống (m/s).

Hệ số M có quan hệ với độ dốc mặt nước S_0 như sau:

Khi $S_0 < 0,01 \Rightarrow M = 2,0$

Khi $S_0 = 0,01 \div 0,03 \Rightarrow M = 1,5$

Khi $S_0 > 0,03 \Rightarrow M = 1,2$

Hệ số dòng chảy trong lưu vực tính toán được xác định theo:

$$\psi = Z_{TB} q^{0,2} l^{0,1}$$

l - chiều dài lưu vực;

Z_{TB} - hệ số phủ trung bình của toàn lưu vực, có thể xem Tiêu chuẩn 20TCN-51-84.

Bảng 4.8 - Hệ số Z_{TB} và ψ

Dạng và bề mặt	Hệ số ψ	Hệ số Z_{TB}
Mái nhà và mặt đường bê tông	0,95	0,240
Mặt đường đá dẽo và đường nhựa	0,60	0,224
Mặt đường đá hộc	0,45	0,145
Mặt đường đá dăm không có chất kết dính	0,40	0,125
Đường trong vườn bằng sỏi	0,35	0,090
Mặt đất	0,30	0,064
Bãi cỏ	0,15	0,038

Thí dụ: Tính cường độ mưa thiết kế cho Thành phố Việt Trì. Cho biết:

$$b = 20,04$$

$$C = 0,248$$

$$n = 0,9076$$

$$q_{20} = 306,6 \text{ l/s-ha}$$

$$P = 10 \text{ năm}$$

$$t = 6 \text{ phút}$$

Cường độ mưa tính theo Viện Khí tượng Thủy văn:

$$q = \frac{(20 + b)^n q_{20} (1 + C \log P)}{(t + b)^n}$$

$$q = \frac{(20 + 20,04)^{0,9076} 306,6(1 + 0,248)}{(60 + 20,04)^{0,9076}} \approx 204, \quad \text{l/s-ha}$$

Cường độ mưa tiêu rất lớn, do đó lưu lượng tiêu cho thành phố sẽ lớn, phải dùng hồ điều tiết để giảm nhỏ hệ số tiêu.

4.3.2. Tính hệ số tiêu cho đô thị theo mô hình

Để tính toán tiêu cho các thành phố lớn, thường người ta tính theo mô hình. Thường có nhiều loại mô hình nhưng mô hình được tính toán tiêu cho các thành phố ở đây là mô hình Transfert.

1. Cơ sở của mô hình

Cơ sở của mô hình là dựa vào phương trình vi phân thoát nước trong thời gian mưa:

$$\frac{dQ(t)}{dt} + \frac{1}{K} Q(t) = \frac{1}{K} i(t) \quad (4.25)$$

$Q(t)$ - cường độ tháo (mm/phút);

$i(t)$ - cường độ mưa rơi xuống tại thời điểm t (mm/phút);

K - tham số mô hình, sẽ được xác định theo công thức kinh nghiệm.

Nghiệm của phương trình (4.25) dưới dạng sai phân:

$$Q(n\Delta t) = Q[(n-1)\Delta t] e^{-\frac{\Delta t}{K}} + i_{TB}[(n-1)\Delta t, n\Delta t] \left(1 - e^{-\frac{\Delta t}{K}}\right)$$

$$\text{với:} \quad K = 5,07F^{0,18} \left(1 + \frac{IMP}{100}\right)^{-1,9} P^{-0,36} TE^{0,21} L^{0,15} HPE^{0,07} \quad (4.26)$$

Tham số K được xác định bình quân theo trận mưa thiết kế tính toán (phút);

F - diện tích lưu vực tính (ha);

P - độ dốc trung bình lưu vực (%);

IMP - % diện tích không thấm nước của lưu vực;

TE - độ dài trận mưa (phút);

L - độ dài đường tập trung nước của lưu vực (m);

HPE - độ cao của mưa nette (mm).

2. Thí dụ tính hệ số tiêu cho Thành phố Hà Nội

Khu vực Hà Nội được phân chia theo 4 sông: sông Tô Lịch, sông Sét, sông Lừ và sông Kim Ngưu.

1. Diện tích toàn nội thành và diện tích từng lưu vực sông:

Toàn nội thành	Diện tích các lưu vực (ha)			
	Sông Tô Lịch	Sông Lừ	Sông Sét	Sông Kim Ngưu
3784	1454	560	590	1180
Hệ số α	0,384	0,148	0,156	0,312

2. Hệ số tiêu nội thành:

$$q_{ni} = \sum_{j=1}^4 \alpha_j q_{ji}$$

3. Kết quả tính toán thời gian tập trung dòng chảy (theo công thức Pasani)

Lưu vực	S (km ²)	L (km)	i (m/km)	T _c (giờ)
Sông Tô Lịch	14,54	7,3	0,50	7
Sông Lừ	5,60	6,2	0,40	5,4
Sông Sét	5,90	6,0	0,48	4,9
Sông Kim Ngưu	11,80	5,9	0,33	7,5
Tổng	37,84	25,4		

4. Trận mưa thiết kế: 8 giờ, tổng lượng mưa 187,9mm với tần suất 10%. Hệ số tiêu được xác định theo:

$$q_i = \frac{500}{3} Q_i, \quad (\text{l/s-ha})$$

Q_i - cường độ tháo tính theo mm/phút.

5. Kết quả tính toán hệ số tiêu thiết kế cho khu vực nội thành Hà Nội:

Lưu vực	A (ha)	IMP (%)	P (%)	L (m)	$Q_{\max}$ (mm/phút)	$q_{\max}$ (l/s-ha)	$\bar{K}$ (phút)
Sông Tô Lịch	1454	72	0,050	7300	0,313	52,24	395
Sông Lừ	560	70	0,040	6200	0,338	56,29	360
Sông Sét	590	65	0,048	6000	0,339	56,50	358
Sông Kim Ngưu	1180	87	0,033	5900	0,334	55,64	365
Tổng	3784					54,56	

Lưu lượng tiêu lớn nhất của nội thành Hà Nội:

$$Q_{\max} = q_n \cdot \Omega_n = 54,46 \cdot 10^{-3} \cdot 3784 = 206,03 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (khi chưa điều tiết).}$$

4.4. TÍNH HỆ SỐ TIÊU CHO HỆ THỐNG

4.4.1. Trường hợp không kể thời gian chậm tới

Hệ số tiêu lớn nhất của hệ thống bằng hợp các hệ số tiêu thành phần. Hệ số tiêu lớn nhất tại cửa tập trung nước là tổng các hệ số tiêu lớn nhất trên các phần đất tiêu.

$$q_{bt} = \sum_{i=1}^n \alpha_i q_i = \alpha_l q_l + \alpha_m q_m + \alpha_{ah} q_{ah} + \alpha_{tcx} q_{tcx} + \dots \quad (4.27)$$

trong đó:

$q_l, q_m, q_{ah}, q_{tcx}$ - hệ số tiêu của các loại đất lúa, màu, ao hồ, thổ cư, đường sá;

$\alpha_l, \alpha_m, \alpha_{ah}, \alpha_{tcx}$ - tỷ lệ diện tích của các loại đất trên so với tổng diện tích phải tiêu.

4.4.2. Trường hợp kể đến thời gian chậm tới của các nút ra đến cửa tiêu

Khi đó phải xét đến thời gian chậm tới từ các nút ra của từng tiểu vùng đến cửa ra của hệ thống. Khi đó lưu lượng lớn nhất của hệ thống và tiểu vùng không xuất hiện cùng thời điểm theo đường quá trình hệ số tiêu.

Thí dụ áp dụng:

Tính hệ số tiêu cho hệ thống CB theo mô hình mưa thiết kế 5 ngày max với tần suất 10% (bảng 4.9).

Bảng 4.9 - Tổng diện tích của hệ thống và diện tích các loại

Tổng diện tích (ha)	Diện tích các loại (ha)			
	$\omega_l = 1600$	$\omega_m = 204$	$\omega_{ah} = 270$	$\omega_{tcx} = 622$
2696				
Hệ số tỷ lệ α	0,60	0,07	0,10	0,23

Bảng 4.10 - Kết quả tính toán hệ số tiêu cho hệ thống

Ngày	q_l (l/s-ha)	$q_l \alpha_l$ (l/s-ha)	q_m (l/s-ha)	$q_m \alpha_m$ (l/s-ha)	q_{tc} (l/s-ha)	$q_{tc} \alpha_{tc}$ (l/s-ha)	q_{ah} (l/s-ha)	$q_{ah} \alpha_{ah}$ (l/s-ha)	q (l/s-ha)
19/7	1,2	0,7	3,8	0,3	3,2	0,7	6,4	0,6	2,3
20/7	0,6	0,4	0,1	0	0,1	0	1,4	0,1	0,5
21/7	2,2	1,3	5,1	0,4	4,3	1,0	8,5	0,9	3,6
22/7	8,9	5,3	9,0	0,6	7,5	1,7	15,0	1,5	9,1
23/7	8,7	5,2	2,7	0,2	2,2	0,5	4,5	0,5	6,4
24/7	2,8	1,7	0	0	0	0	0	0	1,7
25/7	0,5	0,3	0	0	0	0	0	0	0,3

Các đất khác tính theo công thức:

$$q = \frac{\sigma P}{8,64}, \quad (l/s-ha)$$

trong đó: $\sigma_m = 0,6$; $\sigma_{ah} = 1$; $\sigma_{icdx} = 0,5$.

Câu hỏi ôn tập:

1. Mục đích ý nghĩa của việc tính toán tiêu nước mặt trên hệ thống thủy lợi
2. Các tài liệu cần thiết để tính toán tiêu nước cho lúa, cơ sở và phương pháp tính toán tiêu cho lúa bằng giải tích.
3. Các tài liệu cần thiết để tính toán tiêu nước cho cây trồng cạn, cơ sở và phương pháp tính toán tiêu nước cho cây trồng cạn.
4. Hãy trình bày phương pháp tính toán tiêu nước cho hệ thống.

Chương 5

NGUỒN NƯỚC VÀ YÊU CẦU NƯỚC TRONG QUY HOẠCH THỦY LỢI TỔNG HỢP

5.1. NGUỒN NƯỚC SỬ DỤNG CHO CÁC NGÀNH KINH TẾ QUỐC DÂN

5.1.1. Các nguồn nước mặt [25]

1. Lượng dòng chảy mặt

Việt Nam có mạng sông, suối khá dày. Trên toàn lãnh thổ nếu chỉ tính những sông, suối có dòng chảy quanh năm thì mật độ sông, suối dao động từ nhỏ ($0,3 \text{ km/km}^2$) đến trung bình ($0,6 \text{ km/km}^2$) và lớn (4 km/km^2). Mật độ sông suối khác biệt giữa các vùng phù hợp với phân hoá không gian của điều kiện khí hậu và cấu trúc địa chất, địa hình. Tuy nhiên một cách khái quát nhất có thể phân cấp mật độ sông suối trên lãnh thổ Việt Nam theo 5 cấp như sau:

- Cấp 1: Mật độ bằng 4 km/km^2 , với đặc điểm sông ngòi phát triển dày, đặc điểm phân bố ở Đông Nam đồng bằng châu thổ sông Hồng - Thái Bình và đồng bằng sông Cửu Long.

- Cấp 2: Mật độ $1,5 \div 2 \text{ km/km}^2$, phân bố ở những khu trung tâm mưa lớn có nền đất đá thấm ít như vùng Móng Cái, Tây Côn Lĩnh, Hoàng Liên Sơn, Đèo Ngang.

- Cấp 3: Mật độ $1,0 \div 1,5 \text{ km/km}^2$, phân bố ở những vùng có lượng mưa tương đối lớn (từ $1.800 \div 2.000 \text{ mm}$), như vùng núi Hà Giang, Tuyên Quang, Bắc Cạn, Thái Nguyên, Đông Triều, Bảo Lộc.

- Cấp 4: Mật độ từ $0,5 \div 1 \text{ km/km}^2$, phân bố rộng rãi nhất trên lãnh thổ. Đây là những vùng có lượng mưa trung bình $1.600 \div 1.800 \text{ mm}$, với địa hình đồi núi thấp hoặc đồng bằng duyên hải.

- Cấp 5: Mật độ từ $0,3 \div 0,5 \text{ km/km}^2$, phân bố ở vùng Đông Văn, Mộc Châu, Kê Bàng, Bắc và Trung Tây Nguyên, Ninh Thuận, Bình Thuận. Đặc điểm chung của vùng này là ít mưa, độ bốc hơi lớn, với đất đá và cát, đá vôi và có tầng phủ phong hoá dày từ bazan.

Bảng 5.1 - Số lượng sông chính và phụ lưu các cấp trên lãnh thổ Việt Nam

Hạng mục	Số lượng sông chính	Số lượng phụ lưu các cấp							Tổng số
		Vùng I	Vùng II	Vùng III	Vùng IV	Vùng V	Vùng VI	Tổng số	
Số sông	106	583	808	583	224	51	5	2.254	2.360
Tỷ lệ %	4,5	24,7	34,2	24,7	9,5	2,2	0,2	95,5	100%

Bảng 5.2 - Phân cấp sông theo diện tích lưu vực

	Cấp diện tích lưu vực (km ²)										Tổng số sông
	< 100	100 ÷ 500	501 ÷ 1000	1001 ÷ 3000	3001 ÷ 5000	5001 ÷ 8000	8001 ÷ 15000	15001 ÷ 20000	20001 ÷ 30000	>30000	
Số sông	1558	614	81	55	16	11	3	1	3	3	2345
Tỷ lệ (%)	66,44	26,18	3,45	2,35	0,68	0,47	0,13	0,04	0,13	0,13	100,0

Bảng 5.3 - Chiều dài và diện tích lưu vực sông

TT	Hệ thống sông	Chiều dài sông (km)	Diện tích lưu vực (km ²)			Ghi chú
			Toàn Bộ	Trong nước	Ngoài nước	
1	Cửu Long	230	785000	71000	721000	
2	Sông Hồng	556	143600	61300	82300	Đến Sơn Tây
3	Đồng Nai	635	42666	37394	5272	
4	Sông Mã	410	28400	17600	10800	
5	Sông Cả	361	27200	17730	9470	
6	Sông Ba	388	13800	13800		
7	Kỳ Cùng - Bằng	243	12380	10902	1478	
8	Thái Bình	288	12680	12680	-	Đến Phả Lại
9	Thu Bồn	205	10496	10496	-	

Ghi chú: Độ dài sông chỉ tính phần trong lãnh thổ Việt Nam

2. Chất lượng nước sông

Chất lượng nước sông ở Việt Nam dao động theo vùng địa lý. Các dòng chảy trong quá trình vận động thường xuyên bào mòn bề mặt lưu vực, những chất bị bào mòn được chia thành 2 loại: Chất bị hoà tan trong nước và chất bị mòn trôi theo dòng chảy (cát bùn hay còn gọi là phù sa).

a) Hàm lượng cặn lắng

Tổng lượng cặn do các sông đổ ra biển hàng năm trung bình ước tính 200 triệu tấn/năm, trong đó có 90% lượng cặn được tạo ra vào mùa mưa lũ.

Vào mùa lũ, độ đục cao, hàm lượng cặn lớn hơn nhiều và thay đổi theo từng thời kỳ, độ đục cao nhất xuất hiện trong tất cả các tháng của mùa lũ, nhưng nói chung, tháng có dòng chảy lớn nhất cũng là tháng có độ đục lớn nhất.

Độ đục nhỏ nhất thường xuất hiện trong các tháng mùa cạn lúc vận tốc dòng chảy nhỏ nhất, đôi khi độ đục gần như bằng không.

Theo tài liệu khảo sát, có thể chia các sông theo độ đục các cấp như sau:

- Độ đục bằng 100g/m^3 : Bao gồm lưu vực các sông thuộc tỉnh Quảng Ninh, lưu vực sông Bứa ở Thành Sơn, sông Ngân Phố, phần lớn các sông miền Trung, Nam Trung Bộ và lưu vực sông Đồng Nai.

- Độ đục từ $100 \div 200\text{ g/m}^3$: Lưu vực sông Lô, sông Gâm, sông Chảy, trung lưu sông Cầu, hạ lưu sông Đà, sông Thao, lưu vực sông Mã, sông Cả, sông Thu Bồn.

- Độ đục từ $200 \div 300\text{ g/m}^3$: Thượng lưu sông Thương, sông Lục Nam, sông Mã, (vùng Tây Bắc).

- Độ đục 600 g/m^3 : Bao gồm lưu vực sông Lô - Gâm, sông Kỳ Cùng, thượng lưu sông Đà (từ Lai Châu trở lên).

- Độ đục lớn nhất đo được tại trạm khảo sát Lào Cai (trên sông Thao) là $20,1\text{ kg/s}\cdot\text{km}^2$. Tại trạm Lai Châu (trên sông Đà) là $27,8\text{ kg/s}\cdot\text{km}^2$ và tại Hà Giang là $10,8\text{ kg/s}\cdot\text{km}^2$.

b) Các chất hoà tan

- Khoáng vật:

Ở Việt Nam, hàm lượng khoáng vật của một số sông điển hình như sau: sông Đồng Nai là 50 mg/l , sông Cửu Long là 150 mg/l , sông Hồng là 200 mg/l .

- Độ pH:

Nước sông chính ở Việt Nam thường có độ kiềm trung tính hoặc yếu, với độ pH từ $7 \div 8$. Nước sông Đồng Nai có độ pH thấp, đặc biệt nước sông vùng Đồng Tháp Mười có độ pH rất thấp.

- Độ cứng:

Nước sông Việt Nam phần lớn thuộc loại mềm và rất mềm. Nước sông Đồng Nai có độ cứng nhỏ nhất.

- Hàm lượng ion chính:

Những ion chủ yếu trong nước sông bao gồm Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , HCO_3^- , Cl^- trong đó HCO_3^- chiếm tỷ lệ lớn nhất rồi đến Ca^{2+} .

- Hàm lượng chất hữu cơ:

Trong số các chất hữu cơ SiO_2 có hàm lượng cao nhất, các Ion NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} chiếm tỷ lệ nhỏ không quá vài phần mười mg/l . Hàm lượng Fe^{2+} , Fe^{3+} nhỏ và phụ thuộc vào độ pH.

Bảng 5.4 - Lưu lượng nước mặt của các sông

TT	Hệ thống sông	Diện tích lưu vực (km ²)		Độ sâu sông (cm)		Lưu lượng (*1)	
		Toàn bộ	Trong nước	Toàn bộ	Trong nước	Toàn bộ	Trung bình
1	Bắc - Kỳ Cùng	12888	10902	249	243	8,92/20,0	7,10/21
2	Hồng - Thái Bình	167700	86500	1126	556	137/26,0	93,0/33,0
3	Mã - Chu	28400	17600	512	410	20,1/22,3	15,76/28,2
4	Sông Cà	27200	17730	530	360	24,2/28	19,46/34,6
5	Thu Bồn	10350	10350	205	205	19,3/58	19,3/58
6	Sông Ba	13800	13800	388	388	10,36/23,6	10,36/23,6
7	Đồng Nai	44100	37400	635	635	30,6/22,6	29,2/24,6
8	Mê Kông	795000	71000	4300	230	520,6/----	29,6 (*2)/-
9	Cả nước					880/-----	324/30,9

Trong đó: (*1) 8,92/20 (8,92 là lưu lượng nước, km³/năm, 20 là môđun dòng chảy, lts-km² và (*2) không tính vùng Tây Nguyên).

Ngoài ra, còn có trên 659 hồ chứa lớn, trung bình và 3500 hồ đập nhỏ khác với dung tích trên 4 tỷ m³ nước, chưa kể hồ Hoà Bình và hồ Trị An với mục tiêu phát điện là chủ yếu.

5.1.2. Các nguồn nước ngầm

1. Sơ lược điều kiện địa chất thủy văn

Phân vùng địa chất thủy văn (DCTV): Phần lục địa lãnh thổ Việt Nam được chia thành 6 miền địa chất thủy văn, trong đó bao gồm 17 phụ miền:

a) Miền DCTV Đông Bắc Bộ

Thuộc miền kiến tạo Đông Bắc Việt Nam, có ranh giới ở vùng Tây Bắc Bộ qua đoạn gãy khúc của sông Chảy, miền này chia làm 2 phụ miền DCTV và bao gồm 15 đơn vị số lượng. Chỉ có hai đơn vị có triển vọng là các phức hệ chứa nước khe nứt carter trong các thành tạo cacbonat tuổi C - P và D2.

b) Miền DCTV Tây Bắc Bộ

Thuộc miền kiến tạo Tây Bắc Việt Nam. Ranh giới vùng DCTV Bắc Trung Bộ là khúc gãy của sông Mã. Miền này được chia làm 3 phụ miền, bao gồm 19 đơn vị chứa nước. Phần lớn các phân chứa nước khá nhiều nước là D₂, P₂, T₂₋₃, T₂, T₁₋₂, và Q_{II-III}. Tầng chứa nước khe hở Q_{II-III} khá giàu nước, nhưng phần lớn bị nhiễm mặn. Nhiều suối nước nóng và nước khoáng được phát hiện ở miền này.

c) Miền ĐCTV đồng bằng Bắc Bộ

Miền này được phác họa bởi ranh giới tiếp xúc giữa các thành tạo đệ tứ ở đồng bằng với các đá gốc ở rìa đồng bằng. Miền này chia làm 3 phụ miền (Vĩnh Yên - Đồ Sơn, Hà Nội - Thái Bình, Sơn Tây - Ninh Bình): Bao gồm 9 đơn vị chứa nước, chỉ có 2 đơn vị chứa nước khe hở Q_{IV} và Q_{II-III} là giàu nước. Hàm lượng chất rắn hoà tan (TDS) dao động từ $200 \div 3.000$ mg/l, phổ biến là từ $500 \div 1000$ mg/l. Vùng ven biển thường gặp nước có độ khoáng chất cao.

d) Miền ĐCTV Bắc Trung Bộ

Thuộc miền kiến tạo sông Cả - Bắc Trường Sơn. Ranh giới với miền Nam Trung Bộ và khúc gãy Bình Sơn - Ngọc Linh. Miền này chia làm 3 phụ miền (Mường Tè - Điện Biên, Hà Tĩnh, Hương Sơn - Bình Sơn): Bao gồm 18 đơn vị chứa nước, trong đó có triển vọng nhất là tầng chứa nước khe hở trong tầng trầm tích Q_{II-III} và phức hệ chứa nước khe nứt carter trong tầng C - P. Lượng chất hoà tan dao động từ 100 mg/l $\div$ 7.000 mg/l, thường gặp 500 mg/l.

e) Miền ĐCTV Nam Trung Bộ

Thuộc miền kiến tạo Nam Trung Bộ. Ranh giới với vùng đồng bằng Nam Bộ và khúc gãy Bà Rịa - Lộc Ninh. Miền này chia làm 3 phụ miền ĐCTV (Kon Tum - Tây Sơn, Serepok - Đà Lạt) bao gồm 10 đơn vị chứa nước. Hầu hết là các đơn vị nghèo nước, chỉ có các phức hệ chứa nước khe nứt trong các thành tạo Bazan (BQH - IV) và ($BN^2 - Q_I$) là khá phong phú. Lượng chất hoà tan thấp, nước siêu nhạt đến nhạt. Miền này phát hiện nhiều nguồn nước khoáng, nước nóng.

f) Miền ĐCTV đồng bằng Nam Bộ

Thuộc về vùng Nam Bộ. Miền này chia làm 3 phụ miền ĐCTV (Tây Ninh - Biên Hoà, Mộc Hoá - Trà Vinh và Long Xuyên - Bạc Liêu) bao gồm 6 đơn vị chứa nước, trong đó có 3 đơn vị chứa nước khe hở (Q_{IV} , Q_{II-III} và N_2), có diện tích phân bố rộng và phong phú về nước, hàm lượng chất rắn hoà tan thay đổi phức tạp theo diện tích và độ sâu, từ nhỏ hơn $100 \div 6.000$ mg/l, đôi khi lớn hơn.

2. Trữ lượng nước ngầm

Khi thăm dò, khai thác và sử dụng các nguồn nước ngầm có 2 vấn đề cơ bản phải được đánh giá, nghiên cứu chính xác đó là: Chất lượng và trữ lượng nước.

Trong Giáo trình này, trữ lượng nước ngầm được phân chia thành 2 loại: Trữ lượng khai thác và trữ lượng tiềm năng.

a) Trữ lượng khai thác

Trữ lượng khai thác nước ngầm là lượng nước tính bằng m^3 trong một ngày đêm có thể thu được bằng công trình thu nước một cách hợp lý về mặt kỹ thuật với chế độ khai thác nhất định và chất lượng nước thoả mãn yêu cầu sử dụng trong thời gian tính toán khai thác.

Hiện nay chúng ta đã thăm dò, thu thập số liệu về trữ lượng khai thác nước ngầm của các thành tạo địa chất khác nhau ở 150 vùng trong phạm vi lãnh thổ nước ta.

b) Trữ lượng tiềm năng

Trữ lượng tiềm năng của nước ngầm được đánh giá trên cơ sở tính toán trữ lượng động tự nhiên. Theo các tiêu chuẩn của Việt Nam: Trữ lượng động tự nhiên là lưu lượng nước ngầm ở một mặt cắt nào đó của tầng chứa nước, những số liệu tính toán được thống kê trong bảng 5.5 cho thấy tiềm năng nước ngầm của Việt Nam rất lớn ($1.513 \text{ m}^3/\text{s}$) nhưng phân bố không đều theo các miền địa chất thủy văn cũng như các thành tạo địa chất khác nhau.

Bảng 5.5 - Trữ lượng khai thác nước ngầm (12/1989)

Các thành tạo địa chất	Trữ lượng nước ngầm (m^3/ng)		
	A - B	C_1	C_2
Cát biển hiện tại	2.600	12.000	7.800
Cát cuội sỏi aluvi	855.000	1.967.000	6.044.000
Đá cacbonat (chủ yếu đá vôi)	13.800	159.000	2.617.000
Đá lục nguyên	106.000	280.000	2.227.000
Phun trào Bazan	35.400	170.000	2.710.800
Đá biến chất	8.600	7.000	46.600
Đá nguồn gốc hỗn hợp	54.400	105.000	1.146.800
Tổng cộng	1.075.800	2.700.000	14.799.200

Trong đó: Cấp A - B là trữ lượng đã được thăm dò chi tiết có thể đưa vào khai thác ngay;

Cấp C_1 là trữ lượng chưa được thăm dò chi tiết, ở giai đoạn tìm kiếm;

Cấp C_2 là trữ lượng mới được thăm dò sơ bộ, muốn đưa vào khai thác cần được kiểm tra tỉ mỉ hơn.

Bảng 5.6 - Trữ nước động tự nhiên của nước ngầm ở các miền ĐCTV khác nhau đối với từng thành tạo địa chất

Thành tạo địa chất	Các miền địa chất thủy văn (m^3/s)						Tổng của mỗi thành tạo địa chất	%
	I	II	III	IV	V	VI		
Bờ rời	2,25	9,09	88,87	83,17	48,53	158,30	390,21	27,6
Lục nguyên	35,85	27,78		120,51	47,52		231,66	16,4
Phun trào	0,09	2,57		13,00	51,33		66,99	4,7
Xâm nhập	47,13	26,90		72,90	108,62		255,56	18,1
Cacbonat	12,50	40,79		22,80			76,09	5,4
Biến chất	27,68	86,94		69,56	62,84		247,03	17,5
Hỗn hợp	13,16	47,74		85,03			145,93	10,3
Cộng theo miền ĐCTV	138,66	241,81	88,87	466,97	318,84	158,30	1.413,45	100,0
Tỷ lệ lượng từng miền so với toàn lãnh thổ (%)	9,8	17,1	6,3	33,0	22,6	11,2	100,0	

5.2. NHU CẦU NƯỚC CỦA CÁC NGÀNH TIÊU HAO NƯỚC

Nhu cầu nước của các ngành kinh tế có thể chia thành 2 loại: Ngành sử dụng nước và ngành tiêu hao nước.

- Ngành sử dụng nước là ngành mà nước sau khi được sử dụng nó không tiêu hao về lượng và cũng không làm thay đổi chất lượng nước, ví như phát điện, vận tải thủy, ngư nghiệp, du lịch...
- Ngành tiêu hao nước là ngành mà nước sau khi được sử dụng nó tiêu hao về lượng và cũng bị thay đổi chất lượng nước, nên có thể không sử dụng lại được nguồn nước này ví như ngành nông nghiệp, cấp nước sinh hoạt, cấp nước công nghiệp...

Sau đây chúng ta sẽ xác định nhu cầu nước của các ngành tiêu hao nước:

5.2.1. Yêu cầu nước trong nông nghiệp

Yêu cầu nước trong nông nghiệp phụ thuộc vào nhiều yếu tố phức tạp như: Các yếu tố khí hậu, thổ nhưỡng đất đai, loại cây trồng, thời gian sinh trưởng của cây trồng, quy mô của hệ thống tưới...

Yêu cầu nước trong nông nghiệp tại mặt ruộng được biểu thị bằng các chỉ tiêu về chế độ tưới cho các loại cây trồng (mức tưới mỗi lần, mức tưới tổng cộng, số lần tưới, hệ số tưới, thời gian tưới mỗi lần - xem chương 3).

Yêu cầu nước trong nông nghiệp tại công trình đầu mối được thể hiện bằng đường quá trình lưu lượng yêu cầu tại đầu mối. Việc xác định đường quá trình lưu lượng yêu cầu tại đầu mối sẽ được giới thiệu chi tiết trong chương 9 của giáo trình này.

5.2.2. Nhu cầu nước trong chăn nuôi

Nhu cầu nước cho chăn nuôi được tính cho đầu các súc vật chăn nuôi. Theo kinh nghiệm chăn nuôi ở các trạm tập trung ở Mộc Châu - Sơn La thì lượng nước uống cho đại gia súc tối thiểu là 20 l/ngày-đêm. Lượng nước này chiếm khoảng 20% tổng nhu cầu nước của vật nuôi gồm cả nước cho vệ sinh, môi trường.

Bình quân xác định:

135 l/ngày/con: Đối với đại gia súc.

50 l/ngày/con: Đối với lợn.

11 l/ngày/con: Đối với gia cầm.

5.2.3. Nhu cầu dùng nước cho công nghiệp

Lượng nước dùng cho công nghiệp gồm lượng nước trực tiếp tạo ra sản phẩm, nước tạo ra môi trường và vệ sinh công nghiệp, nước để pha loãng chất thải và nước sinh hoạt cho công nhân trong hàng rào nhà máy. Tổng lượng nước dùng trong công nghiệp được tiêu chuẩn hoá theo đơn vị sản phẩm.

Trong điều kiện của Việt Nam hiện nay, nước dùng cho công nghiệp được tiêu chuẩn hoá các ngành như bảng 5.7.

Bảng 5.7 - Chỉ tiêu dùng nước theo sản phẩm của các ngành công nghiệp ở Việt Nam

TT	Tên ngành	Đơn vị sản phẩm (đv)	Tổng nhu cầu nước dùng ($m^3/\text{đv}$)	Lượng nước bổ sung (%)	Lượng nước hồi quy (%)	Ghi chú
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
I	<i>Ngành năng lượng</i>					
1	NM Nhiệt điện	1000 KWh	140 ÷ 145	10 ÷ 15	90	SD tuần hoàn
2	Nhiệt điện công suất trên 500 KW	1001 KWh	130 ÷ 145	10 ÷ 15	90	nt
3	NM loại nhỏ	1 Mã lực	0,01 ÷ 0,02	100	100	SD thẳng
4	Động cơ Diesel	2 Mã lực	0,02 ÷ 0,03	100	100	nt
5	Đầu máy xe lửa	1 giờ	3 ÷ 5	100	100	nt
6	Thải tro xỉ than bằng đường ống $\phi 80 \div 120$	1 tấn	0,01 ÷ 0,05	100	100	nt
II	<i>Ngành luyện kim</i>					
A	<i>Luyện kim đen</i>					
1	NM liên hiệp luyện gang thép (không kê khâu khai thác quặng)	1 tấn	200 ÷ 500	15 ÷ 35	85	SD tuần hoàn hoặc trực tiếp
2	Riêng luyện thép lò Béc So Man	1 tấn	15	6		nt
3	Riêng luyện thép lò Mác tanh	1 tấn	16	4		nt
4	Riêng luyện thép lò điện	1 tấn	18	6		nt
5	Cán thép sơ bộ	1 tấn	5 ÷ 7	100	100	SD thẳng
6	Cán thép vừa	1 tấn	16	100	100	nt
7	Cán thép mỏng	1 tấn	22	100	100	nt
B	<i>Luyện kim màu</i>					
1	XN khai thác quặng bô xít	1 tấn	120 ÷ 140	10 ÷ 15	85	SD tuần hoàn
2	XN khai thác quặng bô chì	1 tấn	10	15	80	nt
3	XN khai thác quặng bô kẽm	1 tấn	8	15	80	nt
4	XN khai thác quặng bô đồng	1 tấn	4	20	70	nt
5	NM luyện nhôm	1 tấn	100 ÷ 120	10 ÷ 15	85	nt
6	NM luyện chì	1 tấn	300 ÷ 400	15	80	nt
7	NM luyện kẽm	1 tấn	500 ÷ 600	15	80	nt
8	NM luyện đồng	1 tấn	500 ÷ 600	15	80	nt
9	NMSX điện cực	1 tấn	130 ÷ 150	12 ÷ 15	85	SD thẳng
10	NMKT Cr bằng nước	1 tấn	1300	20	80	SD tuần hoàn

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
<i>III Ngành khai thác than</i>						
1	XNKT than hầm mỏ	1 tấn	0,2 ÷ 0,6	100	100	SD thẳng
2	XN sàng than	1 tấn	1		100	nt
3	XN luyện than cốc	1 tấn	24 ÷ 30	10 ÷ 15	90	nt
4	Nếu vận chuyển than bằng đường ống ϕ 80 - 120	1 tấn	3		80	nt
<i>IV Ngành cơ khí chế tạo</i>						
1	NMCT máy cái nặng	1 tấn	60 ÷ 70	25 ÷ 30	75	SD tuần hoàn hoặc trực tiếp
2	NMCT máy nông nghiệp	1 tấn	10 ÷ 25	5 ÷ 10	90	nt
3	NMCT máy làm đường	1 tấn	10 ÷ 25	100	100	SD thẳng
4	NMCT máy dẹt	1 tấn	15 ÷ 25	100	100	nt
5	NMCT máy công cụ	1 tấn c.t	5	100	100	nt
6	Phân xưởng gia công nhiệt	1 tấn c.t	2,5 ÷ 3,5	100	100	nt
7	Phân xưởng nén dập	1 tấn c.t	4	100	100	nt
8	NMCT máy thực phẩm	tấn sphẩm	10 ÷ 30	100	100	nt
9	NMSX ô tô	tấn sphẩm	100	100	80	nt
10	NMSX máy kéo	1 chiếc	250	100	80	nt
11	NMSX ổ bi	1 chiếc	200	100	80	nt
12	NMSX mô tô	1 chiếc	30	75	100	nt
13	NMSX xe đạp	1 chiếc	25	60	100	nt
<i>V Ngành hoá chất</i>						
1	NMSX xút (NaOH)	1 tấn	100 ÷ 170	10 ÷ 20	100	SD thẳng
2	NMSX a xít (H ₂ SO ₄)	1 tấn	70	10	100	nt
3	NMSX a xít HNO ₃ mạnh	1 tấn	75	10	8	SD tuần hoàn
4	NMSX a xít HNO ₃ yếu	1 tấn	150	10	8	nt
5	NMSX Amoniac	1 tấn	500 ÷ 600	10	90	SD thẳng
6	SX từ than gầy	1 tấn	450	10	90	nt
7	SX từ khí lò cốc	1 tấn	630	10	90	nt
8	SX từ khí thiên nhiên	1 tấn	280	10	90	nt
9	SX từ Vaphthaline	1 tấn	648	10	90	nt
10	NMSX Ka li	1 tấn	4	40	95	SD tuần hoàn hoặc trực tiếp

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
11	NMSX Super phốt phát	1 tấn	23	40	80	SD tuần hoàn hoặc trực tiếp
12	NMSX Clo lỏng	1 tấn	15	40	100	nt
13	NMSX Ô xi (O_2)	1 m ³	0,1 ÷ 0,5	40	8	nt
14	NMSX Lưu huỳnh	1 m ³	40	40	75	nt
15	NMSX Đất đèn	1 m ³	50	25	95	nt
16	NMSX Sơn Aniler	1 m ³	60 ÷ 80	35	100	SD thẳng
17	NMSX que hàn	1 m ³	10	10		SD thẳng
VI Ngành công nghiệp nhẹ						
1	NM liên hợp dệt	1 m ³	250 ÷ 300	50	100	SD thẳng
2	NM dệt vải vóc	1 m ³	250	50	100	nt
3	NM liên hợp dệt gai đay	1 m ³	300	50	100	nt
4	NM dệt kim	1 m ³	125 ÷ 200	50	100	nt
5	NM dệt vải bạt	1 m ³	40		100	nt
6	NM dệt len, nỉ, da	1 m ³	325		100	nt
7	NM dệt khăn mặt trắng	1 m ³	40		100	nt
8	NM dệt khăn mặt màu	1 m ³	120		100	nt
9	NMSX giấy đen	1 m ³	500 ÷ 600		100	nt
10	NMSX giấy trắng	1 m ³	800 ÷ 900		100	nt
11	NMSX bìa cát tông	1 m ³	62 ÷ 100		100	nt
12	Phân xưởng cơ bản					
	Thuộc da cứng	1 m ³	100		100	nt
	Thuộc da bột cám	1 m ³	2500		100	nt
	Thuộc da mềm	1 m ³	3500		100	nt
13	Phân xưởng sản xuất phụ					
	Tẩy rửa	1 m ³	6 ÷ 7		100	nt
	SX keo dán	1 m ³	6 ÷ 7		100	nt
	Đóng giấy	10 ³ đôi	20		100	nt
VII Ngành vật liệu xây dựng						
1	NMSX xi măng	10 ³ đôi	4 ÷ 5	25	80	SD tuần hoàn hoặc trực tiếp
2	NMSX kính xây dựng	10 ³ m ²	300	30	9	SD thẳng

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
3	NMSX vật liệu làm nhà	10^3 m^2	30	50	7	SD tuần hoàn
4	NMSX bê tông	10 m^3	175	50	7	nt
5	NMSX gạch nung	10^3 viên	1		10	nt
6	NMSX ngói nung	10^3 viên	2		100	nt
7	NMSX đồ gốm	10^3 viên	0,4 ÷ 0,6		100	nt

VIII Công nghiệp giấy, chế biến và thủy phân gỗ

1	NM Xenlulo liên hợp XN Xenlulo XN gỗ, bao bì XN giấy	tấn sphẩm tấn sphẩm tấn sphẩm	350 30 ÷ 50 30 ÷ 40			SD trực tiếp nt nt
2	NM thủy phân SX rượu SX men	10 lít 1 tấn	1,5 400			SD trực tiếp nt
3	Cưa xẻ liên hợp SX gỗ dán, mùn cưa SX gỗ dán ép sợi	tấn sphẩm tấn sphẩm	3 30			SD trực tiếp nt
4	NM sợi nhân tạo Sợi vitcô Sợi xa prôn	tấn sphẩm tấn sphẩm	1000 5000	500 ÷ 700		SD trực tiếp SD tuần hoàn hoặc trực tiếp

IX Công nghiệp thực phẩm

1	XN liên hợp cá không có ướp lạnh	tấn sphẩm	15			SD trực tiếp
2	XN thịt liên hợp	tấn sphẩm	10 ÷ 15			nt
3	XN đóng thịt hộp	1000 hộp	2			nt
4	XN gà vịt liên hợp	tấn sphẩm	10			nt
5	Dầu thảo mộc	tấn sphẩm	8	2,5		SD tuần hoàn
6	Sữa hộp đặc	tấn sphẩm	5 ÷ 10	3 ÷ 5		SD tuần hoàn hoặc trực tiếp
7	Sữa hộp khô	tấn sphẩm	3 ÷ 5	2 ÷ 3		nt
8	Pho mát	tấn sphẩm	10 ÷ 15	5 ÷ 8		SD tuần hoàn

5.2.4. Xác định nhu cầu nước cho sinh hoạt

Nước dùng cho sinh hoạt gồm 2 khu vực: Đô thị và nông thôn.

Tiêu chuẩn nước dùng cho đô thị thường phụ thuộc vào loại đô thị và điều kiện khí hậu.

Tiêu chuẩn dùng nước dùng cho nông thôn phụ thuộc vào khu vực đồng bằng hay miền núi, đồng thời cũng phụ thuộc vào điều kiện khí hậu.

1. Nước sinh hoạt cho đô thị

a) Phân loại đô thị

Theo quyết định 132 HĐBT ngày 05/05/1990 có 5 loại đô thị:

• Đô thị loại 1

Là loại đô thị lớn dân số từ 1 triệu dân trở lên, cơ sở hạ tầng và mạng lưới công trình công cộng được xây dựng đồng bộ. Theo quy định trên thì có 5 đô thị loại 1 là Thủ đô Hà Nội, TP. Hồ Chí Minh, TP. Hải Phòng, TP. Đà Nẵng, TP. Cần Thơ.

• Đô thị loại 2

Là đô thị có dân số từ 350.000 đến dưới 1 triệu người, có cơ sở hạ tầng và các công trình công cộng được xây dựng nhiều mặt và tiến tới đồng bộ. Với tiêu chuẩn này thì các đô thị loại 2 là Nam Định, Bà Rịa - Vũng Tàu, Huế, Biên Hòa...

• Đô thị loại 3

Là đô thị có dân số từ 100.000 đến 350.000, có cơ sở hạ tầng và mạng lưới công trình công cộng được xây dựng nhiều mặt. Các đô thị loại 3 gồm có Việt Trì, Thái Nguyên, Hạ Long, Đà Lạt...

• Đô thị loại 4

Là đô thị có dân số từ 30.000 đến dưới 100.000 (vùng núi có thể thấp hơn), đã và đang xây dựng hạ tầng kỹ thuật và các công trình công cộng từng phần. Các đô thị loại 4 gồm phần lớn các thị xã, tỉnh lỵ.

• Đô thị loại 5

Là loại đô thị nhỏ dân số từ 4.000 đến 30.000 (vùng núi có thể thấp hơn). Bước đầu xây dựng công trình công cộng và hạ tầng kỹ thuật. Đô thị loại 5 gồm phần lớn các thị trấn, huyện lỵ và một số đầu mối giao thông.

Theo cách phân cấp như trên thì toàn bộ lãnh thổ có 521 đô thị các loại trong đó có 84 đô thị từ thị xã trở lên, tức từ đô thị cấp 4 trở lên.

Tiêu chuẩn cấp nước phụ thuộc vào loại đô thị đồng thời cũng phụ thuộc vào khí hậu. Trong xây dựng quy hoạch đô thị chia làm 5 vùng khí hậu.

- Vùng 1 gồm miền núi đồng bằng Bắc Bộ và Trung bộ
- Vùng 2 gồm đồng bằng Bắc Bộ và Bắc Trung bộ.
- Vùng 3 gồm Nam Trung bộ.
- Vùng 4 gồm toàn bộ Tây Nguyên và vùng núi Đông Nam bộ.
- Vùng 5 gồm vùng đồng bằng ven biển Nam Trung bộ và đồng bằng sông Cửu Long.

Nếu tính từ cấp 4 trở lên thì vùng 1 có 15 đô thị, vùng 2 có 28 đô thị, vùng 3 có 9 đô thị, vùng 4 có 5 đô thị và vùng 5 có 27 đô thị. Như vậy các đô thị phần lớn nằm ở đồng bằng Bắc và Nam bộ. Số dân ở các đô thị cấp 4 trở lên tính tới năm 1990 có 9,173 triệu người trong tổng số dân đô thị toàn quốc là 13,619 triệu người, nghĩa là còn 4,446 triệu dân sống trong các đô thị loại 5 tức các thị trấn, chiếm 33% số dân sống ở đô thị.

Hiện nay số dân đô thị đã tăng lên nhiều trong mấy năm gần đây, năm 1995 ước tính số dân đô thị khoảng 17 triệu người chiếm 23% tổng dân số Việt Nam.

b) Hiện trạng cấp nước đô thị

Trong mấy năm vừa qua mức cấp nước cho đô thị còn rất thấp chỉ vào khoảng 68% dân số ở đô thị được cấp nước với mức rất thấp. Ở các đô thị loại 1 mới có 86% số dân được cấp $70 \div 80$ l/người/ngày. Ở đô thị loại 2 mới có $40 \div 70\%$ dân số được cấp với mức $50 \div 80$ l/người/ngày.

Dưới đây là hiện trạng cấp nước ở các vùng.

Tuy tỷ lệ số dân được cấp ở thành phố Hà Nội và thành phố Hồ Chí Minh cao nhưng chỉ 70% số người được cấp có máy nước tại nhà còn lại là dùng vòi nước công cộng. Thời gian cấp nước không liên tục, ở Hà Nội bình quân chỉ được cấp trong 12h một ngày. Lượng nước ngoài công tơ còn chiếm tỷ lệ cao 53% đối với Hà Nội, 41% đối với thành phố Hồ Chí Minh. Hiện nay do chưa tính đủ đầu vào nên giá thành cấp nước ở Việt Nam vào loại thấp nhất ở châu Á. Ở thành phố Hồ Chí Minh giá thành chỉ 0,0125 USD/m³, ở Hà Nội 0,0094 USD/m³, trong khi đó phí nước lại tương đối cao do lượng nước ngoài công tơ còn chiếm tỷ lệ lớn bình quân ở Hà Nội 0,032 USD/m³, ở thành phố Hồ Chí Minh 0,044 USD/m³; nhưng giá nước cho nước sinh hoạt tại công tơ là 0,053 USD/m³ ở Hà Nội và 0,076 USD/m³ ở thành phố Hồ Chí Minh. Giá nước cho công nghiệp từ 0,107 USD/m³ đến 0,133 USD/m³, giá nước dịch vụ 0,267 USD/m³ cho cả Hà Nội và thành phố Hồ Chí Minh, giá nước cho người nước ngoài ở mọi nơi 0,45 USD/m³.

Bảng 5.8 - Hiện trạng cấp nước đô thị trên lãnh thổ
(theo tài liệu điều tra của Bộ Xây dựng)

Vùng khí hậu và đô thị	Số đô thị	Dân số trong vùng (1000 người)	Tỷ lệ được cấp nước (%)	Lượng cấp (1000 m ³ /ngày)	Tỷ lệ nước sinh hoạt (%)	Lượng nước sinh hoạt (1000m ³ / ngày)	Tiêu chuẩn (l/ngày/người)	
							Bình quân người được cấp	Bình quân đô thị
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
I	15	734,58	51	72,7	30	21,81	60	32
II	28	2592,17	74,1	674,7	22	148,43	77	57
III	9	1088,79	42,4	77,1	30	23,13	50	21
IV	5	343,88	67,6	52,6	25	13,15	56	38

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
V	27	4474,51	73,3	767,9	25	191,97	58	43
VI	84	9172,83	68,5	1645	25	411,25	65	45
TP. Hồ Chí Minh		2806,13	86	580	30	174	72	62
TP. Hà Nội		906,21	85	320	20	64	83	70
TP. Hải Phòng		384,33	86	117	25	29,25	88	76
TP. Đà Nẵng		370,06	38	37	30	11,1	79	30
TP. Cần Thơ		258,32	70	30	30	9,0	50	34
TP. Đà Lạt		102,76	85	32,3	40	12,92	148	125

Tỷ lệ dùng nước cho công nghiệp còn rất nhỏ chiếm 9% ở thành phố Hồ Chí Minh và 17% ở Hà Nội.

c) Tiêu chuẩn nước dùng cho đô thị

Do điều kiện kinh tế phát triển, mức sống và tiện nghi sinh hoạt ở đô thị ngày một nâng cao vì vậy mức nước dùng cho những năm vừa qua như bảng 5.8 không thể đặc trưng cho nhu cầu dùng nước cho tương lai.

Nhu cầu dùng nước trong tương lai phải được xác định theo điều kiện cụ thể loại hộ, mức sinh hoạt và trang thiết bị vệ sinh khác nhau, các vùng khí hậu khác nhau. Theo kết quả điều tra của Bộ Xây dựng ở 24 đô thị trong 5 vùng khí hậu khác nhau thì số liệu tổng hợp tiêu chuẩn cấp nước như bảng 5.9.

Tiêu chuẩn dùng nước còn phụ thuộc vào loại căn hộ, tạm chia 4 loại căn hộ:

- Hộ loại 1: Là căn hộ riêng biệt, bên trong có vòi rửa, xí bột, tắm hoa sen cố định hay di động, có vòi ở bếp.
- Hộ loại 2: Căn hộ riêng biệt có xí vòi tắm và giặt.
- Hộ loại 3: Căn hộ riêng biệt có 1 hoặc 2 vòi nước dùng chung cho các nhu cầu trong sinh hoạt.
- Hộ loại 4: Nhà lấy nước ở vòi công cộng (hoặc ở bể nước công cộng).

Bảng 5.9 - Tiêu chuẩn cấp nước sinh hoạt đô thị cho 1 người (đơn vị: l/ngày)

Vùng khí hậu	Số đô thị	Thực tế						Tiêu chuẩn theo nhu cầu					
		Ăn uống	Rửa	Tắm	Giặt	Vệ sinh	Cộng	Ăn uống	Rửa	Tắm	Giặt	Vệ sinh	Cộng
I	4	15,4	8,2	17,7	16,9	9,2	67,4	36,9	12,7	34,2	24,9	12,9	121,6
II	7	16,9	8,8	24,9	21,0	10,0	81,6	25,0	12,5	38,3	31,8	13,1	120,7
III	3	25,0	12,0	27,5	23,5	15,9	103,9	34,7	16,6	37,2	35,6	22,5	146,6
IV	1	18,5	10,0	38,0	28,0	15,2	109,7	18,5	20,0	38,0	28,0	15,2	119,7
V	9	20,0	12,0	29,1	25,7	15,0	101,8	22,4	13,8	33,9	30,1	15,3	115,5
Cộng	24	95,8	51,0	137,2	115,1	65,3	464,4	137,5	75,6	181,6	150,4	79,0	624,1
Trung bình		19,2	10,2	27,4	23,0	13,1	92,9	27,5	15,1	36,3	30,1	15,8	124,8

Qua điều tra 60 căn hộ các loại ở các vùng khác nhau, tiêu chuẩn dùng nước cho hộ loại 1 là $120 \div 150$ l/người/ngày, loại 2 là $100 \div 120$ l/người/ngày, loại 3 là $80 \div 100$ l/người/ngày, loại 4 là từ $60 \div 80$ l/người/ngày. Tiêu chuẩn nước sinh hoạt thay đổi theo mùa, mùa hè nhiều hơn mùa đông.

Theo kết quả thí nghiệm của hệ thống cấp nước Phần Lan khu vực Ngô Sỹ Liên năm 1988 thì lượng nước cấp cho 1 người mùa đông khoảng 100 l/người/ngày, mùa hè 187 l/người/ngày, trung bình cả năm 145 l/người/ngày gồm cả nước sinh hoạt công cộng thuộc khu nhà ở và các điểm dịch vụ như bệnh viện, khách sạn, cơ quan, bảo tàng.

Ngành xây dựng đã ban hành quy định về tiêu chuẩn cấp nước đô thị TCVN 4474-87. Theo quy định này thì tiêu chuẩn cấp nước đô thị nói trên cao hơn so với mức điều tra và tính toán trình bày ở trên từ 25 ÷ 35% đối với hộ loại 1; từ 0 ÷ 25% đối với hộ loại 2, nhưng hộ loại 4 lại nhỏ hơn 25 ÷ 35%.

Hộ loại 1 theo TCVN 4474-87 là $150 \div 200$ l/người/ngày.

Hộ loại 2 theo TCVN 4474-87 là $100 \div 150$ l/người/ngày.

Hộ loại 3 theo TCVN 4474-87 là $80 \div 100$ l/người/ngày.

Hộ loại 4 theo TCVN 4474-87 là $40 \div 60$ l/người/ngày.

Trường hợp hộ loại 1 dùng bốn tấm thì tiêu chuẩn dùng nước sẽ tăng lên $200 \div 250$ l/người/ngày.

Tiêu chuẩn này có thể áp dụng cho thập kỷ 90. Sau năm 2005 có thể tiêu chuẩn cấp nước phải tăng thêm 20 ÷ 30%.

Theo tài liệu “Sổ tay dùng nước” của vùng châu Á và Thái Bình Dương do ngân hàng châu Á xuất bản năm 1993 thì trong 30 thành phố được điều tra có 11 thành phố tiêu chuẩn dùng nước dưới 150 l/người/ngày, 15 thành phố tiêu chuẩn dùng nước từ $150 \div 220$ l/người/ngày, có 13 nước tiêu chuẩn dùng nước vượt 220 l/người/ngày. Trong các thành phố lớn thì Đài Bắc có tiêu chuẩn dùng nước cao nhất 282 l/người/ngày, Delhi - 257 l/người/ngày, Bangkok - 217 l/người/ngày.

Đối với Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh thì tiêu chuẩn dùng nước phải đạt $250 \div 300$ l/người/ngày vào năm 2010.

Vấn đề không kém phần quan trọng là tăng dân số đô thị được cấp nước. Ở Hà Nội cũng như TP. Hồ Chí Minh mới có 86% số dân đô thị được cấp nước. Năm 2010 ở các đô thị loại 1 phải có 95% số dân được cấp nước, đô thị loại 2 phải có 85 ÷ 90% số dân đô thị được cấp nước.

Ở Hà Nội nguồn nước chủ yếu là nước ngầm, ở TP. Hồ Chí Minh chủ yếu là nước mặt (94%). Để cấp nước sinh hoạt cho đô thị thì cả nguồn nước mặt và nguồn nước ngầm đều có thể đảm bảo, ngoại trừ những vùng duyên hải.

Ở những vùng duyên hải việc khai thác nước ngầm cần được cân nhắc kỹ, nhất là các vùng công nghiệp.

2. Cấp nước sinh hoạt cho nông thôn

Trên 80% dân số nông thôn dùng nước tự nhiên như nước sông, ao, hệ thống thủy nông, giếng nông... Nhưng trong những thập kỷ vừa qua do dân số tăng nhanh, việc khai thác ngày càng gia tăng phần nào làm cho môi trường nước bị ô nhiễm, nguồn nước cạn kiệt. Vì vậy hiện nay dùng nước tự nhiên không đảm bảo sức khỏe của con người, vì vậy Chính phủ đã có chương trình nước sạch và môi trường nông thôn. Tới nay nhờ các nguồn vốn trong nước và nguồn tài trợ của các tổ chức quốc tế trong gần 10 năm qua chúng ta đã xây dựng được 150.138 nguồn nước sạch phục vụ cho 42% số dân ở nông thôn có nước sinh hoạt.

Tiêu chuẩn cấp nước nông thôn hiện nay còn thấp, mới đạt $50 \div 60$ l/người/ngày ở đồng bằng và $20 \div 30$ l/người/ngày ở miền núi. Sau năm 2005 cần nâng tiêu chuẩn lên $60 \div 80$ l/người/ngày đối với đồng bằng và $30 \div 50$ l/người/ngày đối với miền núi.

5.3. NHU CẦU NƯỚC CỦA CÁC NGÀNH SỬ DỤNG NƯỚC

Các ngành sử dụng nước là các ngành mà nước sau khi được sử dụng nó không tiêu hao về lượng và cũng không làm thay đổi về chất lượng nước, ví dụ như phát điện, vận tải thủy, ngư nghiệp, du lịch...

5.3.1. Nhu cầu nước nuôi trồng thủy sản

- Nuôi trồng thủy sản nước ngọt gồm nuôi cá lồng trên các dòng chảy nước ngọt, nuôi cá trong các hồ chứa thủy lợi để lợi dụng tổng hợp. Hai loại này không cần cấp nước ngọt.

- Nuôi trồng thủy sản trong ao theo chương trình VAC: Loại nuôi trồng này cần cung cấp nước ngọt thường xuyên để thau chua và tạo môi trường cho thủy sản sinh trưởng và phát triển.

Lượng nước dùng cho thau chua rửa ao và làm sạch nước tạo môi trường được tính theo công thức:

$$W = 10(a_i + E_i) \quad (5.1)$$

trong đó:

W - lượng nước thau rửa mỗi lần, tính bằng m^3/ha ;

a_i - lớp nước cần thay, tính bằng mm;

E_i - lượng bốc hơi mặt thoáng giữa hai lần thau nước, thông thường tính E_i bằng mm.

Quy trình nuôi cá thâm canh ở các ao được nuôi theo nhiều tầng, nhiều loại cá, thời vụ nuôi cá:

+ Vụ cá Xuân thu hoạch vào trước mùa mưa.

+ Vụ cá Mùa thu hoạch vào tháng 1, 2 hàng năm.

Thau nước 1 tháng 1 lần, mức nước mỗi lần từ $350 \div 400$ mm tương đương $3.500 \div 4.000 m^3/ha$.

- Nuôi trồng thủy sản ven bờ:

Lãnh thổ Việt Nam có chiều dài bờ biển và vùng cửa sông 3.260 km và có trên 400.000 ha, trong đó có khoảng 100.000 ha có thể phát triển nuôi hải sản ven bờ. Sản phẩm chủ yếu là tôm sú, tôm rảo, cua biển, rau câu và các loại hải sản khác.

Hình thức nuôi trồng:

- + Khoanh vùng đắp đê ngăn nước mặn.
- + Pha loãng tạo độ mặn thích hợp để nuôi trồng.
- + Cải tạo đồng ruộng nuôi thả ban đầu, công thức cấp nước cho nuôi trồng thủy sản ven bờ:

$$W = 10a_i \frac{S_1 - S_2}{S_1 - S_3}, \quad (\text{m}^3/\text{ha}) \quad (5.1)$$

trong đó:

a_i - lớp nước cần pha loãng trong ruộng mới cải tạo cũng như thâm canh. Thông thường lớp nước này được tính từ mức nước chân triều đến đáy ruộng nuôi trồng;

S_1 - lượng muối NaCl trong ruộng khi bị nhiễm mặn, tính bằng g/l;

S_2 - lượng muối tiêu chuẩn NaCl trong ruộng có thể cho phép nuôi trồng được, thường từ 6 ÷ 7‰;

S_3 - lượng muối trong nước ngọt đưa vào để pha loãng.

Đối với ruộng mới cải tạo lần đầu lượng nước từ 4.800 ÷ 5.000 m³/ha.

Để duy trì được độ mặn thích hợp trong ruộng tùy theo hình thức thâm canh hay bán thâm canh mà mỗi héc-ta hàng năm phải tiến hành cấp bổ sung 3 ÷ 6 lần và mỗi lần 700 ÷ 1.000 m³/ha.

5.3.2. Yêu cầu của vận tải thủy đối với dòng chảy

1. Chiều sâu bảo đảm

Yêu cầu vận tải thủy đối với nguồn nước là đảm bảo độ sâu cần thiết, chiều sâu và bán kính cong của tuyến đường vận tải thủy, trong đó yêu cầu về chiều sâu bảo đảm có liên quan nhiều nhất đến tính toán thủy lợi.

Chiều sâu nhỏ nhất cần thiết cho tàu đi lại trên đoạn sông hoặc toàn bộ con sông gọi là chiều sâu bảo đảm nhỏ nhất, và bằng môn nước của loại tàu thiết kế cộng với chiều sâu gia tăng ΔZ ($\Delta Z = 0,2 \div 0,5\text{m}$).

Chiều sâu bảo đảm nhỏ nhất tại mặt cắt nào đó trên đoạn sông được tính từ mức nước thấp nhất mùa cạn gọi là mức nước thiết kế.

Mức nước thiết kế được xác định theo đường lũy tích mức nước trung bình ngày trong nhiều năm ứng với tần suất bảo đảm.

Nếu trên toàn bộ con sông, với các đoạn sông khác nhau, môn nước của tàu là không đổi, thì mức nước thiết kế ở các trạm thủy văn ở trên toàn bộ con sông hay những đoạn sông nói trên phải có cùng tần suất bảo đảm.

Hiện nay người ta thường dùng mực nước ở một trạm thủy văn tiêu biểu để biểu thị yêu cầu vận tải thủy trên toàn bộ con sông thông qua quan hệ giữa mực nước trạm thủy văn tiêu biểu với chiều sâu nhỏ nhất của toàn bộ con sông hay đoạn sông.

2. Lưu lượng yêu cầu khi sử dụng âu tàu

Lưu lượng cần thiết khi sử dụng âu tàu tùy thuộc vào kích thước của các khoang tàu, số lần sử dụng âu trong một ngày đêm và có thể xác định theo công thức:

$$q = \frac{B.L.h.n}{86400} \quad (5.2)$$

trong đó:

B, L - chiều rộng và chiều dài của khoang âu, tính theo đơn vị m;

h - chiều sâu lớp nước chứa trong khoang âu và bằng hiệu số mức nước lúc tháo cạn và lúc chứa đầy âu;

n - số lần đóng mở âu tàu trong một ngày đêm.

Công thức trên đây cho lưu lượng tối đa qua âu tàu.

Nếu âu tàu có nhiều bậc thì lưu lượng tổn thất qua âu tàu sẽ giảm đi so với âu tàu một bậc.

5.3.3. Yêu cầu về chống lũ

Yêu cầu về chống lũ của một sông nào đó được biểu thị bằng đường mặt nước phòng lũ theo dọc sông hoặc bằng cao độ mực nước (hoặc lưu lượng) ở tại mặt cắt khống chế của vùng được bảo vệ.

Khi xảy ra lũ lớn, công trình thủy lợi dự kiến xây dựng (hồ chứa, công trình phân chia lũ) phải đảm bảo cắt hoặc phân lũ sao cho mực nước sông không được vượt quá mực nước phòng lũ nói trên.

Mức nước phòng lũ trên một vùng được quy định tùy theo điều kiện cụ thể của từng vùng được bảo vệ và tùy thuộc vào khả năng của các biện pháp tham gia chống lũ.

Trong một vùng được bảo vệ có thể quy định nhiều mức nước phòng chống khác nhau ứng với các mức lũ khác nhau.

Nếu công trình chống lũ là hồ chứa thì có thể chống lũ cho nhiều đối tượng có nhu cầu về mức nước phòng lũ và tần suất phòng lũ khác nhau.

5.3.4. Nhu cầu điện của các ngành kinh tế quốc dân và nhu cầu nước của ngành điện

1. Tiêu chuẩn dùng điện

Nhu cầu điện của một khu vực được xác định theo tiêu chuẩn dùng điện riêng cho từng ngành.

Tiêu chuẩn dùng điện riêng cho từng ngành công nghiệp tính theo đơn vị sản phẩm sản xuất ra: tấn, mét khối... hoặc tính theo giá trị sản phẩm tính bằng tiền.

Tiêu chuẩn dùng điện cho dân dụng tính theo đầu người.

Tiêu chuẩn dùng điện cho điện khí hoá đường sắt tính theo tấn/km hoặc tính theo km đường.

Tiêu chuẩn dùng điện trong nông nghiệp tính theo hộ gia đình, theo đơn vị diện tích canh tác và theo đầu súc vật trong chăn nuôi.

2. Chế độ dùng điện và biểu đồ phụ tải

Mỗi ngành kinh tế quốc dân và mỗi khu vực có chế độ dùng điện riêng.

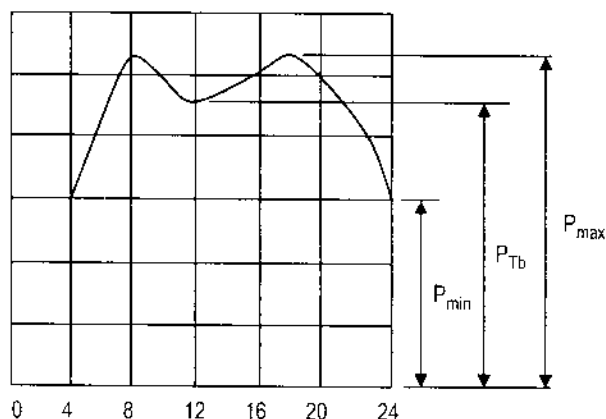
Chế độ dùng điện của một khu vực được đặc trưng bằng các biểu đồ phụ tải ngày và đêm, tuần, tháng và năm.

Biểu đồ phụ tải ngày và đêm biến động nhiều nhất vì chế độ làm việc không liên tục của một số xí nghiệp (làm 1, 2 hoặc 3 ca), có giờ nghỉ trưa, và các nhu cầu sinh hoạt thay đổi trong ngày.

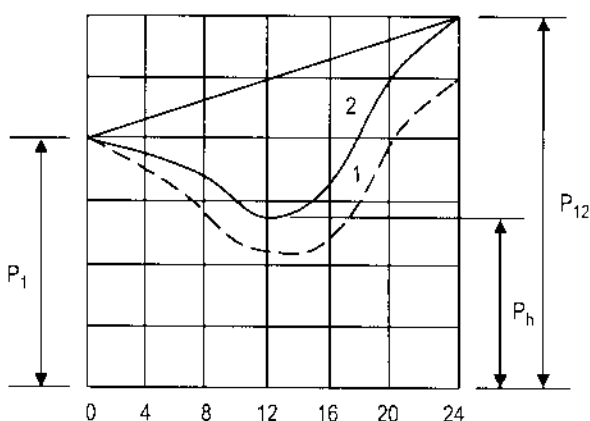
Biểu đồ phụ tải tuần cũng biến đổi do sự phân bố các ngày nghỉ của các xí nghiệp.

Biểu đồ phụ tải tháng và năm biến đổi do một số nguyên nhân tự nhiên như thay đổi theo thời gian giữa ngày và đêm, sự thay đổi nhiệt độ, đồng thời cũng do một số nguyên nhân về quá trình sản xuất như một số xí nghiệp mới đưa vào sản xuất, một số xí nghiệp cũ được mở rộng một số ngành sản xuất theo mùa...

Từ biểu đồ phụ tải, chúng ta sẽ xác định được nhu cầu nước cho nhà máy thủy điện.



Hình 5.1: Biểu đồ phụ tải ngày đêm



Hình 5.2: Biểu đồ phụ tải năm

1. Đường phụ tải tĩnh; 2. Đường phụ tải động

5.4. NHU CẦU NƯỚC GIÁN TIẾP CỦA CÁC NGÀNH KINH TẾ QUỐC DÂN

Trên đây đã trình bày cách xác định nhu cầu nước trực tiếp trong trồng trọt, chăn nuôi, công nghiệp và sinh hoạt, thành thị và nông thôn...

Tuy nhiên, để sản xuất các sản phẩm đầu vào của các ngành trên cũng cần một lượng nước nhất định mà chúng ta chưa tính toán hết được.

Bảng 5.10 - Nhu cầu nước cho đơn vị giá trị sản phẩm ở Hoa Bắc (Trung Quốc) và ở Colorado (Mỹ) [10]

Các ngành	Theo Trung quốc			Theo Mỹ		
	Trực tiếp (m ³ /10 ³ USD)	Tổng cộng (m ³ /10 ³ USD)	Hệ số tổng hợp	Trực tiếp (m ³ /10 ³ USD)	Tổng cộng (m ³ /10 ³ USD)	Hệ số tổng hợp
Nông nghiệp cần tưới	1893	2339	1,236	14012	23780	1,69
Nông nghiệp không tưới				67,7	121,3	1,79
Mỏ	47,6	309	6,49	50,2	194	3,86
Thực phẩm	51,2	1173	22,93	1323	2245	1,69
Dệt, may, da	3316	3420	1,024	9,29	63,58	6,84
Cửa xẻ và đồ gỗ	25,6	281,7	11,025			
Giấy, giấy vệ sinh	47,25	311,4	6,59			
Điện lực	924	1083	1,137			
Dầu mỏ, than	34,4	288	8,375	4,59	27,19	5,9
Hoá chất	113	428,5	3,788	4,59	27,19	5,92
Vật liệu xây dựng	75	428	4,458			
Thép	79,3	331	4,169	3,25	14,16	4,35
Chế tạo máy	19,7	289	14,662	3,25	14,16	4,35
Xây dựng	98,7	323	3,277			
Giao thông	98,7	349	3,539	26,36	101,29	3,84
Thương mại	98,7	316	3,199	11,36	31,02	2,73
Dịch vụ	98,7	314	3,183	6,28	35,13	5,66
Import và xuất khẩu				1,24	7,70	6,21
Xí nghiệp phụ				9,29	63,58	6,80
Chăn nuôi				1811	3054	1,68

Để đánh giá đầy đủ nhu cầu nước của xã hội người ta dùng nhu cầu nước trực tiếp và nhu cầu nước gián tiếp và hệ số tổng hợp.

Hệ số tổng hợp là tỷ lệ tổng hợp nước dùng trực tiếp và gián tiếp cho một đơn vị giá trị sản phẩm, ví dụ cho 1000 USD, chia cho lượng nước dùng trực tiếp cho đơn vị giá trị sản phẩm đó. Dưới đây giới thiệu các hệ số tổng hợp của một số ngành ở Trung Quốc năm 1990 và ở Mỹ. Theo bảng 5.10 thì lượng nước thực tế của một số ngành lớn hơn lượng nước yêu cầu trực tiếp, như ở Mỹ lượng nước tổng cộng phải gấp từ 1,7 ÷ 6,8 lần lượng nước dùng trực tiếp tạo ra các sản phẩm, ở Trung Quốc ngành chế biến thực phẩm tăng gần 23 lần, ngành chế tạo máy gấp 14,6 lần, ngành chế biến lâm sản gấp 11 lần.

Để đánh giá đầy đủ hơn về nhu cầu dùng nước có thể dùng hệ số tổng hợp nói trên nhân với lượng nước dùng trực tiếp. Đối với điều kiện Việt Nam các hệ số tổng hợp nhu cầu nước trong sản xuất nông nghiệp và công nghiệp của Trung Quốc có thể áp dụng thích hợp hơn so với việc áp dụng các hệ số tổng hợp của Mỹ.

5.5. CÁC PHƯƠNG PHÁP DỰ BÁO NHU CẦU NƯỚC

Trong các mục trên đã trình bày cách xác định lượng nước cần thiết trong sản xuất nông nghiệp, công nghiệp và sinh hoạt...

Việc xác định nhu cầu nước cho các ngành và địa phương dựa vào kế hoạch phát triển kinh tế ngắn hạn 5 năm, 10 năm của các ngành, các địa phương. Song việc dự báo nhu cầu dùng nước cho tương lai xa hơn của các vùng, các địa phương cũng hết sức cần thiết.

Việc xác định nhu cầu nước cho các năm 2010 và 2015 dựa vào kế hoạch phát triển và chiến lược phát triển kinh tế của các ngành và các vùng để xác định. Nhu cầu nước cho những năm 2020, 2030 và 2040 phải dựa vào các chỉ tiêu phát triển kinh tế tổng hợp của vùng hay toàn lãnh thổ. Dưới đây giới thiệu một số phương pháp.

5.5.1. Phương pháp ngoại suy theo thời gian

Phương pháp này dựa trên giả thiết rằng lượng nước dùng của toàn xã hội hoặc của từng ngành trong tương lai vẫn theo xu thế tăng như trong quá khứ. Vì vậy chỉ cần thống kê lượng nước dùng của thời kỳ 1980 ÷ 2000 rồi dùng xu thế dự báo nhu cầu nước cho năm 2010, 2040. Việc ngoại suy có thể tiến hành theo phương pháp đồ thị hoặc theo biểu thức toán học như dạng phương trình hồi quy. Khi ngoại suy theo xu thế, người ta thường tính 3 mức độ tối đa, tối thiểu và trung bình. Phương pháp ngoại suy theo xu thế cũng có thể tiến hành riêng cho nông nghiệp, công nghiệp, sinh hoạt và mỗi ngành có thể có những yếu tố quyết định riêng.

5.5.2. Phương pháp hệ số đơn

Phương pháp tính theo hệ số đơn dự báo nhu cầu nước theo đầu người hoặc đầu sản phẩm và phụ thuộc vào số dân, sản lượng công và nông nghiệp.

Nội dung chính của phương pháp hệ số đơn theo sản lượng và dự báo định mức hoặc hệ số dùng nước trong tương lai.

Biểu thức xác định nhu cầu nước sinh hoạt của đô thị:

$$W_{St} = P_0(1 + I_t)^t \alpha_t K_t \quad (5.3)$$

trong đó:

W_{St} - nhu cầu dùng nước sinh hoạt đô thị của một vùng hoặc miền ở thời điểm t (10^6 m³/năm);

P_0 - dân số của một vùng ở thời điểm t_0 ;

I_t - tốc độ tăng trưởng ở thời điểm t ;

α_t - tỷ lệ dân số đô thị ở thời điểm t ;

K_t - định mức dùng nước cho mỗi người dân đô thị.

Biểu thức trên cũng được dùng để dự báo nhu cầu nước cho các ngành công nghiệp và nông nghiệp. Trong trường hợp này thì P_0 sẽ là tổng sản phẩm của ngành công nghiệp hoặc nông nghiệp tại năm gốc t_0 còn I_0 sẽ là mức tăng trưởng sản phẩm công nghiệp, nông nghiệp, α_t là hệ số giảm nhu cầu dùng nước do các tiến bộ khoa học công nghệ mang lại. Đối với công nghiệp vào năm 2010 là $\alpha_t = 0,9$ vào năm 2040 là 0,85 chung cho các ngành.

Đối với nông nghiệp hệ số này khá phức tạp và thay đổi từng vùng do đổi mới cơ cấu cây trồng do áp dụng giống mới và kỹ thuật canh tác hệ số sử dụng đất. Theo kinh nghiệm dự báo của các nước thì lượng nước cho 1 đơn vị sản phẩm giảm đi đáng kể và ngược chiều với năng suất. Vì vậy nếu tính lượng nước theo sản phẩm sẽ giảm từ $10 \div 20\%$ vào năm 2010 và $15 \div 30\%$ vào năm 2040. Giới hạn trên lấy đối với vùng có hệ số quay vòng lớn hơn 2,0 vào năm 2010 và 2,5 vào năm 2040. Như vậy hệ số α_t có thể lấy là $0,8 \div 0,9$ cho năm 2010 và $0,7 \div 0,85$ cho năm 2040.

Đối với lúa nước ở Bắc bộ trung bình phải cấp $1 \div 3 \text{ m}^3$ mới được 1 kg thóc. Trong khi đó ở Hoa Bắc (Trung Quốc) $0,4 \text{ m}^3$ cho 1 kg lúa mạch, $0,7 \text{ m}^3$ cho 1 kg lúa nước và 2 m^3 cho 1 kg bông hạt. Như vậy nhu cầu nước cho mỗi loại cây trồng khác nhau rất khác nhau.

Cũng có thể dự báo nhu cầu dùng nước theo các hộ dùng nước. Kinh nghiệm thực tế cho thấy quan hệ giữa lượng nước yêu cầu với hộ dùng nước chặt chẽ hơn quan hệ giữa lượng nước yêu cầu với dân số. Các phương pháp dự báo nhu cầu dùng nước hệ số đơn khác phổ biến là dựa vào các thông số đặc trưng cho loại hộ như các hộ công nghiệp tính theo đầu người công nhân, tính theo sản phẩm, theo m vải, theo chiếc ô tô hoặc cỗ máy. Các hộ dịch vụ khác như khách sạn tính theo số buồng, bệnh viện tính theo số giường...

Cũng có thể dự báo nhu cầu dùng nước thông qua hệ số tổng hợp, ví dụ như định mức dùng nước trên đơn vị giá trị sản phẩm tính bằng tiền để so sánh giữa các ngành với nhau như số m^3 nước dùng trên triệu đồng sản phẩm ngành dệt, ngành giấy, ngành thực phẩm, ngành du lịch...

5.5.3. Mô hình tất yếu đa hệ số (Multiple coefficient requirement models)

Nước dùng cho tương lai của 1 vùng có thể biểu thị như một hàm toán học của 2 hay nhiều biến độc lập. Dạng hàm số phải được chọn tương thích với các tài liệu quá khứ và các thông số được xác định bằng phương pháp thống kê và thường là phương trình hồi quy. Mô hình loại này thường không bao gồm giá thành của nước và các yếu tố kinh tế khác mà chỉ là các biến quen thuộc của các hàm hồi quy (coi nước là yêu cầu không phụ thuộc vào sự lựa chọn kinh tế). Các biến số được lựa chọn nhờ sự tương quan đã có với việc dùng nước, số lượng biến tùy ý nhưng nói chung không quá 6.

Mô hình thống kê nhu cầu dùng nước có thể viết như sau:

$$Q = F(X_1, X_2, \dots, X_n) + U \quad (5.4)$$

trong đó: $F(X_1, X_2, \dots, X_n)$ là hàm của biến độc lập $X_1, X_2, \dots, X_n$ và U là biến số ngẫu nhiên mô tả ảnh hưởng của tất cả các yếu tố tác động lên đại lượng Q mà không tính được

vào biến số độc lập, U là hàm ngẫu nhiên. Nếu U là nhiễu trắng thì kỳ vọng của U được giả thiết là 0 và biến sai của U là một hằng số vì vậy hàm số $F(X_1, X_2, \dots, X_n)$ có thể được coi là tuyến tính hoặc logarit:

$$\begin{aligned} Q &= a_0 + a_1 X_1 + \dots + a_n X_n + U \\ \text{Hoặc} \quad \ln Q &= b_0 + b_1 \ln X_1 + \dots + b_n \ln X_n + U \\ Q &= c_0 + c_1 \ln X_1 + \dots + c_n \ln X_n + U \end{aligned} \quad (5.5)$$

Nếu muốn phân biệt giữa các dãy quan trắc riêng thì có thể viết:

$$Q = f(X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{in}) + U_i \quad (5.6)$$

Tức quan hệ bao gồm chuỗi quan trắc thứ i của các biến $X_1, X_2, \dots, X_n$.

Đối với các dự án môi trường nước và dùng nước thì có thể mô hình hoá bằng phương pháp thống kê trong đó các biến của phương trình hồi quy là số dân, số trường học, số bệnh viện, số xí nghiệp, diện tích công viên... và ứng với năm thứ i ta có biểu thức 5.4. Nếu có số liệu một số năm ta có thể xác định hệ số a, b của phương trình 5.5 dùng để dự báo Q_m cho năm thứ m trong tương lai khi cho $X_{m1}, X_{m2}, \dots, X_{mn}$.

Đối với các dự án cấp nước cho nông nghiệp nhu cầu nước phụ thuộc chủ yếu vào cơ cấu cây trồng, mùa vụ, thời tiết và kỹ thuật canh tác. Trong yếu tố thời tiết thì lượng mưa và lượng bốc hơi hay lượng mưa hiệu quả là yếu tố quan trọng. Vì vậy nếu dùng phương pháp này để dự báo cho nhu cầu nước nông nghiệp theo tài liệu quá khứ thì trong biểu thức 5.4, 5.5 và 5.6 phải có lượng mưa hiệu quả, khi đó phương trình 5.5 sẽ trở thành:

$$Q = a_0 + a_1 X_1 + \dots + a_n X_n - P + U \quad (5.5')$$

Trong (5.5') thì $X_1, X_2, \dots, X_n$ là tỷ lệ diện tích các loại cây có nhu cầu nước. Lượng nước dùng cho năm thứ i trong quá khứ Q_i sẽ tương ứng với lượng mưa có hiệu quả P_i , diện tích loại cây trồng $X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{in}$ và (5.6) sẽ trở thành:

$$Q = f(X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{in}) - P_i + U \quad (5.6')$$

Dùng tài liệu quá khứ có thể xác định được các trị số a, b trong biểu (5.5').

Ta có thể dùng biểu thức trên dự báo cho nhu cầu dùng nước năm thứ m nếu cho biến $X_{m1}, X_{m2}, \dots, X_{mn}, P_m$. Ở đây trị số P_m lấy kết quả tính toán với 50%, 75%, 95%.

Khi xác định các trị số a, b của phương trình trị số Q_i nên chọn khu tưới bằng bơm điện thì lượng nước cần sẽ phù hợp hơn so với vùng tưới tự chảy.

5.5.4. Mô hình nhu cầu đa hệ số

Các mô hình nhu cầu đa hệ số (Multiple coefficient requirement models) khác với mô hình tái yếu đa hệ số đã trình bày ở trên là ở chỗ mô hình này bao gồm một số chỉ tiêu kinh tế như giá nước, thu nhập theo đầu người, giá trị sản phẩm...

Hơn nữa mô hình nhu cầu đa hệ số được xây dựng theo phương pháp kinh tế, là phương pháp mà cấu trúc của mô hình và danh mục biến phụ thuộc phải phản ánh các giả thiết và có xét đến quan hệ nhân quả hơn là chỉ đơn thuần theo sự tương quan đã khảo sát được. Vì vậy khả năng đưa các biến số, đặc biệt nhất là các biến số không thích hợp bị hạn chế. Thường khi chọn các biến số nên chú ý giảm bớt sự khác biệt khó giải thích trong các biến độc lập.

Phương pháp này thường được dùng kết hợp với việc xác định các chỉ tiêu kinh tế hoặc tối ưu hoá việc phân phối nước. Thí dụ đối với cấp nước cho nông nghiệp thường được xét đến trên cơ sở tối ưu hoá cơ cấu cây trồng hay mức tưới.

5.5.5. Dự báo nhu cầu nước trên cơ sở phân tích chỉ tiêu kinh tế vĩ mô

Người ta ghi nhận rằng nhu cầu nước sẽ tăng theo quy mô và thành phần kinh tế, tốc độ phát triển, mức độ cải tiến kỹ thuật và cải tiến sản xuất.

Giá trị lượng nước cần W cho các ngành công nghiệp được coi như véc tơ các hệ số dùng nước Q và quy mô công nghiệp X :

$$W = QX \quad (5.7)$$

Trong đó quy mô công nghiệp X có thể đại diện cho giá trị sản xuất công nghiệp rút ra từ phân tích kinh tế vĩ mô. Như vậy nhiệm vụ chính của dự báo nhu cầu nước là nhằm vào phân tích và dự báo Q . Trên thực tế trong những năm gần đây đã dùng công thức kinh nghiệm dự báo sau đây:

$$Q_2 = k \frac{1-r_2}{1-r_1} Q_1 \quad (5.8)$$

trong đó:

$$k = (1 - \alpha)n;$$

Q_1, Q_2 - định mức dùng nước cho năm gốc và năm kế hoạch tính bằng m^3 theo đơn vị thời gian (ngày, tháng, vụ hoặc năm);

r_1, r_2 - tỷ lệ dùng lại nước thải năm gốc và năm kế hoạch;

α - hệ số phản ánh tiến bộ kỹ thuật, tốc độ phát triển kinh tế;

n - số năm dự báo trước.

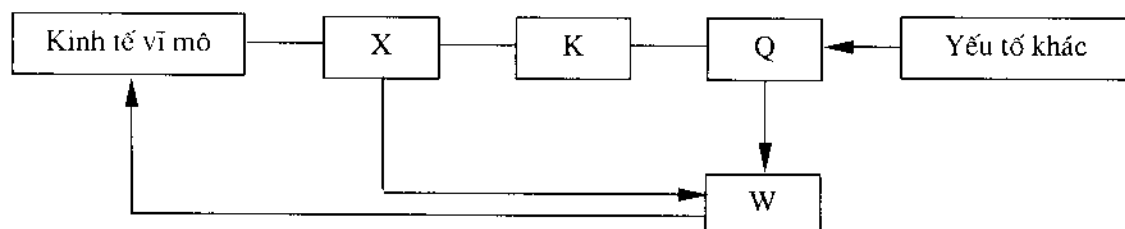
Như vậy Q_2 dự báo được có liên quan đến không chỉ trực tiếp các yếu tố nằm trong năm gốc mà còn liên quan đến mức tăng tỷ lệ dùng lại nước thải và hệ số tiến bộ kỹ thuật. Giá trị r_2 được tính riêng cho từng ngành vì có sự khác nhau lớn giữa các ngành. Hệ số α được xác định theo công thức:

$$\alpha = (0,1 - 0,5)R \quad (5.9)$$

trong đó: R là độ tăng trưởng của tổng sản phẩm xã hội hoặc giá trị sản phẩm công nghiệp ngành. Đối với các nước đang phát triển độ tăng trưởng còn ở mức tương đối cao thì có thể lấy: $\alpha = (0,1 \div 0,3)R$. Ở các nước phát triển lấy: $\alpha = (0,3 \div 0,5)R$.

Nếu dự báo nhu cầu nước bằng biểu thức 5.3 cho công nghiệp thì có thể dùng Q_2 thay cho α_i , k_i .

Ở những vùng hiếm nước, nguồn nước được đưa vào mô hình kinh tế như hạn chế nguồn thì Q là biến số có liên quan chặt chẽ với tổng sản phẩm xã hội (GDP) và sẽ hình thành một quan hệ hữu cơ giữa thành phần phát triển kinh tế và hệ số dùng nước. Quan hệ trên được mô tả thông qua sơ đồ sau đây:



Hình 5.3: Sơ đồ mô tả quan hệ qua lại giữa nhu cầu nước và thành phần kinh tế

Sau khi dự báo được Q , tức hệ số dùng nước của các ngành công nghiệp từ đó xác định được nhu cầu nước cho công nghiệp theo các phương pháp đã trình bày.

Phương pháp này có thể dùng ước báo nhu cầu nước dài hạn (ví dụ cho năm 2040).

5.6. TẦN SUẤT TÍNH TOÁN CỦA CÁC CÔNG TRÌNH THỦY LỢI ĐỐI VỚI CÁC NGÀNH DÙNG NƯỚC

5.6.1. Khái niệm chung

Khi thiết kế các công trình thủy lợi người ta phải xét mức nước bảo đảm về an toàn đối với công trình và an toàn đối với chế độ cung cấp nước.

Mức nước bảo đảm về an toàn công trình được xác định trong trường hợp xảy ra các hiện tượng thủy văn, khí tượng đặc biệt lớn gây phá hoại công trình.

Mức đảm bảo an toàn về chế độ cung cấp nước được đánh giá trong điều kiện xảy ra những hiện tượng thủy văn, khí tượng gây sự phá hoại chế độ làm việc của công trình do đó gây ra phá hoại chế độ cung cấp sản phẩm.

Mức đảm bảo nói trên của công trình thủy lợi đánh giá bằng phương pháp xác suất thống kê và được gọi là tần suất tính toán.

Hiện nay trong tính toán thủy lợi có hai cách đánh giá về tần suất tính toán:

- Tần suất tính toán theo tỷ số giữa thời gian (số ngày hoặc số tháng) mà chế độ cung cấp sản phẩm của công trình không bị phá hoại với toàn bộ thời gian vận hành công trình, phương pháp này gọi là phương pháp thời gian.

- Tần suất tính toán theo tỷ số giữa số năm mà chế độ cung cấp sản phẩm của công trình bị phá hoại với tổng số năm vận hành của công trình, không xét tới thời gian bị phá hoại trong từng năm là bao nhiêu.

Hoặc tần suất tính toán theo tỷ số giữa số năm mà chế độ cung cấp sản phẩm của công trình không bị phá hoại với tổng số năm vận hành của công trình, không xét tới thời gian bị phá hoại trong từng năm là bao nhiêu. Phương pháp này gọi là phương pháp năm không bị phá hoại.

Về bản chất phương pháp thứ hai phù hợp với các khái niệm về tần suất được dùng trong thủy văn khi tính tần suất những đại lượng đồng pha.

Hiện nay tùy theo trường hợp cụ thể người ta vẫn dùng một trong hai cách tính nói trên.

Cần lưu ý tần suất tính theo hai phương pháp nói trên, tần suất tính toán phương pháp 2 thường nhỏ hơn phương pháp 1.

5.6.2. Xác định tần suất tính toán

Tần suất tính toán có quan hệ mật thiết đến mức độ tổn thất khi chế độ cung cấp sản phẩm bị phá hoại và chi phí xây dựng công trình.

Muốn xác định tần suất tính toán hợp lý phải tiến hành tính toán kinh tế so sánh giữa chi phí cho công trình khi tăng tần suất tính toán với tổn thất, khi chế độ cung cấp sản phẩm bị phá hoại. Nhưng cách làm trên phức tạp và nhiều trường hợp không tính được. Vì vậy dựa vào kinh nghiệm và nghiên cứu tổng quát của nhiều công trình và của nhiều nước người ta định ra tần suất tính toán của công trình thủy lợi đối với một số ngành và ghi vào quy phạm của Nhà nước.

Tùy tính chất của từng công trình và đối tượng phục vụ mà tần suất tính toán được xác định theo phương pháp khác nhau.

- Cấp nước công nghiệp và dân cư bằng hồ chứa điều tiết nhiều năm và điều tiết năm.
- Cấp nước công nghiệp và dân cư bằng hồ chứa khả năng điều tiết nhỏ (ngày, tuần) hoặc cống lấy nước, trạm bơm...
- Dùng nước để phát điện thì tùy theo loại hồ điều tiết mà có thể lấy tần suất theo quy phạm.
- Vận tải thủy ở thượng, hạ lưu hồ điều tiết thì tần suất tính toán nên xác định theo phương pháp 1.
- Các công trình thủy lợi chỉ phục vụ trong một thời gian ngắn trong một năm (công trình chống lũ, chống úng) tần suất tính toán nên tính theo phương pháp 2.
- Do thói quen trong tính toán với các công trình chống lũ, chống úng người ta thường dùng tần suất tính toán là tỉ số giữa số năm bị phá hoại với tổng số năm vận hành công trình, tức là biểu thị mức độ bị phá hoại chứ không phải mức độ bảo đảm không bị phá hoại.

Dưới đây là tần suất tính toán tiêu chuẩn đối với một số ngành, theo TCXDVN 285 - 2002 (tính theo %).

1. Cấp nước công nghiệp cho các trung tâm lớn hoặc xí nghiệp riêng lẻ (phương pháp 1 hoặc 2) là 97%.
2. Cấp nước cho các thành phố lớn, nông thôn và khu công nghiệp nhỏ (phương pháp 1 hoặc 2) là 95%.

3. Trạm thủy điện cung cấp điện cho các xí nghiệp lớn, điện hoá đường sắt, các thành phố lớn - tùy thuộc vào tỷ trọng chiếm trong mạng lưới (phương pháp 2) 85%.

4. Trạm thủy điện cung cấp điện cho các xí nghiệp nhỏ, cho sinh hoạt công cộng, cho các thành phố nhỏ hoặc nông thôn - tùy thuộc tỷ trọng (phương pháp 2) 75%.

5. Tưới cho nông nghiệp tùy thuộc vào điều kiện lấy nước và cấp nước (phương pháp 1 hoặc 2) lấy từ 75 ÷ 95%.

5. Vận tải thủy - tùy thuộc vào loại đường (phương pháp 1) lấy từ 90 ÷ 99%.

6. Nuôi cá - tùy thuộc vào ý nghĩa của việc nuôi cá đối với con sông (phương pháp 1 hoặc 2) lấy từ 75 ÷ 95 %.

7. Tiêu úng cho nông nghiệp - tùy điều kiện tiêu nước và loại cây trồng (phương pháp 2) 5 ÷ 10%.

Riêng đối với công trình quan trọng tùy theo tính chất của đối tượng phục vụ, khả năng của công trình, phải có dẫn chứng kinh tế để xác định tần suất tính toán.

Cần lưu ý tần suất tính toán nêu trên là mức bảo đảm, hoặc mức phá hoại chế độ cung cấp sản phẩm của công trình, không phải là tần suất của hiện tượng thủy văn, khí tượng.

Trong thực tế có trường hợp tần suất tính toán nói trên trùng với tần suất của hiện tượng thủy văn, khí tượng, nhưng có trường hợp không trùng mà là tổ hợp tần suất của nhiều hiện tượng thủy văn, khí tượng khác nhau.

Trong trường hợp này cần phân tích và chọn tần suất của từng hiện tượng thủy văn, khí tượng sao cho mức bảo đảm của chế độ cung cấp sản phẩm của công trình thỏa mãn tần suất tính toán đã quy định.

5.7. NGUYÊN TẮC SỬ DỤNG NGUỒN NƯỚC VÀ NỘI DUNG TÍNH TOÁN THỦY LỢI

5.7.1. Nguyên tắc sử dụng nguồn nước

Nước là một loại tài nguyên thiên nhiên. Sử dụng tài nguyên nước phải tuân theo các nguyên tắc sau đây:

1. Sử dụng hợp lý nguồn nước

Khi muốn sử dụng nguồn nước vào mục đích nào đó phải có luận chứng toàn diện và khoa học, đảm bảo hiệu quả cao nhất đối với xã hội trong thời gian hiện tại cũng như trong tương lai.

2. Sử dụng tổng hợp nguồn nước

Khi lập quy hoạch khai thác, sử dụng nguồn nước hoặc khi lập thiết kế một công trình thủy lợi, cần nghiên cứu kết hợp phục vụ nhiều ngành kinh tế quốc dân để đạt hiệu quả kinh tế cao nhất và điều hoà hợp lý những mâu thuẫn giữa yêu cầu và quyền lợi của các ngành. Song sử dụng tổng hợp không có ý nghĩa là nhái loại hoặc quân bình mà phải dựa vào mức độ và yêu cầu để sắp xếp thứ tự ưu tiên, phải tính toán kinh tế kỹ thuật để chọn phương án hợp lý nhất về mọi mặt.

3. Sử dụng có kế hoạch nguồn nước

Sử dụng nguồn nước phải dựa trên kế hoạch tổng thể và khai thác nguồn nước của toàn lưu vực hoặc toàn lãnh thổ.

Việc sử dụng nước của một đối tượng nào đó phải phù hợp với phương hướng cơ bản của quy hoạch hoặc tổng sơ đồ về khai thác nguồn nước trong giai đoạn trước mắt cũng như về lâu dài.

4. Triệt để tuân thủ những quy định trong luật dùng nước

Để sử dụng và bảo vệ nguồn nước có hiệu quả nhất, tháng 6/1998 nước ta đã ban hành Luật tài nguyên nước để sử dụng và bảo vệ nguồn nước có hiệu quả nhất. Việc tuân theo các quy định trong luật tài nguyên nước này phải là điều bắt buộc.

5. Sử dụng nước được nhiều lần

Sử dụng nước được nhiều lần bằng cách cho các ngành sử dụng nước dùng nước trước, sau đó đến ngành tiêu hao nước sử dụng sau.

Thường có mấy phương pháp dùng nước như sau:

- Nước dùng cho phát điện sau đó dùng cho tưới hoặc cung cấp cho các ngành cần nước khác.
- Nước dùng cho vận tải thủy sau đó dùng cho công nghiệp, dân sinh.
- Kết hợp giữa kênh tưới và đường vận tải thủy.
- Nước dùng cho phát điện sau đó dùng cho vận tải, tưới hoặc cung cấp cho các ngành kinh tế khác.
- Lợi dụng độ chênh mực nước ở trên đường kênh tưới hoặc vận tải thủy để phát điện.

6. Lượng nước cung cấp cho các ngành tiêu hao nước vẫn có thể sử dụng lại một phần

- Nước tưới ruộng khi thừa vì mưa nhiều hoặc tưới quá mức được tiêu trở lại sông hay tập trung vào nơi chứa nước.
- Nước thoát từ nhà máy, từ các cống rãnh thành phố tiêu ra thường được lợi dụng để tưới ruộng.

5.7.2. Nội dung tính toán thủy lợi

Các nội dung tính toán về sử dụng nguồn nước được gọi là tính toán thủy lợi.

Tính toán thủy lợi gồm những nội dung sau:

1. Xác định yêu cầu dùng nước

Xác định yêu cầu dùng nước của các ngành là nội dung quan trọng của tính toán thủy lợi.

Có xác định đúng đắn yêu cầu dùng nước mới tìm được biện pháp và quy mô hợp lý của công trình thủy lợi, tránh được những mâu thuẫn khi vận hành công trình. Yêu cầu nước phải được xác định dựa trên kế hoạch phát triển kinh tế trong thời gian trước mắt và tương lai.

Đối với các ngành dùng nước trực tiếp (ngành tiêu hao nước): Yêu cầu dùng nước được thể hiện bằng tổng lượng nước hoặc lưu lượng nước trong từng thời kỳ nhất định như công nghiệp, nông nghiệp, sinh hoạt dân cư...

Đối với những ngành chỉ sử dụng nước mà không tiêu thụ nước thì yêu cầu nước được thực hiện thông qua các đặc trưng khác: Công suất, điện lượng, chiều sâu dòng chảy trên tuyến vận tải thủy...

2. Đánh giá nguồn nước

Đánh giá nguồn nước là nội dung quan trọng thứ hai trong công tác tính toán thủy lợi. Đánh giá đúng nguồn nước mới cho phép đánh giá đúng khả năng của các biện pháp công trình, mới xác định được biện pháp và quy mô hợp lý.

Nguồn nước gồm hai phần: Nước mặt (dòng chảy, sông ngòi, hồ ao thiên nhiên, nước mưa) và nước ngầm.

3. Tính toán lợi dụng dòng chảy (tính toán thủy lợi)

Sau khi xác định được yêu cầu dùng nước và đánh giá nguồn nước, nội dung chủ yếu của tính toán thủy lợi và tính toán sử dụng dòng nước chảy để thỏa mãn yêu cầu nước của ngành, tức là điều hoà giữa yêu cầu dùng nước và khả năng cấp nước của nguồn nước theo thời gian và không gian.

• Những vấn đề cần giải quyết trong tính toán thủy lợi

- Tính toán điều tiết dòng chảy bằng hồ chứa phục vụ cho các yêu cầu dùng nước công nghiệp, cho phát điện và giao thông vận tải.

- Điều tiết dòng chảy mùa lũ bằng hồ chứa chống lũ cho các vùng công nghiệp và dân cư tập trung.

- Tính toán dẫn nước, khai thác nguồn nước, phân lũ và chậm lũ.

- Tính toán cân bằng nước.

Tuỳ theo quy mô, mức độ và giai đoạn nghiên cứu, mỗi vấn đề trên có mức độ phức tạp khác nhau.

• Các công đoạn cần tiến hành khi nghiên cứu và khai thác một nguồn nước (theo nghị định về quản lý dự án đầu tư xây dựng công trình 16/2002/NĐ-CP ngày 7/2/2005)

- Giai đoạn lập quy hoạch;

- Giai đoạn lập dự án đầu tư;

- Giai đoạn thiết kế kỹ thuật và bản vẽ thi công (có thể tách riêng).

Trong giai đoạn quy hoạch, nội dung tính toán thủy lợi nhằm xác lập phương hướng khai thác và sử dụng hợp lý nguồn nước cho các đối tượng dùng nước theo các giai đoạn phát triển kinh tế khác nhau. Do đó tính toán thủy lợi phải được tiến hành trên quy mô lớn và toàn diện.

Khi lập dự án đầu tư của một công trình phải dựa trên phương án khai thác và sử dụng toàn bộ nguồn nước đã được chọn và tiến hành tính toán thủy lợi trong giai đoạn quy

hoạch. Mục đích tính toán thủy lợi trong giai đoạn này nhằm xác định nhiệm vụ của công trình, chọn ra những thông số hợp lý của công trình, luận chứng tính hợp lý của công trình về kinh tế, khả năng thực hiện về kỹ thuật của các thông số đã chọn. Vì vậy phương pháp tính toán trong giai đoạn này phải chi tiết hơn.

Khi lập thiết kế kỹ thuật, nhiệm vụ tính toán thủy lợi là làm chính xác hơn các thông số đã chọn trong giai đoạn trước, xác định quy mô khai thác và trình tự đưa các công trình vào xây dựng, nghiệm thu vận hành, chế độ vận hành công trình.

4. Tính toán hiệu ích kinh tế

Trong các giai đoạn trên khi so sánh các phương án đều phải tính toán kinh tế, kỹ thuật. Trong mỗi giai đoạn việc tính toán kinh tế phải phục vụ cho mục đích của từng giai đoạn. Đối với giai đoạn lập dự án đầu tư, thiết kế kỹ thuật việc tính toán kinh tế, kỹ thuật nhằm đánh giá hiệu ích kinh tế của công trình đối với từng giai đoạn phát triển kinh tế.

Câu hỏi ôn tập:

1. Phân tích và đánh giá tổng quan về nguồn nước mặt của nước ta (cả về lượng nước và về chất lượng nước).
2. Phân tích và đánh giá tổng quan về nguồn nước ngầm của nước ta.
3. Trình bày các nguyên tắc sử dụng tổng hợp nguồn nước.
4. Phân loại các ngành sử dụng nước trong quy hoạch lưu vực.
5. Trình bày nội dung tính toán thủy lợi cho một hệ thống thủy lợi.
6. Xác định yêu cầu nước cho các ngành tiêu hao nước.
 - Trình bày phương pháp xác định nhu cầu nước cho nông nghiệp.
 - Xác định nhu cầu nước cho công nghiệp.
 - Xác định nhu cầu nước cho sinh hoạt.
7. Xác định yêu cầu nước cho các ngành sử dụng nước.
 - Xác định nhu cầu nước cho giao thông thủy.
 - Xác định nhu cầu nước cho phát điện.
 - Xác định nhu cầu nước cho bền vững môi trường.
 - Xác định nhu cầu nước cho nuôi trồng thủy sản.
8. Xác định yêu cầu về phòng lũ cho các công trình thủy lợi.

Chương 6

PHƯƠNG PHÁP TƯỚI VÀ CÔNG NGHỆ TƯỚI

6.1. KHÁI QUÁT CHUNG

Trong tính toán chế độ tưới chúng ta đã xác định được mức tưới mỗi lần, thời gian tưới, số lần tưới và mức tưới toàn vụ. Đó là 4 yếu tố cơ bản của chế độ tưới để tạo điều kiện phát triển của cây trồng cho năng suất cao. Để thực hiện các yếu tố này một cách chính xác ta phải xét đến phương pháp tưới và công nghệ tưới tức phương thức đưa nước và phân phối nước tới tận mặt ruộng cung cấp cho cây trồng.

- Phương pháp và công nghệ tưới cần phải thoả mãn các yêu cầu sau:

- Bảo đảm cung cấp nước theo đúng chế độ tưới quy định phân bố đồng đều trên diện tích tưới.

- Có hệ số sử dụng nước cao.

- Tạo điều kiện thực hiện và phối hợp tốt với các biện pháp canh tác khác.

- Nâng cao năng suất tưới trên đồng ruộng.

- Có tác dụng cải tạo đất, không gây ra xói mòn, mặn hoá khu đất tưới .

- Công trình và các thiết bị tưới phải đơn giản, dễ quản lý, diện tích chiếm đất ít, chi phí đầu tư và quản lý khai thác thấp và không gây ảnh hưởng xấu đến môi trường.

- Dựa theo phương thức dẫn nước và phân phối nước, người ta chia ra các phương pháp tưới sau:

- Phương pháp mặt đất: Tưới ngập, tưới dải và tưới rãnh.

- Phương pháp tưới phun mưa.

- Phương pháp tưới nhỏ giọt.

- Phương pháp tưới ngầm.

- Sự lựa chọn các phương pháp tưới phụ thuộc vào các yếu tố sau:

- Loại cây trồng và kỹ thuật canh tác;

- Địa hình, tính chất đất đai khu tưới;

- Khả năng cung cấp và chất lượng của nguồn nước;

- Trình độ cơ giới hoá và công nghiệp hoá;

- Điều kiện cung cấp năng lượng, thiết bị tưới;

- Trình độ khoa học, kỹ thuật của cán bộ, công nhân quản lý tưới.

6.2. PHƯƠNG PHÁP TƯỚI MẶT ĐẤT

Tưới mặt đất là phương pháp đưa nước tưới từ các kênh dẫn đặt ở đầu ruộng vào trực tiếp mặt đất của cánh đồng rồi ngấm xuống biến thành nước trong đất, nước tưới được phân phối đến cây trồng ở các dạng tưới ngập, tưới theo rãnh và tưới theo dải.

6.2.1. Tưới ngập cho lúa

Là hình thức cung cấp để luôn luôn giữ một lớp nước trên mặt ruộng theo yêu cầu sinh trưởng phát triển của các cây trồng, chủ yếu là lúa nước.

1. Ưu và nhược điểm

a) Ưu điểm

- Điều hoà được nhiệt độ trong ruộng lúa;
- Kìm hãm sự phát triển của cỏ dại;
- Giảm được nồng độ các chất có hại.

b) Nhược điểm

- Độ thoáng khí của đất kém;
- Làm giảm độ phì của đất;
- Dễ gây ra trôi đất;
- Tốn nhiều nước, gây trở ngại cho cơ giới hoá.

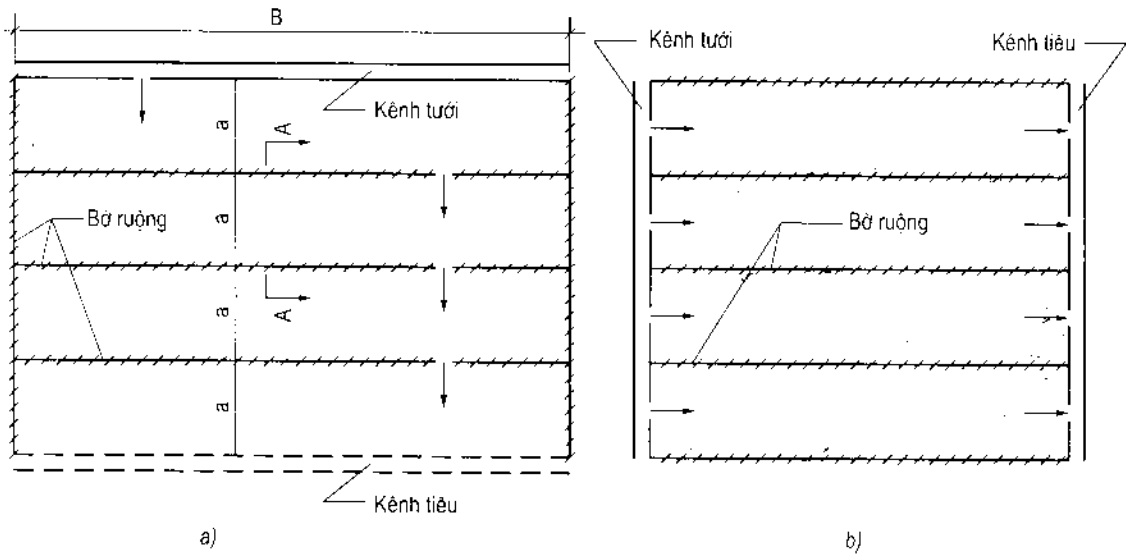
2. Yêu cầu của phương pháp tưới ngập

- Duy trì lớp nước thích hợp trên ruộng lúa theo công thức tưới tăng sản;
- Bảo đảm được các chất dinh dưỡng và phân bón không bị rửa trôi, đất không bị xói mòn, nhiễm chua mặn;
- Bảo đảm lớp nước được phân bố đều, không tưới tràn lan;
- Hệ số sử dụng ruộng đất cao, tiết kiệm nước tưới, giá thành xây dựng và quản lý rẻ;
- Mặt ruộng được tưới phải tương đối bằng phẳng để độ sâu mực nước tương đối đồng đều trên khắp thửa ruộng;
- Phải bố trí đầy đủ các công trình điều tiết nước mặt ruộng.

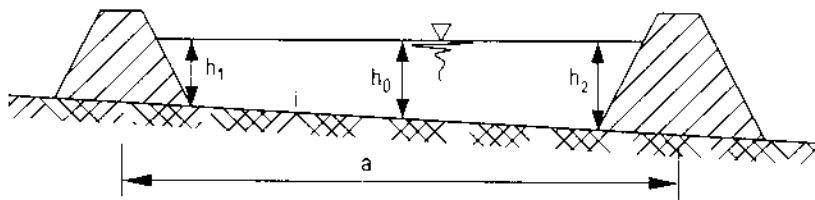
3. Hình thức bố trí và kích thước ở ruộng tưới ngập (hình 6.1)

4. Hình dạng và kích thước

- a) Hình dạng: Ô ruộng có hình chữ nhật là tốt nhất
- b) Kích thước: Thường là $0,25 \div 0,30$ ha (100×25 m hoặc 100×30 m)
 - Chiều dài ô ruộng theo khoảng cách giữa kênh tưới và kênh tiêu cố định cấp nhỏ nhất trên hệ thống.
 - Chiều rộng phụ thuộc điều kiện địa hình và điều kiện cơ giới hoá.



Hình 6.1: Hình thức bố trí thửa ruộng
 a) Bố trí thông nhau; b) Bố trí cửa độc lập



Hình 6.2: Mặt cắt A-A

- Độ dốc i thường bằng 0,001 ÷ 0,0005.

Chiều rộng a được xác định theo:

$$a = \frac{h_2 - h_1}{i} \approx \frac{0,5h_0}{i} \quad (6.1)$$

Lưu lượng cần lấy vào ô ruộng để tạo thành lớp nước mặt ruộng:

$$Q = \frac{\omega}{t} (h_0 + \bar{K}_i t), \quad (m^3/h) \quad (6.2)$$

trong đó:

ω - diện tích ô ruộng (m^2);

$\bar{K}_i$ - tốc độ ngấm bình quân (m/h);

t - thời gian lấy nước (h).

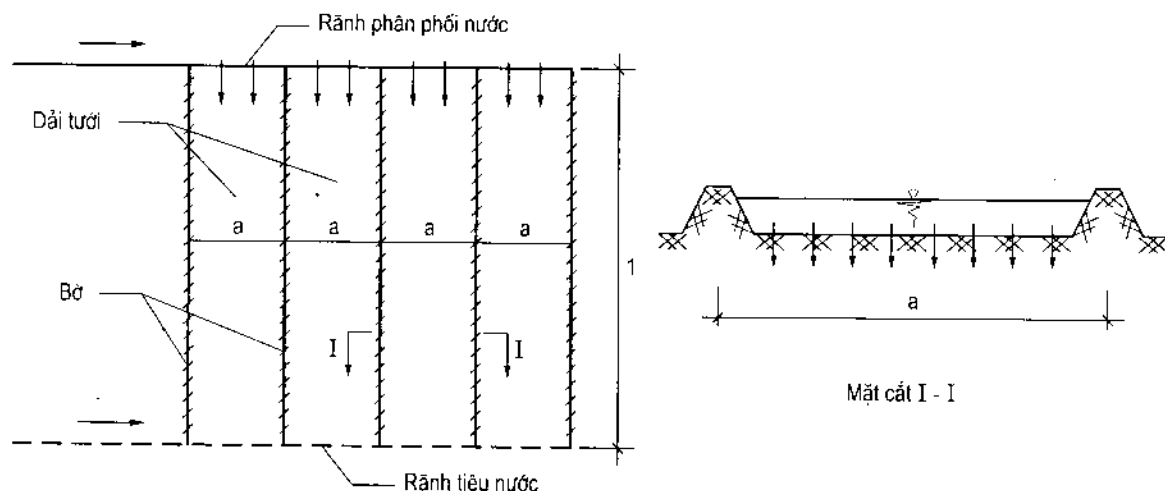
6.2.2. Tưới theo dải

1. Mục đích và điều kiện áp dụng

Tưới dải là hình thức phân phối nước cho cây trồng theo dòng chảy tràn trên dải tưới. Mặt ruộng được chia thành từng ô nhỏ (gọi là dải ruộng) được ngăn cách bởi các bờ dải.

nước chảy tràn trên mặt ruộng từ đầu dải đến cuối dải. Quá trình chảy, nước sẽ ngấm xuống tầng rễ cây và cung cấp nước cho cây trồng. Tưới dải được áp dụng đối với cây trồng không theo hàng như cỏ, lúa mì, mạ...

2. Sơ đồ cấu tạo



Hình 6.3: Sơ đồ cấu tạo

3. Phương pháp tính toán các kỹ thuật tưới dải theo dòng ổn định [1]

Mục đích tính toán là xác định các thông số của kỹ thuật tưới nhằm thỏa mãn các yêu cầu tưới. Các thông số đó là lưu lượng lấy vào đầu dải, thời gian tưới, chiều dài dải tưới và chiều dài dòng chảy trên dải khi mở nước tưới.

Trong thời gian nước chảy từ đầu dải xuống cuối dải, đồng thời nước cũng ngấm xuống tầng đất. Khi ngấm đến cuối dải thì nước trên dải cũng vừa hết. Vì vậy trong tưới dải phải đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật sau:

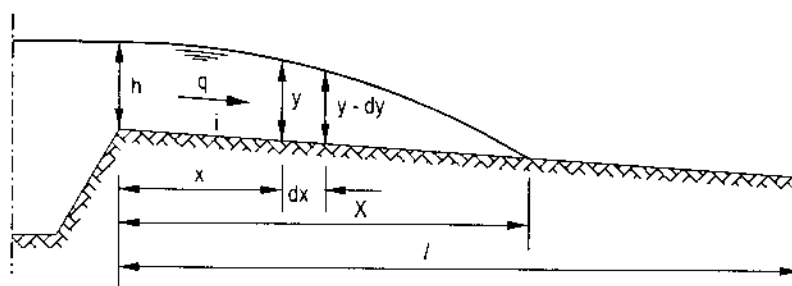
- Trong thời gian tưới quy định nước phải ngấm hết xuống đất.
- Độ ẩm ở đầu dải và cuối dải phải xấp xỉ bằng nhau.
- Có tốc độ nước chảy trong dải thích hợp không làm xói lở mặt dải đồng thời phải có trị số thích hợp so với tốc độ ngấm hút của đất để tránh lãng phí nước.
- Độ ẩm trong tầng đất nuôi cây phải đạt độ ẩm thích hợp.
- Lượng nước ngấm trong thời gian tính toán phải bằng lượng nước yêu cầu trong thời gian đó.

Để có thể đảm bảo những yêu cầu trên, ngoài điều kiện về độ dốc phải thỏa mãn $i = 0,0005 \div 0,02$ chúng ta phải xác định được những trị số thích hợp của những yếu tố kỹ thuật trong tưới dải như:

1. Chiều dài của dải l ;
2. Chiều dài lấy nước X ;
3. Lưu lượng lấy vào đầu dải q_0 ;
4. Tốc độ nước chảy trong dải V ;
5. Thời gian lấy nước vào dải t .

Trong thực tế để xác định được các trị số thích hợp từ các điều kiện ban đầu như: Mức tưới, điều kiện địa hình, địa chất... Chúng ta phải thông qua thí nghiệm hoặc tổng kết tài liệu nhiều năm từ các khu đã thực hiện tưới dải.

a) Sơ đồ và các giả thiết tính toán



Hình 6.4: Sơ đồ tính

Cắt mặt cắt theo chiều dài của dải và xét với 1m chiều rộng của dải ta có sơ đồ như hình 6.4 với các giả thiết:

- Dòng chảy trong dải là ổn định;
- Lớp nước mặt ruộng rất nhỏ so với chiều dài dải l .

Dựa vào sơ đồ trên, chúng ta sẽ nghiên cứu các yếu tố dòng chảy trên dải để từ đó rút ra các đại lượng cần xác định.

b) Tính toán cụ thể

- Xác định phương trình đường mặt nước trên dải

Xét mặt cắt cách đầu dải một đoạn là x nào đấy, tốc độ dòng chảy tại mặt cắt này có thể xác định theo dòng chảy đều:

$$V_x = C_1 \sqrt{RJ}$$

trong đó:

- C_1 - hệ số tốc độ (hệ số Sêzi);
- R - bán kính thủy lực;
- J - độ dốc thủy lực.

Trên mặt đất, hệ số C_1 có thể xác định theo công thức của Bazanhi:

$$C_1 = \frac{87\sqrt{R}}{\gamma + \sqrt{R}}$$

trong đó :

γ - độ gồ ghề của mặt dải, γ thay đổi theo mức độ canh tác và loại cây trồng. Theo kinh nghiệm $\gamma = 1,5 \div 4,0$;

R - bán kính thủy lực:

$$R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{by}{b+2y}, \text{ vì } y \ll b \text{ nên có thể coi } R = y$$

Do đó:

$$C_1 = \frac{87\sqrt{R}}{\gamma + \sqrt{R}} = \frac{87\sqrt{y}}{\gamma + \sqrt{y}}$$

Mặt khác do y rất nhỏ so với γ nên $C_1 = \frac{87\sqrt{y}}{\gamma + \sqrt{y}} = \frac{87\sqrt{y}}{\gamma}$

Vậy:

$$V_x = \frac{87\sqrt{y}}{\gamma} \sqrt{yJ} = \frac{87\sqrt{J}}{\gamma} y$$

Đặt $C = \frac{87\sqrt{J}}{\gamma}$, và C gọi là hệ số đặc trưng cho trạng thái đất tưới. Do đó:

$$V_x = Cy$$

Lưu lượng chảy qua một đơn vị chiều rộng dải tại mặt cắt x sẽ là:

$$q_x = V_x y = Cy^2$$

Tính toán tương tự đối với mặt cắt $x + dx$ ta có:

$$q_{x+dx} = C(y - dy)^2$$

Sự biến thiên lưu lượng từ mặt cắt x đến mặt cắt $x + dx$ là:

$$q_{x+dx} - q_x = Cy^2 - 2Cydy + C(dy)^2 - Cy^2$$

Do dy nhỏ nên $(dy)^2 \approx 0$.

Vậy:

$$q_{x+dx} - q_x = -2Cydy$$

Lượng nước thay đổi giữa mặt cắt x và $x + dx$ chính bằng lượng nước ngấm xuống đất trên đoạn dx :

$$-2Cydy = W_{\text{ngấm}}$$

Hai vế của phương trình có dấu ngược nhau là vì x và y thay đổi ngược chiều nhau, khi x tăng thì y giảm.

Mặt khác, lượng $W_{\text{ngấm}}$ này có thể xác định được theo công thức:

$$W_{\text{ngấm}} = \frac{nK_0}{t^\alpha} dx$$

trong đó:

K_0 - tốc độ ngấm hút bình quân của đất trong đơn vị thời gian thứ nhất;

t - thời gian, tính từ khi bắt đầu lấy nước vào dải;

α - số mũ, phụ thuộc vào tính chất của đất và độ ẩm trong đất;

n - hệ số hiệu chỉnh ảnh hưởng của nước ngập trên mặt đất đối với tốc độ ngấm hút của đất, do nước ngập, một phần cấu tạo của đất bị phá vỡ nên tốc độ ngấm hút có lớn lên một ít $n > 1$.

Do vậy:
$$-2Cydy = \frac{nK_0}{t^\alpha} dx$$

Tích phân hai vế của phương trình trên ta có:

$$Cy^2 = -\frac{nK_0}{t^\alpha} x + C'$$

Khi $x = 0$ thì $y = h \Rightarrow C' = Ch^2$.

Do đó lưu lượng tại đầu dải:

$$q_0 = Ch^2$$

Thay C' vào ta được:

$$Cy^2 = -\frac{nK_0}{t^\alpha} x + Ch^2$$

$$\Rightarrow y = \sqrt{\frac{t^\alpha Ch^2 - nK_0 x}{t^\alpha C}} = \sqrt{h^2 - \frac{nK_0}{t^\alpha C} x} = h \sqrt{1 - \frac{nK_0}{Ch^2 t^\alpha} x}$$

Mà $Ch^2 = q_0$ nên ta có phương trình đường mặt nước trên dải:

$$y = h \sqrt{1 - \frac{nK_0}{q_0 t^\alpha} x}$$

• Chiều dài lấy nước trên dải

Để tiết kiệm nước người ta thường đóng cống ngừng lấy nước trước khi nước chảy tới cuối dải, tại mặt cắt cách đầu dải một đoạn X , lớp nước $y = 0$. Do đó:

$$y = h \sqrt{1 - \frac{nK_0}{q_0 t^\alpha}} X = 0$$

$$\Leftrightarrow 1 - \frac{nK_0}{q_0 t^\alpha} X = 0 \Rightarrow X = \frac{q_0}{nK_0} t^\alpha$$

Từ đây cũng có thể suy ra lưu lượng lấy vào đầu dải và thời gian lấy nước vào dải (thời gian mở cống lấy nước vào dải):

$$q_0 = \frac{nK_0}{t^\alpha} X = \frac{nK_1}{t^\alpha (1-\alpha)} X$$

và:

$$t^\alpha = \frac{nK_0}{q_0} X = \frac{nK_1}{q_0 (1-\alpha)} X$$

- Xác định chiều dài dải l

Sau thời điểm t , trên dải còn một lớp nước, lớp nước này sẽ chảy tiếp xuống cuối dải để tưới thêm cho một đoạn dải nào đó. Bây giờ chúng ta phải xác định chiều dài của dải thích hợp để triệt để lợi dụng vừa hết lượng nước đó.

Gọi lượng nước còn lại trên dải là $\mu h X$;

μ - hệ số hình dạng đường mặt nước, thường $\mu = \frac{2}{3} \div \frac{4}{5}$;

h - chiều sâu lớp nước đầu dải;

X - chiều dài lấy nước.

Một phần lượng nước đó sẽ ngấm xuống đoạn X và có thể tính bằng:

$$W = \frac{nK_1}{t^\alpha} t'_x \frac{X}{2} \quad (*)$$

t'_x - thời gian để nước tiếp tục chảy hết đoạn X sau khi ngừng lấy nước vào dải

$\frac{K_1}{t^\alpha} = K_1$ - hệ số ngấm hút tại thời điểm t , ở đây coi tốc độ ngấm hút bình quân trong thời gian t'_x bằng tốc độ ngấm hút ở thời điểm t nhưng trong thực tế sẽ nhỏ hơn một chút.

$$t'_x = \frac{X}{\frac{Ch}{2}} = \frac{2X}{Ch} \text{ với } \frac{Ch}{2} - \text{tốc độ dòng chảy bình quân.}$$

Thay vào công thức (*) ta có:

$$W = \frac{nK_1}{t^\alpha} t_x' \frac{X}{2} = \frac{nK_1}{t^\alpha} \frac{X^2}{Ch} = \frac{nK_1 X^2}{\frac{nK_1 X}{q_0(1-\alpha)} Ch} = \frac{q_0(1-\alpha)X}{Ch}$$

$$W = \frac{Ch^2(1-\alpha)X}{Ch} = h(1-\alpha)X$$

Lượng nước còn lại tiếp tục chảy về cuối để ngấm trên đoạn $(1 - X)$ sẽ là:

$$\mu hX - (1 - \alpha)hX = hX(\mu - 1 + \alpha)$$

Lượng nước này phải đảm bảo đủ lượng nước tưới cho đoạn $(1 - X)$ theo quy định:

$$(1 - X)m = hX((\mu - 1 + \alpha)) \text{ với } m \text{ là mức tưới}$$

Nếu $\mu = \frac{2}{3}$ thì:

$$(1 - X)m = hX\left(\frac{2}{3} - 1 + \alpha\right) = hX\left(\alpha - \frac{1}{3}\right)$$

Chia cả hai vế cho X ta được:

$$\left(\frac{1}{X} - 1\right)m = h\left(\alpha - \frac{1}{3}\right)$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{X} = \frac{h}{m}\left(\alpha - \frac{1}{3}\right) + 1$$

Chiều dài dải:
$$l = X\left[1 + mh\left(\alpha - \frac{1}{3}\right)\right]$$

- Xác định thời gian lấy nước vào dải t

Thời gian lấy nước t theo nguyên lý cân bằng nước bảo đảm lượng nước tưới cho dải có chiều dài l

$$m/l = q_0 t \Rightarrow t = \frac{m/l}{q_0}$$

Mặt khác thời gian lấy nước t cũng phải bảo đảm sao cho lượng nước ngấm ở 1 đơn vị diện tích ở đầu dải không vượt quá mức tưới m :

$$m = \frac{K_1}{1-\alpha} t^{1-\alpha} 1.1 \Rightarrow t = \left[\frac{m(1-\alpha)}{K_1}\right]^{\frac{1}{1-\alpha}}$$

- Xác định lưu lượng lấy vào đầu dải q_0
- Theo yêu cầu bảo đảm không xói lở ở đầu dải:

$$V = \frac{q_0}{h} \leq [V]_{kx} \Rightarrow q_0 = [V]_{kx} h$$

$[V]_{kx}$ - tốc độ cho phép không xói trên dải, $[V]_{kx} = 0,1 \div 0,2$ m/s.

- Theo yêu cầu bảo đảm năng suất tưới cao, lượng nước công nhân tưới mỗi ca:

$$W = m\Omega \Rightarrow q = \frac{W}{3600t} = \frac{m\Omega}{3600t}, \quad m^3/s$$

m - mức tưới;

Ω - diện tích tưới;

t - số giờ làm việc.

Trên đây là cách xác định các yếu tố của kỹ thuật tưới dải (l , X , t , q_0 và V). Dựa theo lý thuyết của kỹ thuật tưới dải, vận dụng các công thức:

$$y = h \sqrt{1 - \frac{nK_0}{q_0 t^\alpha} x}$$

$$X = \frac{q_0}{nK_0} t^\alpha$$

$$l = X \left[1 + mh \left(\alpha - \frac{1}{3} \right) \right]$$

$$t = \frac{ml}{q_0} \quad \text{và} \quad t = \left[\frac{m(1-\alpha)}{K_1} \right]^{\frac{1}{1-\alpha}}$$

$$q_0 = [V]_{kx} h \quad \text{và} \quad q = \frac{m\Omega}{3600t}$$

Kết hợp với các tài liệu thiết kế về mức tưới, các hệ số tính toán đã được xác định bằng thí nghiệm (μ , X , n , K_0) đặc trưng C và trạng thái mặt đất của dải, ta có thể xác định được các yếu tố cơ bản của kỹ thuật tưới dải.

4. Phương pháp tính toán tưới dải theo dòng không ổn định [35]

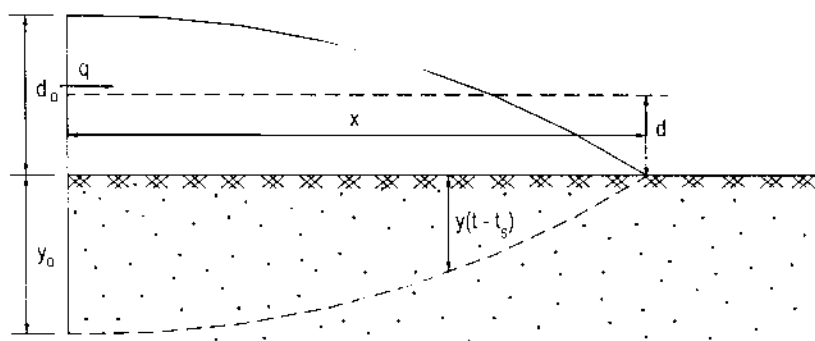
Ngược lại, với phương pháp tính toán tưới dải theo dòng không ổn định thì các yếu tố dòng chảy trên dải đều thay đổi theo thời gian như lưu tốc, lưu lượng, mực nước, có nghĩa là q , v , $h = f(t)$. Vì vậy việc diễn toán phức tạp hơn. Phương pháp này do Giáo sư người Ấn Độ đề xuất.

a) Giả thiết tính toán

- Quy luật thấm trên dải tuân theo Định luật Horton.

- Dòng chảy trên dải không bị ảnh hưởng của nước ngoài lại.

b) Cơ sở tính toán



d - chiều cao trung bình đường mặt nước

t_s - giá trị của t tại $x(t) = s$

s - giá trị của x tại $t = t_s$

$$x'(t_s) = \frac{dx}{dt} \text{ tại } t = t_s$$

Hình 6.5: Sơ đồ tính toán

Dựa trên cơ sở cân bằng dòng chảy trên đơn vị chiều dài dải tưới để thiết lập phương trình cơ bản.

c) Phương pháp tính toán

Phương trình cân bằng dòng chảy cho 1 đơn vị chiều rộng của dải như sau:

$$qt = dx + \int_0^x yds \quad (6.3)$$

dx - lượng nước trên mặt;

$\int_0^x yds$ - lượng nước thấm xuống đất.

$$\text{mà:} \quad \int_0^x yds = \int_0^t y(t - t_s) x'(t_s) dt_s \quad (6.4)$$

Do đó phương trình (6.3) viết thành:

$$qt = dx + \int_0^t y(t - t_s) x'(t_s) dt_s \quad (6.5)$$

Theo định nghĩa về biến đổi Laplace thì:

$$L\{y(t)\} = \int_0^\infty e^{-st} y(t) dt = f(s)$$

$$\text{vì:} \quad L^{-1}\{f(s)\} = y(t)$$

Theo lý thuyết Faltung ta có:

$$\left. \begin{array}{l} \text{nếu } L\{F(t)\} = f(s) \\ \text{và } L\{G(t)\} = g(s) \end{array} \right\} \text{thì } L^{-1}\{f(s)g(s)\} = \int_0^t F(\lambda)G(t-\lambda)d\lambda \quad (6.6)$$

$G(t - \lambda)$ và $F(\lambda)$ tương ứng với $y(t - t_s)$ và $x'(t_s)$ của phương trình (6.5).

Thực hiện phép biến đổi Laplace của phương trình (6.5) và sử dụng hệ thức (6.6) ta có:

$$\frac{q}{s^2} = d.L\{x\} + L\{x'\}.L\{y\}$$

Với điều kiện ban đầu $x(0) = 0$ phương trình trên trở thành:

$$\frac{q}{s^2} = d.L\{x\} + sL\{x\}.L\{y\}$$

hoặc:

$$\frac{q}{s^2} = L\{x\}[d + sL\{y\}]$$

Từ đó rút ra:

$$L\{x\} = \frac{q}{s^2[d + sL\{y\}]} = \frac{q}{[ds^2 + s^3L\{y\}]}$$

hoặc:

$$\frac{x}{q} = L^{-1}\left[\frac{1}{ds^3 + s^3L\{y\}}\right] \quad (6.7)$$

Mặt khác phương trình dòng thấm được xác định theo hàm số Horton:

$$y = at^\alpha + b \text{ với } 0 \leq \alpha < 1; t \neq 0 \quad (6.8)$$

Thực hiện sự biến đổi Laplace đối với phương trình (6.8) ta có:

$$L\{y\} = \frac{a.\Gamma(\alpha+1)}{s^{\alpha+1}} + \frac{b}{s} \quad (6.9)$$

Ta biết hàm $\Gamma(x) = \Pi(x-1) = \int_0^\infty e^{-t} t^{x-1} dt$

Thay vào (6.7) ta có:

$$\frac{x}{q} = L^{-1}\left\{\frac{1}{s^3\left\{\frac{a.\Gamma(\alpha+1)}{s^{\alpha+1}} + \frac{b}{s}\right\} + ds^2}\right\}$$

Nếu đặt $K = a\Gamma(\alpha+1)$ thì hệ thức trên sẽ có:

$$\frac{x}{q} = L^{-1}\left\{\frac{1}{Ks^{2-\alpha} + (b+d)s^2}\right\} \quad (6.10)$$

Để có thể đơn giản cho việc áp dụng tính toán ta phân tích một số trường hợp sau:

Trường hợp 1: Khi giá trị t bé

Đặt $\beta = \frac{K}{b+d}$. Khi đó:

$$\begin{aligned} \frac{1}{Ks^{2-\alpha} + (b+d)s^2} &= \left[\frac{1}{1 + \frac{K}{b+d} s^{-\alpha}} \right] \frac{1}{(b+d)s^2} = \frac{1}{(b+d)s^2} (1 + \beta s^{-\alpha})^{-1} \\ &= \frac{1}{(b+d)s^2} \sum_{n=0}^{\infty} (-\beta s^{-\alpha})^n \end{aligned}$$

Đối với $s > \beta^{1/\alpha}$:

$$\frac{1}{Ks^{2-\alpha} + (b+d)s^2} = \frac{1}{(b+d)} \sum_{n=0}^{\infty} (-\beta)^n s^{-(n\alpha+2)}$$

Thay vào (6.10) ta có:

$$\frac{x}{q} = \frac{1}{(b+d)} L^{-1} \sum_{n=0}^{\infty} (-\beta)^n s^{-(n\alpha+2)} = \frac{1}{(b+d)} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(\beta t^\alpha)^n}{\Gamma(n\alpha+2)} \quad (6.11)$$

Ta sẽ tính hệ thức (6.11) trên máy vi tính, tính giá trị n đến một giá trị nào đó khi $\frac{x}{q}$

ổn định thì dừng. Có $\frac{x}{q}$ ta sẽ xác định được x.

Trường hợp 2: Khi giá trị t lớn, khi đó sẽ biến đổi:

$$\frac{1}{Ks^{2-\alpha} + (b+d)s^2} = \frac{1}{Ks^{2-\alpha}} \left[\frac{1}{1 + \left(\frac{b+d}{K} \right) s^\alpha} \right] = \frac{1}{Ks^{2-\alpha}} (1 + \beta^{-1} s^\alpha)^{-1} = \frac{1}{Ks^{2-\alpha}} \sum (-\beta^{-1} s^\alpha)^n$$

Đối với $s < \beta^{1/\alpha}$:

$$\frac{1}{Ks^{2-\alpha} + (b+d)s^2} = \frac{1}{K} \sum_{n=0}^{\infty} (-\beta^{-1})^n \frac{1}{s^{[2-(n+1)\alpha]}}$$

thay vào (6.10) ta sẽ có:

$$\begin{aligned} \frac{x}{q} &= \frac{1}{K} L^{-1} \sum_{n=0}^{\infty} (-\beta^{-1})^n \frac{1}{s^{[2-(n+1)\alpha]}} = \frac{1}{K} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{t^{[1-(n+1)\alpha]} (-\beta^{-1})^n}{\Gamma[2-(n+1)\alpha]} \\ \frac{x}{q} &= \frac{1}{\beta(b+d)} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{t^{[1-(n+1)\alpha]} (-\beta^{-1})^n}{\Gamma[2-(n+1)\alpha]} = \frac{-t}{b+d} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-\beta t^\alpha)^{-n}}{\Gamma[2-n\alpha]} \end{aligned} \quad (6.12)$$

Hệ thức này cũng tính trên máy vi tính như hệ thức (6.11).

Áp dụng số: Xác định x cho 2 trường hợp

- *Trường hợp 1:*

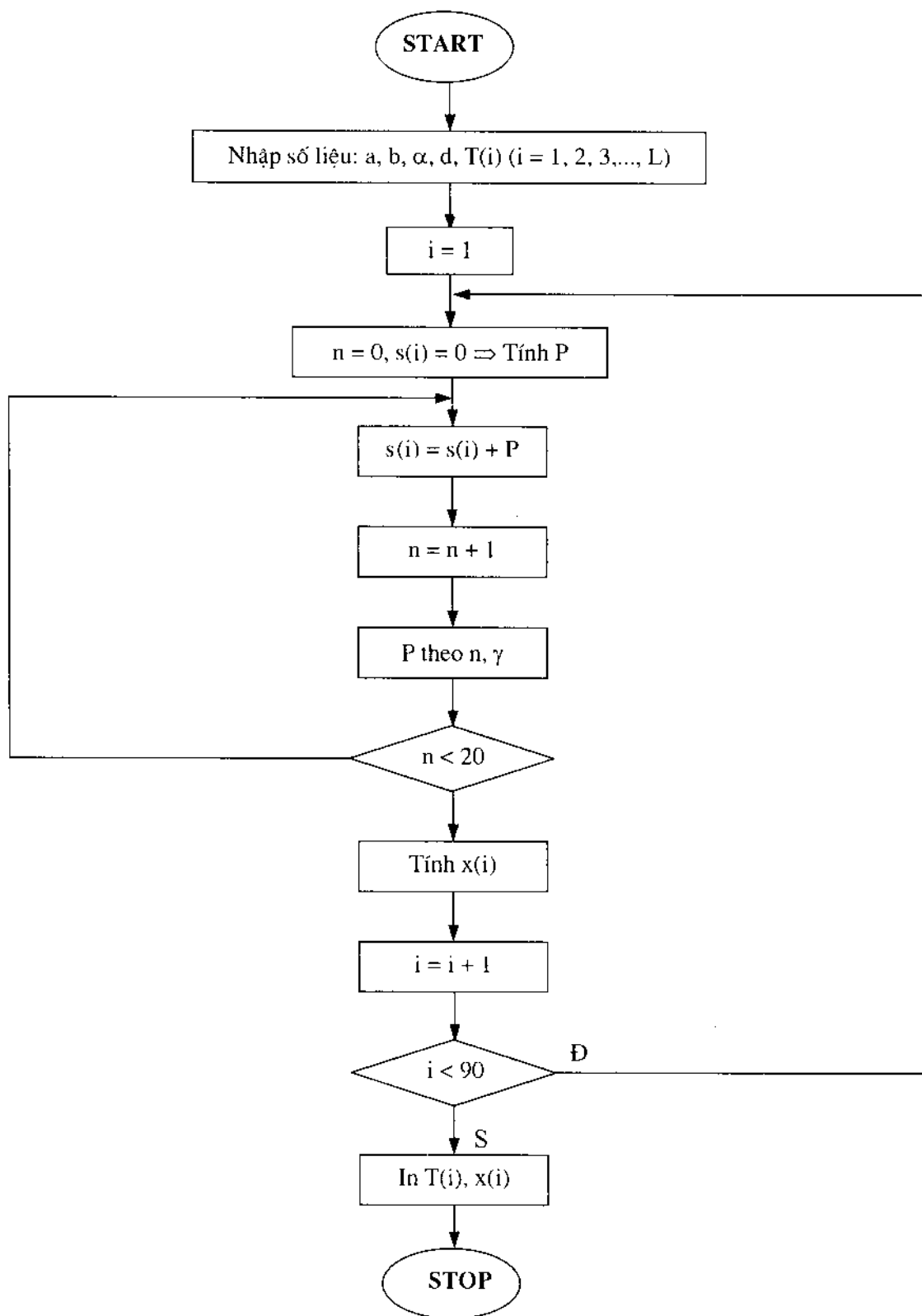
$$\begin{aligned} q &= 2880 \text{ cm}^3/\text{phút-cm}; & a &= 2,7; \\ d &= 2,345 \text{ cm}; & b &= 0,142; \\ t &= 26 \text{ phút}; & \alpha &= 0,49. \end{aligned}$$

Kết quả tính được $x = 66,17\text{m}$.

- *Trường hợp 2:*

$$\begin{aligned} q &= 1600 \text{ cm}^3/\text{phút-cm}; & a &= 0,84; \\ d &= 8 \text{ cm}; & b &= 0,63; \\ t &= 54 \text{ phút}; & \alpha &= 0,55. \end{aligned}$$

Kết quả tính được $x = 65,34\text{m}$.



Hình 6.6: Sơ đồ khối tính chiều dài dải tưới (hệ thức 6.11)

Bảng 6.1 - Kết quả thí nghiệm về quan hệ các yếu tố tưới dải

Loại đất	K_f (cm/h)	Độ dốc của dải							
		< 0,002		0,002 ÷ 0,005		0,005 ÷ 0,010		0,010 ÷ 0,020	
		l (m)	Q (l/s)	l (m)	Q (l/s)	l (m)	Q (l/s)	l (m)	Q (l/s)
Đất cát hoặc thịt pha sét nhẹ	> 15	40 ÷ 60	7 ÷ 6	60 ÷ 70	6 ÷ 5	60 ÷ 90	5 ÷ 4	70 ÷ 60	4 ÷ 3
Thịt pha cát hoặc thịt pha sét nhẹ	10 ÷ 15	50 ÷ 70	7 ÷ 6	60 ÷ 80	6 ÷ 5	80 ÷ 100	5 ÷ 4	80 ÷ 70	4 ÷ 3
Thịt pha sét	5 ÷ 10	60 ÷ 80	6 ÷ 5	70 ÷ 90	5 ÷ 4	90 ÷ 130	4 ÷ 3	110 ÷ 90	3
Đất sét	< 5	70 ÷ 90	5 ÷ 4	80 ÷ 100	4 ÷ 3	100 ÷ 150	3	120 ÷ 100	3

6.2.3. Tưới rãnh [1]**1. Đặc điểm và điều kiện áp dụng**

Tưới rãnh là kỹ thuật tưới ẩm cho các loại cây trồng cạn, trồng rộng hàng và theo luống như ngô, khoai, mía, bông, rau đậu...

Nước cung cấp cho cây trồng bằng thấm từ trong lòng rãnh, do đó khắc phục được nhược điểm của tưới dải.

Ưu điểm

- Kinh phí xây dựng ít vì không yêu cầu thiết bị nhiều.
- Đất canh tác thích hợp hoạt động cho mọi thời gian.
- Đất không bị nén, không bị kết váng, không bị xói mòn.
- Lá cây không bị ẩm ướt khi tưới, do vậy không gây bệnh đối với cây.
- Áp dụng thích hợp cho cây trồng thành luống.
- Thích hợp với địa hình có độ dốc tối ưu: $0,002 \leq i \leq 0,007$.

Độ dốc thích hợp: $0,02 \div 0,05$

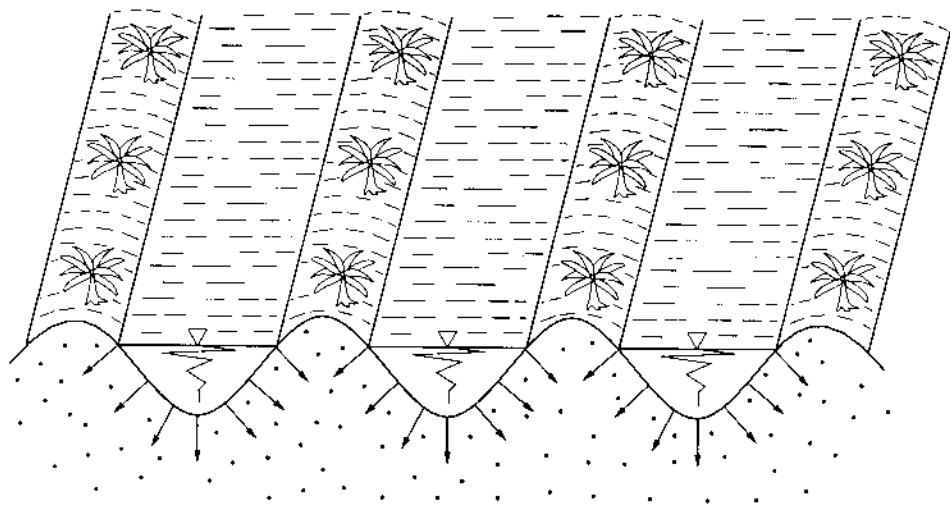
2. Hình thức tưới

- Dựa vào độ dốc và đặc tính thấm của đất, người ta thường dùng hai hình thức tưới:

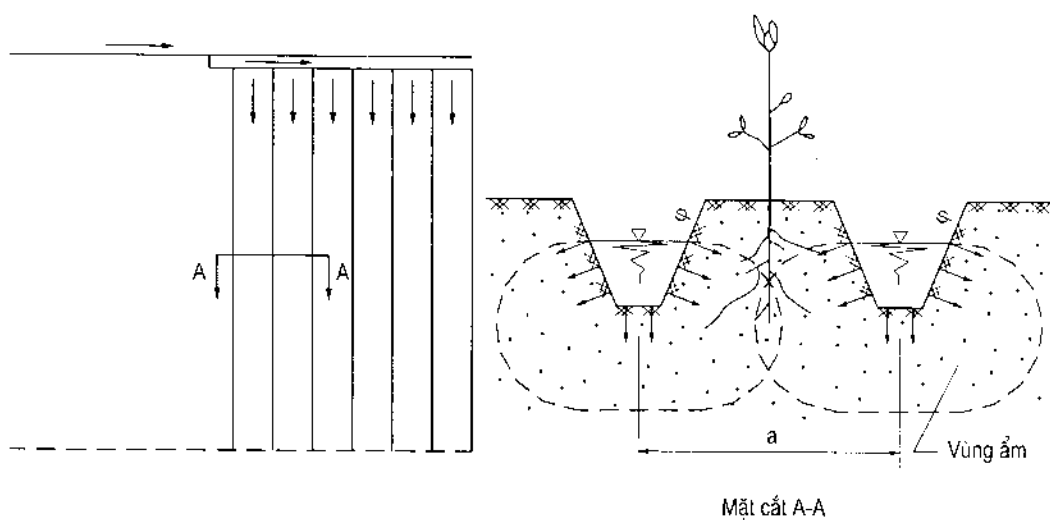
a) *Tưới rãnh hở*: Rãnh hở là rãnh không bị đắp kín ở cuối rãnh, thường dùng khi độ dốc lớn, và tính thấm của đất lớn. Khi dòng chảy gần đến cuối rãnh là vừa ngấm hết.

b) *Tưới rãnh kín*: Cuối rãnh thường bị đắp kín để dòng nước cần lưu lại trong rãnh một thời gian sau đó mới ngấm hết. Thường được sử dụng khi độ dốc bé và tính ngấm nước của đất bé. Có như vậy mới bảo đảm được tính ngấm đồng đều dọc theo chiều dài của rãnh.

3. Sơ đồ cấu tạo



Hình 6.7: Thấm nước từ rãnh theo hướng dòng và bên



Hình 6.8: Sơ đồ tưới

4. Phương pháp tính toán các yếu tố kỹ thuật tưới rãnh theo dòng ổn định

a) Trường hợp rãnh hở

Cũng như trong tưới dải, xác định yếu tố kỹ thuật tưới rãnh bao gồm:

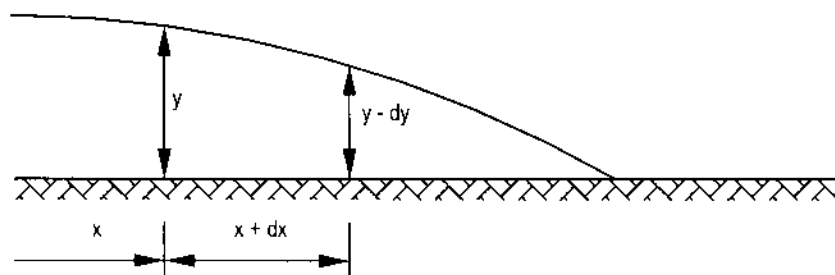
1. Chiều dài lấy nước X ;
2. Chiều dài rãnh l ;
3. Lưu lượng lấy vào rãnh q_0 ;
4. Thời gian lấy nước t .

Cũng với giả thiết dòng chảy trong rãnh là ổn định, chúng ta có sơ đồ tính và phương pháp lập luận sau:

• Phương trình đường mặt nước trong rãnh

Mặt cắt ngang của rãnh có thể là mặt hình thang hoặc tam giác.

Xét trường hợp mặt cắt hình thang, lưu tốc dòng chảy được xác định theo hệ thức của dòng chảy đều:



Tốc độ dòng chảy trong rãnh tại mặt cắt x nào đó:

$$V_x = C_1 \sqrt{RJ}$$

C_1 - hệ số tốc độ;

R - bán kính thủy lực;

J - độ dốc thủy lực (độ dốc của rãnh).

Theo Bazanh thì:
$$C_1 = \frac{87\sqrt{R}}{\gamma + \sqrt{R}}$$

Vì rãnh nhỏ: $R \ll \gamma$ nên $\gamma + \sqrt{R} \approx \gamma$

Do đó:
$$C_1 = \frac{87\sqrt{R}}{\gamma}$$

Với γ là hệ số gồ ghề lòng rãnh, thường $\gamma = 1,75 \div 4,50$

Do vậy:
$$V = 50R\sqrt{J} \div 20R\sqrt{J} = (50 \div 20) R\sqrt{J}$$

Nếu đặt:
$$C = (50 \div 20) \sqrt{J} \text{ thì } V_x = CR \quad (6.13)$$

Lưu lượng qua mặt cắt x là q_x :

$$q_x = V_x F_x = CRF$$

F - diện tích mặt cắt ướt trong rãnh;

R - bán kính thủy lực, $R = \frac{F}{P}$;

P - chu vi ướt của rãnh.

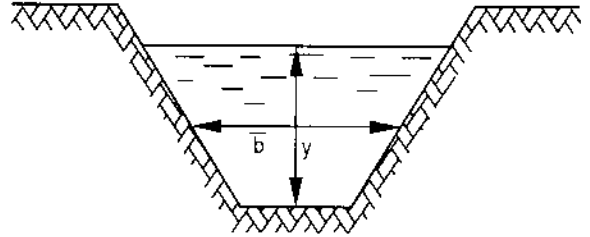
Như vậy:
$$q_x = C \frac{F}{P} F = \frac{CF^2}{P}$$

Tại một mặt cắt bất kỳ nào đó trên rãnh, chu vi ướt và diện tích mặt cắt ướt có thể tính theo các công thức sau:

$$F = \bar{b}y \quad P = \lambda \bar{b}$$

$\bar{b}$ - bề rộng bình quân của mặt cắt rãnh;

y - độ sâu lớp nước trong rãnh tại mặt cắt đó.



$$\lambda = 1 + \frac{y}{b} \left(2\sqrt{1+m^2} - m \right)$$

m - hệ số mái của rãnh

Vậy:
$$q_x = \frac{C \bar{b}^2 y^2}{\lambda \bar{b}} = \frac{C \bar{b}}{\lambda} y^2$$

$$V_x = \frac{C}{\lambda} \bar{b}y$$

Tương tự, lưu lượng qua mặt cắt $x + dx$ là q_{x+dx} :

$$q_{x+dx} = \frac{C \bar{b}}{\lambda} (y - dy)^2$$

Sự biến thiên lưu lượng giữa mặt cắt x và $x + dx$ chính bằng lưu lượng ngấm vào thân lống và đáy rãnh trên đoạn dx :

$$\Delta q = q_{x+dx} - q_x = \frac{C \bar{b}}{\lambda} \left[(y - dy)^2 - y^2 \right]$$

$$\Delta q = -\frac{C \bar{b}}{\lambda} 2y dy = -\frac{nK_0}{t^\alpha} \bar{b} \lambda_0 dx \quad (*)$$

Với:
$$\lambda_0 = 1 + \frac{y}{b} \left(2\gamma\sqrt{1+m^2} - m \right)$$

γ - hệ số hiệu chỉnh có kể đến ảnh hưởng ngấm mao quản ở bờ kênh, tính chất mao quản tốt thì γ lớn và ngược lại, thường $\gamma = 1,5 \div 2,5$.

Như vậy phương trình cân bằng nước (*) có thể viết thành:

$$\frac{C}{\lambda} \bar{b} 2y dy = -\frac{nK_0}{t^\alpha} \lambda_0 \bar{b} dx \quad (**)$$

Tích phân hai vế phương trình (*) ta được:

$$\frac{C\bar{b}}{\lambda} \int 2y dy = -\frac{nK_0}{t^\alpha} \bar{b}\lambda_0 \int dx$$

$$\Leftrightarrow \frac{C\bar{b}}{\lambda} y^2 = -\frac{nK_0}{t^\alpha} \bar{b}\lambda_0 x + C'$$

Khi $x = 0$ thì $y = h$ (chiều sâu mực nước ở đầu rãnh). Do đó:

$$\frac{C\bar{b}}{\lambda} h^2 = C'$$

Vậy phương trình đường mặt nước trên rãnh:

$$\frac{C\bar{b}}{\lambda} (y^2 - h^2) = -\frac{nK_0}{t^\alpha} \bar{b}\lambda_0 x$$

$$\Leftrightarrow \frac{C}{\lambda} (y^2 - h^2) = -\frac{nK_0}{t^\alpha} \lambda_0 x$$

• Chiều dài lấy nước

Khi ngừng lấy nước vào rãnh (đóng cống) thì tại mặt cắt x có $x = X$ và $y = 0$:

$$\frac{C}{\lambda} h^2 = \frac{nK_0}{t^\alpha} \lambda_0 X \Rightarrow X = \frac{Ch^2 t^\alpha}{\lambda \lambda_0 nK_0}$$

• Chiều dài rãnh

Khi ngừng lấy nước vào rãnh thì trên đoạn X còn một lượng nước là $\mu \bar{b} hX$ (μ là hệ số hình dạng đường mặt nước trên rãnh). Một phần lượng nước này sẽ ngấm trên đoạn X , phần còn lại chảy xuống phía dưới đoạn X . Để triệt để lợi dụng lượng nước này, chiều dài của rãnh l cần phải dài hơn chiều dài lấy nước X một đoạn $(l - X)$ nhất định sao cho lượng nước chảy xuống ngấm hết vào đoạn $(l - X)$ và đủ cung cấp nước cho đoạn đó theo mức tưới đã quy định.

Nếu gọi khoảng cách giữa hai rãnh là a thì lượng nước cần cung cấp cho rãnh sẽ là alm và lượng nước cần cung cấp cho đoạn cuối $(l - X)$ là $(l - X)am$.

Lượng nước cần cho đoạn $(l - X)$ này sẽ phải bằng lượng nước còn lại trong rãnh khi đóng cống sau khi đã ngấm xuống đoạn X .

Tương tự như tưới dài ta có:

$$(l - X) am = (\mu - 1 + \alpha) \bar{b} hX$$

$$\frac{l}{X} = 1 + \frac{h \bar{b}}{m a} (\mu - 1 + \alpha)$$

- Thời gian lấy nước vào rãnh

Thời gian lấy nước vào rãnh t được xác định sao cho trong thời gian t đó với lưu lượng q đã định, có thể lấy đủ lượng nước cần thiết vào rãnh để tưới đủ cho diện tích ruộng giữa hai rãnh nhằm đảm bảo mức tưới m đã quy định:

$$m/a = qt \Rightarrow t = \frac{m/a}{q}$$

Mặt khác thời gian lấy nước t cũng cần được khống chế để đảm bảo không vượt quá mức tưới ở đầu rãnh:

$$t = \left(\frac{ma}{\lambda_0 K_0} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}}$$

a) Trường hợp tưới rãnh kín

Trong kỹ thuật tưới rãnh chủ yếu nắm chắc: Chiều dài rãnh và lưu lượng tháo vào rãnh. Chiều dài và lưu lượng lấy vào rãnh có quan hệ với địa hình, độ dốc và tính thấm của đất.

Đối với rãnh kín, sau khi cho nước vào rãnh, trong quá trình ngấm xuống đất, sau khi ngừng lấy nước, một bộ phận nước sẽ trữ lại và dần dần ngấm hết.

Quan hệ giữa các yếu tố cần phải thoả mãn điều kiện sau:

- Cân bằng giữa lượng nước tưới và lượng nước ngấm:

$$ma = (\bar{b}h + \chi_0 \bar{K}_1 t) l \quad (6.14)$$

trong đó:

$$\bar{K}_1 = K_0 t^{-\alpha} \text{ và } K_0 = \frac{K_1}{1-\alpha}$$

h - độ sâu lớp nước trung bình trong rãnh.

$$\chi_0 = b + 2\gamma h \sqrt{1 + \phi^2} \text{ với } \gamma = 1,5 \div 2,5$$

hoặc: $ma = (\bar{b}h + \chi_0 \bar{K}_1 t) l \quad (6.15)$

và thời gian tưới t : $t = \frac{ma - \bar{b}h}{\chi_0 \bar{K}_1} \quad (6.16)$

- Quan hệ giữa chiều dài với độ dốc và mực nước trong rãnh:

$$l = \frac{h_2 - h_1}{i} \quad (6.17)$$

h_1, h_2 - độ sâu đầu và cuối rãnh khi ngừng lấy nước.

Để đất ngấm đồng đều thì $h_2 - h_1$ không nên vượt quá $0,06 \div 0,07\text{m}$, độ dốc bé nhất nên lấy $i = 0,002$ và chiều dài rãnh nên là $30 \div 35\text{m}$.

- Nếu như biết lưu lượng và chiều dài rãnh tưới thì thời gian tưới t là:

$$t = \frac{m.a.l}{3,6Q} \quad (6.18)$$

trong đó: Q (l/s) và t (h).

Khi độ dốc mặt đất tương đối lớn, tính thấm nước bé, thực tế người ta sẽ dùng hình thức rãnh dòng chảy kiểu dải tức sử dụng kiểu rãnh nông và thông số tưới như sau:

- Thường lưu lượng $Q = 0,1 \div 0,3$ l/s;

- Một kênh dẫn thường đảm bảo từ $20 \div 40$ rãnh, rãnh tưới mặt cắt tam giác. Rãnh nông thường sâu từ $8 \div 15$ cm, chiều rộng thường từ $25 \div 40$ cm, tỷ số chiều sâu nước trong so với chiều sâu rãnh tưới là $\frac{1}{3} \div \frac{2}{3}$.

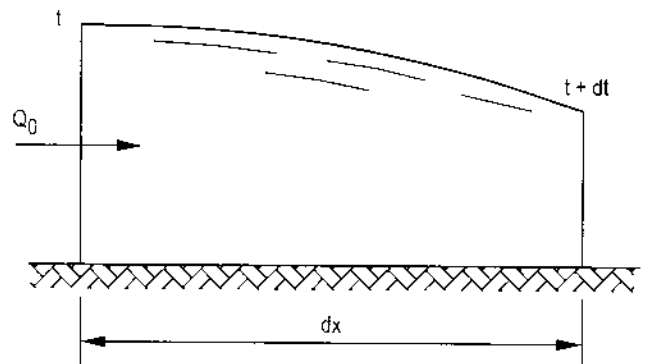
5. Phương pháp tính toán tưới rãnh theo dòng không ổn định

Chế độ chảy trong rãnh thường là chế độ không ổn định. Việc tính toán theo chế độ ổn định chỉ là đơn giản hoá vấn đề để dễ tính toán.

Để nâng cao việc nghiên cứu vấn đề này ta sẽ nghiên cứu chế độ chảy trong rãnh theo dòng không ổn định có nghĩa là các yếu tố thủy lực của dòng chảy phụ thuộc vào thời gian.

a) Thiết lập phương trình cơ bản

Phương trình cơ bản được thiết lập trên cơ sở phương trình cân bằng dòng chảy trên chiều dài đoạn phân tử dx trong thời đoạn dt .



Hình 6.11: Sơ đồ tính

Phương trình có dạng:

$$0,06Q_0 dt = q_1 dt + \omega dx \quad (6.19)$$

Q_0 - lưu lượng tháo vào đầu rãnh (l/s);

q_1 - lưu lượng thấm trong rãnh ($\text{m}^3/\text{phút}$);

0,06 - hệ số đổi đơn vị từ l/s ra $\text{m}^3/\text{phút}$;

$\bar{\omega}$ - diện tích mặt cắt ướt bình quân theo chiều dài dòng chảy trong rãnh (m^2);

q_t được tính theo:

$$q_t = \frac{K_1}{t^\alpha} \bar{\chi} dx \quad (6.20)$$

$\bar{\chi}$ - chu vi ướt bình quân dọc theo chiều dài dòng chảy (m).

Thay hệ thức (6.20) vào (6.19) và đặt $a = \frac{0,06Q_0}{\bar{\omega}}$, $b = \frac{K_1}{R}$, với $R = \frac{\bar{\omega}}{\bar{\chi}}$ thì phương

trình (6.10) sẽ thành:

$$\frac{dx}{dt} + \frac{b}{t^\alpha} x = a \quad (6.21)$$

Phương trình (6.21) đó là phương trình vi phân dạng có thể giải bằng giải tích.

Phương trình này được tác giả người Nga (Đại học Thủy lợi Moskva) giải tìm ra chiều dài rãnh tưới nhưng với chỉ số ngấm $\alpha = 0,5$. Hệ thức có dạng:

$$l = \frac{a}{2b^2} \left[(2b\sqrt{t} - 1) + e^{-2b\sqrt{t}} \right] \quad (6.22)$$

l - chiều dài rãnh tưới (m).

Đây chỉ là trường hợp đặc biệt. GS. Tống Đức Khang đã nghiên cứu giải quyết trường hợp tổng quát với giá trị α bất kỳ để tiện sử dụng trong thực tế. Công trình này đã được báo cáo tại Hội nghị Khoa học và đăng trong tuyển tập Công trình khoa học 1995 của Đại học Thủy lợi.

Phương trình (6.21) là phương trình vi phân dạng:

$$x' + p(t)x = Q(t) \quad (6.23)$$

trong đó: $x' = \frac{dx}{dt}$, $p(t) = \frac{b}{t^\alpha}$ và $Q(t) = a$

Nghiệm của phương trình (6.23) có dạng:

$$x = \exp\left(-\int_0^t p(t)dt\right) \left[\int_0^t Q(t) \exp\left(\int_0^t p(t)dt\right) dt \right] \quad (6.24)$$

Bây giờ ta thực hiện các tích phân của (6.24):

$$\int_0^t p(t)dt = \int_0^t \frac{b}{t^\alpha} dt = \frac{b}{1-\alpha} t^{1-\alpha} \quad (6.25)$$

và thành phần:

$$\int_0^t \left(Q(t) \exp \int_0^t p(t) dt \right) dt = a \int_0^t c^{\frac{b}{1-\alpha}} t^{1-\alpha} dt \quad (6.26)$$

Đặt: $X = \frac{b}{1-\alpha} t^{1-\alpha} \Rightarrow dX = bt^{-\alpha} dt \Rightarrow dt = \frac{dX}{bt^{-\alpha}}$

Mặt khác $X = \frac{b}{1-\alpha} t^{1-\alpha} \Rightarrow t = \left[\frac{1-\alpha}{b} X \right]^{\frac{1}{1-\alpha}}$ thay vào hệ thức dt ta có:

$$dt = \frac{\left[\frac{1-\alpha}{b} X \right]^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}}{b} dX \quad (6.27)$$

Thay (6.25) và (6.27) vào (6.26) thì ta có:

$$\begin{aligned} \int_0^t \left(Q(t) \exp \int_0^t p(t) dt \right) dt &= a \int_0^t c^{\frac{b}{1-\alpha}} t^{1-\alpha} dt = a \int_0^t e^X \frac{1}{b} \left[\frac{1-\alpha}{b} X \right]^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} dX \\ &= \frac{a}{b} \left(\frac{1-\alpha}{b} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \int_0^t e^X X^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} dX \end{aligned} \quad (6.28)$$

Đặt $m = \frac{\alpha}{1-\alpha}$ thì có: $I = \int_0^t e^X X^m dX \quad (6.29)$

Theo tích phân thì:

$$I = \int_0^t e^X X^m dX = X^m e^X - m \int_0^t X^{m-1} e^X dX \quad (6.30)$$

Đặt: $I_1 = \int_0^t X^{m-1} e^X dX \quad (6.31)$

Để thực hiện được tích phân (6.31) ta sẽ khai triển hàm e^X :

$$e^X = 1 + X + \frac{X^2}{2!} + \frac{X^3}{3!} + \dots - \infty < X < +\infty$$

Và như vậy:

$$\begin{aligned} I_1 &= \int_0^t X^{m-1} dX + \int_0^t X^m dX + \int_0^t \frac{X^{m+1}}{2!} dX + \int_0^t \frac{X^{m+2}}{3!} dX + \dots \\ &= \frac{X^m}{m} \Big|_0^t + \frac{X^{m+1}}{m+1} \Big|_0^t + \frac{X^{m+2}}{(m+2)2!} \Big|_0^t + \frac{X^{m+3}}{(m+3)3!} \Big|_0^t + \dots \end{aligned}$$

Thay giá trị ban đầu của X và thực hiện lấy cận thì:

$$\begin{aligned}
 I_1 &= \frac{1}{m} \left[\frac{b}{1-\alpha} t^{1-\alpha} \right]^m + \frac{1}{m+1} \left[\frac{b}{1-\alpha} t^{1-\alpha} \right]^{m+1} + \frac{1}{(m+2)2!} \left[\frac{b}{1-\alpha} t^{1-\alpha} \right]^{m+2} + \\
 &+ \frac{1}{(m+3)3!} \left[\frac{b}{1-\alpha} t^{1-\alpha} \right]^{m+3} + \dots \\
 I_1 &= \frac{1}{m} \left[\frac{b}{1-\alpha} t^{1-\alpha} \right]^m + \sum_1 \frac{1}{(m+n)n!} \left[\frac{b}{1-\alpha} t^{1-\alpha} \right]^{m+n} \quad (6.32)
 \end{aligned}$$

Thay (6.32) vào (6.28) ta có

$$\text{Hệ thức: (6.28)} = \frac{a}{b} \left(\frac{1-\alpha}{b} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \left\{ e^m e^X - \left[\frac{b}{1-\alpha} t^{1-\alpha} \right]^m - \sum_1^n \frac{m}{(m+n)n!} \left[\frac{b}{1-\alpha} t^{1-\alpha} \right]^{m+n} \right\}$$

Thay giá trị X ban đầu thì:

$$\begin{aligned}
 \text{Hệ thức (6.28)} &= \frac{a}{b} \left(\frac{1-\alpha}{b} \right)^m \left(\frac{b}{1-\alpha} t^{1-\alpha} \right)^m \exp \left(\frac{b}{1-\alpha} t^{1-\alpha} \right) - \\
 &- \frac{a}{b} \left(\frac{1-\alpha}{b} \right) \left(\frac{b}{1-\alpha} t^{1-\alpha} \right)^m - \frac{a}{b} \left(\frac{1-\alpha}{b} \right)^m \sum_1^n \frac{m}{(m+n)n!} \left[\frac{b}{1-\alpha} t^{1-\alpha} \right]^{m+n} \quad (6.33)
 \end{aligned}$$

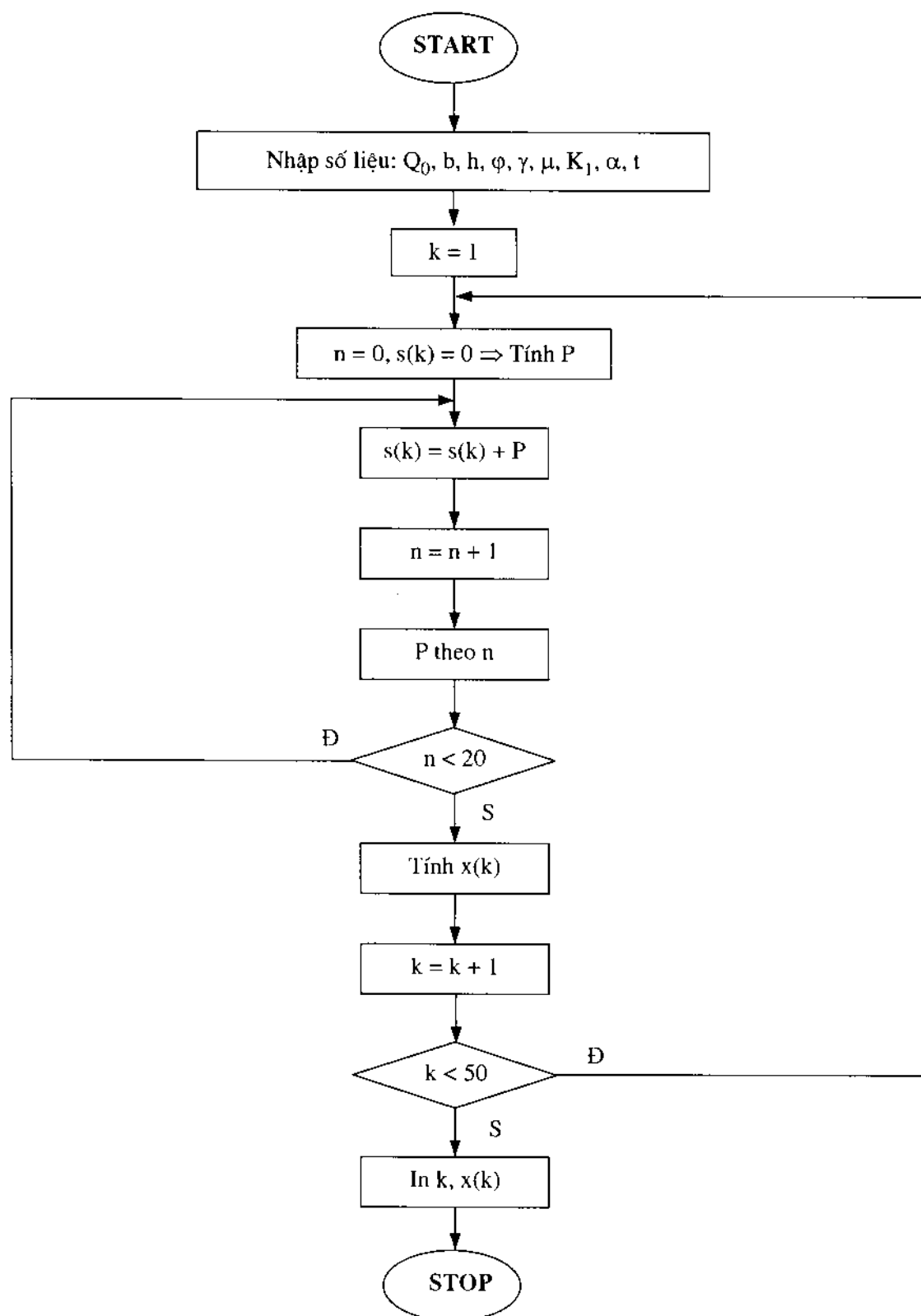
Thay (6.33) vào (6.24) ta có:

$$\begin{aligned}
 x &= \exp \left(-\frac{b}{1-\alpha} t^{1-\alpha} \right) \left\{ \frac{a}{b} \left(\frac{1-\alpha}{b} \right)^m \left(\frac{b}{1-\alpha} t^{1-\alpha} \right)^m \exp \left(\frac{b}{1-\alpha} t^{1-\alpha} \right) - \right. \\
 &- \frac{a}{b} \left(\frac{1-\alpha}{b} \right)^m \left[\frac{b}{1-\alpha} t^{1-\alpha} \right]^m - \frac{a}{b} \left(\frac{1-\alpha}{b} \right)^m \sum_1^n \frac{m}{(m+n)n!} \left[\frac{b}{1-\alpha} t^{1-\alpha} \right]^{m+n} \left. \right\} \quad (6.34)
 \end{aligned}$$

rút gọn lại ta có:

$$x = \frac{a}{b} t^{(1-\alpha)m} \left\{ 1 - \exp \left(-\frac{b}{1-\alpha} t^{1-\alpha} \right) \left[1 + m \sum_1^n \frac{1}{(m+n)n!} \left(\frac{b}{1-\alpha} t^{1-\alpha} \right)^n \right] \right\} \quad (6.35)$$

Hệ thức này sẽ lập chương trình tính trên máy vi tính vì tính tay mất nhiều thời gian. Tác giả đã lập chương trình tính áp dụng bằng số (thí dụ áp dụng có thể xem trang 50 cuốn Bài tập Thủy nông NXBNN-1995).



Hình 6.12: Sơ đồ khối tính chiều dài rãnh tuổi (hệ thức 6.35)

Bảng 6.2 - Kết quả thí nghiệm về quan hệ các yếu tố tưới rãnh

Loại đất	K_1 (cm/h)	Độ dốc của rãnh							
		< 0,002		0,002 ÷ 0,005		0,005 ÷ 0,010		0,010 ÷ 0,015	
		l (m)	Q (l/s)	l (m)	Q (l/s)	l (m)	Q (l/s)	l (m)	Q (l/s)
Đất cát hoặc thịt pha sét nhẹ	> 15	30 ÷ 40	1,0 ÷ 1,2	40 ÷ 60	0,8 ÷ 1,0	50 ÷ 80	0,7 ÷ 1,0	60 ÷ 50	0,7 ÷ 0,9
Thịt pha cát hoặc thịt pha sét nhẹ	10 ÷ 15	40 ÷ 50	0,8 ÷ 1,0	40 ÷ 60	0,7 ÷ 0,9	60 ÷ 90	0,6 ÷ 0,9	70 ÷ 60	0,6 ÷ 0,8
Thịt pha sét	5 ÷ 10	40 ÷ 70	0,7 ÷ 1,0	60 ÷ 90	0,5 ÷ 0,8	80 ÷ 120	0,4 ÷ 0,6	90 ÷ 80	0,3 ÷ 0,5
Đất sét	< 5	60 ÷ 80	0,4 ÷ 0,6	60 ÷ 110	0,3 ÷ 0,4	90 ÷ 150	0,3 ÷ 0,4	110 ÷ 100	0,1 ÷ 0,3

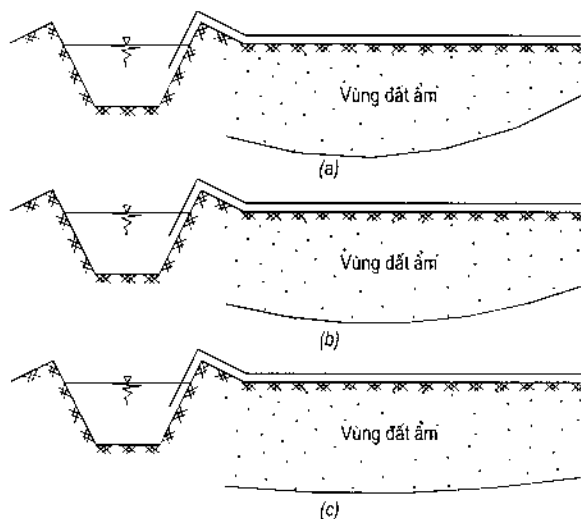
6.2.4. Phương pháp thực nghiệm xác định chất lượng tưới rãnh và tưới dải

1. Phương pháp phân tích độ ẩm dọc theo chiều dài của dải hoặc rãnh tưới

Với phương pháp này, người ta sẽ quan trắc độ ẩm theo chiều dài tưới sau từ 1 ÷ 2 ngày tưới. Có thể dùng phương pháp khoan lấy mẫu phân tích độ ẩm hoặc đo độ ẩm bằng các thiết bị đo trực tiếp nếu có. Khoảng cách điểm đo thường từ 1 ÷ 5m tùy tình hình cụ thể. Dựa vào kết quả đo đạc phân tích ta sẽ đánh giá được trạng thái phân bố độ ẩm dọc theo chiều dài rãnh và biết chất lượng tưới.

2. Phương pháp đánh giá theo dạng đường viền ngầm

Tính đồng đều của độ ẩm, đầu tiên là do tốc độ thấm của nước vào trong đất. Thấm lại giảm theo thời gian, vì vậy để nhận được sự phân bố độ ẩm đồng đều hơn, cần phải làm cho rãnh hoặc dải nhanh chóng phủ một lớp nước dọc theo chiều dài để tránh phần lớn nước ngầm ở đầu rãnh. Cũng có nghĩa là nước lưu chuyển ở đầu rãnh 8h mà đoạn cuối là 4h thì lượng thấm ở phần đầu gấp đôi. Xem các dạng đường viền thấm dưới đây có thể phán đoán được chất lượng tưới (hình 6.13).

**Hình 6.13: Dạng đường viền ẩm sau khi tưới**

- Dạng (a) tốc độ thấm không đổi nên đoạn đầu thời gian thấm dài, vùng thấm sẽ lớn. Độ đồng đều là phù hợp.

- Dạng (b) tốc độ thấm giảm dần theo thời gian do đó người ta tăng lượng trữ đoạn cuối để có miền ẩm đồng đều. Trường hợp này độ ẩm đồng đều tốt.

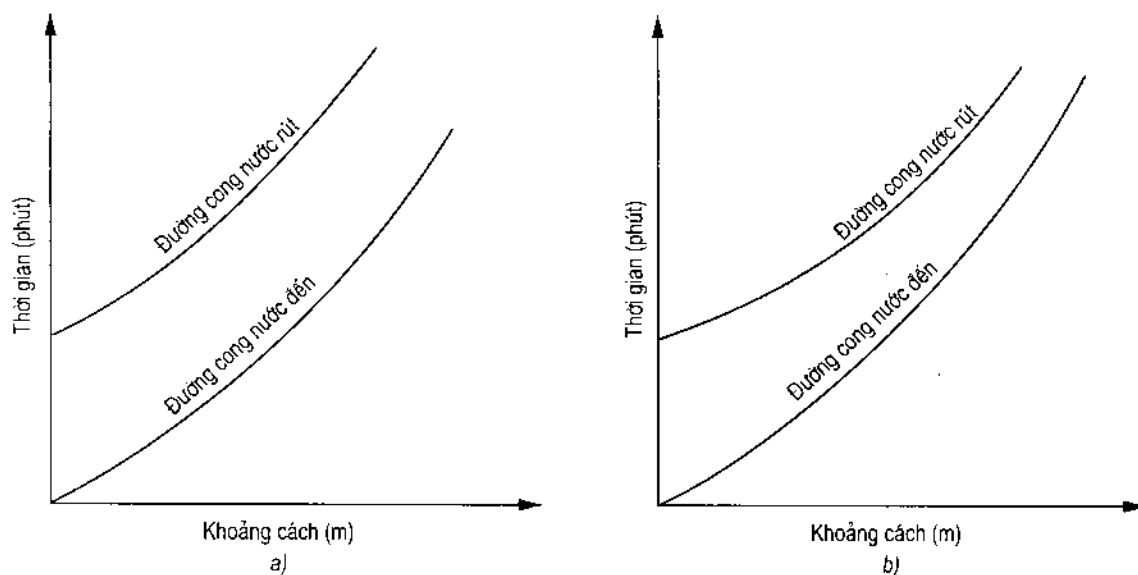
- Dạng (c) khi tốc độ thấm giảm theo thời gian và lưu lượng cung cấp được giảm đi sau khi dòng nước đạt đến cuối rãnh. Do đó bảo đảm được miền ẩm đồng đều. Trường hợp này độ đồng đều rất tốt.

3. Phương pháp đánh giá theo sự xuất hiện dòng chảy

Phương pháp này được sử dụng khi tốc độ thấm đồng đều dọc theo chiều dài rãnh.

Nguyên lý đánh giá độ đồng đều: Trên đất thấm với tốc độ thấm đồng đều dọc theo chiều dài rãnh nước sẽ được phân bố đồng đều khi thấy dòng chảy đến cùng thời gian trên rãnh.

Để xác định thời gian mà nước sẽ được nhận ra trên trục rãnh và độ đồng đều của tưới cần vạch và đánh dấu điểm quan trắc dòng chảy dọc theo chiều dài rãnh cứ 25m một. Tùy theo chiều dài của rãnh mà quyết định số điểm quan trắc. Sau đó trong thời gian phân phối nước, người ta sẽ ghi thời gian nước chảy đến và thời gian nước rút đi. Chênh lệch giữa thời gian nước đến và thời gian nước rút đi là thời gian nước lưu trữ lại trên rãnh hoặc thời gian thấm của nước vào trong đất. Để thấy rõ vấn đề này ta sẽ quan sát hai hình sau đây: Hai hình được vẽ lại trong quá trình thống kê số liệu quan trắc và vẽ lại qua thực nghiệm (xem hình 6.14).



Hình 6.14 - Biểu đồ đánh giá độ đồng đều của độ ẩm dọc theo chiều dài rãnh sau tưới

Hình (a) cho thấy hai đường cong nước đến và nước đi trên rãnh là gần song song có khoảng cách gần đều nhau, biểu hiện độ đồng đều của độ ẩm sau khi tưới dọc theo chiều dài rãnh. Chất lượng tưới như vậy là tốt.

Hình (b) cho thấy hai đường cong phía đầu đi sát nhau biểu hiện nước rút nhanh. Trường hợp này biểu hiện độ ẩm không đồng đều dọc theo chiều dài rãnh, do đó độ ẩm không thỏa mãn yêu cầu tưới. Khi đó cần nghiên cứu thay đổi các yếu tố như lưu lượng, thời gian để đạt được độ ẩm đồng đều như hình (a).

Trên đây là ba phương pháp đánh giá chất lượng nước tưới dải, tưới rãnh. Tùy điều kiện cụ thể ta sẽ nghiên cứu một trong ba phương pháp trên.

6.3. PHƯƠNG PHÁP TƯỚC NGÂM

Tưới ngầm là phương pháp tưới bằng cách cung cấp nước cho cây trồng từ dưới mặt đất, giữ cho mực nước ở chiều sâu nhất định phụ thuộc cấu trúc của đất và chiều sâu bộ rễ cây trồng, nước đến cây trồng qua lực hút mao quản. Tưới ngầm có thể thực hiện bằng hai biện pháp.

6.3.1. Hệ thống đường ống ngầm

Đặt các đường ống ngầm hoặc hào ngầm dưới mặt đất ở độ sâu nhất định ($40 \div 50\text{cm}$) theo khoảng cách phù hợp, ống ngầm được đục lỗ để nước tưới thấm vào tầng đất nuôi cây. Các ống ngầm lấy nước từ kênh lộ thiên hoặc đường ống ngầm dẫn nước. Nước từ ống ngầm ngấm vào đất nhờ tác dụng của áp lực nước trong đường ống và lực hút nước của đất.

Biện pháp này đòi hỏi nhiều thiết bị về hệ thống đường ống ngầm và các phụ tùng trên đó để thực hiện tưới.

6.3.2. Hệ thống kênh lộ thiên để tưới ngầm

Lợi dụng các kênh lộ thiên đào sâu ($30 \div 100\text{ cm}$) để tưới ngầm. Biện pháp này đơn giản, đòi hỏi ít thiết bị, quản lý dễ dàng hơn loại trên. Được áp dụng cho những vùng có nhiều kênh rạch, mực nước ngầm nằm nông, chất lượng nước tốt, nguồn nước bổ sung dồi dào. Nếu trong vùng có hệ thống tiêu nước hoàn chỉnh và đạt yêu cầu thì có thể lợi dụng hệ thống tiêu để tưới ngầm bằng cách xây dựng một số cống điều tiết mực nước trong kênh và điều tiết mực nước ngầm, lúc cần tưới thì dâng mực nước trong kênh lên, làm mực nước ngầm trong đất cũng được dâng lên theo, khi đạt mức tưới yêu cầu thì hạ mực nước ngầm xuống.

6.3.3. Nhận xét về tưới ngầm

1. Ưu điểm

- Đảm bảo chất lượng tưới tốt vì có khả năng giữ độ ẩm đất ở tầng nuôi cây;
- Kết cấu đất không bị phá vỡ, không bị kết váng, không gây ra xói mòn đất;
- Bốc hơi mặt đất bé, khả năng dự trữ nước trong đất tốt;
- Tưới ngầm có khả năng giữ và duy trì độ sâu mức nước tối ưu cho cây trồng phát triển ở các giai đoạn khác nhau;
- Không gây cản trở đến canh tác cơ giới;
- Không yêu cầu việc san bằng mặt ruộng;
- Tiết kiệm đất tưới đến mức tối đa.

2. Nhược điểm

- Vốn đầu tư xây dựng và chi phí quản lý khai thác lớn;
- Tưới ngầm không thích hợp cho vùng đất mặn đặc biệt với vùng đang được rửa mặn vì muối sẽ theo nước tưới làm nhiễm mặn tầng đất mặt;
- Tưới ngầm thường áp dụng cho các loại đất có khả năng giữ nước kém, tính thấm lớn;
- Quản lý vận hành và bảo dưỡng hệ thống tưới ngầm tương đối phức tạp, tốn kém vì toàn bộ hệ thống đường ống và thiết bị được đặt ngầm dưới đất. Do đó mà tưới ngầm ít được phổ biến rộng rãi.

6.4. PHƯƠNG PHÁP TƯỚI PHUN MƯA

6.4.1. Khái quát

Phương pháp tưới phun mưa là phương pháp đưa nước tới cây trồng vào mặt ruộng dưới dạng mưa nhân tạo nhờ các thiết bị thích hợp. Phương pháp này ngày càng được phổ biến và áp dụng rộng rãi. Nhất là tại các nước có nền công nghiệp phát triển.

Hiện tại và trong tương lai, tưới phun mưa được coi là phương pháp tưới hoàn thiện và hiện đại, sẽ được áp dụng ngày càng rộng rãi trên thế giới nhất là để tưới cho các cây trồng cạn như lúa cạn, lúa mỳ, ngô, khoai tây, khoai lang, cho các cây ăn quả, cây công nghiệp, đặc biệt phù hợp để tưới cho các loại hoa, tưới trong nhà kính...

1. Những ưu điểm nổi bật của tưới phun mưa

- Tiết kiệm nước do chỉ bị bốc hơi trong quá trình phun, nước tổn thất do vận chuyển không đáng kể, hệ số sử dụng nước cao tới $85\% \div 90\%$ (tưới rãnh chỉ đạt $50\% \div 70\%$). Tưới phun mưa tiết kiệm được $40\% \div 50\%$ lượng nước dùng so với tưới rãnh nên có ý nghĩa lớn, nhất là những vùng hiếm nước hay nước khó khăn, như vùng sử dụng nước ngầm, để tưới cây trồng.

- Tưới phun mưa thoả mãn được nhu cầu sinh lý nước của cây trồng. Cả lớp đất mà bộ rễ hoạt động và bề mặt lá cây đều được tưới, nên có tác dụng điều hoà tiểu khí hậu (chống nóng cho cây trồng).

- Tưới phun mưa thích ứng với mọi điều kiện địa hình, không gây xói mòn trôi màu, không phá vỡ cấu trúc của đất, không làm dập nát cây trồng vì có thể thực hiện được mức tưới nhỏ, tưới nhiều lần với cường độ tùy ý, thích hợp với từng loại cây trồng, đất đai. Địa hình phức tạp, các mảnh ruộng chia cắt và đất dốc đều áp dụng tốt kỹ thuật tưới phun mưa.

- Tưới phun mưa cho năng suất lao động tưới cao. Năng suất tưới có thể tăng gấp gần chục lần so với tưới mặt (tưới rãnh). Ngoài ra còn tạo điều kiện tốt để nâng cao năng suất của các khâu canh tác nông nghiệp khác như kết hợp tưới với bón phân hoá học và phun thuốc trừ sâu bệnh.

- Giảm được diện tích chiếm đất của kênh mương và công trình tưới. Diện tích chiếm đất do tưới mặt là $10\% \div 15\%$, còn tưới phun không đáng kể.

2. Những nhược điểm của tưới phun

- Giá thành đầu tư và khai thác hệ thống tưới phun mưa tương đối cao so với tưới mặt vì cần nhiều các thiết bị kim loại và năng lượng (điện, dầu) trong khi vận hành.
- Kỹ thuật tưới hơi phức tạp đòi hỏi phải có trình độ nhất định để sử dụng.
- Chất lượng tưới phun mưa (sự phân bố không đều hạt mưa trên diện tích tưới) bị hạn chế bởi điều kiện thời tiết (tốc độ gió, hướng gió). Nếu tốc độ gió $> 6\text{m/s}$ có thể phải tạm ngừng tưới. Tuy nhiên với sự cải tiến và hoàn thiện không ngừng của kỹ thuật tưới phun mưa thì những nhược điểm trên sẽ được khắc phục dần.

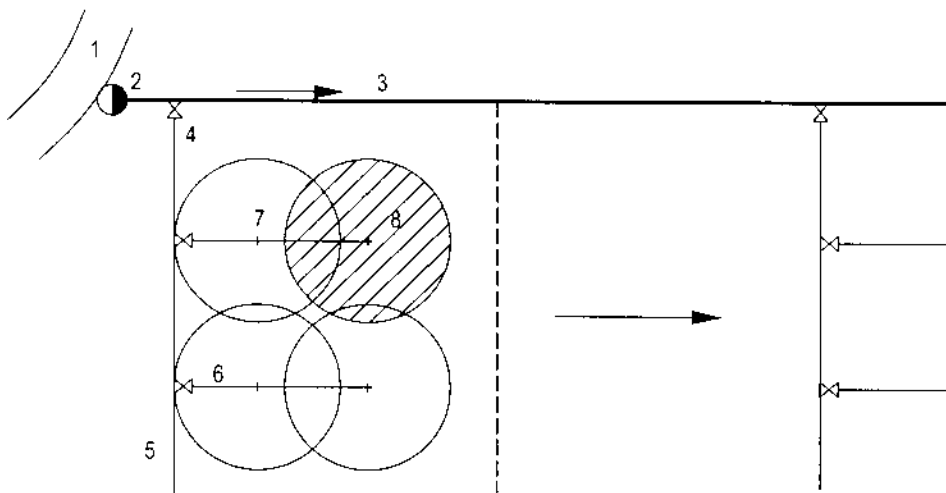
3. Phạm vi áp dụng tốt phương pháp tưới phun mưa

- Ở những nơi nguồn nước khan hiếm, khó khăn, đất thấm nhiều, tổn thất nước do thấm lớn, bốc hơi tương đối lớn thì yêu cầu chuyển tưới mặt sang tưới phun mưa để giữ ẩm cho một số cây lương thực có mức độ dùng nước thấp.
- Các vùng đất làm kênh mương tưới mặt gặp khó khăn do mực nước lên xuống thất thường như các vùng bãi sông. Những vùng canh tác có địa hình dốc, tiểu địa hình phức tạp (vùng đồi núi, trung du...).
- Những vùng có điều kiện thuận lợi về cung cấp năng lượng và thiết bị.
- Những vùng cây trồng có giá trị kinh tế cao (để rút ngắn thời gian hoàn vốn công trình). Tưới phun thích hợp với các loại cây lương thực có giá trị trồng, trồng trên cạn như: Ngô, lúa cạn, khoai tây, khoai lang, càng phù hợp với các cây có giá trị kinh tế cao như cà phê, chè, cam..., các loại hoa, các loại rau...

6.4.2. Cấu tạo và phân loại

1. Sơ đồ cấu tạo của tưới phun mưa

Một hệ thống tưới phun mưa thông thường gồm các bộ phận cơ bản sau:



Hình 6.15: Sơ đồ cấu tạo chung một hệ thống phun mưa

1. Nguồn nước tưới; 2. Máy bơm và động cơ; 3. Đường ống chính; 4. Van nước;
5. Đường ống nhánh; 6. Đường ống phun; 7. Vị trí vòi phun; 8. Diện tích được phun tưới

+ Tổ máy bơm và động cơ có tác dụng lấy nước từ nguồn nước cấp cho hệ thống phun mưa dưới dạng áp lực.

+ Hệ thống ống dẫn chịu áp lực các cấp khác nhau như: Đường ống chính, ống nhánh, đường ống phụ (trên đó đặt các vòi phun mưa), có nhiệm vụ dẫn, cấp nước áp lực cho các vòi phun.

+ Vòi phun mưa có nhiệm vụ biến nước áp lực phun ra thành dạng phun mưa để cung cấp cho cây trồng.

+ Các thiết bị phụ như giá đỡ, các gioăng cao su chống rò rỉ nước, nối chạc ba, van đóng mở, các chân chống...

Từ sơ đồ cấu tạo chung của một hệ thống tưới phun mưa khi thiết kế cụ thể ta phải xác định rõ loại hình hệ thống kỹ thuật tưới phun mưa, xác định các chỉ tiêu cơ bản của nó cả trên cơ sở phân tích so sánh sẽ chọn được hệ thống phun mưa và các thiết bị phun tưới thích hợp.

2. Phân loại hệ thống tưới phun mưa

Dựa vào tính năng hoạt động của hệ thống phun mưa có thể chia làm 3 loại cơ bản.

+ Hệ thống phun mưa cố định

Ở loại này mọi thành phần của hệ thống phun mưa, từ trạm bơm đường ống các cấp tới vòi phun mưa đều cố định. Các loại đường ống thường được đặt ngầm dưới đất để không gây cản trở đến cơ giới hoá canh tác. Hệ thống loại này là bước phát triển cao nhất của kỹ thuật tưới phun mưa, nhất là hệ thống có vòi phun tự động lên xuống khỏi mặt đất (nhờ áp lực nước thay đổi trong đường ống) và hệ thống được điều khiển tự động. Ưu điểm nổi bật của hệ thống cố định là năng suất lao động cao, tiết kiệm diện tích đất và nước tưới nhiều nhất. Tuy nhiên là kinh phí đầu tư xây dựng cao do tốn nhiều thiết bị, việc xây dựng và quản lý vận hành yêu cầu phải có trình độ.

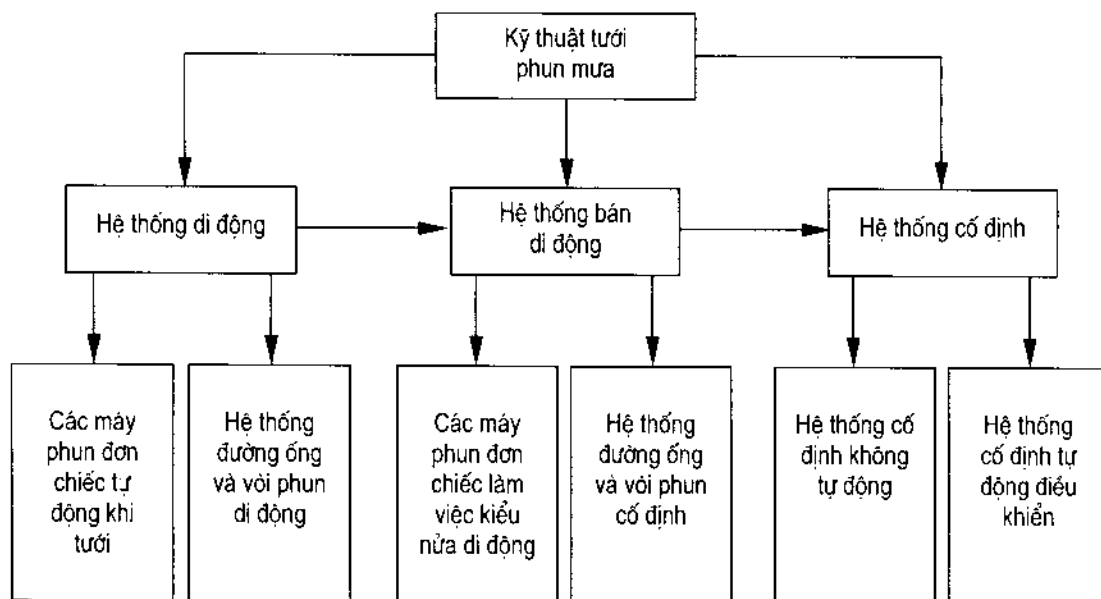
+ Hệ thống phun mưa di động

Tất cả các thành phần hệ thống từ máy bơm, đường ống các loại tới vòi phun đều có thể tháo lắp và vận chuyển từ vị trí này sang vị trí khác. Hệ thống loại này bao gồm các máy phun mưa như: DDH-45, KDU-55, KI-50 (Liên Xô cũ), Ma-200 (Hungari), SIG MAZ25D, E250D, E - của Tiệp Khắc, Pezot (Tây Đức), GMC (2, 3, 4, 6 và 8) của Berliet (Pháp), Toyota (Nhật) và rất nhiều loại khác của các nước Mỹ, Israel, Australia... Các hệ thống phun mưa di động có ưu điểm là gọn nhẹ, cơ động, không yêu cầu khu tưới lớn, vốn đầu tư nhỏ, vì vậy nó được áp dụng phổ biến hơn cả ở nước ta và tại nhiều nước khác. Tuy nhiên có nhược điểm như năng suất tưới chưa cao, đôi khi phải làm kênh mương dẫn nước cho các máy tưới hoạt động.

+ Hệ thống phun mưa bán di động (nửa cố định)

Ở hệ thống này trạm bơm và đường ống chính được đặt cố định ngầm dưới đất. Đường ống nhánh, đường ống tưới và các vòi phun tháo lắp, vận chuyển từ vị trí này sang vị trí khác. Hệ thống phun mưa nửa cố định được phổ biến và áp dụng rộng rãi.

Ưu điểm của hệ thống này so với hệ thống di động là năng suất tưới cao hơn, khai thác vận hành nhẹ nhàng hơn, không làm kênh tưới dẫn nước cho trạm bơm. Có thể tự động hoá khâu tưới và bảo vệ mạng lưới đường ống chống sự cố, mất mát.



Hình 6.16: Sơ đồ phân loại hệ thống phun mưa

6.4.3. Vòi phun mưa và các đặc trưng

1. Phân loại và cấu tạo

Vòi phun mưa là yếu tố đặc trưng nhất của hệ thống, máy móc tưới phun. Nhiệm vụ của vòi phun là nhận nước áp lực từ hệ thống đường ống tưới rồi biến nó thành mưa nhân tạo, phun tưới lên bề mặt diện tích cần tưới.

Vòi phun mưa có nhiều loại, chẳng hạn theo nguyên tắc tác dụng có chia ra các loại: Vòi phun tia, vòi phun tích tụ phun, vòi phun tạo hạt nhỏ sương mù.

Theo cột nước làm việc của vòi phun (H_v) lại chia làm 3 loại:

Vòi phun cột nước thấp $H_v \leq 2$ atm hay 20m cột nước.

Vòi phun có cột nước trung bình $H_v \leq (2 \div 4)$ atm hay $(20 \div 40)$ m cột nước.

Vòi phun có cột nước cao $H_v = (5 \div 10)$ atm hay $(50 \div 100)$ m cột nước.

Phân theo độ xa của bán kính phun mưa của vòi:

Vòi phun mưa tia ngắn ($R \leq 15$ m).

Vòi phun mưa tia trung bình ($R = 15 \div 35$ m).

Vòi phun mưa tia phun xa ($R \geq 35 \div 80$ m).

Cấu tạo của vòi phun mưa thông dụng (vòi phun tia) có các bộ phận sau:

- + Thân vòi phun: Thường là ống hình trụ thẳng, có dạng thon dần về đầu ống phun.
- + Ống dẫn nước phun: Có nhiệm vụ dẫn nước ra lỗ phun vòi có một hoặc hai ống dẫn nước ở một phía hay hai phía hoặc ngược nhau.
- + Đòn gánh và đập (hay bộ phận làm quay) có nhiệm vụ phá tan tia nước phun thành hạt mưa nhỏ và gây lực làm quay tròn vòi phun.
- + Đầu vòi phun: Miệng ra của ống dẫn phun nước có đường kính thay đổi khác nhau để tạo thành các hạt mưa to nhỏ khác nhau và bán kính phun khác nhau (khi áp lực của vòi không đổi) mỗi ống dẫn nước phun thì có một đầu vòi phun.

2. Các chỉ tiêu cơ bản của vòi phun mưa

a) Lưu lượng vòi phun (Q_v)

$$Q_v = \mu \frac{\pi}{4} (d_1^2 + d_2^2) \cdot \sqrt{2gH_v} \quad (6.36)$$

$\mu = 0,96$ - hệ số lưu lượng của vòi phun;

d_1, d_2 - đường kính của ra ở lỗ vòi phun của 2 ống phun.

Công thức này áp dụng cho vòi có 2 tia ống phun.

Công thức tổng quát xác định lưu lượng vòi phun phụ thuộc chủ yếu vào áp lực làm việc của vòi (H_v) và đường kính miệng vòi phun (d):

$$Q_v = F_v \mu \sqrt{2gH_v} = \mu \cdot \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{2gH_v} \quad (6.37)$$

F_v - diện tích miệng ra vòi phun có đường kính d ;

μ - hệ số lưu lượng ra vòi phun;

H_v - cột nước làm việc của vòi phun;

d - đường kính miệng ra đường ống phun.

b) Cột nước làm việc của vòi phun (H_v)

Mỗi loại vòi phun mưa đều làm việc dưới áp lực của cột nước H_v trong điều kiện nhất định có thể xác định sơ bộ cột nước:

$$H_v = (10 \div 12) Q_v, \text{ (atm)} \quad (6.38)$$

Q_v - lưu lượng của vòi phun (m^3/s)

c) Bán kính phun mưa của vòi phun (R_v)

Bán kính phun mưa là khoảng cách tính từ vòi phun cho đến điểm phun mưa xa nhất. Trị số của bán kính phun mưa phụ thuộc áp lực làm việc của vòi (tỷ lệ thuận), độ lớn tốc độ gió và hướng gió khi vòi phun làm việc (tỷ lệ thuận khi gió thổi có hướng là thuận, cùng

hướng phun mưa từ vòi), vào độ lớn đường kính vòi phun và phụ thuộc vào góc nghiêng của thân vòi phun mưa so với hướng nằm ngang α (nếu $\alpha = 28^\circ \div 35^\circ$ thì cho giá trị R_v max).

Tồn tại nhiều công thức kinh nghiệm để xác định bán kính phun mưa, một số công thức phổ biến là:

- Công thức Picalov: $R_v = 0,42H_v + 1000d_v$ (6.39)

Áp dụng khi góc $\alpha = 32^\circ$ và $\frac{H_v}{d_v} > 1000$.

- Công thức Synke:

$$R = 1,55H_v \left(1 - \frac{6,95H_v}{4,9 + H_v} \right) 1000D_v \quad (6.40)$$

H_v tính bằng (m), D_v tính bằng (mm).

- Công thức của giáo sư A.Le Bedev:

$$R_v = \frac{H_v}{0,5 + \frac{0,25H_v}{d}} \quad (6.41)$$

H_v - cột nước làm việc của vòi phun (m);

d - đường kính miệng vòi phun (mm).

d) Cường độ phun mưa

Cường độ phun mưa (ký hiệu I) là lớp nước mưa rơi trên một đơn vị diện tích trong một đơn vị thời gian (mm/phút hay mm/h). Độ lớn của cường độ phun mưa (I) phụ thuộc vào: Lưu lượng vòi, áp lực làm việc của vòi phun, sơ đồ đặt vòi phun, cây trồng cho nước phun ra được ngấm hết vào đất theo tốc độ ngấm hút của nó, không phá vỡ cấu trúc đất, không tạo dòng chảy mặt. Cường độ phun mưa hợp lý nhất đối với các loại đất là $I = 0,1 \div 0,15$ mm/phút. Tuy nhiên ở đất có cấu trúc nặng: $I = 0,1 \div 0,2$ mm/phút, đất trung bình $I = 0,2 \div 0,3$ mm/phút, và ở đất nhẹ $I = 0,5 \div 0,8$ mm/phút. Tức là ở đất có thành phần nhẹ, tính thoát nước tăng thì cho phép tưới với cường độ phun mưa lớn và ngược lại). Giá trị cường độ phun mưa thường có 3 loại:

- + Cường độ phun mưa tại thời điểm (I_t);
- + Cường độ phun mưa trung bình (I_{tb});
- + Cường độ phun mưa tính toán trên diện tích (I_{tt}).

Cường độ phun tại thời điểm nhất định:

$$I_t = \frac{\Delta h}{\Delta t}$$

Δh - lớp nước đo được tại các cốc đo mưa, trong thời đoạn Δt .

Cường độ phun trung bình:

$$I_{tb} = \frac{h_{tb}}{t}, \quad (\text{mm/phút}) \quad (6.42)$$

h_{tb} - chiều dày trung bình lớp nước phun đo được tại các cốc đo mưa trong thời gian t

Cường độ trung bình tính toán tại diện tích phun mưa:

$$I_{tb} = \frac{60Q}{F} \eta, \quad (\text{mm/phút})$$

Q - lưu lượng phun mưa (l/s);

F - diện tích phun mưa (m^2);

η - hệ số sử dụng lượng mưa có ích (trừ tổn thất bốc hơi).

- Nếu các vòi phun tia làm việc trên sơ đồ tập thể (nói phần sau) thì:

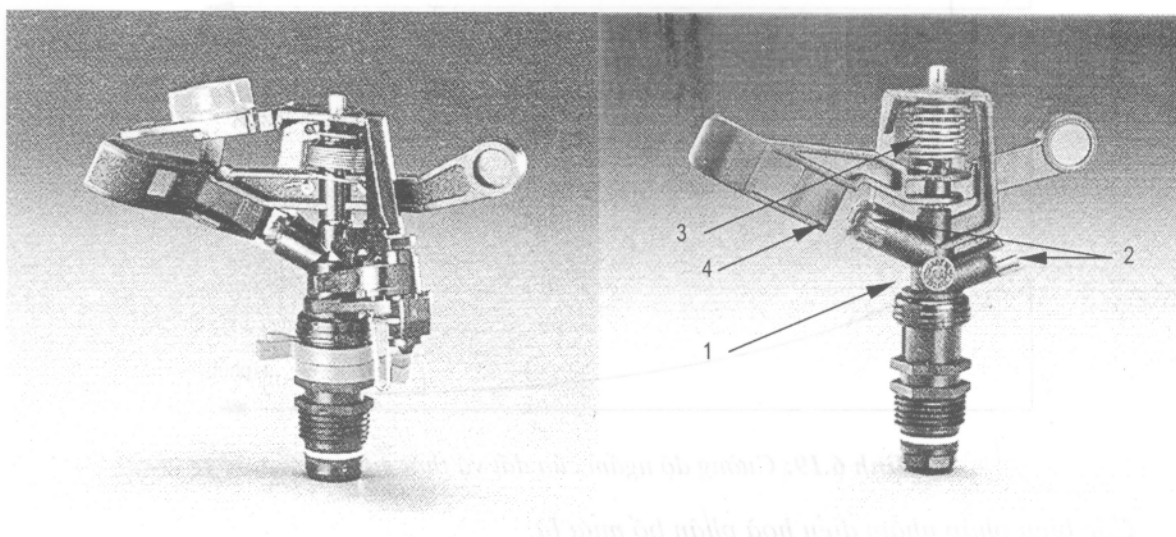
$$I_{tb} = \frac{60Q}{F} \quad (6.43)$$

- Nếu các vòi phun làm việc trên cùng một dây đường ống phun thì:

$$I_{tb} = \frac{60Q_d}{F_d} \eta, \quad (\text{mm/phút})$$

Q_d - lưu lượng của cả đường ống phun mưa ($l/phút$);

F_d - diện tích được phun mưa từ đường ống (m^2).



Hình 6.17: Vòi phun tia thông dụng

1. Phần đầu vòi phun; 2. Ống dẫn phun nước (một hay hai ống);

3. Bộ phận làm quay; 4. Đòn gánh đập xét tia nước phun

e) Sự phân bố mưa nhân tạo và sự điều hoà phân bố mưa

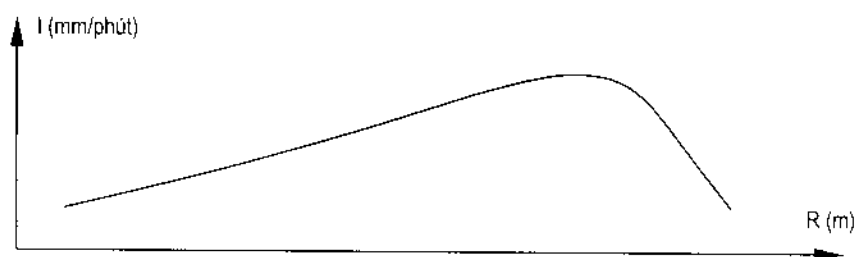
Khi các vòi phun làm việc, các hạt mưa phun ra thường phân bố không đều trên diện tích tưới, sở dĩ như vậy vì sự phân bố mưa phụ thuộc nhiều yếu tố phức tạp như:

- Phụ thuộc vào tốc độ quay đều của vòi phun: Tốc độ quay không đều và ổn định thì phân bố mưa sẽ tốt, giá trị thích hợp với tốc độ quay ở vòi phun tay quy tròn là $0,33 \div 1,00$ vòng/phút.

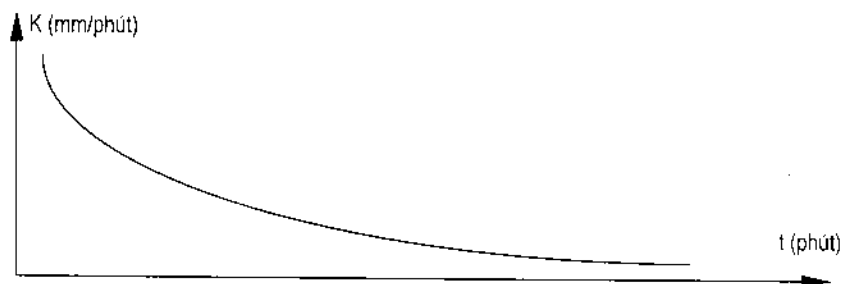
- Phụ thuộc vào cột nước làm việc của vòi phun vào đường kính lỗ vòi phun d , vào chiều cao đặt vòi phun mưa, vào sự làm việc đều và ổn định của bộ phận ở vòi phun...

- Sự phân bố mưa điều hoà còn phụ thuộc vào góc đặt vòi phun (số vòi phun hướng ngang) sao cho có lợi nhất, phụ thuộc vào cấu tạo của vòi phun (độ dài ống dẫn phun, có ống phun phụ thuộc hay không, hướng đặt phun phụ, độ bền vòi làm việc ổn định của bộ phận quay).

- Gió (điều kiện khí hậu), có tác dụng rất xấu đáng kể nhất đến sự phân bố điều hoà hạt mưa.



Hình 6.18: Phân bố mưa theo chiều dài bán kính phun mưa

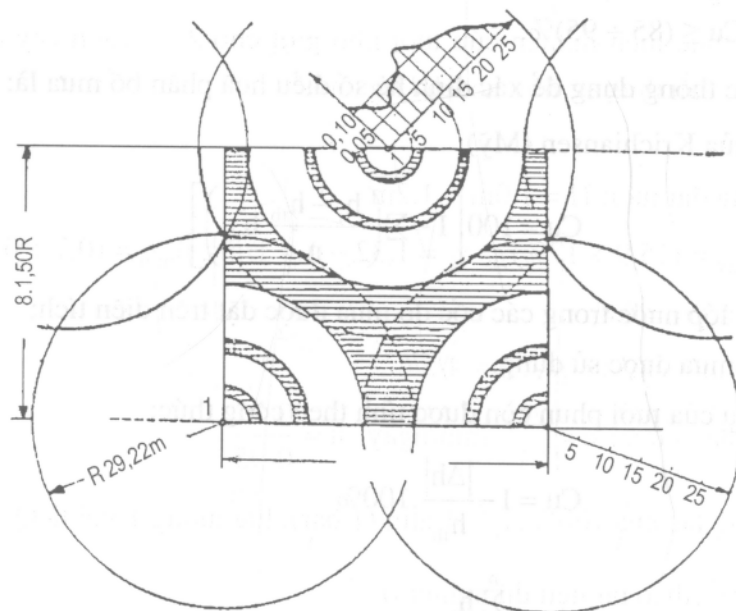


Hình 6.19: Cường độ ngấm của đất và thời gian tưới

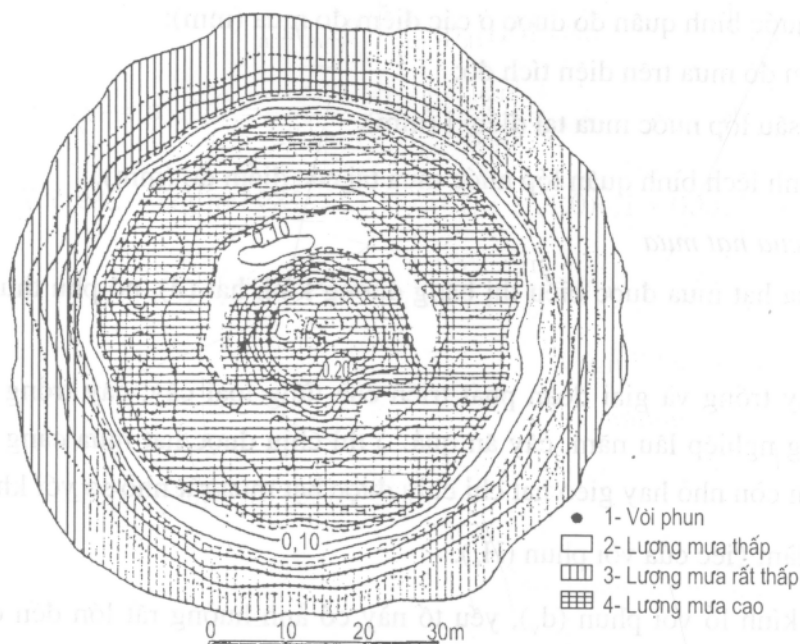
Các biện pháp nhằm điều hoà phân bố mưa là:

- + Cải tiến hoàn thiện kết cấu vòi phun mưa.
- + Lựa chọn vòi phun tia ngắn khi gặp gió to.
- + Tránh phun mưa tại các vùng mà gió thổi mạnh thường xuyên và tránh phun mưa vào giờ cao điểm có gió mạnh trong ngày.

- + Thực hiện các biện pháp che chắn gió trên diện tích tưới (đai rừng, cây chắn gió).
- + Cho vòi phun làm việc với góc phun mưa nhỏ (để tránh gió mạnh ở độ cao hơn).
- + Biện pháp có tác dụng nhất và mang tính thực tế nhất là cho các vòi phun cùng làm việc trên các sơ đồ nhất định, gọi là sơ đồ bố trí vòi phun, được điều chỉnh khi gặp gió có tốc độ gây ảnh hưởng tới các yếu tố kỹ thuật của tưới phun mưa.



Hình 6.20: Sơ đồ phân bố mưa khi lạng gió, các vòi cùng làm việc trên sơ đồ



Hình 6.21: Mật độ phân bố mưa thực tế trên diện tích tưới của 1 vòi phun

Độ điều hòa phân bố mưa càng nâng cao thì chất lượng tưới càng tốt, để biểu thị nó người ta dùng hệ số điều hòa phân bố mưa thường ký hiệu là Cu để đánh giá chất lượng sự phân bố mưa. Giá trị hệ số phân bố điều hòa (Cu) biểu thị số phần trăm (%) diện tích được tưới đạt tới độ ẩm phân bố theo yêu cầu. Trong thực tế, không bao giờ có thể đạt được sự phân bố độ ẩm tuyệt đối đều (Cu = 100%), nhưng giá trị cho phép phải đạt được là: $(75 \div 80)\% \leq Cu \leq (85 \div 95)\%$.

Các công thức thông dụng để xác định hệ số điều hoà phân bố mưa là:

- Công thức của Krichiansen (Mỹ)

$$Cu = 100 \left[1 - \sum \left(\frac{h_i - h_{tb}}{n} h_{tb} \right) \right] \quad (6.44)$$

h_i - chiều sâu lớp nước trong các cốc đo mưa được đặt trên diện tích;

n - số cốc đo mưa được sử dụng.

- Độ đồng đều của tưới phun còn được tính theo công thức:

$$Cu = 1 - \frac{|\Delta h|}{h_{tb}} \cdot 100\%$$

$$h_{tb} = \frac{\sum_{i=1}^n h_i}{n}$$

h_{tb} - lớp nước bình quân đo được ở các điểm đo mưa (mm);

n - số điểm đo mưa trên diện tích đo;

h_i - chiều sâu lớp nước mưa tại điểm i (mm);

$|\Delta h|$ - chênh lệch bình quân lớp nước mưa tại các điểm đo (mm).

f) Độ lớn của hạt mưa

Độ lớn của hạt mưa được biểu thị bằng đường kính hạt (d), nó phụ thuộc vào các yếu tố như:

+ Loại cây trồng và giai đoạn phát triển của từng loại cây, cây trồng có thân lá cây cứng (cây công nghiệp lâu năm, cây ăn quả...) thì chịu được hạt mưa càng lớn, cây ở giai đoạn vườn ươm còn nhỏ hay gieo hạt chỉ chịu được hạt mưa rất nhỏ so với khi đã lớn, già.

+ Áp lực làm việc của vòi phun (H_v).

+ Đường kính lỗ vòi phun (d_v), yếu tố này có ảnh hưởng rất lớn đến đường kính hạt mưa, do vậy người ta đã dùng quan hệ $\frac{H_v}{d_v} = K$ để biểu thị.

Nếu H và d đều tính bằng mm thì :

$$K = \frac{H_v}{d_v} < 1500 : \text{Hạt mưa rất lớn không dùng để tưới.}$$

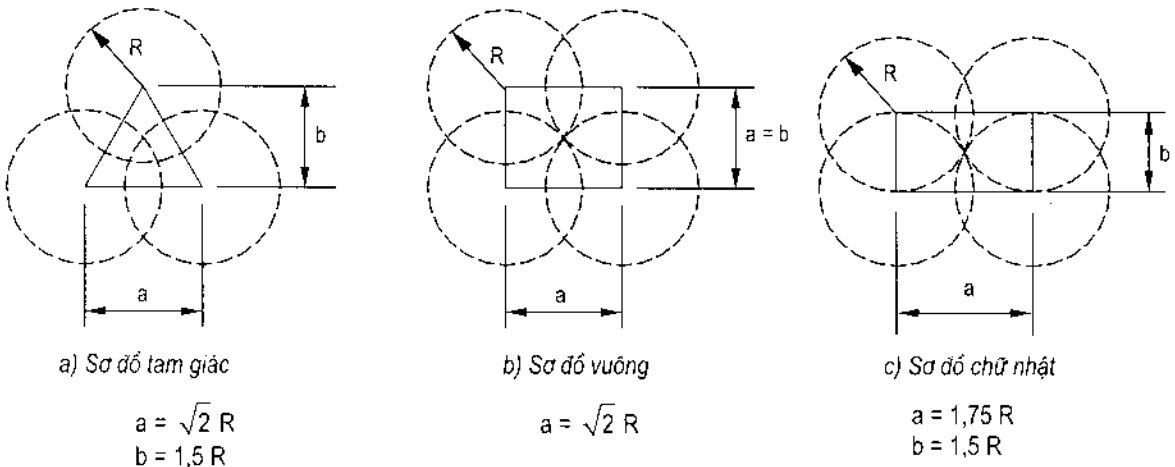
$K = 1700 \div 1800$: Hạt mưa cỡ trung bình, phù hợp với cây nông nghiệp lớn.

$K = 2000 \div 2200$: Hạt mưa nhỏ phù hợp tất cả các loại cây trồng.

Sơ đồ đặt vòi phun mưa và thiết kế bố trí vòi phun

Một biện pháp quan trọng để nâng cao được điều hòa phân bố mưa tưới đạt yêu cầu, khắc phục ảnh hưởng xấu của gió mạnh là đặt các vòi phun mưa làm việc tập thể trên các sơ đồ nhất định (sơ đồ thiết kế).

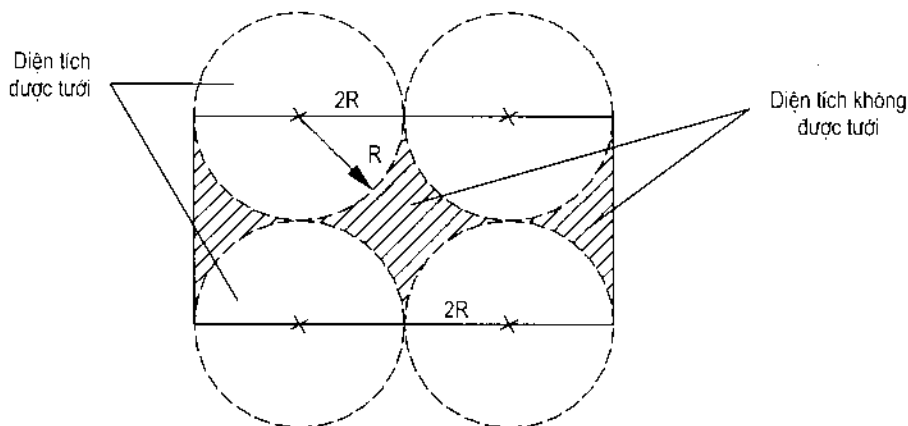
Hiện nay có 3 dạng sơ đồ bố trí vòi phun cơ bản là sơ đồ tam giác, sơ đồ hình vuông và sơ đồ hình chữ nhật.



a: Khoảng cách giữa 2 vòi phun trên đường ống phun;

b: Khoảng cách giữa 2 đường ống phun (nhánh); R : Bán kính phun mưa

Hình 6.22: Các sơ đồ bố trí vòi phun



Hình 6.23: Vòi phun bố trí không hợp lý

Khi có gió: $a' = a\zeta$; $b' = b\zeta$

ζ - hệ số điều chỉnh ảnh hưởng của gió, $\zeta = f(V_{\text{gió}}) \leq 1$.

Hình 6.23 thể hiện diện tích tưới bị sót nhiều khi đặt các vòi phun cách nhau với $2R$.

Sơ đồ bố trí vòi phun kiểu tam giác được áp dụng trong trường hợp lặng gió $V_{\text{gió}} \leq 5\text{m/s}$. Bố trí theo kiểu này đạt hiệu quả cao vì diện tích chồng chéo lên nhau chỉ chiếm $15\% \div 20\%$. Diện tích được tưới từ một vòi $F = 2,6R^2$ (với R là bán kính phun mưa) bố trí theo sơ đồ này thường gặp khó khăn hơn so với các sơ đồ khác nên ít thông dụng.

Sơ đồ bố trí vòi phun kiểu hình vuông áp dụng trong trường hợp gió có chiều hướng bất kỳ và tốc độ gió nằm trong khoảng $1,5 \leq V_{\text{gió}} \leq 3,0\text{m/s}$, bố trí vòi kiểu này thì hiệu suất kém hơn kiểu tam giác vì diện tích mưa chồng chéo nhau tới $30 \div 35\%$ diện tích được tưới $F = 2R^2$ tuy nhiên thuận tiện áp dụng thi công.

Sơ đồ bố trí vòi kiểu chữ nhật được áp dụng khi tốc độ gió mạnh $V_{\text{gió}} \leq 3\text{ m/s}$ và có ảnh hưởng ít thay đổi, hiệu suất diện tích tưới là nhỏ nhất vì diện tích mưa chồng chéo nhau là lớn nhất.

Việc thiết kế, bố trí các vòi phun mưa làm việc trên hệ thống đường ống tưới được tiến hành theo các chỉ dẫn trên sơ đồ đặt vòi phun mưa.

Bảng 6.3 - Bảng hiệu chỉnh sơ đồ bố trí vòi phun theo tốc độ gió

Tốc độ gió (m/s)	Khoảng cách vòi khi bố trí đặt		Ghi chú
	Sơ đồ chữ nhật	Sơ đồ tam giác	
Lặng gió	$a = b = \sqrt{2}\Omega$	$a = 1,75R, b = 1,5R$	r: Bán kính của vòi phun Vì mỗi đoạn ống tưới phun thường có chiều dài tiêu chuẩn là 6m nên giá trị khoảng cách a và b thường là bội số của 6
1 ÷ 2	1,3R	1,5R	
2,0	1,2R	1,4R	
2,5 ÷ 3,5	R	1,2R	
3,5 ÷ 5,0	0,6R	0,7R	

6.4.4. Thiết kế, tính toán hệ thống phun mưa

Việc thiết kế, bố trí và tính toán một hệ thống phun mưa là vấn đề mới phức tạp, tổng hợp, phải được tiến hành theo quy định và trình tự nhất định của các bước. Vấn đề này là mới mẻ nên cần được nêu ra một cách có hệ thống và tương đối chi tiết.

Nội dung và các bước của việc bố trí, thiết kế và tính toán một hệ thống phun mưa như sau:

1. Những yêu cầu và tài liệu cần thiết khi thiết kế một hệ thống phun mưa

a) Những yêu cầu

- Phải đảm bảo yêu cầu dùng nước của cây trồng theo chế độ tưới quy định và thoả mãn nhu cầu kết hợp khác khi tưới phun mưa (như kết hợp bón phân hoá học, thuốc trừ sâu, dùng nước cho sinh hoạt...).

- Chất lượng tưới phun cần đảm bảo đạt yêu cầu: Không gây lãng phí nước (do chảy đi khi cường độ quá lớn), không vỡ cấu tượng đất, không làm hỏng cây trồng, hạt mưa có đường kính trong phạm vi cho phép, $d = 1 \div 3\text{mm}$.

- Phải đảm bảo có độ đồng đều cao trên diện tích tưới.

- Đảm bảo năng suất tưới cao và tạo điều kiện thuận lợi cho các khâu canh tác khác đạt năng suất cao trên khu tưới.

- Phải đảm bảo tiết kiệm mọi chi phí liên quan: Tổn thất nước tưới và đất tưới là ít nhất hệ số sử dụng nước và sử dụng đất có giá trị cao, tổn thất năng lượng (điện, dầu) chạy máy là nhỏ, tổn thất về khai thác bảo quản hệ thống là ít.

- Cố gắng sao cho phí tổn ban đầu về xây dựng hệ thống là nhỏ nhất (tiết kiệm vật tư, thiết bị...), lợi nhuận thu được do việc tưới nước ngày càng lớn nên thời gian bù hoàn vốn sẽ nhanh.

Ngoài ra hệ thống tưới cần đảm bảo sử dụng, khai thác thuận tiện.

b) Những tài liệu cần thiết

Bản đồ ghi chi tiết địa hình khu vực cần tưới (thể hiện rõ vị trí, địa hình, nguồn nước, cao độ, hình dáng, các chướng ngại vật, các công trình nông nghiệp khác, tỷ lệ bản đồ nhỏ).

Bản đồ đất đai và phân bố cây trồng tại khu cần tưới.

Phải có đầy đủ và nắm vững các tài liệu thiên nhiên liên quan như: Khí hậu nhất là gió, đất đai, địa hình, nguồn nước (nước mặt, nước ngầm) và khả năng khai thác, địa chất thủy văn...

Nắm vững tình hình khả năng cung cấp nguyên liệu, thiết bị, vật tư cho xây dựng hệ thống và nguồn năng lượng cung cấp cho hệ thống làm việc.

Xác định chính xác và nắm vững chế độ tưới cho các loại cây trồng cần được tưới trong khu vực và các nhiệm vụ khác mà hệ thống tưới cần đáp ứng.

2. Lựa chọn hệ thống tưới phun mưa và vòi phun thích hợp

a) Chọn loại hệ thống tưới phun mưa

Lựa chọn hệ thống phun mưa di động hay bán di động, loại đơn chiếc hay tổ hợp hoặc hệ thống phun mưa lớn hay nhỏ là căn cứ vào:

+ Ưu nhược điểm, tính năng và phạm vi áp dụng của từng loại máy móc, thiết bị hệ thống.

+ Điều kiện cây trồng, yêu cầu của cây trồng đối với tưới nước.

+ Điều kiện địa hình, đất đai, nguồn nước, khí hậu (nhất là gió).

+ Loại vòi phun mưa sẽ được chọn.

+ Quy mô lớn nhỏ của khu tưới, tính chất chia cắt và hình dạng khu tưới.

+ Khả năng về kinh tế - kỹ thuật.

Căn cứ vào điều kiện máy móc thiết bị sẽ có, khả năng thiết kế xây dựng, quản lý và vận hành thiết bị...

Căn cứ vào các điều kiện Việt Nam hiện nay, kỹ thuật phun mưa hợp lý là: Hệ thống phun mưa bán di động, các tổ hợp, máy phun mưa di động. Việc chọn loại máy, hệ thống phun mưa cụ thể sẽ áp dụng còn phải căn cứ vào các điều kiện như chênh lệch cao độ địa hình khu tưới (tính từ nguồn nước tới điểm tưới xa nhất), vào tính chất chia cắt và quy mô của khu tưới, điều kiện đất đai, cây trồng, các điều kiện kinh tế - kỹ thuật

b) Chọn số máy phun trên một diện tích cần tưới

Phải xác định rõ số lượng máy hay hệ thống phun mưa (B_f) sẽ phải làm việc đảm bảo tưới hết khu vực tưới (căn cứ vào khả năng công suất vụ của máy, quy mô diện tích tưới, chế độ của cây trồng...):

$$B_f = \frac{Q_k}{Q_f} K \quad (6.45)$$

trong đó:

Q_k - lưu lượng kênh dẫn nước;

B_f - số máy phun cùng làm việc trên 1 kênh dẫn nước;

Q_f - lưu lượng của máy phun mưa;

K - hệ số an toàn kể đến tổn thất nước trên kênh dẫn.

Dựa vào diện tích cần tưới (S), năng suất tưới của máy phun trong 1 ca làm việc (F) và chế độ tưới của cây trồng... số máy phun cần thiết (N) còn được xác định theo biểu thức:

$$N = \frac{S}{Fnt} \quad (6.46)$$

trong đó:

t - khoảng thời gian giữa hai lần tưới (ngày), trong chế độ tưới của cây trồng giá trị t được tính với giá trị bình quân lớn nhất $t = 6 \div 8$ ngày;

n - số ca làm việc của máy phun trong 1 ngày đêm, thường chọn $n = 2$ ca, mỗi ca 8 giờ;

F - năng suất tưới phun trong một ca làm việc.

$$F = \frac{3,6 \cdot Q \cdot T \cdot K}{m}, \quad (\text{ha/ca}) \quad (6.47)$$

Q - lưu lượng của cả máy phun (máy bơm), tính bằng l/phút;

K - hệ số sử dụng thời gian của máy phun, $K = 0,7 \div 0,8$;

m - mức tưới yêu cầu (m^3/ha).

c) Chọn đường ống và vòi phun mưa

Đường ống dẫn nước của hệ thống máy phun mưa bao gồm: Đường ống dẫn chính, ống dẫn nhánh, ống dẫn tưới.

Nói chung với mỗi máy phun (hay hệ thống phun, các linh kiện, thiết bị như động cơ, đường ống các loại, vòi phun và phụ tùng) đã được sản xuất đồng bộ theo quy cách và số lượng nhất định. Người sử dụng chỉ cần áp dụng tốt các chỉ dẫn trong catalogue (lý lịch) máy phun. Ngoài số ống, vòi phun quy định nên chọn thêm 1 số cần thiết để dự trữ khi hư hỏng. Khi chọn ống dẫn chú ý lấy ống thẳng đều, không bẹp cục bộ, không bị nứt hay gỉ...

Chọn vòi phun cần phải thử trước bằng cách cho vòi làm việc trong một giờ và chú ý đến tốc độ quay đều của vòi, độ phun xa của vòi và sự phân bố điều hoà của hạt mưa trên diện tích tưới. Thường chọn loại vòi có áp lực nhỏ và trung bình, độ phun xa trung bình có cường độ mưa trong phạm vi $0,5 \div 2$ mm/phút là loại vòi phun được áp dụng phổ biến trong nông nghiệp.

3. Bố trí hệ thống máy phun mưa

a) Bố trí máy bơm động cơ

Khi bố trí cần chú ý đặt trạm máy ở ngay nguồn nước, ở vị trí tương đối cao so với toàn bộ diện tích tưới để khống chế phân bố áp lực tự chảy trong hệ thống đường ống. Vị trí máy nên đặt gần nguồn điện năng, tiện giao thông; dễ chăm sóc, bảo quản và nên đặt ở trung tâm diện tích tưới để dễ khống chế.

b) Bố trí đường ống chính

Đường ống chính từ trạm máy hướng theo độ dốc địa hình để đường mặt nước (áp lực) trong ống được phân bố thuận theo hướng dốc địa hình, đường ống chính nên là trục đối xứng với diện tích do hệ thống phụ trách.

Nói chung mỗi hệ thống phun mưa có một đường ống chính. Các nguyên tắc bố trí chọn tuyến đường ống chính cũng gần tương tự như ở kênh chính trong việc bố trí kênh mương tưới. Tuy nhiên đơn giản hơn và có thể bố trí theo chiều dẫn nước ngược từ thấp lên cao vì đường ống là có áp.

Chiều dài đường ống chính cũng phụ thuộc vào quy mô, diện tích, hình dạng và sự chia cắt của khu tưới, chế độ tưới, thiết bị tưới và tổ chức nhân lực tưới; phụ thuộc vào vị trí, khoảng cách từ nơi đặt máy bơm đến khu tưới. Đồng thời còn phụ thuộc vào chiều dài định hình của đường ống.

c) Bố trí đường ống nhánh

Đó là đường ống cấp II trong hệ thống tưới, có nhiệm vụ lấy nước áp lực từ đường ống chính đưa về các đường ống phun do vậy tuyến đường ống nhánh thường vuông góc với 2 tuyến đường ống cấp trên và dưới nó, có thể có nhiều đường ống nhánh trên một hệ thống.

Chiều dài đường ống nhánh (L_n) phụ thuộc các yếu tố như: Quy mô hình dạng khu tưới, chế độ tưới của cây trồng và tổ chức tưới, điều kiện địa hình, lưu lượng, áp lực mà đường ống nhánh phải đạt... Do vậy chiều dài đường ống nhánh thay đổi trong phạm vi khá rộng, và việc xác định trị số của nó được thực hiện khi thiết kế khu tưới cụ thể.

Còn độ dốc của đường ống nhánh phải đặt sao cho tổn thất áp lực trong đường ống là nhỏ và nằm trong phạm vi cho phép.

Bố trí các đường ống nhánh: Đường ống nhánh có hướng vuông góc với đường ống chính và nơi lấy nước, từ đường ống chính vào đường ống phụ đều có các van khoá nước.

d) Bố trí đường ống tưới (đường ống nhánh cấp cuối cùng):

Trên đường ống tưới có gắn các vòi phun với khoảng cách và sơ đồ thích hợp. Đường ống tưới có thể xuất phát trực tiếp từ đường ống chính nếu diện tích tưới nhỏ (coi là đường ống vượt cấp) hay xuất phát từ ống dẫn phụ cấp trên. Tại đầu các đường ống này cũng cần có các van khoá nước, hướng đặt của đường ống tưới vuông góc với đường ống phụ cấp trên, van được đặt theo hướng mặt bằng hay xiên góc với nó một chút hoặc hoàn toàn nằm ngang. Độ dốc đường ống $I > 0$ là tốt nhất. Đối với ống chính, ống phụ (nhánh) cấp trên cũng vậy.

Độ dốc I của đường ống nhánh và chính được tính theo:

$$I = \frac{dH}{L} = \frac{(10 \div 15\%) H}{L} \quad (6.48)$$

L - chiều dài đường ống phun (m);

H - áp lực nước tại đầu ống (m);

dH - độ chênh áp lực nước tại điểm đầu và cuối ống.

Chiều dài cho phép của đường ống, được xác định sao cho sự chênh lệch lưu lượng nước vào đầu ống và cuối ống không quá 10% và chênh lệch cột nước áp lực không quá 10% ÷ 15%, có nghĩa là:

$$Q = Q_d - Q_c \leq 10\% Q_{tb}$$

$$H = H_d - H_c \leq (10 \div 15)\% H_{tb}$$

Q_d, H_d - lưu lượng và cột nước ở đầu đường ống;

Q_c, H_c - lưu lượng và cột nước cuối đường ống;

Q_{tb}, H_{tb} - lưu lượng và cột nước trung bình trong ống.

e) Bố trí các vòi phun mưa trên đường ống phun

Khoảng cách giữa hai đường ống phun mưa và khoảng cách giữa hai vòi phun chính là các khoảng cách (a, b) ở các sơ đồ đặt các vòi phun đã được nêu kỹ trong các chỉ tiêu cơ bản của kỹ thuật tưới phun mưa.

Nhìn chung khi bố trí các loại đường ống trong hệ thống phun mưa cần lưu ý:

- Hệ thống đường ống sao cho ngắn nhất, ít cút cong, ít phải di chuyển để giảm sự đi lại không cần thiết, giảm tổn thất áp lực nước, tiết kiệm ống nước.

- Diện tích không chế tưới của đường ống lớn nhất.

- Cần bố trí có nhánh ống làm việc, nhánh ống chuẩn bị chờ đợi, để không làm giảm năng suất tưới.

- Bố trí đường ống nên kết hợp với bố trí cây trồng sao cho diện tích mà đường ống phụ trách nên trồng một loại cây nhất định, nên bố trí đường ống chạy dọc các tuyến đường và các rãnh luống để đỡ làm gãy nát cây trồng. Việc bố trí đường ống tưới không được cản trở đến các khâu canh tác nông nghiệp khác trên mặt ruộng.

Chiều dài ống phun mưa là:

$$L_f = N_v \cdot a \quad (6.49)$$

a - khoảng cách giữa các vòi trên sơ đồ đặt vòi;

N_v - số vòi phun được đặt trên mỗi ống phun.

Đó là trị số chiều dài L_f tính theo số các vòi phun trên nó, tuy nhiên chiều dài đường ống có giá trị khác phụ thuộc diện tích khu tưới mà nó phải đảm nhận.

Nguyên tắc xác định chiều dài đường ống phun phải đảm bảo cho vòi phun đạt được áp lực yêu cầu (H_v), sao cho sự khác nhau giữa lưu lượng ở đầu và cuối không vượt quá 10%, còn sự khác nhau về áp lực không vượt quá 15% ÷ 20% có nghĩa là:

$$Q_f = Q_d - Q_c \leq 10\% Q_f$$

$$H_f = H_d - H_c \leq (15 \div 20)\% H_f$$

Q_f, H_f - lưu lượng và áp lực trung bình trong đường ống phun và đảm bảo tỷ số:

$$\frac{Q_m}{Q_n} = \frac{H_m}{H_n}$$

m, n - số thứ tự vòi phun đặt trên đường ống phun mưa.

Chiều dài của đường ống phun được xác định sao cho tốc độ dốc thủy lực của nó nằm trong phạm vi cho phép:

$$J_f = \frac{\Delta H_f}{L_f}$$

L_f, J_f - chiều dài đường ống phun mưa và độ dốc thủy lực của đường ống, $J_f \geq 0$ là tốt nhất:

$$J_f = \frac{(10 \div 15)\% H}{L}$$

Còn độ dốc đường ống chính cũng phải cố gắng lợi dụng điều kiện địa hình, việc không chế áp lực được thuận tiện.

Để đảm bảo độ dốc thuận trong một đoạn hay cả đường ống chính, cũng như đường ống nhánh và đường ống phun, trong thực tế đôi khi dùng các biện pháp công trình đơn

giản như: Giá đỡ của đường ống, kê đoạn hay dẫn đường ống thấp, san bằng các chỗ cao, thấp cục bộ, nhỏ...

f) Bố trí các thiết bị, phụ tùng trên hệ thống phun mưa

Các thiết bị, phụ tùng trên hệ thống phun mưa gồm:

- Các đoạn cụm nối được sử dụng khi đường ống phải rẽ ngoặt theo tuyến (cùng loại đường ống) hay có sự phân nhánh từ đường ống cấp trên ra đường ống cấp dưới.

Các cụm nối tiếp này có thể là cút hình cong kiểu chữ L, T, hình chạc hai, chạc ba, chạc tư, để phân đường ống ra một hay các hướng, còn đường kính ở cụm nối tiếp có thể như nhau, hay nhỏ hơn (chẳng hạn như phân nhánh từ ống cấp trên).

- Đoạn cút để nối tiếp giữa hai đường ống có đường kính khác nhau, D_1 khác D_2 có dạng hình thóp dần.

- Thiết bị, vòng móc nối giữa hai đoạn đường ống do chiều dài ống các cấp ở hệ thống phun mưa tới hàng ngàn mét nên nó được tạo nên bởi các đoạn đường ống ngắn (dài $6 \div 8$ m), ghép lại với nhau bởi thiết bị này, cấu tạo của nó đơn giản gọn nhẹ, tháo lắp dễ dàng bằng tay.

- Các đệm chống rò nước bằng cao su được sử dụng tại chỗ nối giữa hai đoạn ống, làm bằng cao su có tính đàn hồi tốt, độ bền cao.

- Các giá đỡ vòi phun khi vòi phun phải đặt cao trên 1m (do phải tưới cho các cây có chiều cao lớn). Giá đỡ vòi phun thường là một cụm 3 chân, hay một chân (nếu thấp).

- Các giá, bệ chống đường ống, được sử dụng để chống các đoạn ống khi nó vượt qua các nơi thấp, trũng cục bộ, nhỏ, giá bệ bằng kim loại, cấu tạo chắc chắn, có chiều cao dưới 100cm. Các khoá van nước được đặt tại đầu các loại đường ống, hay ngay tại vòi phun (đối với vòi phun cỡ trung bình và lớn), các van nước này thường đơn giản, được điều khiển bằng tay...

6.4.5. Xác định các chỉ tiêu kỹ thuật quản lý khai thác

Các thông số và chỉ tiêu kỹ thuật cần xác định khi sử dụng hệ thống phun mưa là:

- Cường độ phun mưa trung bình của mỗi yếu tố phun mưa

$$I_{tb} = \frac{Q}{F} = \frac{h}{t} \quad (6.50)$$

Q, F - lưu lượng và diện tích do yếu tố phun mưa đạt được;

h, t - lớp nước mưa đo được và thời gian phun mưa trên diện tích tưới.

- Thời gian phun mưa cần thiết (t_f) tại mỗi vị trí để đạt được mức tưới quy định m là:

$$t_f = \frac{mbR}{T_{td}} \quad (6.51)$$

mbR - mức tưới phun mưa, có kể cả tổn thất bốc hơi trong quá trình tưới là Δm , thường thì $\Delta m = (5 \div 10)\% m$.

- Thời gian cần thiết để mỗi bộ phận phun mưa tưới hết diện tích cho trước (S) sẽ là:

$$t_f = \frac{W}{Q_y}$$

W - lượng nước cần cho cả cánh đồng có diện tích S , (l);

Q_y - lưu lượng của từng bộ phận phun mưa (vòi phun, cánh phun, đường ống phun hay nhóm số vòi phun cùng đồng thời làm việc tập trung trên sơ đồ).

- Xác định lớp nước phun mưa h (mức tưới phun) trong thời gian t

Trong thực tế được xác định bằng các cốc đo mưa. Tuy nhiên để cho gọn mà vẫn tương đối chính xác, có thể dùng các công thức sau:

$$h = I_{tb}t = \frac{Q \cdot t}{F} \quad (6.52)$$

- Năng lượng cần tiêu hao để đạt được 1 mm lớp nước mưa là:

$$E = \frac{H}{36,7\eta} \quad (6.53)$$

H - cột nước áp lực toàn phần cần thiết cho hệ thống phun mưa (m);

η - hệ số sử dụng có ích công suất của máy bơm.

- Công suất làm việc của động cơ máy bơm N được xác định:

$$N = \frac{\gamma QH}{102\eta}, \text{ (KW)} \quad (6.54)$$

γ - tỷ trọng của nước (1000 KN/m^3);

Q - lưu lượng làm việc của hệ thống phun mưa hay máy phun ($l/giờ$, $l/phút$);

H - cột nước áp lực phun mưa toàn bộ (m);

η - hiệu suất máy bơm.

- Số vị trí mà mỗi yếu tố phun mưa cần làm việc để phun tưới hết diện tích F_d nào đó (N_v), theo biểu thức:

$$N_v = \frac{F_d}{F_y} \quad (6.55)$$

F_d, F_y - diện tích khu đồng cần tưới và diện tích tưới được trong 1 lần của yếu tố phun mưa đó (theo mức tưới quy định).

- Diện tích máy tưới được trong một ca làm việc, năng suất của thiết bị phun mưa (F_{ca}):

$$F_{ca} = \frac{3,6QTK}{m}, \text{ (ha/ca)} \quad (6.56)$$

Q - lưu lượng của máy hay hệ thống phun mưa;

T - thời gian làm việc trong một ca (8 giờ);

m - mức tưới yêu cầu (m^3/ha).

hay:
$$F_{ca} = \frac{F_v T I_{tb} K}{m} \quad (6.57)$$

F_v - diện tích tưới một vị trí của các vòi phun làm việc đồng thời (ha);

K - hệ số sử dụng hữu ích thời gian công tác của máy hay hệ thống phun mưa, nó biểu thị số phần trăm thời gian máy làm việc có ích (T_f) trên toàn bộ thời gian công tác của máy (T), $K = \frac{T_f}{T} < 100\%$.

- Xác định diện tích đảm bảo tưới trong toàn vụ tưới hay công suất vụ của máy (F_v):

$$F_v = F_{ca} n_c T, \text{ (ha)} \quad (6.58)$$

n_c - số ca máy làm việc trong một ngày đêm (24 giờ, ca máy là 8 giờ, thường chọn $n_c = 1,5 \div 2$ để đạt công suất vụ cao);

T - chu kỳ tưới trong chế độ tưới cây trồng (ngày).

- Xác định số lượng yếu tố phun mưa có thể đồng thời cùng làm trên hệ thống theo biểu thức:

$$N_y = \frac{Q_h}{Q_y} \quad (6.59)$$

Q_h - lưu lượng làm việc của hệ thống hay trạm bơm;

Q_y - lưu lượng làm việc của yếu tố đó (các vòi phun, đường ống phun).

- Thời gian cần thiết để tưới xong khu tưới có diện tích S:

$$T = S \frac{T_v}{F_v} K$$

T_v - thời gian phun mưa tại 1 vị trí có diện tích F_v ;

K - hệ số sử dụng hữu ích thời gian công tác.

6.4.6. Công tác vận hành quản lý, khai thác kỹ thuật phun mưa

Các vấn đề được nêu trên sẽ có tính nguyên tắc chung để vận dụng cho các loại máy, hệ thống tưới phun. Tuy nhiên trong thực tiễn sản xuất, khi sử dụng máy, hệ thống phun mưa cụ thể, để đảm bảo (với mức độ chính xác) cho máy phun làm việc tốt, hiệu quả cao, thì trên cơ sở các chỉ tiêu được nêu ở đây, kết hợp với các đặc tính riêng của máy bơm, phải xây dựng, thiết lập được các chỉ dẫn kỹ thuật, quy trình cụ thể về quản lý, sử dụng có hiệu quả từng loại máy phun, hệ thống phun mưa.

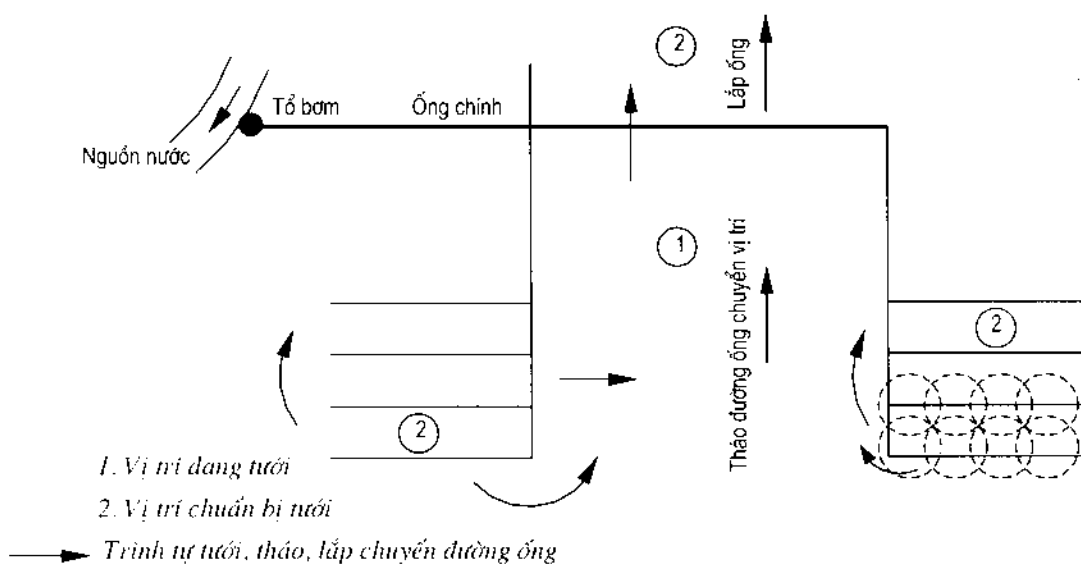
Để nâng cao năng suất của hệ thống tưới phun và để hạn chế được thời gian máy ngừng hoạt động do vận chuyển lắp ráp đường ống không kịp thời, phải triệt để áp dụng hình thức tưới luân phiên. Có nghĩa là khi vị trí thứ nhất các vòi phun đang tưới thì phải vận chuyển lắp ráp đường ống thiết bị cho đường ống thứ hai, để khi vị trí thứ nhất tưới xong, thì vị trí thứ hai các vòi phun có thể hoạt động được ngay mà không để thời gian chết. Trình tự tưới luân phiên và liên tục theo kiểu cuốn chiếu.

Nguyên tắc tưới là từ xa đến gần (kể từ tổ máy) và từ trái sang phải theo tuần tự.

Muốn việc vận chuyển, tháo lắp đường ống, thiết bị được nhanh chóng, phải tháo trình tự từ xa về gần, và lắp theo trình tự từ gần đến xa (giữa hai vị trí tưới), xem sơ đồ hình 6.24, có như vậy quãng đường vận chuyển đường ống thiết bị mới ngắn nhất và ít phải đi lại nhiều lần trên ruộng.

- Khi chỉ có các máy tưới phun làm việc thì cũng phải tuân theo sơ đồ, có trình tự liên tục nhất định để giảm đến mức tối đa sự di chuyển vô ích của máy.

- Để thuận tiện và tiết kiệm cho công tác quản lý sử dụng các máy phun mưa, thì cố gắng bố trí các máy làm việc đồng thời, tập trung trên các diện tích tưới lớn nhất cho phép.



Hình 6.24: Sơ đồ bố trí tổ chức tưới phun

6.5. PHƯƠNG PHÁP TƯỚI NHỎ GIỌT

Tưới nhỏ giọt là dạng rất phổ biến và đặc trưng của công nghệ tưới hiện đại tiết kiệm nước.

6.5.1. Đặc điểm và phân loại

Tưới nhỏ giọt là phương pháp đưa nước đến gốc cây trồng dưới dạng từng giọt. Phương pháp này khác với phương pháp tưới truyền thống hoặc tưới phun là nó chỉ làm ẩm phần đất quanh khu vực bộ rễ cây vì vậy tưới nhỏ giọt còn được gọi là tưới cục bộ (vào gốc cây trồng).

Đặc điểm của tưới nhỏ giọt là lưu lượng tưới nhỏ, thời gian một lần tưới kéo dài, chu kỳ tưới ngắn, áp lực công tác cần nhỏ, có thể khống chế lượng nước tương đối chính xác, đưa nước và chất dinh dưỡng đến vùng đất quanh rễ cây.

Theo phương thức cấp nước có thể phân làm các loại:

1. Tưới nhỏ giọt trên mặt đất

Tưới nhỏ giọt trên mặt đất là hình thức tưới mà vòi lắp trên dây tưới (ống tưới), từng giọt phân bố chậm và đồng đều cho vùng đất xung quanh bộ phận rễ cây. Do lưu lượng giọt nhỏ, nước ngấm dần vào vùng rễ cây, vùng đất dưới vòi bị bão hoà, phần khác không bão hoà, nước thấm và khuếch tán xung quanh vùng rễ nhờ lực trương mao quản. Loại tưới nhỏ giọt thông thường được thực hiện trên mặt đất.

2. Tưới nhỏ giọt dưới mặt đất

Ở tưới nhỏ giọt dưới mặt đất thì toàn bộ đường ống tưới và vòi được chôn dưới mặt đất. Hình thức này khắc phục được nhược điểm là đường ống dễ bị lão hoá, đường ống không bị hư hại, tiện cho hoạt động ở mặt ruộng. Khác với tưới ngầm là nước chỉ ngấm ướt bộ phận đất gần rễ vì vậy còn gọi là tưới nhỏ giọt ngầm.

3. Tưới sỏi bọt

Đây là phương thức tưới mà nước sẽ ngấm vào trong đất từ các ống sỏi bọt chôn trong đất nối với hệ thống đường ống tưới. Lưu lượng tưới của kỹ thuật này lớn hơn ở tưới phun nhỏ. Để ngăn ngừa sinh ra dòng chảy mặt đất người ta đào các lỗ trữ nước xung quanh ống sỏi bọt. Công nghệ này thích hợp với vườn cây ăn quả, cây công nghiệp thân nhỏ và các cây rừng ở vườn ươm.

6.5.2. Cấu tạo và phân loại hệ thống tưới nhỏ giọt

Cấu tạo của hệ thống tưới nhỏ giọt gồm:

1. Nguồn nước

Có thể là sông, hồ, kênh, bể chứa nước và giếng khoan. Chất lượng nước phải thoả mãn yêu cầu tưới nhỏ giọt.

Để sử dụng có hiệu quả nguồn nước cần phải xây dựng công trình dẫn, trữ và bơm nước. Đây gọi là công trình nguồn nước. Công trình nguồn nước có thể là một bể chứa đặt trên cao cung cấp nước và tạo áp lực.

2. Cụm thiết bị đầu hệ thống

Gồm máy bơm, động cơ, bộ phận điều khiển van khống chế, thiết bị lọc nước, hoà phân, đo nước và thiết bị bảo dưỡng. Thiết bị đầu hệ thống làm nhiệm vụ điều tiết, đo đạc kiểm tra, khởi động là trung tâm điều tiết khống chế của hệ thống.

3. Hệ thống ống dẫn và phân phối cấp nước áp lực

Gồm đường ống chính, đường ống nhánh và ống tưới làm nhiệm vụ dẫn và phân phối nước, được chôn dưới mặt đất ở một độ sâu nhất định. Do quy mô khu tưới mà số cấp đường ống khác nhau. Đường ống nhánh thứ cấp và đường dây tưới thường đặt nổi trên mặt đất.

4. Vòi tạo giọt

Thường được gắn trên đường ống, dây tưới để lấy nước đưa từng giọt đến gốc cây trồng. Vòi tạo giọt thường nhỏ nhưng cấu tạo tinh vi, phức tạp. Đó là thiết bị đặc trưng cho công nghệ cao trong hệ thống tưới nhỏ giọt. Vòi gồm có rất nhiều loại khác nhau, phụ thuộc vào đối tượng và mục đích sử dụng. Vật liệu làm vòi thường là chất dẻo có độ bền cao.

Các loại đường ống tưới và thiết bị phụ cũng được chế tạo từ chất dẻo chất lượng cao.

5. Các thiết bị phụ và phụ tùng trên hệ thống

Gồm nhiều loại, đa dạng phức tạp cũng tương tự như ở công nghệ tưới hiện đại tiết kiệm nước.

6.5.3. Ưu khuyết điểm của hệ thống tưới nhỏ giọt

1. Ưu điểm

- Rất tiết kiệm nước. Nước được dẫn và phân phối bằng đường ống và các vòi tạo giọt nên tổn thất thấm và bốc hơi không đáng kể. Do vậy so với tưới bằng dòng chảy mặt đất có thể tiết kiệm được từ $\frac{1}{3} \div \frac{1}{2}$ và so với tưới phun tiết kiệm từ $15 \div 25\%$.

- Thuộc loại tưới cục bộ, nước chỉ làm ẩm ướt gần phần rễ cây, lưu lượng tưới nhỏ không làm phát sinh dòng chảy mặt và thấm sâu.

- Đáp ứng tốt yêu cầu nước đối với cây trồng, hiệu quả sử dụng nước cao.

- Tiết kiệm năng lượng do các vòi nhỏ giọt hoạt động với áp lực thấp, áp lực công tác thường từ $0,15 \div 2$ atm so với tưới phun lại tiết kiệm nước nên hiệu suất lợi dụng cao do đó giảm được năng lượng bơm.

- Chất lượng tưới tốt, nước tưới được phân bố đồng đều.

Do có thể khống chế lượng nước chảy ra đối với mỗi vòi nhỏ giọt nên độ đồng đều nói chung có thể đạt $80\% \div 90\%$.

- Tăng năng suất, sản lượng và chất lượng sản phẩm cây trồng.

Tưới nhỏ giọt có thể cung cấp nước và chất dinh dưỡng với liều lượng và thời gian thích hợp cho cây, lại có khả năng điều tiết nhiệt độ và độ ẩm giữa các cây do đó tạo điều kiện tốt để cây trồng đạt được sản lượng cao và ổn định. Thực tế cho thấy những vùng thực hiện tưới nhỏ giọt, năng suất cây trồng có thể tăng tới 30%.

- Có tính thích nghi cao đối với đất và địa hình.

Do tốc độ tưới nước của hệ thống tưới nhỏ giọt nhỏ, với đất nhẹ tính thấm lại nhỏ, nên có thể điều tiết tốc độ thấm bằng cách giảm tốc độ tưới để không gây dòng chảy mặt. Đối với đất cát có tính thấm nước cao có thể tưới gián đoạn. Như vậy có thể làm cho tầng đất ở rễ cây duy trì được lượng nước thích hợp, không gây ra thấm sâu. Do dẫn nước bằng đường ống áp lực nên không cần san bằng đất tưới.

2. Nhược điểm

- Vòi nhỏ giọt và đường ống tưới dễ bị tắc: Đây là vấn đề chủ yếu trong sử dụng tưới nhỏ giọt, nghiêm trọng có thể làm cho hệ thống tưới hoạt động không bình thường, ngừng hoạt động. Nguyên nhân gây tắc có thể do phù sa trong nước, chất hữu cơ, vi sinh vật hoặc vật lắng kết hoá học. Do vậy, tưới nhỏ giọt, chất lượng nước yêu cầu rất cao, nói chung nên qua lọc. Khi cần còn phải qua lắng đọng và xử lý hoá học.

- Có thể gây nên tích lũy muối: Trên đất tưới mà hàm lượng muối cao, khi thực hiện tưới nhỏ giọt các phần tử muối có thể chuyển động bên ngoài viền ẩm, nếu gặp mưa nhỏ, các phần tử muối có thể bị xói đến phần rễ cây và gây nên nhiễm mặn, lúc này nên tiếp tục tưới nhỏ giọt. Ở những vùng không có điều kiện rửa mặn hoặc lượng mưa không ít thì không nên thực hiện tưới nhỏ giọt trên đất có hàm lượng muối cao.

- Có thể làm hạn chế phát triển rễ cây.

Do tưới nhỏ giọt chỉ làm ẩm cục bộ, do đó rễ cây chỉ phát triển vùng ẩm, các vùng khác rễ ít phát triển.

Tóm lại, tưới nhỏ giọt có thể thích ứng với những điều kiện khác nhau nên có thể sử dụng rộng rãi. Cần căn cứ điều kiện tự nhiên, cây trồng cụ thể để áp dụng thích hợp. Tưới nhỏ giọt phù hợp với các vùng khan hiếm nước, địa hình phức tạp, khí hậu khô hạn lại thường xuyên có gió mạnh khó thực hiện phun mưa. Tưới nhỏ giọt thích hợp với các cây trồng có mật độ thưa (cây công nghiệp, ăn quả).

6.5.4. Thiết bị và nguyên lý công tác

Hệ thống tưới nhỏ giọt hoàn chỉnh từ điểm nhận nước đến nguồn nước gồm có vòi nhỏ giọt, hệ thống đường ống dẫn nước các cấp, thiết bị lọc nước, thiết bị hoà phân hoá học hay thuốc trừ sâu, máy bơm, động cơ.

Thiết bị đặc trưng nhất và phức tạp là vòi tưới nhỏ giọt nhờ vòi tạo nhỏ giọt mà dòng nước áp lực trong đường ống cấp nước được phân phối đều và ổn định đến cây trồng. Do đó chất lượng vòi sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng tưới của hệ thống. Vì vậy vòi nhỏ giọt cần thoả mãn các yêu cầu sau:

- Lưu lượng của vòi phải nhỏ. Sự lớn nhỏ của lưu lượng vòi quyết định tình hình cột nước công tác, mặt cắt ngang đường ống dẫn nước, trở lực dòng chảy ra. Áp lực công tác thường từ 5 ÷ 15m, đường kính lỗ hoặc đường kính đường dòng chảy thường là 0,3 ÷ 2mm.

- Nước thoát ra đồng đều, ổn định, nhưng vẫn có thể tăng giảm số vòi hoạt động dễ dàng.

- Vòi cần có khả năng chống tắc tốt vì trong nước tưới có một lượng tạp chất nhất định. Do đường dẫn nước và miệng lỗ vòi phun nhỏ, nên khi thiết kế và chế tạo cần tìm biện pháp nâng cao khả năng chống tắc.

- Độ chính xác chế tạo cần phải cao: Như trên đã nói lưu lượng của vòi ngoài ảnh hưởng của cột nước còn chịu ảnh hưởng bởi độ chính xác của thiết bị.

- Kết cấu đơn giản, tiện chế tạo và lắp ráp, bảo quản.

6.6. CÔNG NGHỆ TƯỚI CỤC BỘ TIẾT KIỂM NƯỚC

6.6.1. Giới thiệu công nghệ tưới cục bộ tiết kiệm nước

1. Khái quát chung

Hiện nay trên thế giới có nhiều cách phân loại phương pháp tưới khác nhau tùy thuộc vào phương thức đưa nước vào ruộng, phạm vi cung cấp nước trên cánh đồng, công cụ thiết bị cung cấp phân phối nước... Theo Tổ chức Lương thực và Nông nghiệp của Liên hiệp quốc (FAO) thì cách phân loại theo phạm vi cung cấp nước trên cánh đồng là khá hợp lý. Với cách phân loại này thì các phương pháp tưới có thể được phân loại một cách khái quát thành phương pháp tưới toàn bộ và phương pháp tưới cục bộ.

Tưới toàn bộ là phương pháp tưới cung cấp phân phối nước làm ướt trên toàn bộ diện tích đồng ruộng canh tác hoặc trên toàn bộ cây trồng như phương pháp tưới mặt đất..

Tưới cục bộ hay vi tưới là phương pháp tưới chỉ làm ướt từng khoảng đất nhỏ ở gốc hay một bộ phận thân lá các cây trồng (phần trên mặt đất hoặc trong tầng đất có sự hoạt động của bộ rễ).

Các hệ thống vi tưới còn thường được gọi là các hệ thống tưới ít nước hay tưới lưu lượng nhỏ đặc trưng bởi sự cung cấp thường xuyên một lượng nước hạn chế được kiểm soát để tưới cho một phần của tầng đất canh tác, vùng hoạt động hữu hiệu của bộ rễ cây nhằm sử dụng tối ưu lượng nước tưới.

Kỹ thuật tưới hiện đại tiết kiệm nước là một trong các kỹ thuật tưới thuộc phương pháp tưới cục bộ. Thiết bị tưới trong các hệ thống tưới hiện đại tiết kiệm nước là các thiết bị tinh vi, hiện đại.

Các thiết bị tưới cấp cuối cùng trực tiếp đưa nước đến cây trồng là thành phần đặc trưng nhất của hệ thống tưới. Do vậy, căn cứ vào đặc tính của thiết bị tưới và hình thức phân phối nước từ thiết bị tưới mà công nghệ tưới cục bộ tiết kiệm nước có thể được phân ra thành 3 loại kỹ thuật tưới thành phần sau đây:

Tưới nhỏ giọt: là kỹ thuật tưới cung cấp nước vào đất dưới dạng các giọt nước nhỏ ra đều đều từ thiết bị tạo giọt đặt tại một số điểm trên mặt đất gần gốc cây.

Tưới phun mưa cục bộ: là kỹ thuật tưới cung cấp nước cho cây trồng dưới dạng các hạt mưa hoặc các hạt sương rơi trên một diện tích nhỏ xung quanh gốc cây trồng.

Tưới ngầm cục bộ: là kỹ thuật tưới đưa nước vào đất dưới dạng các giọt nước rỉ ra hoặc nhỏ ra thường xuyên từ thiết bị tưới đặt tại một số điểm dưới dạng mặt đất trong vùng có sự hoạt động của bộ rễ cây.

Nguyên lý, đặc tính cơ bản của công nghệ tưới cục bộ tiết kiệm nước là đưa nước từng ít một (có thể cùng với các loại phân bón hoặc thuốc trừ sâu, hoá chất) tập trung vào vùng rễ cây thông qua những thiết bị tinh vi hiện đại được đặt ở trên hoặc dưới mặt đất như các lỗ, vòi phun, thiết bị tạo giọt...

2. Cấu tạo và nguyên lý làm việc của hệ thống tưới cục bộ tiết kiệm nước

Một hệ thống tưới cục bộ, hiện đại tiết kiệm nước thông thường có 4 thành phần cơ bản:

a) Công trình đầu mối cấp nước áp lực thích hợp

Nguồn nước tưới có thể lấy từ hồ chứa, sông suối, kênh mương, giếng đào hay bể chứa nước... Có thể cần đến một bể lắng, bể lọc nước hoặc máy lọc hút nếu nguồn nước không sạch có chứa các tạp chất hữu cơ hay các chất lơ lửng, bùn cát.

Nước áp lực có thể tạo ra nhờ một máy bơm, một bể chứa nước ở trên cao hay cũng có thể từ một mạng phân phối nước áp lực. Máy bơm thường là máy bơm ly tâm, nhưng đối với các hệ thống nhỏ thì chỉ cần loại máy bơm pít tông là thích hợp hơn cả. Các loại máy bơm này thường có lưu lượng nhỏ và cột nước làm việc trung bình hoặc nhỏ.

b) Các thiết bị xử lý và điều khiển

Các thiết bị này có thể đầy đủ hoặc chỉ là một số trong các thiết bị sau đây:

- + Van kiểm tra có nhánh vòng: Dùng để điều áp bảo vệ an toàn đường ống áp lực.
- + Van điều chỉnh: Dùng để điều chỉnh áp lực và lưu lượng trên hệ thống. Thường thì có một van điều chỉnh đầu hệ thống và một số van điều chỉnh khác đặt tại các đường ống nhánh hoặc đầu các đường ống cấp dưới.
- + Thùng chứa và hoà tan chất dinh dưỡng hoặc hoá chất: Dùng để hoà tan phân bón, thuốc trừ sâu, hoá chất. Thùng này là một loại bình có áp nhỏ với một lối vào và một lối ra.
- + Thiết bị lọc sạch nước: Thiết bị này có thể là một tấm lưới hay một ống lọc có đường kính mắt lọc tùy theo yêu cầu của thiết bị tưới, nó cũng có thể là một bể lọc ngược với các tầng cát sỏi. Khi nước mang nhiều bùn cát thì có thể phải lắp đặt loại máy lọc xoáy chẳng hạn. Thiết bị lọc nước là một trong các bộ phận quan trọng và đặc trưng của hệ thống tưới hiện đại tiết kiệm nước.

c) Các đường ống áp lực

Các đường ống này có thể bao gồm đường ống chính, đường ống nhánh các cấp và đường ống tưới. Đường ống chính nối các ống nhánh với công trình đầu mối. Đường ống tưới nối với đường ống nhánh cấp cuối cùng ở một phía hoặc ở cả hai phía. Các đường ống

trên có thể là ống thép, ống PVC, ống bê tông xi măng, ống polyetylen (PE)... Thông dụng nhất vẫn là các đường ống nhựa PVC, PE.

d) Các thiết bị tưới và thiết bị phụ

Các thiết bị tưới rất đa dạng và không ngừng được cải tiến hoàn thiện. Chúng có thể là các đoạn ống nhỏ, chùm ống nhỏ, ống có đục lỗ châm kim (vách đơn hoặc vách kép), thiết bị tạo giọt, thiết bị phun mưa. Còn các thiết bị phụ từng rải khắp toàn bộ hệ thống.

Phần lớn các hệ thống tưới hiện đại tiết kiệm nước (vi tưới) được bố trí lắp đặt cố định, nhưng cũng có một số ít có thể lưu động, di chuyển phục vụ theo mùa hay khi phải phụ trách một vùng canh tác rộng mà số lượng thiết bị lại có hạn phải áp dụng hình thức tưới luân phiên, hoặc khi nguồn nước bị hạn chế lại phân tán cũng phải dùng hệ thống di động.

Nguyên lý hoạt động:

Khi được cung cấp nước áp lực, nước chảy qua van kiểm tra, van cổng rồi đi vào thùng chứa và hoà tan chất dinh dưỡng dưới một áp lực thích hợp. Một phần của dòng chảy bị hướng xuyên qua thùng, nếu trong thùng có chứa phân bón hoá học hoặc thuốc trừ sâu hoà tan thì dòng chảy sẽ hoà lẫn mang theo chất đó đi ra khỏi thùng trở lại vào ống chính. Nước được lọc sạch theo yêu cầu khi đi qua thiết bị lọc nước.

Tuỳ theo nhu cầu sử dụng nước mà người quản lý hệ thống điều chỉnh lưu lượng, áp lực thông qua các van khống chế tại đầu các đường ống. Nước áp lực chuyển động trong các đường ống đến các thiết bị tưới để cung cấp cho cây trồng. Tuỳ theo cấu tạo và chức năng của từng thiết bị tưới mà nước được cung cấp phân phối cho cây trồng theo các hình thức và phạm vi khác nhau. Các ống tưới nhỏ, chùm ống nhỏ, ống có lỗ đục lỗ châm kim, thiết bị tạo giọt thường tạo ra các giọt nước hay rỉ với lưu lượng nhỏ không đổi dưới áp lực không khí hoặc gần với áp lực không khí. Thiết bị tưới phun mưa nhỏ khi có dòng nước áp lực đi đến đập vào mặt chắn hoặc cánh quay hay sẽ làm phân xé dòng nước phun ra không khí ở dạng các hạt mưa nhỏ như mưa phùn hoặc như sương mù lan tỏa...

3. Ưu nhược điểm của công nghệ tưới cục bộ tiết kiệm nước

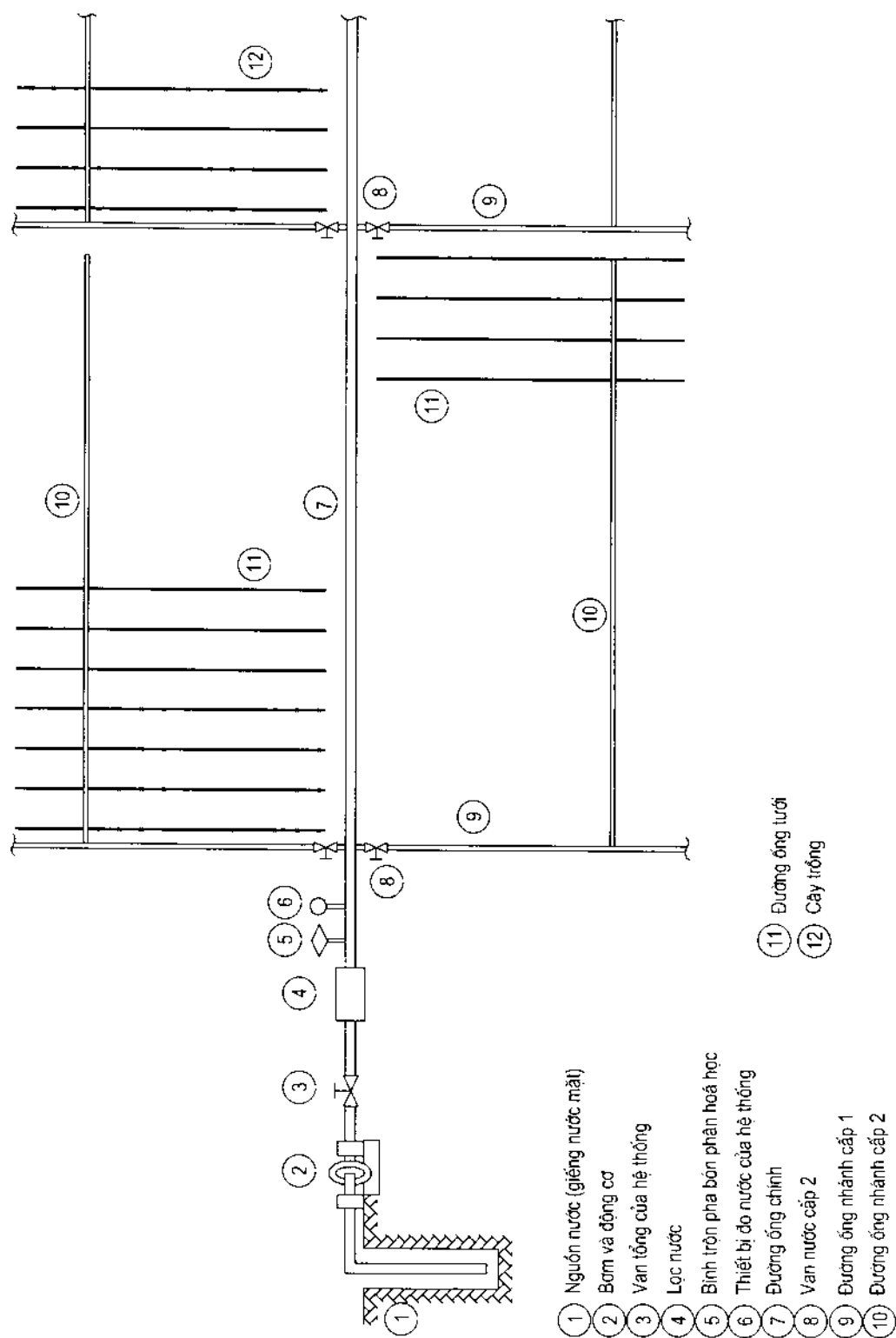
a) Ưu điểm

+ Tiết kiệm nước tưới ở mức rất cao

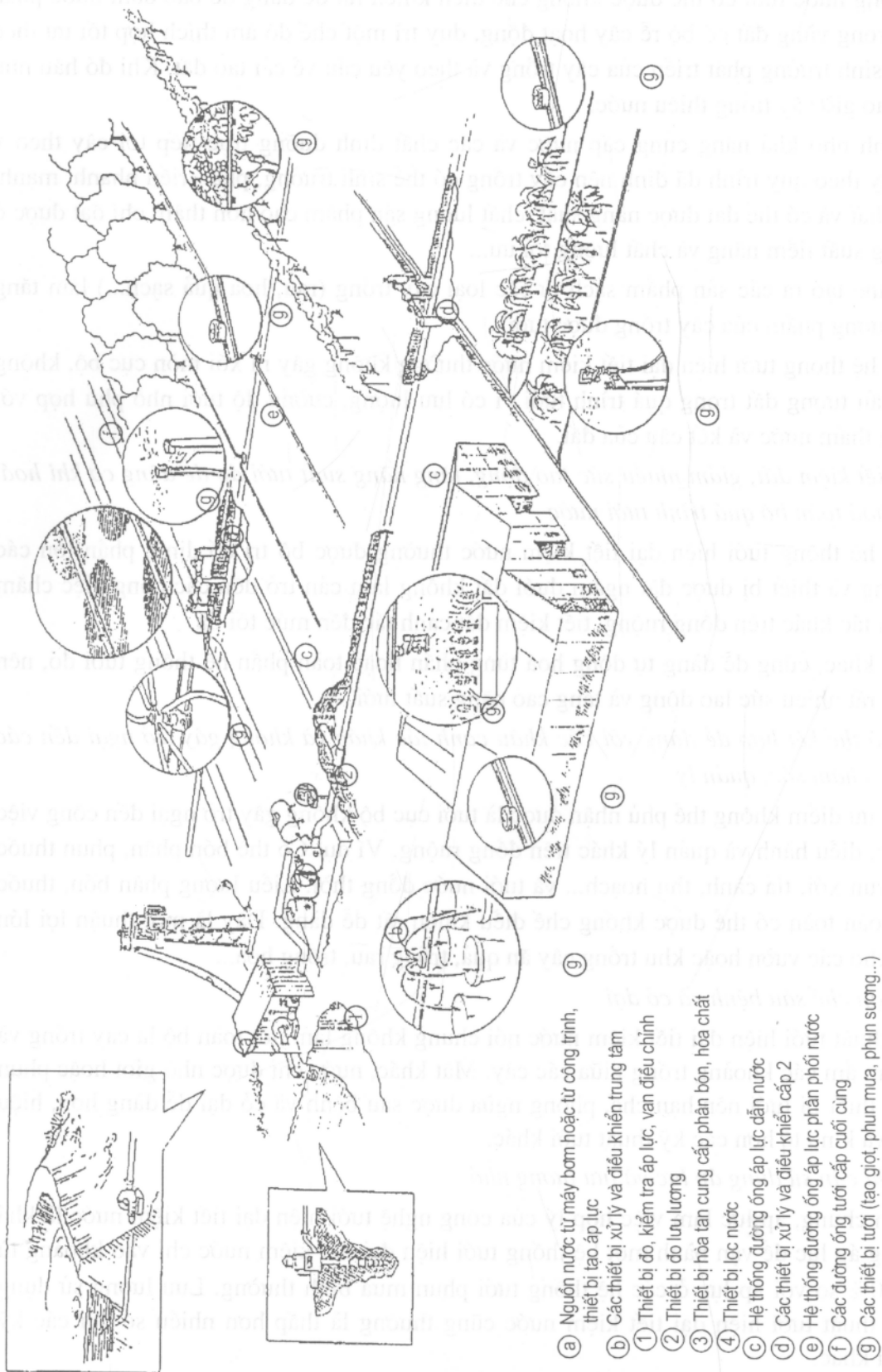
Kỹ thuật tưới cục bộ đưa nước trực tiếp đến tận rễ cây và khống chế phân bố ẩm trong vùng có sự hoạt động của bộ rễ nên rất tiết kiệm nước tưới, có thể nói là nước không bị lãng phí. Điều này có ý nghĩa rất quan trọng và mang lại lợi ích trực tiếp cho các vùng có nguồn nước khó khai thác, khan hiếm và quý... Thực tế, kỹ thuật tưới hiện đại tiết kiệm nước dùng nước ít hơn từ 20% ÷ 30% so với tưới phun mưa toàn bộ hay tưới mặt đất được quản lý tốt, thậm chí có thể tiết kiệm trên 60% ÷ 80% lượng nước so với tưới mặt đất.

+ Tăng năng suất, chất lượng sản phẩm cây trồng và có tác dụng cải tạo, bảo vệ đất

Các hệ thống tưới hiện đại tiết kiệm nước có thể cung cấp nước thường xuyên, ít một tạo ra môi trường ẩm trong đất gần với độ ẩm tối đa đồng ruộng.



Hình 6.25: Sơ đồ hệ thống tưới cục bộ hoàn chỉnh



Hình 6.26: Cấu tạo chung của một hệ thống tưới cục bộ tiết kiệm nước

Lượng nước tưới có thể được khống chế điều khiển rất dễ dàng để bảo đảm nước phân bố đều trong vùng đất có bộ rễ cây hoạt động, duy trì một chế độ ẩm thích hợp tối ưu theo nhu cầu sinh trưởng phát triển của cây trồng và theo yêu cầu về cải tạo đất. Khi đó hầu như không bao giờ cây trồng thiếu nước.

Chính nhờ khả năng cung cấp nước và các chất dinh dưỡng trực tiếp tới cây theo ý muốn hay theo quy trình đã định nên cây trồng có thể sinh trưởng, phát triển nhanh, mạnh, đầy đủ nhất và có thể đạt được năng suất, chất lượng sản phẩm cao hơn thậm chí đạt được ở mức năng suất tiềm năng và chất lượng tối ưu...

Có thể tạo ra các sản phẩm sạch từ các loại cây trồng (rau, hoa quả sạch...) làm tăng giá trị thương phẩm của cây trồng được tưới.

Các hệ thống tưới hiện đại tiết kiệm nước thường không gây ra xói mòn cục bộ, không phá vỡ cấu tạo đất trong quá trình tưới vì có lưu lượng, cường độ tưới nhỏ phù hợp với khả năng thấm nước và kết cấu của đất.

+ Tiết kiệm đất, giảm nhiều sức lao động, tăng năng suất tưới do dễ dàng cơ khí hoá, tự động hoá toàn bộ quá trình tưới nước

Các hệ thống tưới hiện đại tiết kiệm nước thường được bố trí cố định, phần lớn các đường ống và thiết bị được đặt ngầm dưới đất không làm cản trở đến các công việc chăm sóc, canh tác khác trên đồng ruộng, tiết kiệm đất canh tác đến mức tối đa.

Mặt khác, cũng dễ dàng tự động hoá từng phần hoặc toàn phần hệ thống tưới đó, nên tiết kiệm rất nhiều sức lao động và tăng cao năng suất tưới.

+ Có thể kết hợp dễ dàng với các khâu canh tác khác và không gây trở ngại đến các công việc chăm sóc, quản lý

Một ưu điểm không thể phủ nhận được là tưới cục bộ không gây trở ngại đến công việc chăm sóc, điều hành và quản lý khác trên đồng ruộng. Ví dụ: Có thể bón phân, phun thuốc trừ sâu, vun xới, tỉa cành, thu hoạch... và tưới nước đồng thời. Liều lượng phân bón, thuốc trừ sâu hoàn toàn có thể được khống chế điều khiển rất dễ dàng. Đây là một thuận lợi lớn khi tưới cho các vườn hoặc khu trồng cây ăn quả, trồng rau, trồng hoa...

+ Hạn chế sâu bệnh và cỏ dại

Kỹ thuật tưới hiện đại tiết kiệm nước nói chung không làm ướt toàn bộ lá cây trồng và không làm ẩm các khoảng trống giữa các cây. Mặt khác, nước chỉ được nhỏ giọt hoặc phun ra từ các thiết bị tưới nên hạn chế, phòng ngừa được sâu bệnh và cỏ dại dễ dàng hơn, hiệu quả hơn và kinh tế hơn các kỹ thuật tưới khác.

+ Chỉ cần sử dụng áp lực và lưu lượng nhỏ

Nhìn chung, áp lực làm việc hợp lý của công nghệ tưới hiện đại tiết kiệm nước là khá nhỏ. Tổng áp lực để vận hành một hệ thống tưới hiện đại tiết kiệm nước chỉ vào khoảng từ 50% ÷ 70% so với áp lực ở các hệ thống tưới phun mưa bình thường. Lưu lượng sử dụng trong kỹ thuật tưới hiện đại tiết kiệm nước cũng thường là thấp hơn nhiều so với các kỹ thuật tưới khác.

+ Tiết kiệm năng lượng, giảm chi phí quản lý vận hành

Do chỉ cần sử dụng áp lực thấp cho nên kỹ thuật tưới hiện đại tiết kiệm nước sẽ tiết kiệm được năng lượng, nhiên liệu chạy máy bơm, vì vậy chi phí vận hành cũng giảm rất nhiều.

+ Có thể dùng nước mặn để tưới

Cho phép cung cấp nước một cách đều đặn có thể làm cho áp lực nước trong đất được tưới luôn luôn ở mức rất thấp. Vì thế không có hiện tượng tập trung muối trong nước và trong đất, có thể duy trì nồng độ muối ở dưới mức nguy hại. Như vậy, có thể khắc phục được một số khó khăn khi dùng nước mặn mà kỹ thuật tưới thông thường trước đây mắc phải. Kỹ thuật tưới mới này còn tránh được hiện tượng làm cháy lá cây khi tưới phun mưa dùng nước mặn. Tuy nhiên nồng độ độ mặn của nước tưới còn phụ thuộc vào sức chịu của cây trồng.

+ Rất thích hợp khi tưới trên đất bạc màu

Trên các vùng canh tác đất đã bị bạc màu, nếu cứ tiếp tục áp dụng các phương pháp, kỹ thuật tưới thông thường thì khó có thể hy vọng năng suất cây trồng giữ được ổn định. Trong trường hợp này, áp dụng kỹ thuật hiện đại tiết kiệm nước sẽ tránh được tình trạng đất có nguy cơ bị thoái hoá và đá ong hoá.

b) Nhược điểm:

+ Các thiết bị tưới dễ bị tắc nghẽn

Vấn đề chính được coi như một nhược điểm cơ bản trong kỹ thuật tưới hiện đại tiết kiệm nước là các đường dẫn nước trong các thiết bị tạo giọt, tạo rì nước hoặc thiết bị phun mưa rất hẹp nên rất dễ bị tắc nghẽn do các hạt bùn cát, rong rêu, tạp chất hữu cơ, các chất nhớt bản có vi khuẩn, các chất dinh dưỡng không hoà tan, “vi khuẩn sắt”, các chất keo và cacbonat can xi kết tủa...

Biện pháp chủ yếu tránh và khắc phục sự tắc nghẽn là sử dụng nguồn nước sạch, sử dụng các thiết bị lọc nước và xử lý bằng các chất hoá học để làm sạch nước tưới. Đồng thời phải thường xuyên định kỳ thông rửa các thiết bị tưới sau các vụ tưới hay đợt tưới kéo dài.

+ Có thể làm hạn chế sự phát triển của bộ rễ cây trồng

Khi tưới cục bộ, rễ cây phát triển tập trung trong vùng đất được cấp ẩm. Nếu vùng này quá nhỏ thì bề rộng, chiều dài của bộ rễ bị hạn chế phát triển hoặc được cấp ẩm không đủ. Vì thế, cây trồng dễ bị đổ lúc gió mạnh và năng suất cây trồng có thể bị giảm sút phần nào. Lẽ dĩ nhiên nếu tưới đảm bảo đúng chỗ và vừa đủ thì tránh được điều bất lợi này.

Một nhược điểm khác là khi mà bộ rễ cây đã thích nghi với cách “bón nước đều đặn”, nếu việc cấp nước bị gián đoạn chừng lại cây trồng sẽ xấu đi hơn so với trường hợp áp dụng kỹ thuật tưới thông thường trước đây. Do đó, kỹ thuật tưới hiện đại tiết kiệm nước tuy rất tiết kiệm nước, nhưng cần phải được điều khiển vận hành với độ tin cậy cao.

+ Ít có tác dụng cải tạo tiểu khí hậu đồng ruộng

Tưới cục bộ nói chung ít có tác dụng làm thay đổi tiểu khí hậu đồng ruộng. Nếu có, thì tác động đó cũng chỉ hạn chế tại lân cận các vị trí được cung cấp nước.

Tưới phun mưa trên toàn bộ cánh đồng một cách thường xuyên có tác dụng tăng độ ẩm, giảm nhiệt độ không khí, bảo vệ các cây ăn quả và rau màu khỏi bị sương muối, trong khi đó tưới cục bộ hầu như không đạt được mục tiêu đó.

+ Các đường ống nhựa và các thiết bị tưới dễ bị hư hỏng, mất mát

Đường ống nhựa hoặc chất dẻo và các thiết bị tưới đặt trên mặt đất dễ bị hư hỏng, mất mát do nhiều nguyên nhân:

- Tia cực tím làm cứng hoá, gây rạn nứt;
- Do va chạm cơ học khi đi lại, vận chuyển, làm cỏ, bón phân ...;
- Các côn trùng, động vật gặm nhấm (chuột, sóc ...) phá hoại;
- Do một số người kém ý thức xâm phạm, làm hư hỏng hoặc lấy cắp ...

Đường ống bằng nhựa và các thiết bị tưới đặt ngầm dưới mặt đất cũng dễ bị hư hỏng do nguyên nhân khác nhau:

- Sơ xuất khi vun xới, làm cỏ ...;
- Sâu bọ, kiến lửa phá hoại (và cả chuột đồng);
- Rễ cây phá hoại khi ăn xuyên vào ...

+ Có thể làm cho đất bị nhiễm mặn

Tưới cục bộ cũng như bất kỳ một phương pháp tưới nào khác đều có thể làm cho đất bị nhiễm mặn do các muối độc di chuyển tập trung trên bề mặt, đặc biệt là ở vùng ven đất tưới. Một cơn mưa nhỏ hay lần tưới sau có thể rửa trôi muối xuống phân rã cây, đôi khi gây tác hại cho các cây trồng có rễ ăn nông. Tuy nhiên có thể khắc phục bằng cách quản lý nước và đất để ngăn chặn sự phá hoại do nhiễm mặn.

+ Vốn đầu tư ban đầu lớn

Vốn đầu tư mua trang thiết bị, đường ống và lắp đặt hệ thống tưới hiện đại tiết kiệm nước cao hơn so với các hệ thống tưới mặt đất, tưới phun mưa thông thường.

+ Đòi hỏi phải có trình độ kỹ thuật cao

Hệ thống tưới hiện đại tiết kiệm nước chỉ phát huy tác dụng và đạt được hiệu quả cao khi nó được thiết kế, quản lý tốt. Trong công tác vận hành, điều khiển hệ thống không những đòi hỏi người quản lý phải có trình độ kỹ thuật cao mà còn phải có kinh nghiệm giỏi.

4. Phạm vi áp dụng

Phương pháp tưới cục bộ nói chung và kỹ thuật tưới hiện đại tiết kiệm nước nói riêng được áp dụng phù hợp với mọi loại cây trồng. Nó không thích hợp khi tưới cho các loại cây trồng ngập nước như lúa nước, đay, cói...

Công nghệ tưới cục bộ, hiện đại tiết kiệm nước chủ yếu được dùng cho các vườn cây công nghiệp, cây ăn quả và các cây trồng có giá trị kinh tế cao được trồng theo hàng, có

mật độ khoảng cách chỉ choán từng phần trên mặt đất như: chè, lạc, mía, bông, thuốc lá, cam, chuối, nho, táo. Kỹ thuật tưới hiện đại tiết kiệm nước có thể áp dụng ở mọi vùng khí hậu, trên mọi loại địa hình và mọi loại đất khác nhau. Đặc biệt là các vùng khan hiếm nước, các vùng đất cát, các vùng sa mạc, các vùng đất nước bị nhiễm mặn hoặc chất lượng nước không có lợi cho trồng trọt.

Kỹ thuật tưới nhỏ giọt và kỹ thuật tưới ngầm cục bộ thích hợp nhất khi tưới cho các cây công nghiệp và cây ăn quả trồng thưa hàng trên đất có tính thấm kém (đất nặng) và có nhu cầu tưới liên tục, thường xuyên.

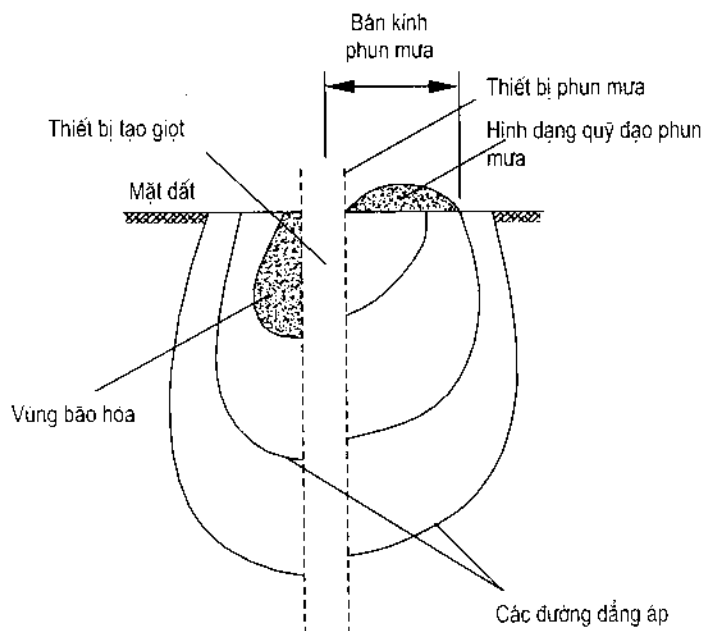
Kỹ thuật tưới phun mưa cục bộ tỏ ra thích hợp nhất khi tưới cho các loại cây trồng dày sát nhau, cây ở vườn ươm trong nhà kính và cả ngoài đồng ruộng, cây công nghiệp, cây ăn quả trồng dày có thể không theo hàng trên đất có tính thấm trung bình và lớn...

Nên ưu tiên áp dụng cho các khu tưới có quy mô vừa và nhỏ, địa hình phức tạp, nguồn nước khó khăn, các cây trồng cần có giá trị kinh tế cao như: Chè, lạc, cà phê (trong vườn ươm và giai đoạn đầu), thuốc lá ...

6.6.2. Cơ sở xác định chế độ tưới hợp lý với kỹ thuật tưới cục bộ tiết kiệm nước

1. Vùng cấp nước - phân bố ẩm và các vòi tưới

Kỹ thuật tưới cục bộ tiết kiệm nước là một biện pháp kỹ thuật cung cấp phân phối nước từ từ chỉ làm ướt từng khoảng đất nhỏ ở gốc cây và một phần thân lá cây lớn (phần trên bộ rễ cây). Nước ngấm vào vùng đất có sự hoạt động của rễ cây. Hình dáng, kích thước của khối đất ướt như thế nào (hình 6.27) chủ yếu phụ thuộc vào phạm vi phân phối nước của thiết bị tưới và cấu trúc đất, tính thấm ngang, tính thấm dọc, lực mao dẫn, lực hút của các hạt đất, cũng như lưu lượng tưới, lượng nước tưới và độ ẩm ban đầu sẵn có trong đất.



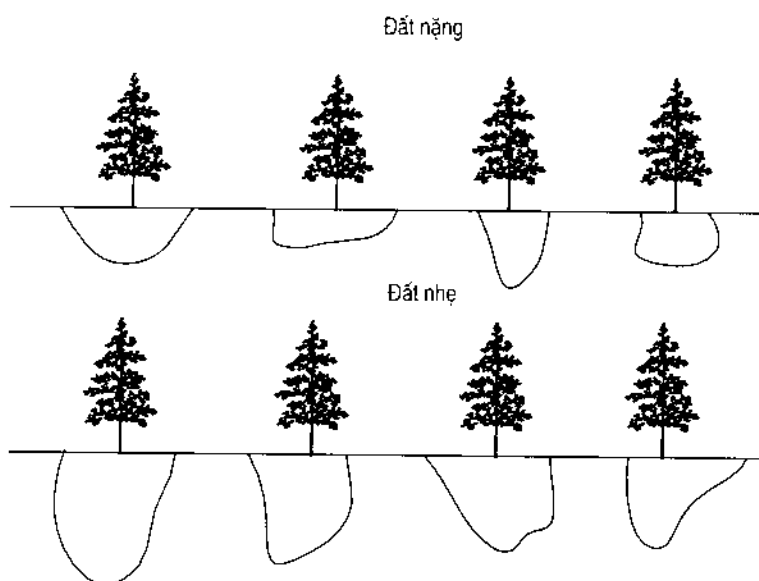
Hình 6.27: Vùng cấp nước cùng với các mặt cắt độ ẩm đất khi tưới nhỏ giọt và phun mưa cục bộ

Với các thiết bị tạo giọt thì nước tưới ngấm vào đất từ một điểm hoặc một số điểm phân bố quanh gốc cây.

Với các thiết bị phun mưa thì nước tưới ngấm vào đất từ bề mặt hình quạt hoặc hình tròn do các hạt mưa tạo ra khi rơi xuống đất như trên hình 6.27 và 6.28.

Với các thiết bị rỉ nước hoặc tạo giọt đặt ngấm trong đất thì nước tưới trực tiếp lan truyền vào đất từ một điểm hoặc một số điểm ngấm theo các hướng khác nhau làm ướt vùng rễ cây.

Cho dù cùng là một thiết bị tưới nhưng tưới trên các loại đất khác nhau thì hình dáng của các khối đất ướt cũng rất khác nhau (hình 6.28).



Hình 6.28: Hình dạng khối đất ướt trong các loại đất khác nhau

Trong đất có cấu tượng tốt như đất sét và đất mùn pha sét, lực mao dẫn khá mạnh nên có thể coi như trọng lực là không đáng kể. Các khối lượng đất ướt trong những loại đất như vậy có hình dáng chung giống như cái bầu hoặc hơn nửa khối bán cầu mà vùng ướt có xu thế phình ngang hơn là thâm sâu.

Trên các loại đất nhẹ như đất cát, đất cát pha lực mao dẫn khá nhỏ và trọng lực có ảnh hưởng tương đối lớn làm cho khối đất ướt có hình dáng thuôn dài, dòng ngấm có xu hướng rỉ xuống sâu nhiều hơn là lan tỏa sang ngang.

Mặc dù có sự phức tạp như vậy, nhưng vẫn dễ dàng thấy rằng thể tích khối đất được cấp ẩm ít nhiều tỷ lệ thuận với lượng nước tưới và tỷ lệ nghịch với độ ẩm ban đầu.

Kích thước lớn nhất theo phương ngang (B_m) của khối đất ướt là hàm của lực mao dẫn và căn bậc hai của thời gian tưới (chỉ trừ khi tại vùng đó hướng chuyển động của nước xuống sâu trong lòng đất bị ngăn trở).

Chiều sâu H_d của khối đất ướt có quan hệ trực tiếp với B_m vì tích số $B_m \cdot H_d$ phải xấp xỉ với tỷ lệ lượng nước tưới m .

Có nghĩa là:

$$H_d A (\beta_c - \beta_0) = m \quad (6.60)$$

trong đó:

A - độ rộng đất tính theo thể tích;

β_c, β_0 - độ ẩm sau khi tưới, trước khi tưới theo % độ rộng A .

Một trong các chỉ số quan trọng nhất cần được xét đến khi tính toán kỹ thuật tưới hiện đại tiết kiệm nước và thiết kế hệ thống tưới là tỷ số P giữa diện tích hay thể tích khối đất ướt so với toàn bộ diện tích đất hay toàn bộ vùng rễ tiềm năng của cây trồng.

Giá trị của P phụ thuộc vào lưu lượng tưới, loại đất, khoảng cách giữa các thiết bị tạo giọt hoặc phun mưa...

Hiện nay, các kết quả nghiên cứu chưa thể cho phép xác định “giá trị tối thiểu tuyệt đối” của P :

+ Một số cây ăn quả khi còn nhỏ vẫn có thể tiếp tục phát triển tốt khi nước tưới chỉ choán $\frac{1}{4}$ vùng rễ tiềm ẩn, có nghĩa là chỉ số $P = 25\%$.

+ Với hầu hết các cây trồng có thể tưới bằng kỹ thuật tưới hiện đại tiết kiệm nước, ở mọi thời kỳ sinh trưởng phát triển dường như chỉ cần tưới choán khoảng 50% vùng rễ tiềm năng ($P = 50\%$) là hoàn toàn thoả mãn.

+ Trường hợp thiết kế hệ thống tưới cho các loại cây trồng có mật độ thưa thì chỉ số $P = 33,3\%$ tức là chỉ cần làm ướt ít nhất $\frac{1}{3}$ vùng rễ tiềm ẩn là hoàn toàn có thể chấp nhận được.

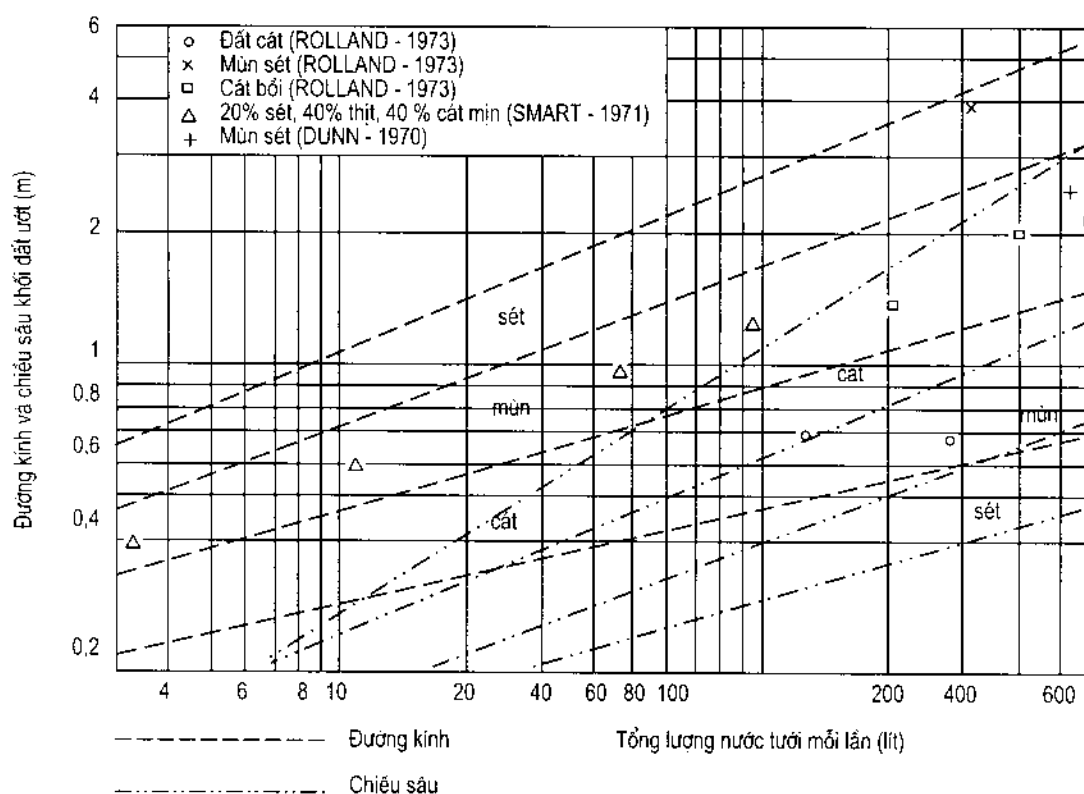
+ Nếu cây trồng ở sát nhau hoặc trồng theo hàng thì hầu như toàn bộ khối đất giới hạn bởi các băng cây cần được làm ướt đủ đảm bảo yêu cầu nước thích hợp cho từng cây một ($P = 100\%$).

Để đảm bảo cung cấp nước tưới đồng đều có hiệu quả thì vấn đề quan trọng không phải chỉ có tham số P mà còn phải xác định số lượng cũng như vị trí đặt thiết bị tạo giọt hoặc phun mưa cho mỗi cây trồng.

Thường lúc đầu đặt một thiết bị tạo giọt cho mỗi cây khi còn non. Điểm tưới nên ở thật gần gốc cây, khi cây lớn thì có thể thêm nhiều điểm tưới tỏa xa hơn, nước phân phối rộng và đều hướng khuyến khích sự phát triển đầy đủ nhất cho bộ rễ.

Trong trường hợp cây trồng được tưới bằng các vòi phun mưa thì tùy theo loại vòi phun quay hay cố định mà có thể bố trí một vòi hoặc cùng lắm là 2 vòi phun cho một cây.

Trong trường hợp không có các tài liệu thí nghiệm, có thể tham khảo hoặc sơ bộ xác định đường kính và chiều sâu đó theo biểu đồ (hình 6.29).



Hình 6.29: Quan hệ giữa đường kính và chiều sâu khối đất ướt với tổng lượng nước tưới mỗi lần

2. Giới hạn phạm vi độ ẩm hợp lý

Tưới nhiều nước quá hoặc ít nước quá đều bất lợi cho cây trồng và đất đai. Cây trồng chỉ có thể sử dụng được nước ở trong đất khi độ ẩm đất nằm trong phạm vi giữa độ ẩm cây héo và độ ẩm tối đa đồng ruộng.

Độ ẩm cây héo và độ ẩm tối đa đồng ruộng thay đổi tùy thuộc vào từng loại đất khác nhau. Độ ẩm đất có tương quan tỷ lệ nghịch với áp lực hút nước của đất. Vì vậy, trong thực hành tưới nước ở nhiều nước trên thế giới người ta cũng hay sử dụng các giá trị áp lực hút nước của đất trong việc đặt kế hoạch tưới nước.

Tưới nhỏ giọt thường là “Cách tưới duy trì áp lực hút nước của đất thấp”, mục đích tưới là đảm bảo độ ẩm đất thường xuyên gần với khả năng chứa nước tối đa đồng ruộng.

3. Cơ sở xác định nhu cầu tưới và chế độ tưới hợp lý

a) Mức yêu cầu

Mức tưới yêu cầu m là lượng nước cần phải cung cấp để đáp ứng nhu cầu nước của cây trồng.

Nếu tưới nước là nguồn cung cấp nước duy nhất thì mức tưới yêu cầu ít nhất cũng phải bằng nhu cầu nước của cây trồng hay lượng bốc hơi nước đồng ruộng và thường là phải lớn hơn để bù vào lượng nước tổn thất có thể xảy ra trong hệ thống do việc lọc nước, ngấm sâu hay phân bố không đều.

Trong trường hợp cây trồng còn nhận được một phần lượng nước từ các nguồn cung cấp khác như mưa, nước ngưng tụ lại trong đất hay nước ngấm cung cấp thì mức tưới yêu cầu có thể ít hơn hẳn so với nhu cầu nước của cây trồng.

Mức tưới yêu cầu khi tưới bằng phương pháp tưới hiện đại tiết kiệm nước được xác định từ phương trình sau đây:

$$M = ET_c \cdot k_f \cdot k + L - R, \quad (\text{mm}) \quad (6.61)$$

trong đó:

ET_c - nhu cầu nước của cây trồng hay lượng bốc thoát hơi nước đồng ruộng. ET_c có thể được xác định theo một trong 4 phương pháp phổ biến nhất hiện nay mà FAO khuyến nghị là: Blaney - Criddle, bức xạ, Penman và phương pháp bể đo bốc hơi;

k_f - hệ số giảm nhu cầu nước của cây trồng hay hệ số giảm lượng bốc thoát hơi nước đồng ruộng, k_f có thể được xác định thông qua diện tích che bóng của cây trồng;

k - hệ số hiệu quả sử dụng nước tưới;

L - lượng nước cần thêm để bù thất thoát nước;

R - lượng nước mà cây trồng sử dụng được từ các nguồn cung cấp nước khác ngoài việc tưới.

b) Nhu cầu tưới lúc cao điểm và hàng ngày

• Nhu cầu tưới lúc cao điểm

Nhu cầu tưới lúc cao điểm là mức tưới yêu cầu lớn nhất cho cây trồng trong một ngày. Nó được sử dụng cho việc thiết kế hệ thống tưới khi tính toán kích cỡ các loại đường ống, phân tích lựa chọn máy bơm...

Nhu cầu tưới lúc cao điểm có thể được xác định từ công thức sau:

$$m_p = ET_c^* \cdot k_{rm} \cdot k + L - R; \quad (\text{mm/ngày}) \quad (6.62)$$

hay:

$$m_p = ET_c^* \cdot k_{rm} \cdot k \cdot A + L - R; \quad (l/\text{ngày}/\text{cây})$$

ET_c^* - nhu cầu nước của cây trồng hay lượng bốc thoát hơi nước tối đa bình quân ngày. Đối với các cây ăn quả có bộ rễ khỏe bám chắc thì ET_c^* tương ứng với lượng bốc thoát hơi nước bình quân ngày trong tháng có lượng bốc thoát hơi lớn nhất. Đối với các loại cây trồng cần nhiều nước hơn, thân mảnh với bộ rễ nhỏ thì ET_c^* tương ứng với lượng bốc thoát hơi nước bình quân ngày trong 10 ngày có lượng bốc thoát hơi cao nhất;

k_{rm} - hệ số giảm nhu cầu nước của cây trồng hay hệ số giảm lượng bốc thoát hơi nước đồng ruộng tương ứng với diện tích cây trồng che bóng trên mặt đất GC lúc trưởng thành;

A - toàn bộ diện tích được cung cấp nước cho mỗi cây trồng (m^2).

- Nhu cầu tưới hàng ngày

Nhu cầu tưới thường xuyên hàng ngày là cơ sở cho việc điều hành và quản lý hệ thống tưới.

Khi hệ thống vận hành bình thường, mức tưới có thể được tính toán trên cơ sở từng ngày một hoặc trên cơ sở từng đợt tưới theo phương trình (6.87). Các hệ số k_f , k_{rm} phải được điều chỉnh cho từng thời kỳ sinh trưởng phát triển của cây trồng. Giá trị ET_c cũng phải được tính bình quân trong từng thời đoạn, có thể là tháng, 10 ngày, tuần.

c) Thời điểm tưới và chu kỳ tưới

Thời điểm tưới và chu kỳ tưới có thể được xác định theo các cách sau đây:

- Tưới theo độ ẩm đất

Theo phương pháp này, việc định thời điểm tưới và khoảng thời gian giữa các lần tưới được dựa trên kết quả quan trắc đo đạc độ ẩm đất.

Cũng có thể sử dụng trực tiếp các đồng hồ đo áp lực hút nước của đất để biết được diễn biến ẩm trong đất tưới. Khi áp lực hút nước của đất tăng đến một giới hạn nhất định nào đó thì phải tiến hành tưới nước...

- Tưới theo độ thiếu hụt cố định độ ẩm đất

Phương pháp này đơn giản, để xác định thời điểm cần tưới là khi thấy lượng nước thâm hụt hay khi lượng bốc thoát hơi mặt ruộng vượt quá mức thì tiến hành tưới nước.

Trong trường hợp thiết kế, người ta đề nghị lấy lượng thâm hụt ứng với lượng thâm hụt hàng ngày xuất hiện trong thời kỳ cây trồng dùng nước "Tối đa bình quân" trên hầu hết các loại đất. Do đó, thời gian giữa 2 lần tưới theo thiết kế sẽ bằng lượng thâm hụt thiết kế chia cho nhu cầu nước lúc cao điểm m_p .

Theo phương pháp này, sẽ phải tưới nhiều đợt vào những thời kỳ lượng bốc hơi mặt ruộng cao nhưng lại chỉ phải tưới ít lượt hay khoảng cách giữa hai lần tưới thưa hơn vào những thời kỳ bốc thoát hơi nước thấp. Kiểu tưới như vậy còn có một ưu điểm rõ rệt là các mức tưới không thay đổi và tương đối dễ điều khiển tự động hệ thống tưới bằng cách nối một thùng đo bốc hơi và một thiết bị cảm ứng với hệ thống tưới.

- Tưới theo điều kiện thời gian giữa các lần tưới là không thay đổi

Người ta xác định trước số lần tưới sao cho đáp ứng được nhu cầu nước tối đa của cây trồng. Thực tế, thời gian giữa các lần tưới có thể kéo dài hay rút ngắn so với thiết kế tùy theo tốc độ bốc thoát hơi nước trong các thời kỳ đó là cao hay thấp...

6.6.3. Yêu cầu của công nghệ tưới cục bộ tiết kiệm nước đối với chất lượng nước

Các đường dẫn nước trong các thiết bị tạo giọt nước hoặc phun mưa cục bộ rất hẹp nên rất dễ bị tắc nghẽn. Do đó, yêu cầu chất lượng nước tưới phải được xử lý cẩn thận loại trừ các hạt bùn cát, rong tảo, tạp chất hữu cơ, các chất nhớt bản có vi khuẩn, các chất dinh dưỡng không hoà tan, “vi khuẩn sắt”, các chất keo và cacbonat can xi kết tủa...

Tắc các thiết bị tưới là một trong các vấn đề rầy rà nhất khi sử dụng tưới cục bộ nói chung và kỹ thuật tưới hiện đại tiết kiệm nước nói riêng. Dù hệ thống tưới bị tắc ở đâu chăng nữa thì chi phí quản lý vận hành cũng tăng lên khá nhiều vì rất tốn công kiểm tra các đường ống, thiết bị tưới và tiến hành sửa chữa. Ngay đến tắc từng phần thôi cũng đã làm giảm hiệu quả của hệ thống và mức đồng đều của kỹ thuật tưới.

Khi trực trực làm cho mức tưới phân bố không đồng đều sẽ phải tưới thêm nhiều nước tưới hơn gây lãng phí nước. Những vấn đề này làm giảm tính thuyết phục và niềm tin của nhà nông đối với việc chấp nhận giải pháp công nghệ tưới hiện đại tiết kiệm nước.

Trước khi thiết kế hệ thống tưới hiện đại tiết kiệm nước cần phải phân tích các mẫu nước để có các thông tin cần thiết cho việc bố trí, thiết kế và lắp đặt các thiết bị xử lý lọc nước một cách thích hợp nhất theo yêu cầu của kỹ thuật tưới.

Việc phân tích nước cần tiến hành cẩn thận, đảm bảo chính xác để định rõ các thành phần vô cơ, hữu cơ, thang bậc kích thước các hạt rắn lơ lửng trong nước.

Những yếu tố cần phân tích đối với nước tưới dùng cho các hệ thống tưới cục bộ tiết kiệm nước bao gồm: chất rắn vật lý, hoá chất hữu cơ (Ca, Mg, Na, K, CO_3 , SO_4 , Cl, NO_3 , TDS, pH, EC...), độ cứng, sắt, sulfua hydro, vi khuẩn sắt và vô cơ dạng sulfat.

Nếu nồng độ Cl > 10 meq/l, nồng độ Bo > 2 ppm và lượng natri đủ để SAR > 9,0 thì cần có các biện pháp xử lý thích hợp nếu không các loại cây trồng đều khó có thể sinh trưởng phát triển bình thường khi được tưới bằng nước có các nồng độ như vậy.

Thiết bị tưới sẽ nhanh bị hư hỏng nếu trong nước tưới có chứa tính axit cao hoặc tính kiềm cao bên ngoài phạm vi thông thường của độ pH từ 6,5 ÷ 8,4.

Nếu nước tưới có hàm lượng vôi cao thì các đường ống, thiết bị tưới dễ bị đóng văng bề mặt do bốc hơi và cacbonat kết tủa.

Tảo vào trong ống do lấy nước từ các ao hồ hay kênh mương sẽ có thể tiếp tục sinh sôi nảy nở nếu có đủ ánh sáng và chất dinh dưỡng. Điều này thường xảy ra đối với ống PVC vì ánh sáng có thể chiếu vào nước qua vách ống.

Khi nguồn nước là nước ngầm, rất cần phải chú ý đến các thí nghiệm xác định các yếu tố: Khi nước có EC > 1,0mm hos/cm thì có nguy cơ gây nhiễm mặn độc hại cho cây trồng, vì vậy cần chú ý đến việc phân tích hoá chất hữu cơ và độ cứng.

Vì chi phí thí nghiệm phân tích nước rất nhỏ so với tổng số vốn đầu tư xây dựng hệ thống tưới cho nên người ta kiến nghị nên tiến hành tất cả các thí nghiệm phân tích trong bất cứ điều kiện nào.

Biện pháp khắc phục sự tắc nghẽn chủ yếu là sử dụng các thiết bị lọc nước xử lý bằng các chất hoá học ...

6.6.4. Xác định các tham số của công nghệ tưới nhỏ giọt

Để có cơ sở nghiên cứu và thiết kế các hệ thống tưới nhỏ giọt, cần xác định các tham số cơ bản, sau đây:

1. Mức tưới

Mức tưới được xác định theo công thức sau:

$$m = 10H\gamma_K a_{hn} (\beta_{\max} - \beta_{\min}), \quad (\text{m}^3/\text{ha}) \quad (6.63)$$

H - độ sâu lớp đất tưới (mm);

γ_K - dung trọng khô của đất (T/m^3);

a_{hn} - tỷ lệ diện tích được cấp nước quanh gốc của cây trồng:

$$a_{hn} = \frac{n \cdot a_{hi}}{b_1 b_2}$$

a_{hi} - diện tích được làm ẩm đất đối với mỗi vòi nhỏ giọt (m^2);

n - số vòi nhỏ giọt để tưới cho 1 cây;

b_1 - khoảng cách giữa các cây (m);

b_2 - khoảng cách giữa các hàng cây (m);

$\beta_{\max}, \beta_{\min}$ - độ ẩm thích hợp lớn nhất và bé nhất ($\% \beta_{dr}$) đối với cây;

β_{dr} - độ ẩm tối đa đồng ruộng ($\% \gamma_K$) của đất trồng;

a_{hn} - đối với cây ăn quả thường $20\% \div 30\%$.

2. Lưu lượng tưới cho một cây (Q_{tc})

$$Q_{tc} = N \cdot Q_v \quad (6.64)$$

Q_v - lưu lượng của 1 vòi tạo giọt;

N - số vòi tưới cho 1 cây.

Đường kính cho các loại đường ống và vòi: Nếu vòi nhỏ giọt có dạng lỗ hoặc ống nhỏ thì đường kính vòi có thể chọn khoảng 1mm. Ngoài ra, nó thay đổi theo dạng vòi nhỏ giọt.

3. Đường kính ống nhánh và ống tưới có thể xác định theo công thức

$$D_n = 0,66 Q_n^{0,442}, \quad (\text{m}) \quad (6.65)$$

Q_n - lưu lượng đường ống nhánh (m^3/s).

4. Thời gian tưới đối với mỗi lần tưới

$$t = \frac{mS}{\eta N Q_v}, \quad (h) \quad (6.66)$$

η - hệ số lợi dụng nước, khi tưới nhỏ giọt thường $\eta = 0,94 \div 0,97$;

N - số vòi cho một gốc cây (vòi);

Q_v - lưu lượng một vòi nhỏ giọt (l/h);

m - mức tưới (l/m²);

S - diện tích cần làm ướt quanh gốc cây (m²).

5. Chu kỳ tưới

Chu kỳ tưới được xác định trên cơ sở nước tưới m và cường độ hao nước e :

$$\tau = \frac{m}{e} \quad (6.68)$$

e - cường độ hao nước bình quân ngày (mm/ngày).

6. Tính chiều dài vòi ống nhỏ giọt

Chiều dài vòi ống nhỏ giọt được tính theo công thức kinh nghiệm:

$$L = 0,284 \frac{d^{4,352}}{q^{1,274}} h, \quad (m) \quad (6.94)$$

d - đường kính nhỏ giọt (mm);

q - lưu lượng ống vòi nhỏ giọt (l/h);

h - áp lực công tác ở miệng vòi (m).

6.6.5. Áp dụng tính toán kỹ thuật tưới nhỏ giọt**1. Tính toán các yếu tố tưới nhỏ giọt****a) Tính mức tưới**

Mức tưới mỗi lần được xác định theo công thức sau:

$$m = 10H\gamma_k a_{hn}(\beta_{\max} - \beta_{\min}), \quad (m^3/ha)$$

H - độ sâu lớp đất tưới (mm);

γ_k - dung trọng khô của đất (T/m³);

a_{hn} - tỷ lệ diện tích đất được cấp nước của cây trồng:

$$a_{hn} = \frac{n \cdot a_{hi}}{b_1 \cdot b_2}$$

a_{hi} - diện tích làm ẩm của mỗi vòi nhỏ giọt, vùng khô hạn thì $a_{hi} = 1m^2$;

n - số vòi nhỏ giọt đối với một cây;

b_1 - khoảng cách giữa các cây (m);

b_2 - khoảng cách giữa các hàng cây (m);

β_{max}, β_{min} - độ ẩm tưới thích hợp lớn nhất và bé nhất ($\% \gamma_k$).

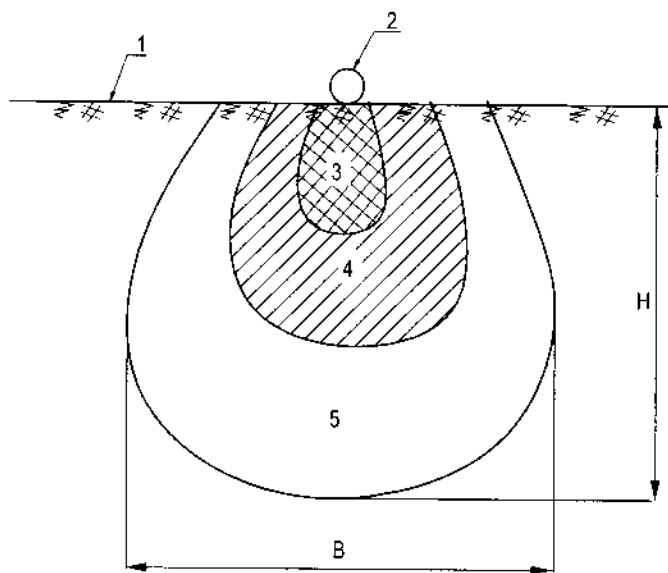
b) Tính lưu lượng tưới cho một cây

$$Q_{tc} = \frac{q\Omega}{n}, \quad (l/s/1 \text{ cây})$$

q - hệ số tưới (l/s-ha);

Ω - diện tích toàn bộ hệ thống tưới nhỏ giọt (ha);

n - số cây trồng của toàn khu tưới.



Hình 6.30: Sơ đồ ẩm ở vùng rễ cây

1. Mặt đất; 2. Vòi nhỏ giọt; 3. Vùng quá ẩm; 4. Vùng ẩm bình thường; 5. Vùng ẩm thường xuyên

2. Tính lưu lượng cho 1 vòi nhỏ giọt

$$Q_v = \frac{Q_{tc}}{N}$$

N - số vòi cần tưới cho một cây;

Q_{tc} - lưu lượng tổng cộng yêu cầu cho mỗi cây;

Q_v - lưu lượng mỗi vòi.

3. Xác định đường kính lỗ vòi

Xuất phát từ công thức cơ bản ta có thể rút ra:

$$d = 2 \sqrt{\frac{Q_v}{\mu \pi \sqrt{2gh}}}$$

μ - hệ số lưu lượng xác định theo thí nghiệm;

h - áp lực ở miệng vòi phun (m).

4. Đường kính của ống

a) Đường kính của ống phân phối chính

$$d_c = 0,66 Q_c^{0,442}, \quad (\text{m})$$

Q_c - lưu lượng của đường ống chính (m^3/s).

b) Thời gian cần tưới đối với mỗi mức tưới

$$t = \frac{m \cdot b_1 \cdot b_2}{\eta \cdot N \cdot Q_v}, \quad (\text{h})$$

η - hệ số sử dụng nước, thường $\eta = 0,95$, các ký hiệu khác đã giải thích.

c) Chu kỳ tưới

$$\tau = \frac{m}{e}, \quad (\text{ngày})$$

e - cường độ hao nước trong 1 ngày ($\text{mm}/\text{ngày}$).

5. Tính toán kiểm tra áp lực hoạt động của hệ thống tưới

a) Áp lực cần thiết ở đầu hệ thống sẽ được xác định theo hệ thức:

$$\nabla = A_0 + 1,1 \sum_{i=1}^n \frac{\lambda V_i^2}{2gD_i} + h$$

A_0 - cao độ mặt đất cần tưới ở điểm xa nhất (m);

V_i, D_i - tốc độ và đường kính của các đường ống theo tuyến tính toán;

λ - hệ số sức kháng của đường ống tính toán;

h - áp lực làm việc của vòi nhỏ giọt (m).

b) Tính tổn thất cột nước của đường ống nhánh

Tổn thất toàn bộ được tính theo công thức sau:

$$H_{\text{ttn}} = 1,1 \frac{Q_t^2}{A} E_t \frac{n(n-1)(2n-1)}{6}$$

Q_t - lưu lượng của ống tưới (m^3/s);

n - số ống tưới trên ống nhánh;

E_t - khoảng cách giữa các ống tưới (m);

D_n - đường kính của ống nhánh (m).

Cũng như vậy ta có thể tính được tổn thất toàn bộ của ống tưới và ống chính.

c) *Tính tổn thất toàn bộ theo tuyến chính*

$$H_u = \Sigma H_{tli} = H_{tuc} + H_{tun} + H_{tut}, \quad (m)$$

Áp lực cần thiết đầu hệ thống

$$\nabla = A_o + H_u + h, \quad (m)$$

Thí dụ áp dụng

Người ta cần thực hiện nghiên cứu tưới nhỏ giọt cho 2 ha vườn cây ăn quả. Yêu cầu xác định các yếu tố cần thiết để quy hoạch khu tưới.

• *Cho biết:*

1. Độ sâu tầng đất tưới: $H = 1,0m \div 1,2m$
2. Độ ẩm $\beta_{max} = (15,9 \div 17\%) \gamma_k$, $\gamma_k = 1,32 \div 1,4 \text{ T/m}^3$, $\beta_{min} = (0,7 \div 0,8) \beta_{max}$
3. $b_1 = 0,75 \text{ m}$, $b_2 = 0,8 \text{ m}$
4. Số vòi cho một cây ăn quả: $n = 4/5/6$.
5. Cường độ hao nước: $e = \frac{2,5}{3} \text{ mm/ngày}$, $h = \frac{0,92}{0,95}$
6. Áp lực công tác của vòi là $H_v = 1 \text{ atm}$ (1 bar), lưu lượng 1 vòi là $Q_v = 4 \text{ l/h}$
7. $a_{hi} = \frac{1,2}{1,4} \text{ m}^2$ (theo tài liệu thí nghiệm)

Giải:

a) *Nhu cầu tưới:* $m = 10H\gamma_k(\beta_{max} - \beta_{min})a_{hi}$

với: $a_{hi} = \frac{n.a_{hi}}{b_1.b_2} = \frac{4 \times 0,857}{0,75 \times 0,80} = 5,71 (n = 4)$

Vậy: $m = 10 \times 1000 \times 1,4(0,17 - 0,13) \times 5,17 = 2895 \text{ m}^3/\text{ha} = 289,5 \text{ l/m}^2$

b) *Tính chu kỳ tưới:* $\tau = \frac{m}{e} = \frac{289,5}{3} = 96,5 \text{ (ngày)}$

Để an toàn, chọn $t = 97 \text{ ngày}$.

c) *Tính thời gian cần tưới:*

$$t = \frac{m.b_1.b_2}{\eta.N.Q_v} = \frac{289,5 \times 0,75 \times 0,80}{0,95 \times 4 \times 4} = 11,4 \text{ (h)} \quad \text{Chọn } t = 12 \text{ h}$$

d) *Tính đường kính vòi nhỏ giọt:*

$$d = 2 \sqrt{\frac{Q_v}{\mu\pi\sqrt{2gh}}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{4,11 \times 10^{-6}}{0,75 \times 3,14 \times \sqrt{2 \times 9,81 \times 0,95}}} = 0,66 \times 10^{-3} \text{ m}$$

Ta giả thiết $\mu = 0,7 \div 0,75$ thì:

Chọn $d = 0,7$ mm, tính lại Q_v :

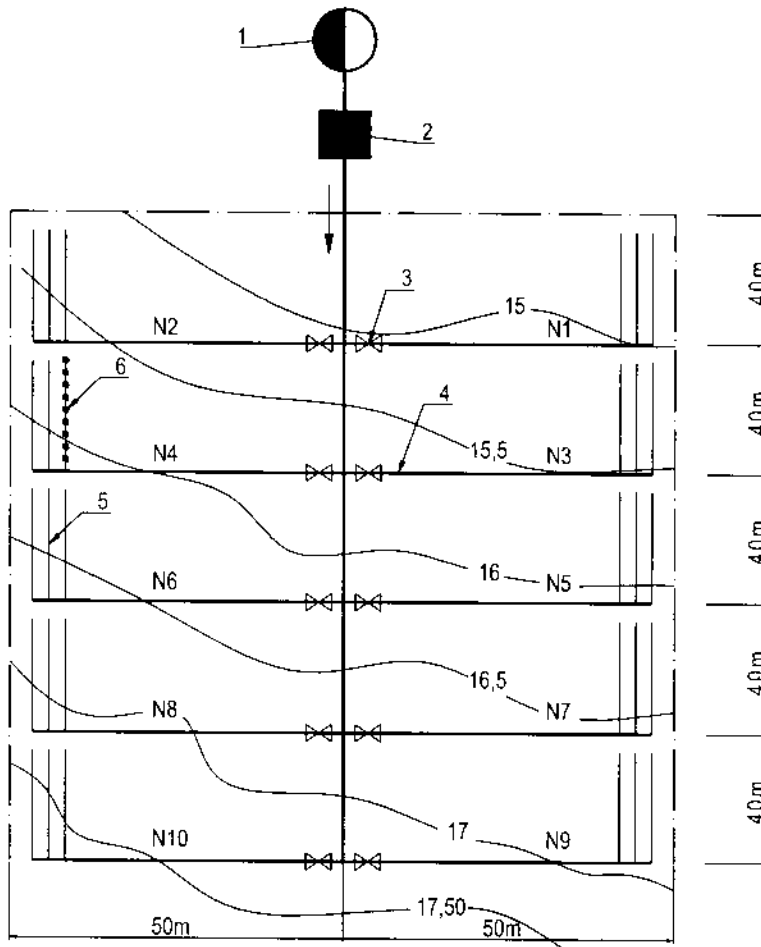
$$Q_v = \mu \omega \sqrt{2gh} = 0,75 \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{2gh}$$

$$= 0,75 \frac{3,14(0,7 \times 10^{-3})^2}{4} \sqrt{2 \times 9,81 \times 0,95} = 1,24 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s} = 4,5 (\text{l/h})$$

Tính lại thời gian tưới:

$$t = \frac{mb_1 b_2}{\eta N Q_v} = \frac{289,5 \times 0,75 \times 0,80}{0,95 \times 4 \times 4,5} = 10 \text{ h}$$

e) Tính áp lực hệ thống tưới theo sơ đồ (hình 6.31)



Hình 6.31 - Hệ thống tưới nhỏ giọt

1. Trạm bơm; 2. Thiết bị đầu hệ thống; 3. Van đóng mở;
4. Ống nhánh; 5. Ống tưới; 6. Vòi nhỏ giọt

Chiều dài ống tưới: $L_t = 40\text{m}$, $d_t = 3,5\text{cm}$

$\lambda = 0,029$ (đối với ống chất dẻo)

Tính A:
$$A = \frac{g\pi^2 D_n^5}{8\lambda} = \frac{9,81 \times 3,14^2 (3,5 \times 10^{-2})^5}{8 \times 0,029} = 0,21 \times 10^{-4}$$

Tính tổn thất toàn bộ (tổn thất dọc đường và cục bộ) của ống tưới:

$$H_{ttc} = 1,1 \frac{Q_t^2}{A} E_t \frac{n(n-1)(2n-1)}{6}$$

n - số cây cần được tưới dọc theo ống tưới, $n = \frac{L_t}{b} = \frac{40}{0,8} = 50$

$$Q_{tc} = nNQ_v = 50 \times 4 \times 4,5 = 900 \text{ l/h} = 2,5 \times 10^{-4} \text{ (m}^3/\text{s)}$$

Do vậy:
$$H_{ttc} = 1,1 \frac{(2,5 \times 10^{-4})^2}{0,21 \times 10^{-4}} 0,8 \frac{50 \times 49 \times 99}{6} = 1,1 \text{ (m)}$$

Tính tổn thất toàn bộ của một ống nhánh:

Cũng tương tự như cách tính trên:

$$L_n = 50\text{m}, d_n = 4 \text{ cm}$$

$\lambda = 0,029$ (đối với ống chất dẻo)

$$A_n = \frac{g\pi^2 d_n^5}{8\lambda} = 0,42 \times 10^{-4}$$

$$H_{ttn} = 1,1 \frac{Q_{dt}^2}{A} E \frac{n(n-1)(2n-1)}{6}$$

Q_{dt} - lưu lượng đầu ống tưới, $Q_{dt} = 9Q_{tc} = 9 \times 2,5 \times 10^{-4} = 22,5 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$

$$n = \frac{50}{5} - 1 = 9 \text{ cây}$$

$$E = 5\text{m}$$

Do vậy:
$$H_{ttn} = \frac{1,1(22,5 \times 10^{-4})^2}{0,42 \times 10^{-4}} 5 \frac{9 \times 8 \times 17}{6} = 1,4 \text{ (m)}$$

Tính tổn thất cột nước của toàn bộ chiều dài đường ống chính:

$$L_c = 200\text{m}, d_c = 10 \text{ cm}$$

$$A_c = \frac{g\pi^2 d_c^5}{8\lambda} = 42 \times 10^{-4}$$

$$Q_{dn} = 10Q_{dt} = 10 \times 22,5 \times 10^{-4} = 0,0225 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$n = 5$$

$$E = 40\text{m}$$

Nên :

$$H_{nn} = 1,1 \frac{0,0225^2}{0,0042} 40 \frac{5 \times 4 \times 9}{6} = 16\text{m}$$

Do vậy cột nước cần thiết ở đầu hệ thống theo tuyến dài nhất:

$$H = \Sigma H_{ti} = h + H_{dh}$$

h - cột nước áp lực ở vòi nhỏ giọt, $h = 0,95\text{m}$;

H_{dh} - cột nước địa hình (m).

$$H_{dh} = Z_2 - Z_1$$

Z_2 - cao trình mặt đất được tưới ở vị trí xa nhất, $Z_2 = 17,5\text{m}$;

Z_1 - cao trình mực nước bể hút, $Z_1 = 15,0\text{m}$.

Do vậy:

$$H_{dh} = 17,5 - 15,0 = 2,5\text{ m}$$

$$\Sigma H_{ti} = 1,1 + 1,4 + 16 = 18,5\text{m}$$

$$\rightarrow H = 18,5 + 0,95 + 2,5 = 21,95\text{m}$$

Lưu lượng cần bơm đầu hệ thống:

$$Q = 0,0225\text{m}^3/\text{s} = 81\text{m}^3/\text{h}$$

Tóm lại ta có:

$$\begin{cases} Q = 81\text{m}^3/\text{h} \\ H = 21,95\text{m} \end{cases}$$

Đây là số liệu cơ bản để chọn máy bơm cho hệ thống tưới

Câu hỏi ôn tập:

1. Phân loại các phương pháp và kỹ thuật tưới của dòng chảy mặt đất.
2. Trình bày phương pháp xác định các thông số của kỹ thuật tưới dải theo dòng ổn định.
3. Trình bày phương pháp xác định các thông số của kỹ thuật tưới rãnh theo dòng ổn định.
4. Trình bày nguyên lý cấu tạo và hoạt động của kỹ thuật tưới phun mưa, nhỏ giọt.
5. Hãy nêu ưu, nhược điểm và điều kiện ứng dụng tốt kỹ thuật phun mưa, nhỏ giọt.
6. Quy hoạch thiết kế một hệ thống tưới phun mưa cụ thể cho vùng canh tác cây trồng rau các loại (theo tài liệu giáo viên cho).
7. Các biện pháp nâng cao hiệu quả quản lý khai thác và chất lượng tưới phun mưa, tưới nhỏ giọt.
8. Tính toán thủy lực hệ thống tưới phun mưa, nhỏ giọt.
9. Xác định các chỉ tiêu quản lý, khai thác hệ thống tưới phun mưa, nhỏ giọt.
10. Tổ chức thực hiện tưới đạt hiệu quả cao ở hệ thống tưới phun mưa, nhỏ giọt.
11. Các vấn đề cần nghiên cứu phát triển cho phù hợp điều kiện Việt Nam.

Chương 7

HỆ THỐNG TIÊU NƯỚC MẶT RUỘNG

Nhiệm vụ của hệ thống điều tiết nước mặt ruộng là phải rút lớp nước mặt trong thời gian mưa và hạ thấp mực nước ngầm sau thời gian mưa để tạo ra chế độ nước thích hợp cho cây trồng.

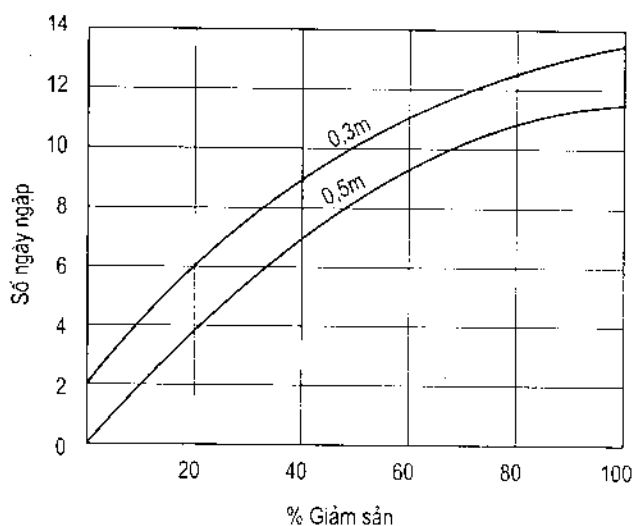
Khả năng chịu ngập của các loại cây trồng rất khác nhau. Đối với cây trồng cạn như bông, đậu... khả năng chịu ngập rất kém. Thực tế cho thấy rằng, nếu nước đọng lại trên ruộng bông dưới 10 cm trong 1 ngày thì năng suất bông sẽ giảm, nếu ngập 6 ÷ 7 ngày thì bông sẽ chết. Một số cây lương thực như ngô, khoai... nước ngập 10 ÷ 15 cm không được để quá 2 ÷ 3 ngày. Thời gian chịu ngập có quan hệ với chất đất và điều kiện khí hậu. Đối với loại đất nặng ở điều kiện nhiệt độ cao thì thời gian chịu ngập (cho phép) giảm. Cây lúa có khả năng chịu ngập tốt hơn. Khả năng chịu ngập của lúa lại thay đổi theo giai đoạn sinh trưởng. Theo các tài liệu thí nghiệm thì biểu đồ mô tả quan hệ giữa số ngày ngập của lúa với tỷ lệ giảm năng suất.

Tiêu nước mặt ruộng nhằm đáp ứng các yêu cầu:

- Yêu cầu tiêu thoát độc tố trong đất canh tác và tạo độ ẩm thích hợp cho cây trồng phát triển. Khi mực nước ngầm quá cao sẽ làm cho cây trồng phát triển kém, do ảnh hưởng của muối độc và các chất độc không được phân giải, do đó phải có biện pháp hạ thấp mực nước ngầm, bảo đảm độ ẩm thích hợp cho sự phát triển bình thường của cây trồng.

- Yêu cầu tiêu nước rửa mặn để cải tạo đất mặn đối với vùng đất bị nhiễm mặn, đồng thời phải chống mặn tái sinh khi mực nước ngầm dâng cao.

- Yêu cầu canh tác nông nghiệp. Cần phải tạo cho đất độ ẩm thích hợp để máy móc làm đất hoạt động tốt, phải hạ và khống chế mực nước ngầm ở độ sâu thích hợp (thường phải cách mặt đất 0,5 ÷ 0,6 m).



Hình 7.1: Ảnh hưởng của thời gian ngập nước đối với năng suất lúa thời kỳ đẻ nhánh

Hệ thống điều tiết nước mặt ruộng bao gồm hệ thống tiêu thoát nước mặt bằng kênh hở và hệ thống tiêu thoát nước ngầm bằng kênh hở hoặc hệ thống ống ngầm.

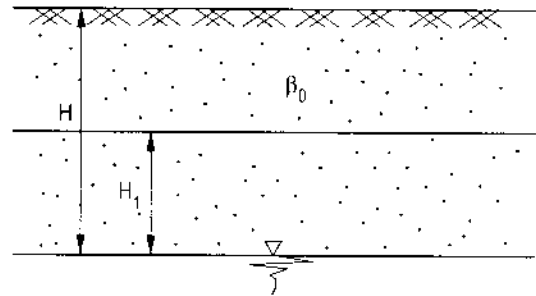
7.1. HỆ THỐNG KÊNH TIÊU NƯỚC MẶT RUỘNG

Sau khi mưa, hệ thống kênh tiêu cần phải rút hết nước mưa trên mặt ruộng trong khoảng thời gian ngập cho phép bảo đảm cho cây trồng tránh được thiệt hại do ngập úng. Việc tiêu nước trên mặt ruộng có quan hệ với việc trữ nước trên ruộng, quá trình hình thành dòng chảy của nước mưa và khoảng cách giữa các kênh tiêu.

Hệ thống tiêu nước mặt ruộng bao gồm hệ thống tiêu cho lúa và cho cây trồng cạn. Đối với hệ thống tiêu trên ruộng lúa đã kết hợp trình bày trong phương pháp tưới ngập cho lúa (chương 6) vì vậy ở đây chỉ trình bày hệ thống tiêu nước mặt ruộng cho cây trồng cạn.

7.1.1. Khả năng trữ nước mặt ruộng của cây trồng cạn

Dòng chảy sản sinh do mưa, một bộ phận bị chặn giữ trên hệ thống kênh tưới và công trình mặt ruộng, từ đó sẽ giảm nhỏ được cường độ tiêu nước và lượng nước tiêu ở mặt ruộng. Bản thân tầng đất của ruộng trồng trọt có thể trữ lại lượng nước mưa do thấm, khi lượng trữ ẩm tăng lên thì bổ sung vào nước ngầm làm cho mực nước ngầm dâng cao. Tuy nhiên, cần phải hạn chế việc dâng cao mực nước ngầm để đề phòng mực nước ngầm có thể gây tác hại đối với cây trồng.



Hình 7.2: Tầng đất trữ nước

- Thời gian tiêu nước cho phép đối với đất màu:

$$t + \tau \leq [T] \quad (7.1)$$

trong đó:

t - thời gian mưa;

τ - thời gian rút nước sau mưa;

$[T]$ - thời gian tiêu cho phép.

- Khả năng trữ nước cho phép được xác định:

$$W = A.H.(\beta_{\max} - \beta_0) + A.H_1.(1 - \beta_{\max}) \quad (7.2)$$

trong đó:

W - lượng nước có thể trữ (m^3) hoặc (m^3/ha);

H - chiều dày tầng đất trên mực nước ngầm (m);

A - độ rỗng của đất (% thể tích đất);

β_0 - độ ẩm ban đầu của đất (%A);

$\beta_{\max}$ - sức trữ nước tối đa của đất (%A);

H_1 - độ dâng cao của mực nước ngầm cho phép do mao quản (m).

Từ đây ta có thể rút ra điều kiện khống chế về yêu cầu tiêu:

$$K_0(t + \tau)^{1-\alpha} \leq W$$

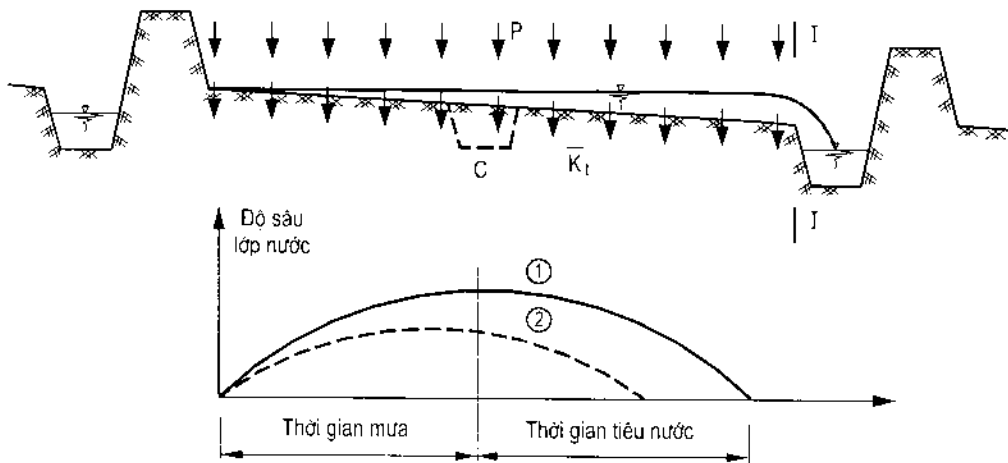
và:
$$t + \tau \leq \left(\frac{W}{K_0} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \quad \text{với } K_0 = \frac{K_1}{1-\alpha} \quad (7.3)$$

Tình hình chung, khi lượng nước thấm của mưa vào tầng đất chứa nước vượt quá khả năng trữ nước thì phải xây dựng hệ thống tiêu thoát lượng nước mưa quá nhiều tránh cho cây trồng bị hại.

7.1.2. Quá trình hình thành dòng chảy trên ruộng cây trồng cạn

Để thấy rõ tác dụng của kênh tiêu và bố trí hợp lý hệ thống tiêu nước, ta sẽ phân tích quá trình hình thành dòng chảy trên ruộng.

Trên ruộng trồng cây trồng cạn, khi mưa nếu cường độ mưa vượt quá tốc độ thấm của đất thì sẽ hình thành dòng chảy. Nếu đất có một độ dốc nhất định thì lớp nước sẽ vận chuyển theo hướng dốc về kênh tập trung nước. Ở phía đầu khu ruộng, diện tích tập trung nước bé do đó độ dày lớp nước sẽ bé theo sự gia tăng của diện tích tập trung nước, độ dày lớp nước sẽ tăng lên, có nghĩa càng cách xa phía đầu ruộng thì độ dày lớp nước càng lớn. Khi độ dốc mặt đất và tình hình che phủ giống nhau thì thửa ruộng càng dài, độ sâu lớp nước ngập phía cuối ruộng càng lớn. Sau khi ngừng mưa, thời gian rút nước càng chậm và thời gian chịu ngập càng lớn. Như vậy sẽ bất lợi đối với cây trồng. Để tránh ảnh hưởng không tốt đối với cây trồng ta cần đào kênh tiêu rút ngắn chiều dài dòng chảy để có thể giảm bớt độ sâu và thời gian chịu ngập bảo đảm độ sâu và thời gian trong phạm vi cho phép. Giá trị lớn nhỏ về khoảng cách giữa các kênh tiêu sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến độ sâu ngập và thời gian ngập của cây trồng, có thể xem biểu đồ dưới đây.



Hình 7.3: Ảnh hưởng của kênh tiêu đối với quá trình hình thành dòng chảy

1. Đường quá trình tiêu nước trước khi đào kênh tiêu C;
2. Đường quá trình tiêu nước sau khi đào kênh tiêu C

Thí dụ trận mưa có tổng lượng 116 mm trong 4 giờ trên đất nặng và đất sét ở một vùng cho ta quan hệ giữa khoảng cách kênh tiêu và thời gian ngập ở ruộng.

Bảng 7.1 - Khoảng cách kênh tiêu và thời gian ngập

Khoảng cách giữa 2 kênh tiêu (m)	30	50	100	400
Thời gian ngập ở ruộng	3 ÷ 4h	5 ÷ 6h	10 ÷ 12h	3 ÷ 4 ngày

Từ phân tích trên việc xác định khoảng cách giữa hai kênh tiêu nhằm rút nước mưa với tần suất thiết kế bảo đảm cho cây trồng phát triển bình thường.

Đây là vấn đề quan trọng cần được nghiên cứu giải quyết.

7.2. XÁC ĐỊNH KHOẢNG CÁCH GIỮA HAI KÊNH TIÊU CẤP CỐ ĐỊNH CUỐI CÙNG TRÊN RUỘNG CỦA CÂY TRỒNG CẠN

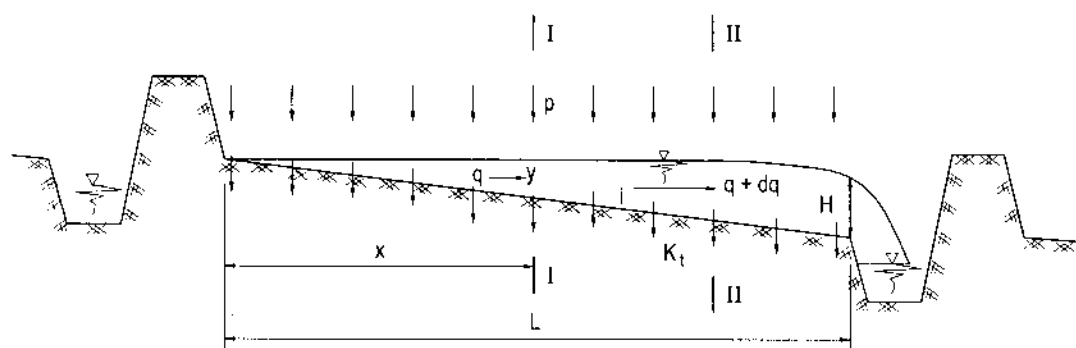
Việc xác định khoảng cách này có thể thực hiện theo hai giả thiết: Giả thiết dòng ổn định và không ổn định. Trước tiên ta nghiên cứu giả thiết đơn giản là dòng ổn định.

7.2.1. Xác định khoảng cách giữa hai kênh tiêu theo dòng ổn định

1. Giả thiết tính toán

- Dòng chảy trên mặt đất là dòng đều, lưu tốc dòng chảy tính theo công thức Sezi.
- Độ dốc và độ gồ ghề trên mặt đất là đồng nhất.
- Chất đất đồng đều và hệ số ngấm là đồng nhất.
- Cường độ mưa phân bố đồng đều trên diện tích nghiên cứu.

2. Sơ đồ tính toán



Hình 7.4: Sơ đồ tính toán

3. Phương pháp tính toán

a) Xác định lưu tốc dòng chảy trên mặt đất

Lưu tốc dòng chảy trên mặt đất được xác định theo công thức:

$$V_x = C_i \sqrt{R.i} \quad (7.4)$$

Vì độ sâu lớp nước trên mặt ruộng là bé với chiều rộng thửa ruộng nên xem $R = y$ và như vậy:

$$V_x = C_1 \sqrt{y \cdot i} \quad (7.5)$$

$$C_1 \text{ tính theo công thức Bazanh: } C_1 = \frac{87\sqrt{R}}{\sqrt{R} + \gamma} \approx \frac{87\sqrt{y}}{\gamma} \quad (7.6)$$

$$\text{Thay (7.6) vào (7.5) ta có: } V_x = Cy \text{ với } C = \frac{87\sqrt{i}}{\gamma} \quad (7.7)$$

trong đó: γ - độ gồ ghề mặt ruộng, xác định theo thực nghiệm, phụ thuộc độ đặc trưng che phủ mặt ruộng, thường $C = 15\sqrt{i} \div 40\sqrt{i}$.

b) Thiết lập phương trình cơ bản và xác định khoảng cách giữa hai kênh tiêu

Ta thiết lập phương trình liên tục giữa hai mặt cắt I - I và II - II.

Lượng nước vào mặt cắt I - I và lượng mưa bổ sung trên chiều dài dx là: $q + p dx$

Lượng nước ra ở mặt cắt II - II và ngấm trên độ dài dx là: $(q + dq) + K dx$

Ta có phương trình cân bằng như sau:

$$\begin{aligned} q + p dx &= (q + dq) + K dx \\ \Leftrightarrow dq &= (p - K) dx \end{aligned} \quad (7.8)$$

Theo (7.7) thì lưu lượng trên đơn vị chiều rộng tại mặt cắt x là:

$$q = Cy^2 \quad (7.9)$$

Đưa (7.9) vào (7.8) ta có:

$$2Cy dy = (p - K) dx \quad (7.10)$$

Tích phân 2 vế phương trình (7.10) theo cận: $\int_0^y 2Cy dy = \int_0^x (p - K) dx$

$$\text{ta có: } y = \sqrt{\frac{\sigma \cdot p \cdot x}{C}} \text{ với } \sigma = \frac{p - K}{p} \quad (7.11)$$

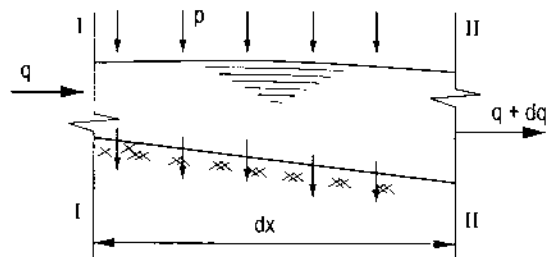
Tại mặt cắt $x = L$ thì $y = H$ nên ta có:

$$H = \sqrt{\frac{\sigma \cdot p \cdot L}{C}} \quad (7.12)$$

Phương trình (7.11) là phương trình đường mặt nước trên ruộng trong thời gian mưa.

Để thiết lập quan hệ giữa thời gian rút nước sau khi mưa với khoảng cách giữa hai kênh tiêu ta phân tích thêm như sau:

- Lượng nước đọng lại trên một đơn vị chiều rộng ở ruộng khi kết thúc mưa được xác định theo hệ thức:



Hình 7.5: Sơ đồ phân tử nghiên cứu

$$W = \frac{2}{3} LH \quad (7.13)$$

Ở đây là tính cho một đơn vị chiều rộng mặt ruộng.

Lượng nước này sẽ được tháo đi qua mặt cắt cuối thửa ruộng (bờ trái kênh tiêu) và ngấm trong quá trình di chuyển lớp nước về phía dưới.

Lượng nước được tháo qua mặt cắt H là:

$$W_{\text{tháo}} = \bar{q}\tau \quad (7.14)$$

$$\bar{q} = Ch^2 \text{ với } \bar{h} = \frac{1}{2}H$$

τ - thời gian rút nước sau khi dừng mưa.

Kết hợp với hệ thức (7.12) ta có:

$$W_{\text{thấm}} = \frac{1}{4} \sigma p L \tau \quad (7.15)$$

Lượng nước thấm được xác định theo công thức:

$$W_{\text{thấm}} = \frac{1}{2} L K \tau \quad (7.16)$$

Cân bằng (7.13) với (7.15) và (7.16) ta có:

$$\frac{2}{3} L \sqrt{\frac{\sigma p L}{C}} = \frac{1}{4} \sigma p L \tau + \frac{1}{2} L K \tau \quad (7.17)$$

Từ (7.17) ta rút ra:

$$L = \frac{C(p+K)^2 \tau^2}{7\sigma p} \quad (7.18)$$

Với công thức (7.18) thì C tính bằng 1/s, p và K tính bằng mm/h, τ tính bằng giờ (h) còn L tính bằng mm.

$$\left. \begin{array}{l} \text{Nếu : } \tau \text{ tính bằng (h)} \\ P \text{ và } K \text{ tính bằng (mm/h)} \\ C \text{ tính bằng (1/s)} \\ L \text{ tính bằng (m)} \end{array} \right\} \Rightarrow L = \frac{1}{2} \frac{C(p+K)^2 \tau^2}{\sigma p} \quad (7.19)$$

7.2.2. Xác định khoảng cách giữa 2 kênh tiêu theo dòng không ổn định

1. Giả thiết tính toán

- Cường độ mưa và tốc độ thấm phân bố đều trên toàn diện tích khu tưới.
- Độ nhám và độ dốc địa hình của diện tích tiêu là đồng nhất.
- Tốc độ dòng chảy tuân theo quy luật dòng đều.
- Đường mặt nước thay đổi theo thời gian.

2. Thiết lập phương trình cơ bản và giải

Phương trình cơ bản được thiết lập trên cơ sở phương trình liên tục khi dòng chảy chuyển động qua hai mặt cắt I - I và II - II với chiều dài dx trong thời đoạn dt .

Theo nguyên lý bảo toàn khối lượng ta có:

$$[q + (p - K)]dt - \left(q + \frac{\partial q}{\partial x} dx \right) dt = \frac{\partial h}{\partial t} dt \cdot dx \quad (7.20)$$

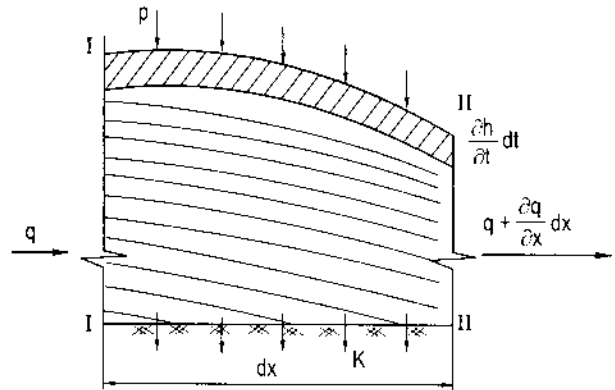
$$\Leftrightarrow \frac{\partial q}{\partial x} + \frac{\partial h}{\partial t} = p - K \quad (7.21)$$

q - lưu lượng trên 1 đơn vị chiều rộng ($m^3/s \cdot m$);

p - cường độ mưa rơi xuống trên khu vực trong thời đoạn nghiên cứu (mm/h);

K - cường độ thấm của đất (mm/h);

h - độ sâu lớp nước mặt ruộng trong thời gian mưa (mm).



Hình 7.6: Phân tử nghiên cứu cân bằng

Để giải phương trình trên ta cần xác định một số điều kiện quan hệ sau:

a) Lưu tốc dòng chảy trên mặt ruộng được xác định bằng hệ thức tổng quát

$$V = C \cdot I^n \cdot h^m \quad (7.22)$$

C - hệ số thực nghiệm hoặc hệ số Sêzi;

I - độ dốc mặt đất;

n, m - các tham số thực nghiệm.

b) Lưu lượng trên 1 đơn vị chiều rộng

Từ hệ thức (7.22) ta có: $q = V \cdot \omega = C \cdot I^n \cdot h^{m+1}$ (7.23)

c) Điều kiện ban đầu và điều kiện biên

- Điều kiện ban đầu: $t = 0 \Rightarrow h = 0$

- Điều kiện biên: $t \neq 0 \Rightarrow \begin{cases} x = 0 \Rightarrow h = 0 \\ x = L \Rightarrow h = H \end{cases}$

Kết hợp với hệ thức (7.23), phương trình (7.21) được đưa về dạng:

$$(m+1)C I^n h^m \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{\partial h}{\partial t} = p - K \quad (7.24)$$

Theo Strepanov, phương trình (7.24) được đưa về phương trình đặc trưng ở dạng sau:

$$\frac{dx}{(m+1) C \cdot I^n \cdot h^m} = \frac{dt}{1} = \frac{dh}{p - K} \quad (7.25)$$

Từ (7.25) ta có hệ phương trình:

$$\begin{cases} dh = (p - K)dt \\ (m + 1)CI^n h^m dh = (p - K)dx \end{cases} \quad (7.26)$$

Từ (7.26) ta có: $\int dh = \int (p - K)dt \Rightarrow h = (p - K)t + C_1$

Theo điều kiện ban đầu, khi $t = 0 \rightarrow h = 0$, do đó $C_1 = 0$ và phương trình còn lại:

$$h = (p - K).t \quad (7.27)$$

Cũng từ (7.26) ta có: $\int (m + 1)CI^n h^m dh = \int (p - K)dx$

$$\Rightarrow C.I^n . h^{m+1} = (p - K).x + C_2$$

Kết hợp với điều kiện biên khi $x = 0 \rightarrow h = 0$, do vậy $C_2 = 0$ và phương trình còn lại:

$$h = \left[\frac{(p - K).x}{C.I^n} \right]^{\frac{1}{m+1}} \quad (7.28)$$

3. Xác định khoảng cách giữa hai kênh tiêu

a) Xác định lượng nước đọng lại trên ruộng khi ngừng mưa

$$W = \int_0^L h dx = \int_0^L \left[\frac{(p - K)x}{C.I^n} \right]^{\frac{1}{m+1}} dx = \left(\frac{1 + m}{2 + m} \right) \left(\frac{p - K}{C.I^n} \right)^{\frac{1}{1+m}} L^{\frac{2+m}{1+m}} \quad (7.29)$$

b) Lượng nước tháo ra kênh tiêu ở phía cuối thửa ruộng

$$W_1 = CI^n \left(\frac{H}{2} \right)^{m+1} \tau \quad (7.30)$$

τ - thời gian rút nước sau khi ngừng mưa;

H - chiều sâu lớp nước trên ruộng ở bờ trái của kênh tiêu khi $x = L$, do đó theo (7.28)

thì:
$$H = \left[\frac{(p - K).L}{C.I^n} \right]^{\frac{1}{m+1}}$$

Thay vào (7.30) ta có:
$$W_1 = CI^n \frac{1}{2} \left(\frac{(p - K).L}{C.I^n} \right)^{\frac{1}{1+m}} \tau \quad (7.31)$$

Lượng nước thấm trên độ dài di chuyển về phía kênh tiêu:

$$W_2 = \frac{1}{2} LK\tau \quad (7.32)$$

Theo định luật bảo toàn lượng nước:

$$W = W_1 + W_2$$

Thay vào các hệ thức trên, ta có:

$$\left(\frac{1+m}{2+m}\right)\left(\frac{p-K}{C.I^n}\right)^{\frac{1}{1+m}}.L^{\frac{2+m}{1+m}} = C.I^n \frac{1}{2}\left(\frac{(P-K)L}{C.I^n}\right)^{\frac{1}{1+m}}\tau + \frac{1}{2}LK\tau \quad (7.33)$$

Từ (7.33) rút ra:

$$L = \frac{C.I^n \left[\left(\frac{1}{2}\right)^{1+m} (p-K) + \frac{K}{2} \right]^{1+m} \left[\tau \frac{m+2}{m+1} \right]^{1+m}}{(p-K)} \quad (7.34)$$

Nếu L tính bằng m, C tính bằng l/s, p và K là mm/h, τ là giờ (h) thì cần đưa vào hệ số chuyển thứ nguyên là 3,6 do vậy:

$$L = \frac{3,6.C.I^n \left[\left(\frac{1}{2}\right)^{1+m} (p-K) + \frac{K}{2} \right]^{1+m} \left[\tau \frac{m+2}{m+1} \right]^{1+m}}{(p-K)} \quad (7.35)$$

Phân áp dụng tính toán và so sánh với hệ thức cũ (7.19) có thể xem trong cuốn Bài tập Thủy nông - NXBNN- 1995.

7.3. XÁC ĐỊNH CẤU TRÚC CỦA HỆ THỐNG TIÊU NƯỚC NGẦM

Cấu trúc của hệ tiêu nước ngầm bao gồm chiều sâu, khoảng cách giữa hai kênh tiêu và hình dạng, kích thước mặt cắt ngang của kênh tiêu hoặc ống tiêu.

Việc tiêu thoát nước ngầm sau khi mưa nhằm hạ thấp mực nước ngầm xuống độ sâu cần thiết theo yêu cầu phát triển nông nghiệp bằng hệ thống kênh hở hoặc ống tiêu ngầm là điều rất trọng yếu.

1. Chống hiện tượng lầy và chua của đất khi mực nước ngầm cao và hiện tượng mặn tái sinh.

2. Làm tăng lượng không khí trong đất, tạo điều kiện phân giải các chất hữu cơ làm thức ăn nuôi cây.

Lượng không khí trong đất được xác định theo quan hệ:

$$\lambda = A - \gamma_k \cdot \beta \quad (7.36)$$

λ - lượng không khí của đất (% thể tích đất);

A - độ rỗng của đất (% thể tích đất);

γ_k - dung trọng khô của đất (T/m³);

β - độ ẩm của đất tính theo % γ_k .

3. Có tác dụng điều tiết nhiệt của đất

Khi độ ẩm của đất giảm làm cho nhiệt độ của đất sẽ tăng và ngược lại do tính chất hấp thụ nhiệt của môi trường đất.

4. Do thay đổi tỷ lệ không khí trong đất có thể làm thay đổi cấu trúc đất, tăng khả năng trữ nước của đất (xem tài liệu thí nghiệm bảng 7.2).

Bảng 7.2 - Ảnh hưởng của tiêu nước đến cấu trúc đất

Thời kỳ	Độ ẩm của đất (%)		
	Không tiêu	Tiêu ngầm	
		Ở độ sâu 0,6 m	Ở độ sâu 1,0 m
Hạn	6,8	13,7	16,6
Ấm	19,0	17,3	17,3

5. Do yêu cầu canh tác cơ giới cũng như tạo được độ sâu thích hợp cho cây trồng phát triển, mực nước ngầm cần được khống chế ở một độ sâu thích hợp. Độ sâu này thay đổi theo loại cây trồng.

Bảng 7.3 - Mực nước ngầm thích hợp

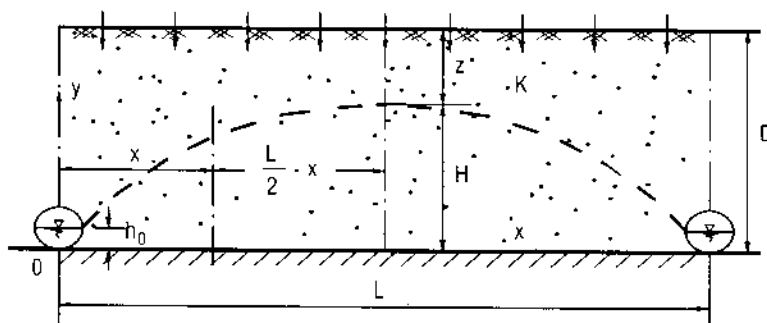
Loại đất	Cây nông nghiệp	Đồng cỏ
Đất sét chặt	$0,7 \div 1,2$	$0,5 \div 0,6$
Đất trung bình	$0,6 \div 1,0$	$0,4 \div 0,6$
Đất cát	$0,6 \div 0,8$	$0,3 \div 0,5$
Đất mùn	$0,6 \div 0,8$	$0,3 \div 0,4$

Do vậy cần phải nghiên cứu quy hoạch hệ thống tiêu ngầm để thoả mãn các yêu cầu nói trên

7.3.1. Xác định cấu trúc hệ thống tiêu ngầm theo dòng ổn định

1. Hệ thống thoát nằm ngay trên lớp không thấm

a) Sơ đồ tính toán (hình 7.7)

**Hình 7.7: Sơ đồ tính khi kênh tiêu (ống tiêu) nằm trên lớp không thấm**

b) Giả thiết tính toán

- Môi trường đất thấm là đồng nhất và đẳng hướng, hệ số thấm K là không đổi.
- Cường độ thấm p_0 của nước mưa vào trong đất là phân bố đều và không đổi.
- Lưu lượng rút vào kênh tiêu hay đường ống là không đổi trong thời gian nghiên cứu.

- Nước đến chỉ là nước thấm do mưa từ trên mặt đất.
- Dòng thấm tuân theo định luật Darcy.

c) Phương trình cơ bản và cách giải

Phương trình cơ bản được thiết lập trên cơ sở lưu lượng thấm từ nước mưa và lưu lượng rút vào ống tiêu.

$$Ky \frac{dy}{dx} = \left(\frac{L}{2} - x \right) p_0 \quad (7.37)$$

Điều kiện biên:
$$\begin{cases} x = 0 \Rightarrow y = h_0 \\ x = \frac{L}{2} \Rightarrow y = H \end{cases}$$

Độ sâu kênh tiêu D: $D = H + z$

z - tiêu chuẩn cần tiêu (m), phụ thuộc loại đất và loại cây trồng;

H - độ cao lớn nhất của đường bão hoà tại trung tâm giữa hai ống tiêu.

Tích phân phương trình (7.37) ta có:

$$\begin{aligned} \int_{h_0}^H y \cdot dy &= \int_0^{\frac{L}{2}} \frac{p_0}{K} \cdot \left(\frac{L}{2} - x \right) dx \\ \Rightarrow L &= 2 \sqrt{\frac{K}{p_0} (H^2 - h_0^2)} \end{aligned} \quad (7.38)$$

Nếu tính lưu lượng trên 1 đơn vị chiều dài của đường:

$$q = p_0 L = \frac{4K(H^2 - h_0^2)}{L} \quad (7.39)$$

2. Hệ thống thoát nằm cách xa tầng không thấm (hoặc tầng không thấm nằm sâu)

a) Sơ đồ tính toán

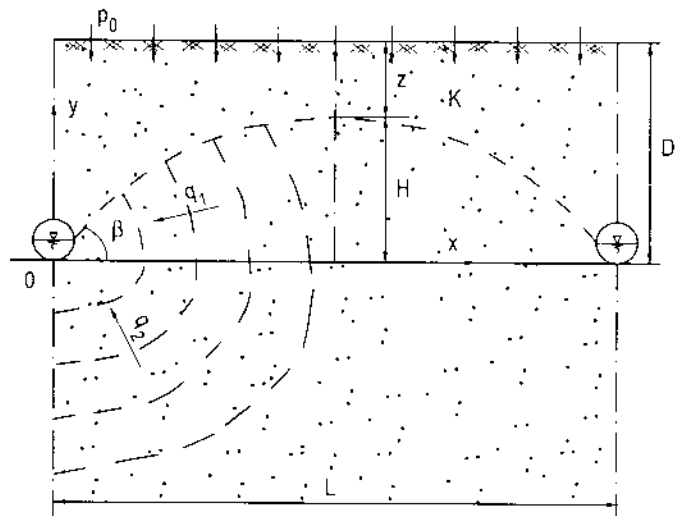
b) Giả thiết tính toán

- Giống các giả thiết ở trường hợp 1.

- Các đường đẳng áp là những vòng tròn đồng tâm đi qua tâm điểm của ống thoát.

c) Phương trình cơ bản và cách giải

Lưu lượng chảy vào ống thoát gồm 2 phần:



Hình 7.8: Hệ thống thoát nằm cách xa tầng không thấm

- Lưu lượng chảy vào phần trên trục hoành (xem sơ đồ):

$$q_1 = K\beta x \frac{dy}{dx} \quad (7.40)$$

β - tính bằng Radian, khi β bé có thể tính $\operatorname{tg}\beta \approx \beta = \frac{2H}{L}$

- Lưu lượng chảy vào phần dưới trục hoành:

$$q_2 = K \frac{\pi}{2} x \frac{dy}{dx} \quad (7.41)$$

Tổng lưu lượng chảy vào ống tiêu:

$$q = q_1 + q_2 = K \left(\beta + \frac{\pi}{2} \right) x \frac{dy}{dx} \quad (7.42)$$

Điều kiện biên:
$$\begin{cases} x = \frac{d}{2} \Rightarrow y = h_0 \\ x = \frac{L}{2} \Rightarrow y = H \end{cases}$$

Tích phân phương trình (7.42) kết hợp với điều kiện biên ta có:

$$K \left(\beta + \frac{\pi}{2} \right) \int_{h_0}^H dy = \int_{\frac{d}{2}}^{\frac{L}{2}} \frac{p_0}{x} \left(\frac{L}{2} - x \right) dx$$

Sau khi tích phân và rút gọn:

$$L = \frac{2K \left(\frac{\pi}{2} + \beta \right) (H - h_0)}{p_0 \left(\ln \frac{L}{d} - 1 \right)} \quad (7.43)$$

Và lưu lượng cho 1 đơn vị chiều dài đường ống thoát:

$$q = p_0 L = \frac{2K \left(\frac{\pi}{2} + \beta \right) (H - h_0)}{\left(\ln \frac{L}{d} - 1 \right)} \quad (7.44)$$

Trường hợp này bằng phương pháp thủy động, một số tác giả đã đề nghị một số công thức ở dạng khác:

+ Theo Numerov (1953) thì:

$$L = \frac{\pi H \left(\frac{K}{p_0} - 1 \right)}{\ln \operatorname{Ctg} \frac{\pi p_0}{4K}} \quad (7.45)$$

Do đó phương trình cơ bản sẽ là:

$$K(\alpha + \beta)x \frac{dy}{dx} = p_0 \left(\frac{L}{2} - x \right) dx \quad (7.50)$$

Điều kiện biên: Giống trường hợp 2

Từ (7.50) ta có:

$$K(\alpha + \beta) \int_{h_0}^H dy = \int_{\frac{d}{2}}^{\frac{L}{2}} \frac{p_0}{x} \left(\frac{L}{2} - x \right) dx$$

Sau khi tích phân và rút gọn ta có:

$$L = \frac{2K(\alpha + \beta)(H - h_0)}{p_0 \left(\ln \frac{L}{d} - 1 \right)} \quad (7.51)$$

Lưu lượng cho 1 đơn vị chiều dài đường ống thoát:

$$q = \frac{2K(\alpha + \beta)(H - h_0)}{\ln \frac{L}{d} - 1} \quad (7.52)$$

b) Phương pháp 2

Phương pháp này chỉ khác phương pháp 1 là trục Ox và đường đẳng thế xem là thẳng đứng.

Phương trình cân bằng cơ bản:

$$Ky \frac{dy}{dx} = p_0 \left(\frac{L}{2} - x \right) \quad (7.53)$$

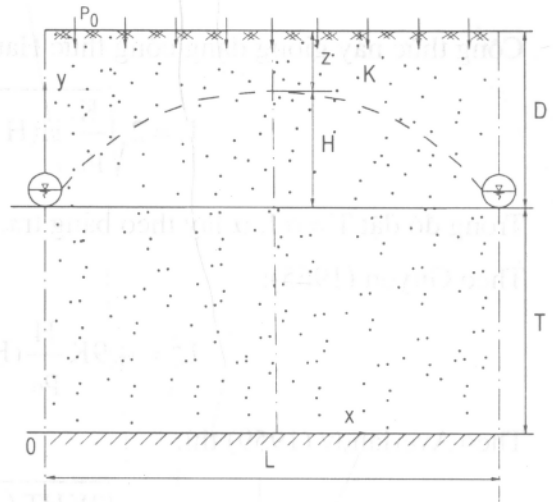
Điều kiện biên:

$$\begin{cases} x = \frac{d}{2} \rightarrow y = T + h_0 \\ x = \frac{L}{2} \rightarrow y = T + H \end{cases}$$

Tích phân phương trình (7.53) kết hợp với điều kiện biên ta có:

$$\int_{T+h_0}^{T+H} y dy = \int_{\frac{d}{2}}^{\frac{L}{2}} \frac{p_0}{K} \left(\frac{L}{2} - x \right) dx$$

Sau khi lấy tích phân ta có:



Hình 7.10: Hệ thống thoát nằm cách lớp không thấm một khoảng cách nhất định

$$L^2 - 2dL - 4K \left[\frac{(T+H)^2 - (T+h_0)^2}{p_0} \right] = 0 \quad (7.54)$$

Giải phương trình bậc 2 của L ở (7.54) ta có (bỏ qua d):

$$L = 2 \sqrt{\frac{K}{p_0} [(T+H)^2 - (T+h_0)^2]} \quad (7.55)$$

Nếu bỏ qua h_0 thì:
$$L = 2 \sqrt{\frac{K}{p_0} H(H+2T)} \quad (7.56)$$

Công thức này giống dạng công thức Haugut (1940). Công thức Haugut có dạng:

$$L = 2 \sqrt{\frac{K}{p_0} H(H+2T')} \quad (7.57)$$

Trong đó đặt $T' = \alpha T$, α lấy theo bảng tra.

Theo Guyon (1965):

$$L^2 = 4,9K \frac{H}{p_0} (H+1,8T') \quad (7.58)$$

Theo Averianov (1959) thì:

$$L = 2 \sqrt{\frac{2KHT}{p_0} \left(1 + \frac{H}{2T} \right) \alpha} \quad (7.59)$$

Trong đó α được xác định như sau:

+ Khi $\frac{L}{T} \geq 3$ thì $\alpha = \frac{1}{1 + \frac{2T}{L} \eta}$ với $\eta = 2,9 \log \left(\frac{2T}{\pi d} \right)$

+ Khi $\frac{L}{T} < 3$ thì $\alpha = \frac{2L}{8 \ln \left(\frac{2T}{\pi d} \right) T}$

Theo Hammad (1962) thì:

$$L = \frac{\pi KH}{p_0 \ln \left(\frac{2H}{d} + \frac{L^2}{\pi^2 T d} \right)} \quad \text{với } \frac{L}{T} < \frac{1}{4} \quad (7.60)$$

4. Hệ thống thoát nằm rất gần lớp không thấm

a) Phương pháp 1

- Sơ đồ tính toán (hình 7.11)

• Giả thiết tính toán: Đường đẳng thế là những đường thẳng đứng song song với trục Oy.

• Phương trình cơ bản và cách giải

Phương trình cơ bản được thiết lập trên cơ sở lưu lượng thấm từ nước mưa và lưu lượng rút vào ống tiêu.

$$p_0 \left(\frac{L}{2} - x \right) = K(y + T) \frac{dy}{dx} \quad (7.61)$$

$$\text{Điều kiện biên: } \begin{cases} x = 0 \Rightarrow y = h_0 \\ x = \frac{L}{2} \Rightarrow y = H \end{cases}$$

Tích phân phương trình (7.61) kết hợp với điều kiện biên ta có:

$$\int_{\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} p_0 \left(\frac{L}{2} - x \right) dx = \int_{h_0}^H K(y + T) dy$$

Sau khi lấy tích phân và đơn giản đi (bỏ qua d) ta có:

$$L = 2 \sqrt{\frac{2K}{p_0}} (H - h_0) \left(T + \frac{H + h_0}{2} \right) \quad (7.62)$$

b) Phương pháp 2

• Sơ đồ tính toán (hình 7.12)

• Phương trình cơ bản và cách giải

Trường hợp ta tính lưu lượng tại mặt cắt y, T' được xác định theo hệ thức:

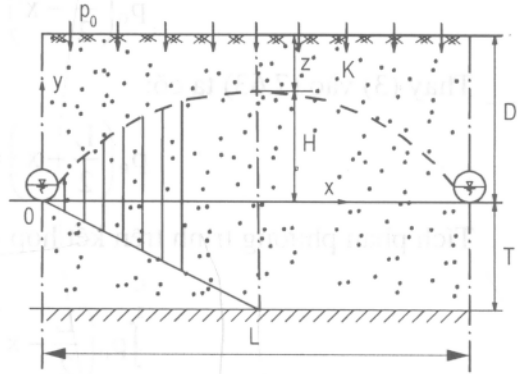
$$\frac{T'}{T} = \frac{x}{L} \rightarrow T' = \frac{2x}{L} T \quad (1)$$

Tương tự như vậy, nếu xem phần trên trục Ox của vùng bão hoà như một tam giác vuông thì:

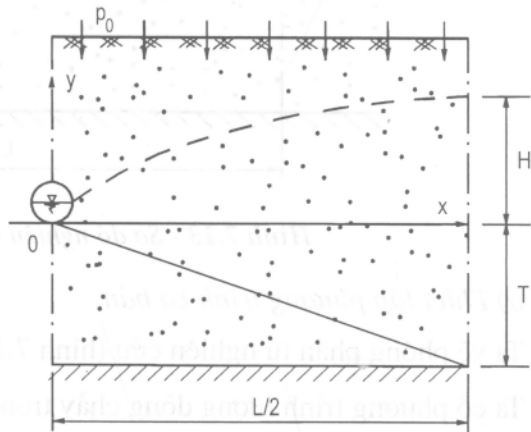
$$\frac{y}{H} = \frac{x}{\frac{L}{2}} \rightarrow x = \frac{L}{2H} y \quad (2)$$

Thay (2) vào (1) ta có:

$$T' = \frac{T}{H} y \quad (3)$$



Hình 7.11: Hệ thống thoát nằm rất gần lớp không thấm



Hình 7.12: Hệ thống thoát nằm rất gần lớp không thấm

Ta có phương trình cân bằng:

$$p_0 \left(\frac{L}{2} - x \right) = K(y + T') \frac{dy}{dx} \quad (7.63)$$

Thay (3) vào (7.63) ta có:

$$p_0 \left(\frac{L}{2} - x \right) = K \left(y + \frac{T}{H} y \right) \frac{dy}{dx}$$

Tích phân phương trình trên kết hợp với điều kiện biên ta có:

$$\int_{\frac{d}{2}}^{\frac{L}{2}} p_0 \left(\frac{L}{2} - x \right) dx = \int_{h_0}^H K \left(y + \frac{T}{H} y \right) dy$$

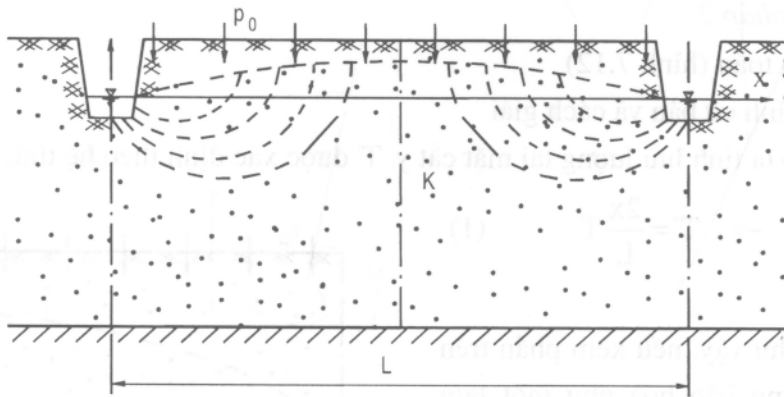
Sau khi lấy tích phân và đơn giản đi (bỏ qua d) ta có:

$$L = 2 \sqrt{\frac{K(H^2 - h_0^2) \left(1 + \frac{T}{H} \right)}{p_0}} \quad (7.64)$$

7.3.2. Xác định cấu trúc của hệ thống tiêu nước ngầm theo dòng không ổn định

1. Thiết lập phương trình cơ bản tổng quát

a) Sơ đồ nghiên cứu (hình 7.13)



Hình 7.13 - Sơ đồ nghiên cứu dòng thấm về kênh tiêu

b) Thiết lập phương trình cơ bản

Ta vẽ phóng phần tử nghiên cứu (hình 7.14) để thiết lập phương trình cơ bản.

Ta có phương trình lượng dòng chảy trong thời đoạn dt trên đoạn dx:

$$\left[q - \left(q + \frac{\partial q}{\partial x} dx \right) \right] dt + p_0 dx dt = \mu \frac{\partial H}{\partial t} dt dx \quad (7.65)$$

$$a^2 \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + b = \frac{\partial h}{\partial t} \quad (7.71)$$

+ Điều kiện ban đầu: $t = 0 \Rightarrow h(x, 0) = 0$

+ Điều kiện biên: $t \neq 0 \Rightarrow \begin{cases} h(0, t) = 0 \\ h(L, t) = 0 \end{cases}$

Độ cao đường bão hoà tại trung tâm của hai kênh thoát (hoặc ống ngầm):

$$h\left(\frac{L}{2}, t\right) = \sum_{n=1,3,5}^{\infty} \frac{4b}{n\pi} \left(\frac{L}{n\pi a}\right)^2 \left[1 - e^{-\left(\frac{n\pi a}{L}\right)^2 t}\right] \sin \frac{n\pi}{2} \quad (7.72)$$

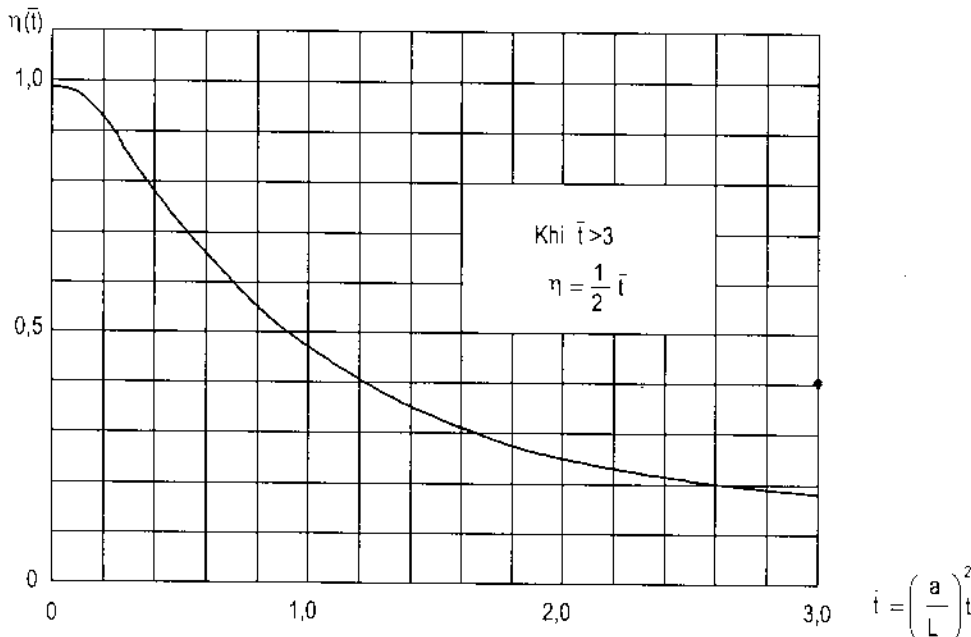
Hệ thức (7.72) sẽ được giải trên máy vi tính vì phải tính tổng nhiều số hạng. Hệ thức này có thể viết dưới dạng khác:

$$h\left(\frac{L}{2}, t\right) = b \cdot t \frac{4}{\pi^3} \frac{1}{\left(\frac{a}{L}\right)^2 t} \sum_{n=1,3,5}^{\infty} \frac{1}{n^3} \left[1 - e^{-\left(\frac{n\pi a}{L}\right)^2 t}\right] \sin \frac{n\pi}{2} \quad (7.73)$$

Đặt: $\eta(\bar{t}) = \frac{4}{\pi^3} \frac{1}{\bar{t}} \sum_{n=1,3,5}^{\infty} \frac{1}{n^3} \left[1 - e^{-(n\pi)^2 \bar{t}}\right] \sin \frac{n\pi}{2} \quad (7.74)$

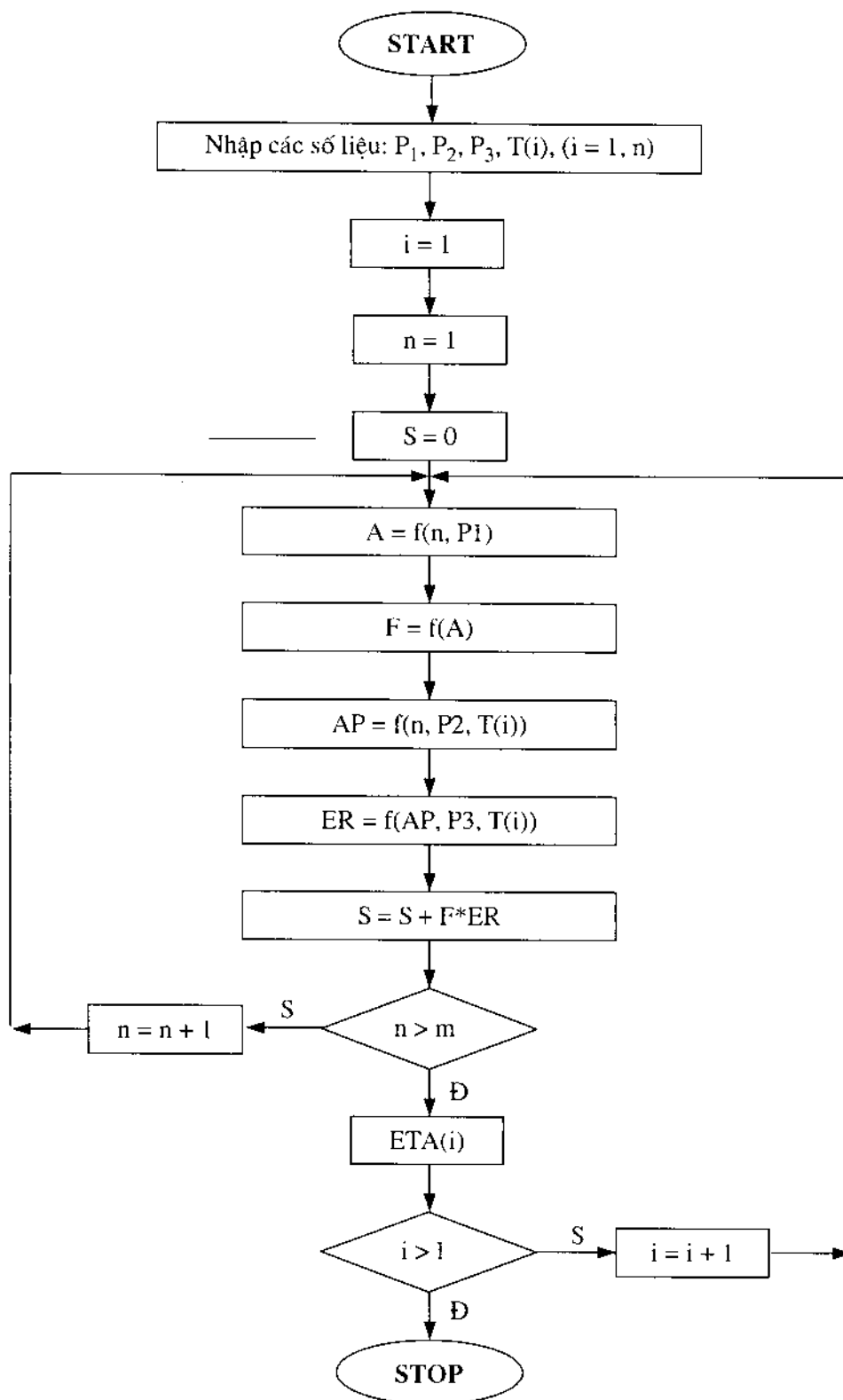
Với: $\bar{t} = \left(\frac{a}{L}\right)^2 t$ thì $h\left(\frac{L}{2}, t\right) = b t \eta(\bar{t}) \quad (7.75)$

Từ hệ thức (7.74), ta sẽ xây dựng biểu đồ quan hệ $\eta(\bar{t})$ với $\bar{t}$ ở dạng không thứ nguyên với giá trị bất kỳ. Từ đó có thể suy ra cho các trường hợp cụ thể tùy ý mà không phải tính nhiều.



Hình 7.16: Quan hệ giữa $\eta(\bar{t})$ và $\bar{t}$

Sơ đồ khối để lập chương trình tính toán cho hệ thức (7.74) như hình 7.17.



Hình 7.17: Sơ đồ khối tính hệ thức (7.74)

2. Trường hợp kết thúc mưa, nghiên cứu quá trình hạ thấp mực nước ngầm

a) Phương trình cơ bản

Phương trình cơ bản trong trường hợp này khi đã tuyến tính hoá:

$$a^2 \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} = \frac{\partial h}{\partial t} \quad (7.76)$$

a - có ý nghĩa như trên, $a^2 = \frac{KH}{\mu}$

Điều kiện ban đầu: $t = 0 \Rightarrow h(x, 0) = H_1$

Điều kiện biên: $t \neq 0 \Rightarrow \begin{cases} h(0, t) = 0 \\ h(L, t) = 0 \end{cases}$

b) Nghiệm giải tích của phương trình (7.76) sẽ cho 3 trường hợp:

- Trường hợp 1: Mực nước ngầm ban đầu là đường nằm ngang, $h_0 = \text{const}$

$$h\left(\frac{L}{2}, t\right) = H_1 \frac{1}{1 + 4,46 \frac{KH_1}{\mu L^2} t} \quad (7.77)$$

H_1 - độ cao đường bão hoà tại trung tâm hai đường thoát.

Dựa vào hệ thức (7.77) ta sẽ xác định được quá trình hạ thấp mực nước ngầm sau khi dừng mưa.

Nếu giải theo phương pháp chuỗi thì:

$$h\left(\frac{L}{2}, t\right) = \frac{4H_1}{\pi} \sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{1}{n} e^{-\left(\frac{n\pi a}{L}\right)^2 t} \sin \frac{n\pi}{2} \quad (7.78)$$

- Trường hợp 2: Mực nước ngầm ban đầu thay đổi theo phương trình parabol của Averianov (1959)

$$h(x, 0) = \frac{4x}{L} \left(1 - \frac{x}{L}\right) H_1 \quad (7.79)$$

$$h\left(\frac{L}{2}, t\right) = \frac{32H_1}{\pi^3} \sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{1}{n^3} e^{-\left(\frac{n\pi a}{L}\right)^2 t} \sin \frac{n\pi}{2} \quad (7.80)$$

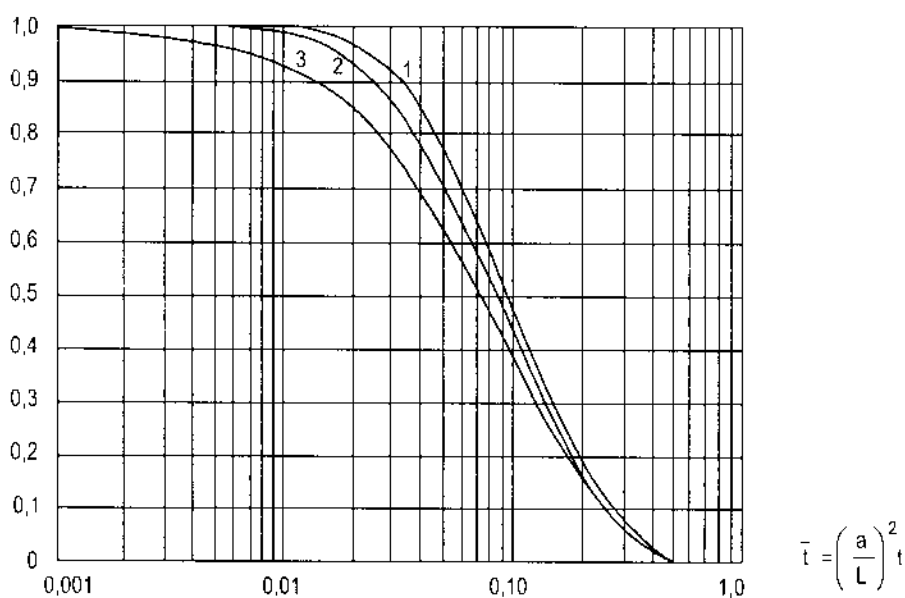
- Trường hợp 3: Mực nước ngầm ban đầu thay đổi theo phương trình parabol của Glover (1964)

$$h(x,0) = \frac{8H_1}{b^4} (L^3x - 3L^2x^2 + 4Lx^3 - 2x^4) \quad (7.81)$$

$$h\left(\frac{L}{2}, t\right) = \frac{192H_1}{\pi^3} \sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \left(\frac{n^2 - 8}{n^5} \pi \right) e^{-\left(\frac{n\pi a}{L}\right)^2 t} \sin \frac{n\pi}{2} \quad (7.82)$$

Để tiện tính toán ta lập quan hệ giữa $\bar{h}$ và $\bar{t}$ với $\bar{t} = \frac{KT_m t}{\delta L^2}$ và $\bar{h} = \frac{h}{H_1}$

Các hệ thức trên đã được tính bằng máy tính điện tử, xây dựng thành bảng tra hoặc đồ thị để tính cho đơn giản và nhanh (hình 7.18).



Hình 7.18: Quan hệ giữa $\bar{h}$ và $\bar{t}$

1 - Theo hệ thức 7.78; 2 - Theo hệ thức 7.80; 3 - Theo hệ thức 7.82

Câu hỏi ôn tập:

1. Hãy phân tích mục đích ý nghĩa của tiêu nước mặt ruộng.
2. Hãy trình bày nguyên lý tính toán xác định khoảng cách giữa hai kênh tiêu cấp cố định cuối cùng trên ruộng trồng cây trồng cạn và các tài liệu cần có để áp dụng tính toán.
3. Hãy trình bày nguyên lý tính toán xác định khoảng cách giữa các ống tiêu ngầm với tầng không thấm ở các vị trí khác nhau so với đáy ống tiêu theo giả thiết dòng ổn định.
4. Hãy trình bày cơ sở xác định cấu trúc hệ thống tiêu ngầm theo giả thiết dòng không ổn định và nêu các tài liệu cần thiết để áp dụng tính toán.

Chương 8

BỐ TRÍ HỆ THỐNG THỦY LỢI

8.1. CẤU TẠO HỆ THỐNG THỦY LỢI

Để dẫn nước từ nguồn nước về đến mặt ruộng cung cấp nước cho sản xuất nông nghiệp và các yêu cầu dùng nước khác đến các vị trí theo yêu cầu, cần phải có hệ thống công trình thủy lợi. Nguồn nước của hệ thống thủy lợi có thể là sông, suối, hồ chứa hoặc nguồn nước ngầm.

Hệ thống thủy lợi nói chung và hệ thống tưới tiêu nói riêng là tập hợp một hệ thống công trình từ đầu mối đến mặt ruộng, bảo đảm cung cấp nước cho cây trồng khi thiếu nước và tiêu thoát nước kịp thời cho cây trồng khi thừa nước nhằm thỏa mãn yêu cầu nước cho cây trồng phát triển tốt và có năng suất cao. Thực tế hệ thống thủy lợi thường là hệ thống phải đáp ứng yêu cầu tổng hợp lợi dụng cho nhiều ngành khác nhau, không chỉ giải quyết cấp thoát nước cho nông nghiệp mà còn phải giải quyết cấp thoát cho nhiều ngành kinh tế quốc dân khác như cấp thoát cho sinh hoạt, công nghiệp, phát điện, chăn nuôi, phát triển thủy sản, giao thông thủy, du lịch, cải tạo môi trường...

Hệ thống thủy lợi bao gồm:

- Cụm công trình đầu mối tưới và cụm công trình đầu mối tiêu có thể là cống lấy nước, cống tiêu nước tự chảy, cống lấy nước kết hợp với đập dâng, hồ chứa nước, giếng khai thác nước ngầm, trạm bơm tưới, trạm bơm tiêu, trạm bơm tưới tiêu kết hợp...

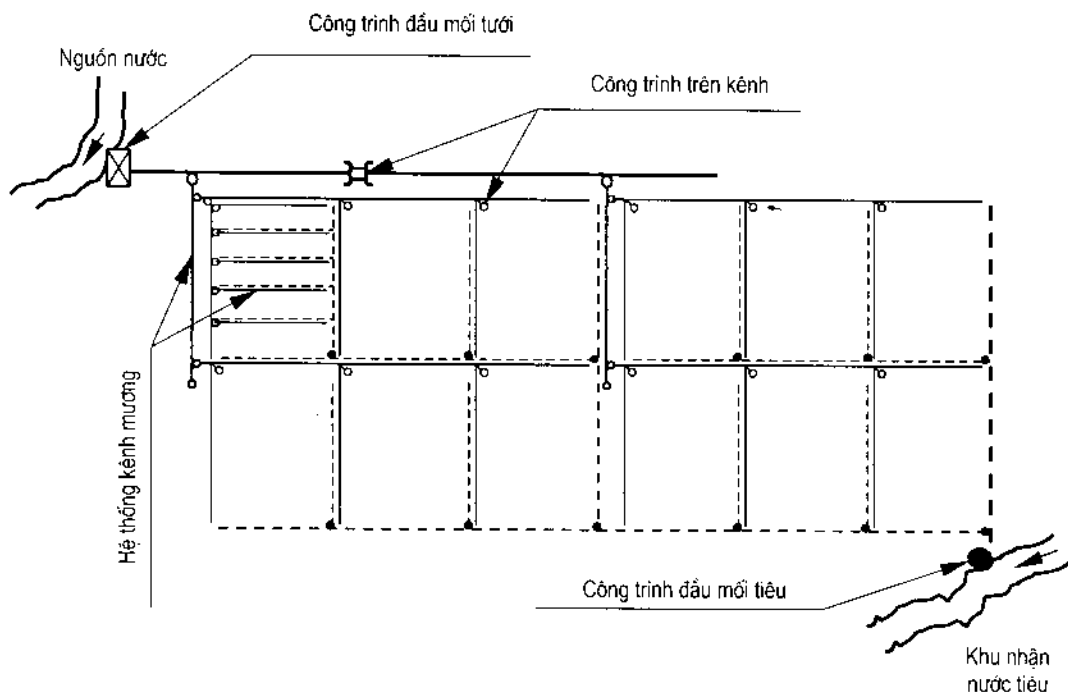
- Hệ thống dẫn nước gồm hệ thống kênh mương hoặc đường ống cấp thoát nước từ công trình đầu mối cấp nước tới mặt ruộng và dẫn nước tiêu từ mặt ruộng ra công trình đầu mối tiêu.

- Các công trình trên hệ thống gồm các cống lấy nước đầu kênh và các cống tiêu nước cuối kênh, các công trình vượt vật chướng ngại như: Cống luồn, xi phông, cầu máng, tuynel, cống điều tiết, đập dâng, cầu giao thông vượt kênh... các công trình bảo đảm an toàn cho hệ thống như dốc nước, bậc nước, đường tràn bên, cống tháo nước cuối kênh, công trình lảng cát... và hệ thống các công trình đo nước.

- Hệ thống điều tiết nước mặt ruộng như bờ vùng, bờ thửa, rãnh tưới rãnh tiêu, các công trình tưới tiêu mặt ruộng.

Ngoài ra còn phải kể đến các công trình phụ trợ khác như hệ thống giao thông nội đồng, liên thôn, liên xã, hệ thống hàng cây chắn gió bảo đảm điều hoà môi trường sinh thái môi trường cho khu vực.

Bố trí hệ thống công trình thủy lợi phải xét đến nhiều yếu tố như điều kiện địa hình, địa chất, quy hoạch trồng trọt, điều kiện quản lý. Nói chung khi bố trí hệ thống thủy lợi phải xét đến tổng hợp các yếu tố của các ngành kinh tế trong vùng dự án, đặc biệt điều kiện địa hình, địa chất là yếu tố quan trọng. Khi bố trí là lấy nguyên tắc khai thác tổng hợp các tài nguyên trong vùng để phục vụ cho yêu cầu phát triển kinh tế quốc dân.



Hình 8.1: Sơ đồ hệ thống thủy lợi tưới tiêu phục vụ nông nghiệp

8.2. BỐ TRÍ CÔNG TRÌNH ĐẦU MỐI TỬƠI CỦA HỆ THỐNG THỦY LỢI

Công trình đầu mối của hệ thống là cụm công trình lấy nước đầu kênh, trực tiếp lấy nước từ nguồn (sông, hồ) để đưa nước vào khu vực yêu cầu.

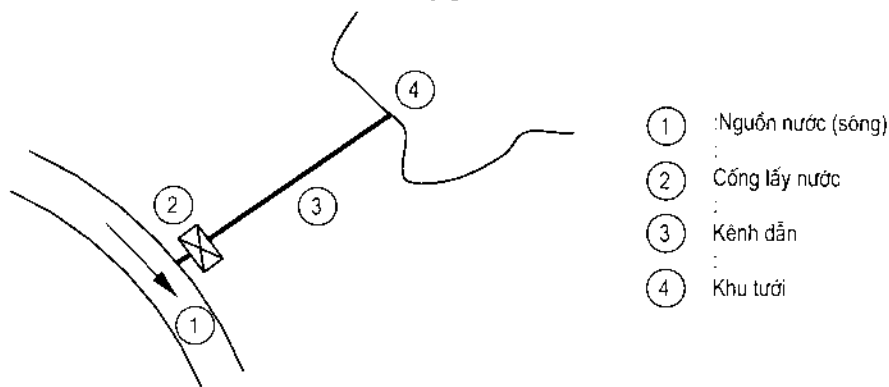
Công trình đầu mối phải bảo đảm bất cứ lúc nào cũng có thể lấy nước theo kế hoạch đã định. Nước lấy vào phải có chất lượng tốt, không có bùn cát thô bất lợi cho cây trồng và gây bồi lấp kênh. Mặt khác khi xây dựng công trình lấy nước ở sông sẽ làm cho trạng thái sông thiên nhiên thay đổi nhưng phải bảo đảm để sự thay đổi đó không ảnh hưởng đến điều kiện lấy nước, đến việc lợi dụng tổng hợp nguồn nước. Công trình đầu mối phải được xây dựng với giá thành rẻ, chi phí quản lý thấp nhưng thi công phải dễ dàng, thuận tiện.

Theo sự tương quan giữa đường quá trình lưu lượng và mực nước sông với tần suất thiết kế ($Q_s \sim t$, $H_s \sim t$), lưu lượng và mực nước yêu cầu ở hệ thống ($Q_{yc} \sim t$, $H_{yc} \sim t$) có thể phân chia các hình thức lấy nước như sau:

8.2.1. Trường hợp thứ nhất: Khi $Q_s > Q_{yc}$ và $H_s > H_{yc}$

Trong trường hợp này ta chỉ xây dựng cống lấy nước đầu kênh. Cống có nhiệm vụ khống chế lưu lượng lấy vào cho phù hợp với yêu cầu dùng nước trong từng thời gian của

khu vực. Mặt khác cống có nhiệm vụ ngăn chặn nước sông tràn vào đồng gây úng ngập, đặc biệt thời gian mùa lũ cống phải đóng hoàn toàn. Hình thức cống của trường hợp này phần lớn là cống hở không áp. Cống có thể có một cửa hoặc nhiều cửa tùy quy mô của cống, ví dụ như cống Liên Mạc đầu hệ thống sông Nhuệ, lấy nước sông Hồng vào tưới cho các diện tích canh tác thuộc hệ thống phụ trách.



Hình 8.2: Bố trí cống lấy nước tự chảy đầu hệ thống tưới

8.2.2. Trường hợp thứ hai: Khi $Q_S > Q_{yc}$ và $H_S < H_{yc}$

Trường hợp này có thể áp dụng một trong 4 hình thức lấy nước sau:

1. Cống lấy nước tự chảy đầu kênh

Trong trường hợp mực nước sông nhỏ hơn mực nước yêu cầu của hệ thống nhưng độ chênh lệch không lớn, mặt khác độ dốc của lòng sông tương đối lớn, vì thế có thể kéo dài kênh tưới về phía thượng lưu và dịch chuyển vị trí cống tới vị trí khi $H_S > H_{yc}$ (hình 8.3). Độ dài kênh tưới được xác định theo hệ thức:

$$L = \frac{H_{yc} + \sum \Delta h + \Delta H - H_S}{i_S - i_K} \quad (8.1)$$

trong đó:

ΔH - tổn thất qua cống đầu kênh (m);

$\sum \Delta h$ - tổng tổn thất đầu nước trên kênh (m);

i_S - độ dốc lòng sông;

i_K - độ dốc của kênh.

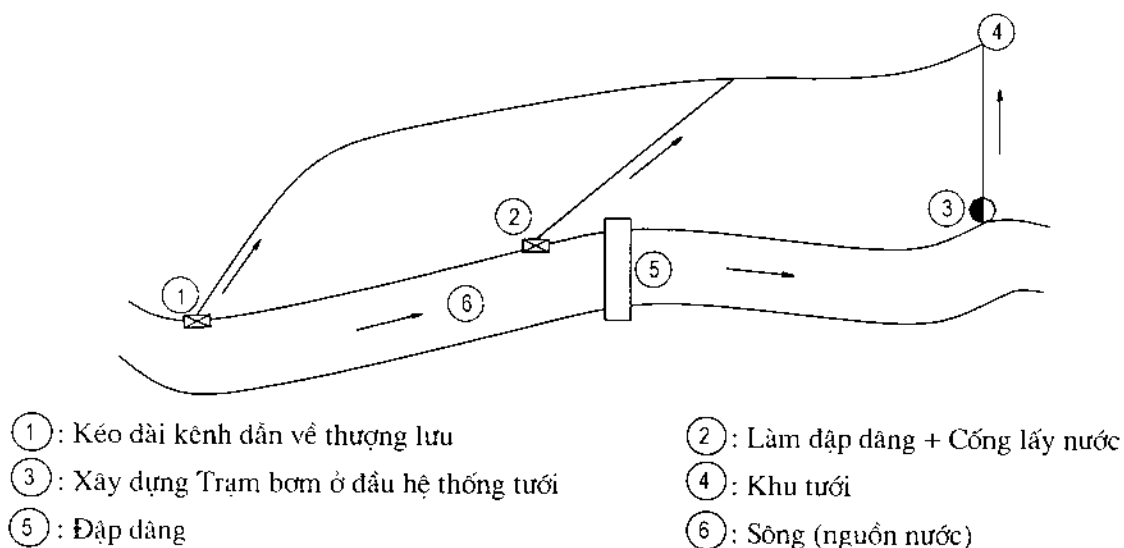
2. Cống lấy nước tự chảy đầu kênh có kết hợp đập dâng nước

Để có thể nâng cao mực nước sông theo yêu cầu tưới tự chảy ta phải xây dựng đập dâng nhằm bảo đảm điều kiện $H_S > H_{yc}$. Trường hợp này được sử dụng khi điều kiện địa hình, địa chất cho phép xây dựng đập dâng trên sông với vốn đầu tư không quá lớn và ảnh hưởng ít tới vấn đề ngập lụt ở thượng lưu. Hình thức cống lấy nước tự chảy kết hợp đập dâng thường được áp dụng ở các sông suối miền núi nhằm lái dòng chảy của sông suối tự nhiên vào hệ thống qua cống lấy nước, hình thức này cũng được áp dụng tương đối phổ

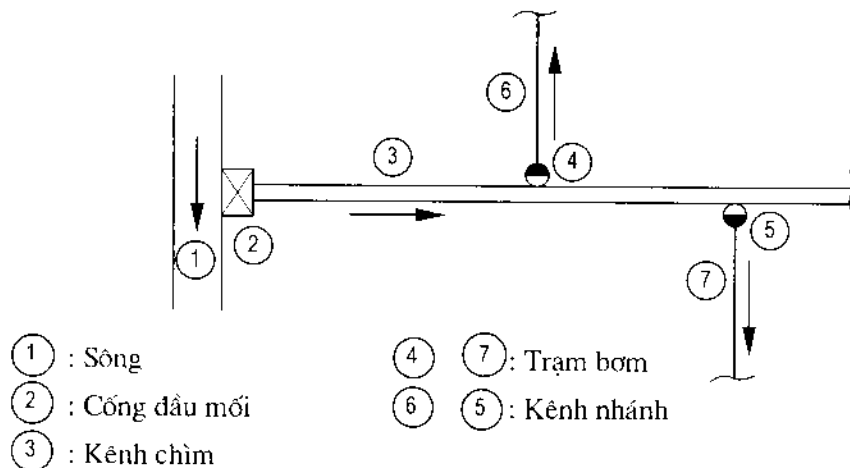
biến cho sông ở vùng trung du với hệ thống có quy mô lớn, tưới cho vài chục nghìn ha tới hàng trăm nghìn ha (hình 8.3). Có thể kể tới một số hệ thống áp dụng hình thức công trình đầu mối này đã được xây dựng như đập Bái Thượng (Thanh Hóa), đập Đô Lương (Nghệ An), đập Thác Huống (Thái Nguyên), đập Cầu Sơn (Bắc Giang), đập Liên Sơn (Vĩnh Phúc)...

3. Trạm bơm

Khi điều kiện xây dựng đập dâng ngang sông không cho phép hoặc quá tốn kém và ảnh hưởng nhiều tới khu vực xung quanh. Chúng ta có thể dùng hình thức công trình là trạm bơm, bơm nước sông lên kênh dẫn theo mực nước yêu cầu tưới tự chảy (hình 8.3). Ở nước ta các hệ thống dọc sông Hồng về mùa khô mực nước sông thường thấp hơn cao trình mặt ruộng cần tưới, do đó phải dùng hình thức này. Các hệ thống đã được xây dựng như trạm bơm Phù Sa, Hồng Vân, Đan Hoài, La Khê (Hà Tây), trạm bơm Ấp Bắc (Hà Nội), trạm bơm Đại Định (Vĩnh Phúc), trạm bơm Như Trác (Hà Nam), Linh Cảm (Hà Tĩnh)...



Hình 8.3: Ba hình thức công trình đầu mối



Hình 8.4: Hình thức lấy nước bán tự chảy

4. Cống lấy nước tự chảy vào kênh chìm kết hợp với các trạm bơm nội đồng

Khi tại đầu mối điều kiện không cho phép xây dựng trạm bơm lớn hoặc không kinh tế bằng việc xây dựng các trạm bơm nội đồng, chúng ta có thể áp dụng hình thức cống lấy nước tự chảy vào kênh chìm, kết hợp với các trạm bơm nội đồng bơm nước từ kênh chìm lên kênh dẫn tưới cho các tiểu vùng trong hệ thống (hình 8.3)... Một số hệ thống tưới đã xây dựng như hệ thống Bắc Hưng Hải, hệ thống Trịnh Xá...

Trường hợp $Q_S > Q_{yc}$, $H_S < H_{yc}$ muốn chọn được hình thức lấy nước thích hợp phải xét nhiều phương án, sau đó so sánh và lựa chọn phương án tốt nhất có lợi về mặt kỹ thuật, kinh tế và điều kiện thi công thuận tiện, cũng như điều kiện quản lý sau này. Qua thực tế, thấy rằng hình thức trạm bơm hoặc cống đầu mối thường gặp ở vùng đồng bằng, còn hình thức kéo dài đường kênh dẫn hoặc đập dâng thường gặp ở trung du và miền núi.

8.2.3. Trường hợp thứ ba: Khi Q_S có lúc lớn hơn có lúc nhỏ hơn Q_{yc} và H_S có thể lớn hơn hoặc nhỏ hơn H_{yc}

Trường hợp này ta phải xây đập ngăn sông tạo lòng hồ chứa nước để trữ lại lượng nước trong thời gian có $Q_S > Q_{yc}$ dùng để tưới cho thời gian $Q_S < Q_{yc}$. Tùy vào lượng dòng chảy đến của lưu vực hồ và yêu cầu cấp nước mà có thể xây dựng hồ điều tiết năm hoặc nhiều năm như hồ Suối Hai, Đồng Mô (Hà Tây), hồ Cẩm Sơn, Suối Nứa (Bắc Giang), hồ Gò Miếu, Núi Cốc (Thái Nguyên), hồ Thác Bà (Yên Bái), hồ Hoà Bình (Hoà Bình), hồ Kẻ Gỗ (Hà Tĩnh), hồ Phú Ninh (Quảng Nam), hồ Dầu Tiếng (Tây Ninh)...

8.3. BỐ TRÍ HỆ THỐNG KÊNH TUỚI

Hệ thống kênh tưới làm nhiệm vụ dẫn nước tưới từ đầu mối đến mặt ruộng, đó là hệ thống xương sống của hệ thống tưới. Trong hệ thống kênh tưới có nhiều cấp, tùy quy mô hệ thống mà số cấp nhiều hay ít, nhiều nhất có thể đến 5 cấp, ít nhất cũng 2 cấp.

8.3.1. Phân cấp kênh trong hệ thống tưới

1. Phân cấp hệ thống kênh tưới

Theo Tiêu chuẩn Hệ thống kênh tưới TCVN 4118-85 thì kênh tưới được phân 5 cấp (cấp công trình) để xác định tiêu chuẩn thiết kế và các hạng mục có liên quan.

Bảng 8.1 - Phân cấp công trình của hệ thống kênh tưới

Diện tích tưới (10^3 ha)	Cấp công trình kênh
≥ 50	II
$10 \div 50$	III
$2 \div 10$	IV
≤ 2	V

Lưu ý:

- Khi kênh tưới đồng thời làm nhiệm vụ khác (giao thông thủy, cấp nước dân dụng, công nghiệp...) thì cấp kênh tưới được lấy theo cấp của kênh làm nhiệm vụ khác nếu kênh có cấp thấp hơn.

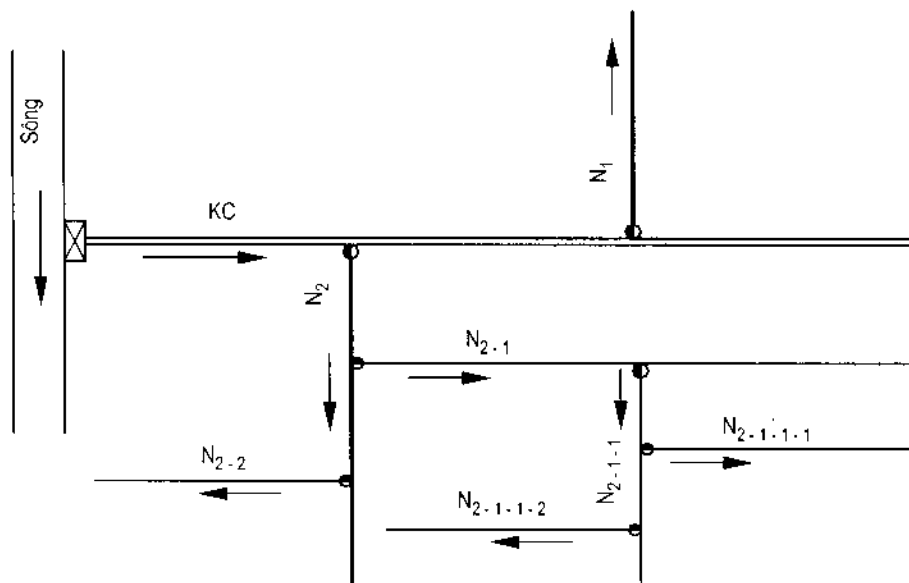
- Cấp của công trình trên kênh cũng được xác định theo bảng 8.1. Khi có kết hợp với các công trình kỹ thuật khác (giao thông, cấp nước dân dụng, công nghiệp...) thì cấp công trình trên kênh lấy theo cấp của công trình kỹ thuật nếu công trình kênh tưới có cấp thấp hơn.

2. Ký hiệu cấp kênh

Hệ thống kênh gồm kênh chính, các kênh cấp I, các kênh nhánh cấp II, các kênh nhánh cấp III... và các kênh nhánh cấp cuối cùng dẫn nước vào ruộng trồng trọt.

Những ký hiệu các kênh thuộc mạng lưới kênh tưới được quy định như sau:

- Kênh chính: KC
- Kênh nhánh cấp I: $N_1, N_2, N_3 \dots$
- Kênh nhánh cấp II: $N_{1-1}, N_{1-2}, N_{1-3} \dots$
 $N_{2-1}, N_{2-2}, N_{2-3} \dots$
 $N_{3-1}, N_{3-2}, N_{3-3} \dots$
- Kênh cấp III: $N_{1-1-1}, N_{1-1-2}, N_{1-1-3} \dots$
 $N_{1-2-1}, N_{1-2-2}, N_{1-2-3} \dots$
 $N_{1-3-1}, N_{1-3-2}, N_{1-3-3} \dots$



Hình 8.5: Sơ đồ ký hiệu cấp kênh tưới

8.3.2. Bố trí kênh chính và kênh nhánh

Kênh chính và kênh nhánh có nhiệm vụ lấy nước từ nguồn nước vào khu tưới và phân phối vào các vùng trong khu tưới.

3. Nguyên tắc bố trí

Việc bố trí kênh phụ thuộc vào nhiều yếu tố, tùy tình hình cụ thể và từng nơi mà chọn phương án bố trí cho hợp lý. Nói chung khi bố trí kênh phải theo những nguyên tắc sau:

1. Kênh chính phải được bố trí ở những địa thế cao để có thể khống chế tưới tự chảy toàn khu tưới với khả năng lớn nhất. Nên lợi dụng bố trí kênh trên các đường sống trâu để có thể khống chế tưới được các diện tích hai bên kênh, giảm được chiều dài kênh.
2. Khi bố trí kênh phải xét tới việc tổng hợp lợi dụng đường kênh để thỏa mãn nhu cầu của mọi ngành kinh tế và để mang lại lợi ích lớn nhất. Ví dụ: Kênh tưới có thể kết hợp phát điện, vận tải thủy, cung cấp nước dân dụng, công nghiệp... Trường hợp kết hợp phát điện cần bố trí để tạo thành thác nước trên kênh để khai thác năng lượng thủy điện. Trường hợp kết hợp vận tải thủy hoặc cung cấp nước cần bố trí kênh đi qua hoặc gần các trung tâm dân cư hoặc khu sản xuất công, nông nghiệp.
3. Khi bố trí kênh cần xét tới các mặt có liên quan thật chặt chẽ để phát huy tác dụng của kênh và không mâu thuẫn với các mặt công tác đó.
 - Khi bố trí kênh phải xét đến quy hoạch đất đai trong khu vực. Mỗi loại đất, trồng một loại cây khác nhau tạo thành những vùng trồng trọt khác nhau, do đó yêu cầu về nước của mỗi vùng cũng khác nhau, việc quản lý phân phối nước cũng khác nhau. Có thể kết hợp bố trí kênh theo địa giới của các vùng nói trên để phân vùng được rõ ràng như vùng trồng lúa nước, vùng trồng hoa màu, vùng trồng cây công nghiệp...
 - Bố trí kênh cần kết hợp chặt chẽ với các khu vực hành chính như tỉnh, huyện, xã, các đơn vị sản xuất như nông trường, hợp tác xã, trang trại... để tiện việc quản lý sản xuất nông nghiệp và phân phối nước, nếu có thể thì kết hợp bố trí tuyến kênh làm địa giới của những khu vực đó.
 - Bố trí kênh tưới cũng phải thực hiện một lúc với bố trí kênh tiêu để tạo thành một hệ thống kênh tưới tiêu hoàn chỉnh.
 - Bố trí kênh phải kết hợp chặt chẽ với đường giao thông thủy hoặc bộ, phải xét yêu cầu quốc phòng như kênh phân vùng biên giới.
4. Khi bố trí kênh cấp trên cần phải tạo điều kiện tốt cho việc bố trí kênh cấp dưới và bố trí công trình liên quan.
5. Phương án bố trí phải ít vượt qua chướng ngại, ít công trình, khối lượng đào đắp nhỏ, vốn đầu tư ít, tiện thi công và quản lý.
6. Cần bố trí kênh đi qua nơi có địa chất tốt để lòng kênh ổn định, không bị xói, ít ngấm nước.
7. Trường hợp kênh phải lượn cong thì bán kính cong phải bảo đảm điều kiện: $R \geq 2B$, với R là bán kính cong và B là chiều rộng mặt nước kênh ở vị trí lượn cong. Đối với lưu lượng kênh đạt $50 \text{ m}^3/\text{s}$ thì bán kính cong có thể đạt $R = 100 \div 150\text{m}$.

Trên đây là những nguyên tắc cần chú ý khi bố trí kênh, nhưng tùy tình hình cụ thể mà vận dụng cho thích hợp. Nói chung, cần bố trí thế nào để đạt được hiệu suất cao, vốn đầu tư ít, tiện thi công và quản lý. Để đạt được yêu cầu đó phải tham khảo ý kiến cộng đồng, tổ chức, chính quyền các địa phương trong vùng hưởng lợi để phương án lựa chọn phù hợp.

8.3.3. Bố trí điển hình

Ở nước ta, diện tích trồng trọt thường tập trung ở vùng Đồng bằng và Trung du. Ở miền núi ngoài diện tích rừng, đại bộ phận diện tích trồng trọt là trồng cây công nghiệp, cây ăn quả. Cây lương thực được sản xuất trên những mảnh nhỏ, rải rác ở các thung lũng hẹp. Vấn đề này sẽ được bàn trong chương chuyên đề. Ở đây ta nghiên cứu bố trí điển hình hệ thống tưới vùng trung du và đồng bằng.

1. Vùng trung du

Ở vùng trung du, sông vừa ra khỏi miền rừng núi, hai bên sông là những dải đất hẹp dựa vào núi đồi và nghiêng ra sông với độ dốc khá lớn.

Các đường đồng mức tạo thành một góc chéo nhỏ với dòng sông, các bãi đất thường do nước cuốn từ trên cao xuống rồi lắng lại mà thành. Vì thế, đất ở gần phía núi đồi thì có thành phần cơ giới lớn, ngấm nhiều, càng xuống thấp về phía sông hạt đất nhỏ dần và ngấm ít, độ dốc lớn điều kiện tiêu nước tốt, tùy theo nước sông lớn hay nhỏ mà mực nước ngấm thay đổi khác nhau.

Kênh chính bố trí dọc chéo theo đường đồng mức phía trên cao để khống chế toàn giải đất, kênh nhánh bố trí gần thẳng góc với kênh chính để cung cấp nước cho từng vùng, độ dốc thường lớn, có thể tập trung các bậc nước để phát điện. Nếu nước sông lấy vào kênh có nhiều phù sa, cần xây dựng những công trình khống chế cát bồi.

Kênh chính theo yêu cầu khống chế diện tích tưới, nếu nước sông thấp hơn mực nước cần thiết của kênh thì có thể dùng biện pháp kéo dài đầu kênh dọc theo sông đến khi nào có thể tự chảy vào kênh được, hoặc đắp đập chắn ngang sông để dâng mực nước sông tự chảy vào kênh chính hoặc đặt trạm bơm bơm nước lên kênh chính.

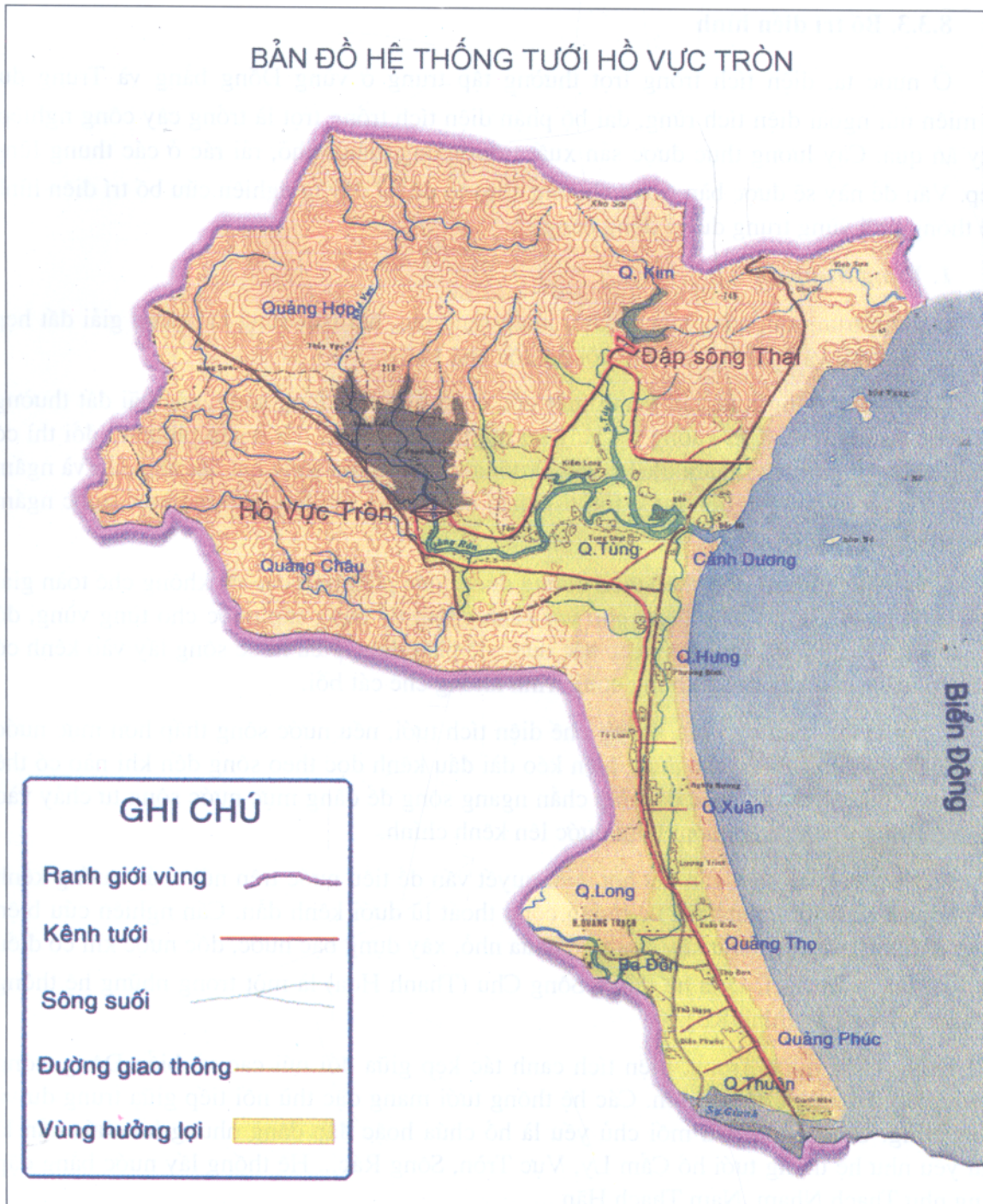
Khi bố trí kênh tưới cần kết hợp giải quyết vấn đề tiêu nước trên núi chảy xuống kênh như kênh tiêu lũ núi cùng với hệ thống cống thoát lũ dưới kênh dẫn. Cần nghiên cứu biện pháp giữ đất, giữ nước như xây dựng hồ chứa nhỏ, xây dựng bậc nước, dốc nước khi có điều kiện và thấy cần thiết. Ở ta hệ thống Sông Chu (Thanh Hóa) là một trong những hệ thống tưới theo dạng này (hình 8.5).

Đồng bằng miền Trung, diện tích canh tác kẹp giữa đồi núi cao và biển Đông, sông suối có độ dài ngắn, độ dốc lớn. Các hệ thống tưới mang đặc thù nối tiếp giữa trung du và đồng bằng. Công trình đầu mối chủ yếu là hồ chứa hoặc đập dâng nhưng hồ chứa vẫn là chủ yếu như hệ thống tưới hồ Cẩm Ly, Vực Tròn, Sông Rác... Hệ thống lấy nước bằng đập dâng như Thạch Nham, Nam Thạch Hãn ...

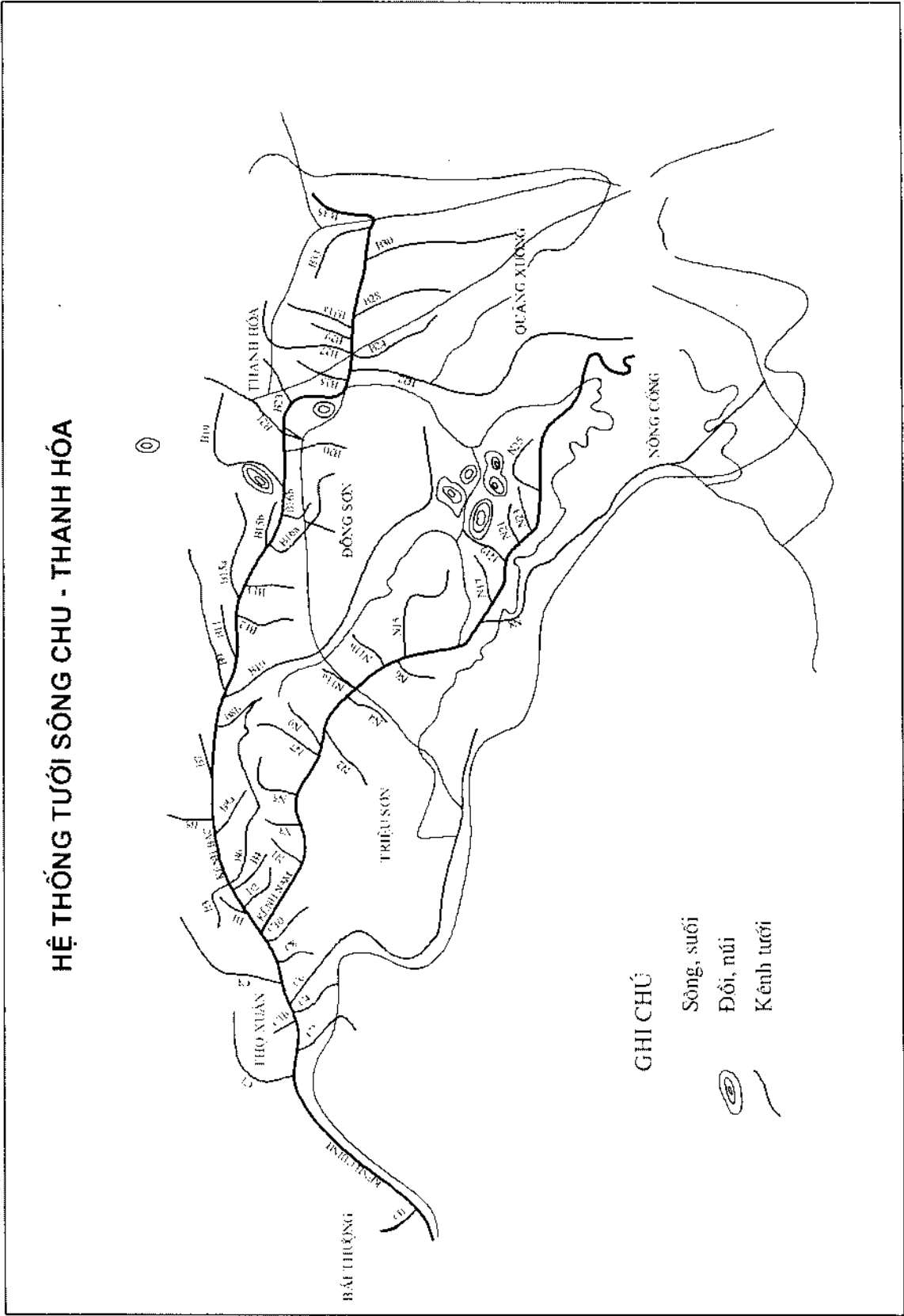
Đồng bằng miền Đông Nam bộ và Tây Nguyên đều có đặc thù tương tự các vùng trung du.

Thí dụ: Hai hệ thống tưới điển hình:

1. Hệ thống đầu mối là hồ chứa: Hệ thống tưới hồ Vực Tròn (Quảng Bình)
2. Hệ thống tưới đầu mối là đập dâng + cống: Hệ thống tưới Sông Chu (Thanh Hóa)



Hình 8.6: Hệ thống tưới hồ Vực Tròn - Quảng Bình



Hình 8.7 - Hệ thống thủy nông sông Chu - Thanh Hóa

2. Miền đồng bằng

Miền đồng bằng nước ta do phù sa bồi lắng tạo thành. Các sông lớn chia đồng bằng thành nhiều vùng độc lập. Mỗi vùng có đê sông bao quanh, địa hình nói chung bằng phẳng, độ dốc nghiêng ra biển, chung quanh cao, giữa và phía biển thấp thành lòng chảo nghiêng. Địa hình chi tiết rất phức tạp, đường đồng mức ngoằn ngoèo và nhiều nơi khấp kén nên diện tích úng nhiều. Do phù sa tạo nên, do vậy đất ven sông ngấm nhiều, nước ngấm lên xuống phụ thuộc vào tình hình mực nước sông xung quanh, nó thay đổi khá lớn theo mùa lũ và mùa kiệt. Ở giữa vùng đất ngấm ít, nước ngấm nông và thay đổi ít. Về mùa mưa điều kiện tiêu nước gặp khó khăn vì nước ngoài sông cao, do vậy phải tiêu bằng động lực là chủ yếu. Ngược lại mùa khô sông xuống thấp gây khó khăn về tưới tự chảy, phải dùng biện pháp bơm.

Nhờ hệ thống sông ngòi phong phú nên ở đồng bằng có thể lưới sông hóa, lợi dụng sông ngòi sẵn có sửa sang, uốn nắn lại làm kênh dẫn nước tưới tiêu, vận tải thủy, đồng thời có thể trữ nước cho mùa khô như các tỉnh Thái Bình, Hải Dương, Hưng Yên, Hà Nam...

Đồng bằng sông Cửu Long do hệ thống sông ngòi chằng chịt và chia cắt nhiều nên diện tích canh tác phần lớn bị các sông ngòi, kênh rạch bao bọc. Cũng như đồng bằng sông Hồng, đồng bằng sông Cửu Long là một đồng bằng bồi tích, bằng phẳng và tương đối thấp, chỉ trừ một số núi còn sót lại ở Kiên Giang và An Giang có cao độ trên 100m, phần còn lại cao độ dưới 5m, điều kiện tưới, tiêu thuận lợi. Tưới chủ yếu là tự chảy, phần lớn lợi dụng thủy triều lên để tưới tự chảy vì hệ thống sông, rạch chịu ảnh hưởng của thủy triều. Về tiêu thoát lũ phần lớn phải dùng động lực vì mùa mưa nước sông cao hơn mặt ruộng, nước tràn vào đồng gây ngập úng. Hệ thống sông lớn không có đê, hiện tại người ta xây dựng bờ bao khoanh từng vùng nhỏ chống úng cục bộ. Hệ thống kênh tưới thường lấy nước từ kênh rạch đồng thời làm nhiệm vụ tưới tiêu kết hợp, các cửa nối với sông lớn làm cống ngăn mặn giữ ngọt để tưới.

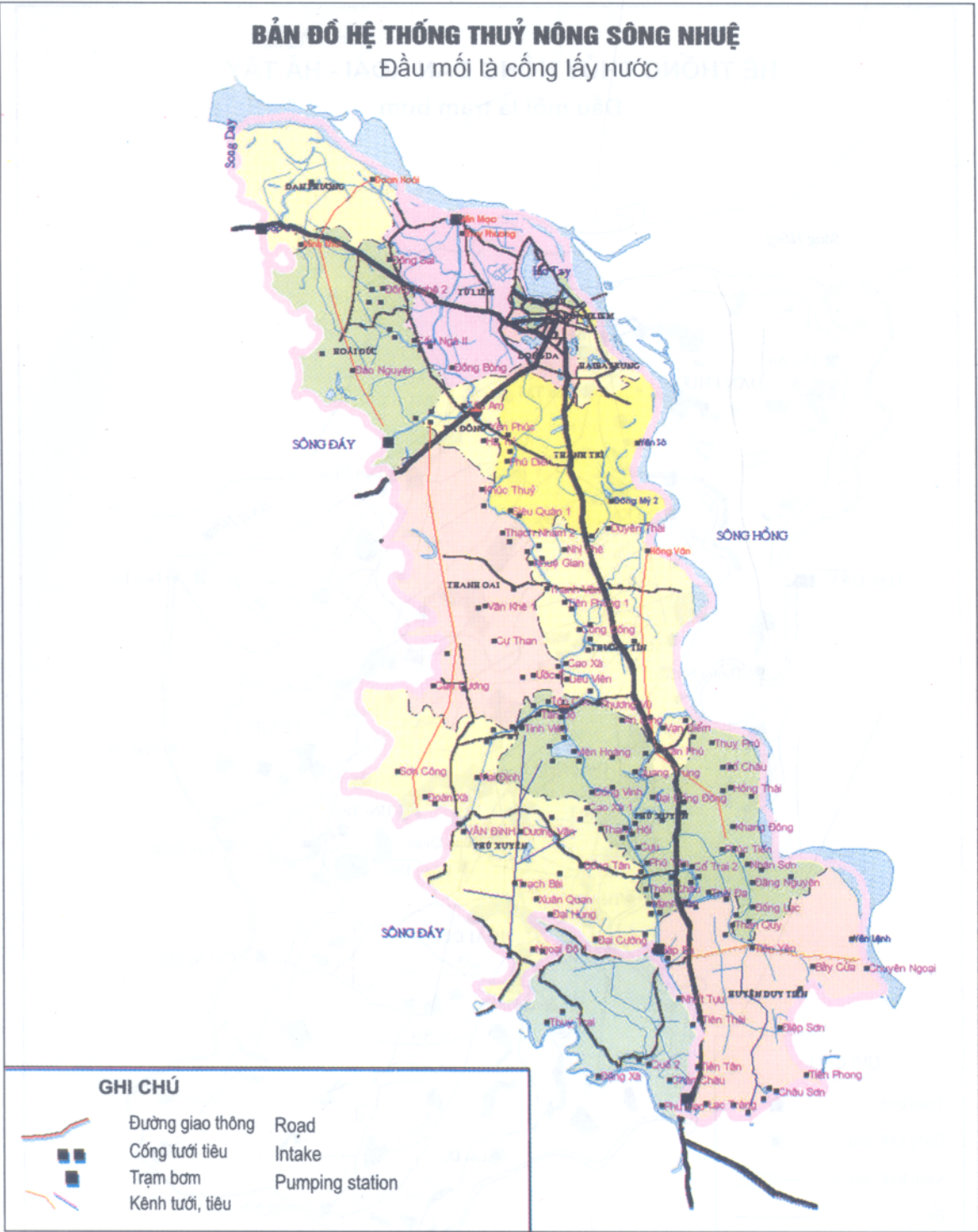
3. Miền duyên hải

Miền duyên hải ở sát gần biển, điều kiện địa hình gần giống như ở miền đồng bằng, cũng bị sông thiên nhiên chia thành nhiều vùng độc lập nhau và dốc nghiêng về phía biển. Có vùng do có những dải đất cát dọc ven biển như vùng Quảng Bình do đó điều kiện tiêu nước ra biển khó khăn, tạo thành úng nghiêm trọng như vùng nam Thái Bình hoặc vùng Diễn Châu (Nghệ An).

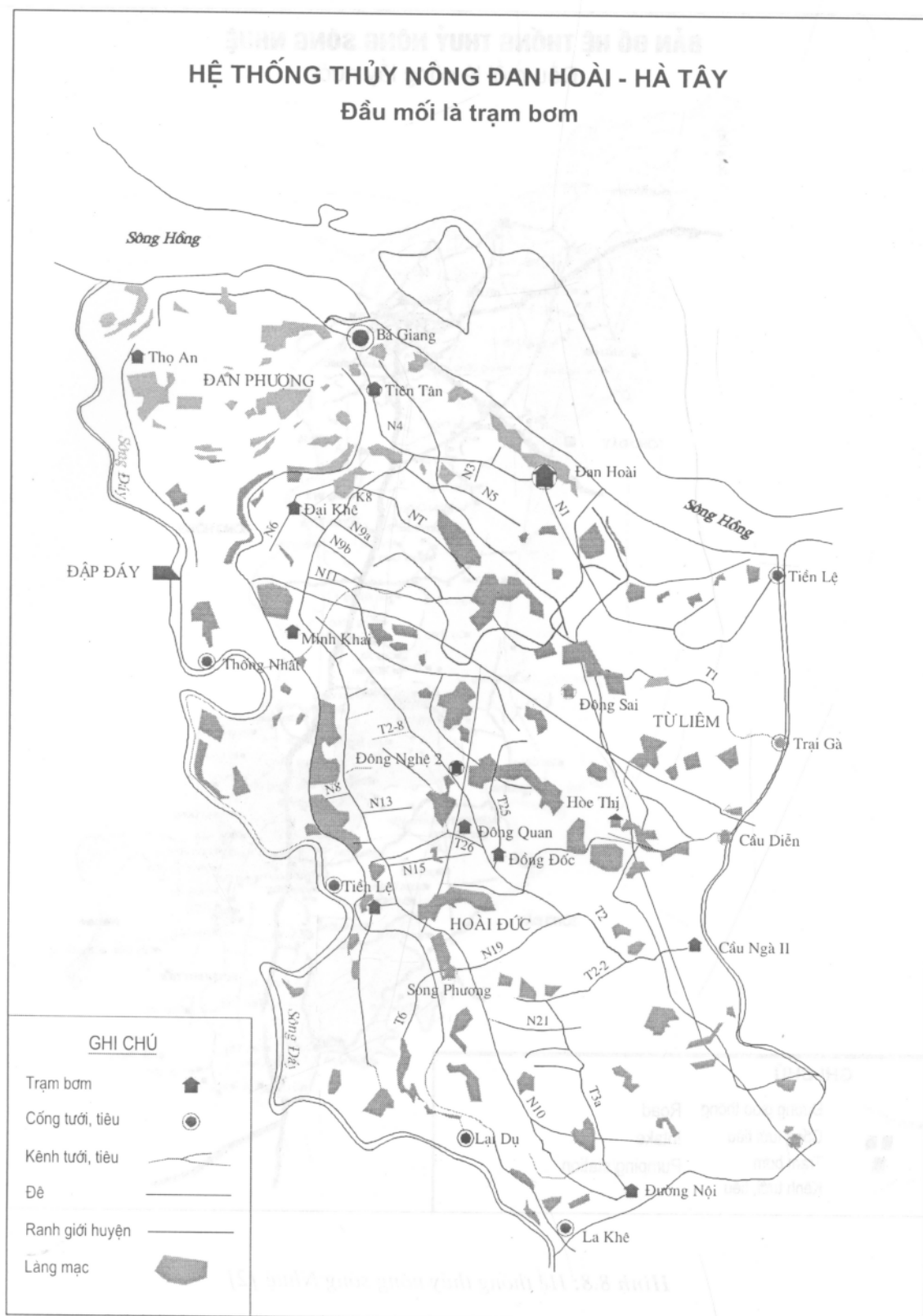
Do có nước thủy triều lên xuống nên mặt đất thường thấp hơn mực nước thủy triều cao và cao hơn mực nước thủy triều thấp. Do đó có thể tưới tự chảy bằng nước sông khi triều lên và tiêu tự chảy khi triều xuống, nhưng về mùa lũ nước sông lên cao, việc tiêu nước ra cửa sông cũng gặp khó khăn phải dùng động lực mới giải quyết được.

Do điều kiện trên, nên việc bố trí kênh mương thường phải phân tán thành nhiều hệ thống nhỏ, tưới cho những diện tích nhỏ bằng cống lấy nước, bố trí phân tán dọc đê sông. Những cống này thường làm việc hai chiều, vừa lấy nước tưới vừa tiêu cho khu vực.

Ở miền duyên hải cũng có nhiều kênh mương lợi dụng tổng hợp tưới tiêu và vận tải thủy, đặc biệt đồng bằng sông Cửu Long là phổ biến.



Hình 8.8: Hệ thống thủy nông sông Nhuệ [2]



Hình 8.9: Hệ thống thủy nông Đan Hoài - Hà Tây [25]

8.3.4. Bố trí kênh mương nội đồng (từ kênh cấp III đến kênh cấp cố định cuối cùng)

Nguyên tắc vẫn theo nguyên tắc chung đã nêu ở trên nhưng xét thêm một số quan hệ với các đơn vị sản xuất. Vì hệ thống này phục vụ trực tiếp cho các đơn vị sản xuất. Do đó việc bố trí phải phù hợp với điều kiện sản xuất, tạo thuận lợi cho hoạt động trên đồng ruộng, nâng cao được năng suất lao động mà lại thỏa mãn yêu cầu tưới. Vì vậy, cần xét thêm một số yêu cầu cụ thể.

- Bố trí kênh mương phải kết hợp chặt chẽ với quy hoạch đất đai. Cần thực hiện đồng thời với quy hoạch đất đai và bố trí luân canh. Để tiện cho việc quản lý với đơn vị sản xuất (chẳng hạn như hợp tác xã) chỉ nên do một hoặc nhiều nhất hai kênh cung cấp nước tưới. Đối với mỗi khu trồng trọt một loại cây trồng nên bố trí kênh cấp nước riêng. Kênh tưới có thể cùng với kênh tiêu tạo thành địa giới vùng sản xuất. Để thực hiện được giải pháp này ta cần tiến hành chuyển đổi ruộng đất trong điều kiện phân chia ruộng đất manh mún hiện nay ở nông thôn.

- Phải kết hợp với việc quy hoạch bố trí hệ thống giao thông trong vùng sản xuất ở thôn, xã và các đơn vị sản xuất như các trang trại. Trong hệ thống nội đồng thường có mấy loại đường giao thông như hệ thống đường quản lý kênh mương, công trình thủy lợi nội đồng, đường cho các phương tiện cơ giới nông nghiệp hoạt động sản xuất. Các loại đường này tùy yêu cầu và điều kiện cụ thể có thể bố trí kết hợp hoặc độc lập, dựa vào tiêu chuẩn thiết kế để xác định chiều rộng mặt đường và chất lượng vật liệu của đường.

- Kết hợp với việc trồng cây gây rừng: Trồng cây hiện là vấn đề chú ý phát triển nhằm tạo cảnh quan môi trường, bảo đảm môi trường không khí, đất, giảm tác động tiêu cực của thiên nhiên đối với môi trường trồng trọt như giảm ảnh hưởng của gió đến bốc thoát hơi nước mặt ruộng của cây trồng, chống đổ cây, giữ ổn định bờ, đường, hạ thấp mực nước ngầm... Để giảm tác dụng của gió, người ta phải nghiên cứu hướng gió thịnh hành từng thời kỳ trong năm để bố trí hàng cây thẳng góc với hướng gió. Theo kinh nghiệm thì rừng cây có thể giảm từ 20 ÷ 60% tốc độ gió, giảm từ 10 ÷ 40% lượng bốc hơi, từ đây có thể tăng sản lượng từ 20 ÷ 40%. Mặt khác cây xanh là yếu tố quan trọng trong việc giảm thiểu ô nhiễm môi trường không những ở nông thôn mà các đô thị cũng đang thực hiện tích cực.

8.4. BỐ TRÍ KÊNH TIÊU

Do đặc điểm khí hậu nước ta là nắng lắm, mưa nhiều, hết hạn lại úng. Do đó, các hệ thống thủy lợi của nước ta luôn phải đảm bảo hai chức năng tưới và tiêu. Vì vậy, ngoài kênh tưới đảm bảo dẫn nước từ nguồn vào khu tưới để cấp nước cho cây trồng khi thiếu nước, ta còn phải bố trí hệ thống kênh tiêu để rút nước từ hệ thống tưới ra khu nhận nước, bảo đảm chế độ nước tốt nhất cho cây trồng và các yêu cầu tiêu thoát nước khác trong vùng.

8.4.1. Nhiệm vụ của hệ thống kênh tiêu

- Có đủ khả năng tiếp nhận toàn bộ lượng nước từ hệ thống điều tiết mặt ruộng chuyển ra khu trữ nước, bảo đảm đồng ruộng không bị ngập úng.

- Tháo khô nước trong kênh tưới khi cần sửa chữa kênh hay sửa các công trình trên kênh hoặc tháo nước trong kênh tưới khi có biến cố xảy ra để bảo đảm an toàn cho kênh.

- Trong điều kiện cụ thể của từng vùng, do yêu cầu cần thiết và ở mức độ nhất định hệ thống kênh tiêu sẽ làm nhiệm vụ trữ nước chống hạn khi thiếu nước.

- Điều tiết chế độ nước ngầm trong mặt ruộng đối với các vùng trồng cây trồng cạn, để bảo đảm độ ẩm thích hợp cho cây.

8.4.2. Cấu tạo của hệ thống tiêu trong khu tưới

Hệ thống tiêu bao gồm:

- Hệ thống kênh điều tiết nước và chuyển nước từ mặt ruộng ra đến khu nhận nước (sông, ngòi, hồ, biển...). Số cấp kênh tiêu sẽ bố trí song song các cấp kênh tưới nhưng chiều chuyển nước khác nhau.

- Kênh chắn nước ngoài lai để chống tràn của nước mưa từ đồi núi chảy về hoặc nước từ các vùng khác chảy vào vùng tưới.

- Các khu chứa nước tiêu nhận nước tiêu từ hệ thống kênh tiêu rút ra như sông, ngòi, ao, hồ...

8.4.3. Bố trí hệ thống kênh tiêu

Tùy theo đặc điểm từng vùng tiêu mà việc bố trí hệ thống kênh có đặc điểm riêng nhất định nhằm thỏa mãn yêu cầu tiêu nước của từng vùng.

Nguyên tắc chung cần được xem xét khi bố trí hệ thống kênh tiêu:

- Kênh tiêu phải bố trí ở nơi thấp nhất để có thể tiêu tự chảy cho đất đai trong vùng.

- Kênh tiêu phải ngắn để tiêu nước được nhanh và khối lượng công trình bé.

- Hệ thống kênh tiêu phải phối hợp chặt chẽ với các hệ thống khác như: Hệ thống tưới, hệ thống giao thông... và cần triệt để tận dụng sông ngòi sẵn có làm hệ thống kênh tiêu để giảm vốn đầu tư.

- Phải chú ý tổng hợp lợi dụng kênh tiêu, triệt để sử dụng nguồn nước tháo khỏi kênh tiêu (tái sử dụng được tính vào phần nước hồi quy).

- Giữa kênh tưới và kênh tiêu có thể bố trí kề liền (hai kênh ba bờ) hoặc cách nhau tùy điều kiện địa hình cụ thể. Đối với vùng bằng phẳng thường bố trí cách nhau sẽ giảm được mật độ kênh trên hệ thống, giảm vốn đầu tư.

- Các kênh tiêu cấp dưới nối tiếp với kênh tiêu cấp trên (theo quy mô), góc nối tiếp tốt nhất là $45^\circ \div 60^\circ$ để nước chảy thuận lợi, khi điều kiện không cho phép có thể thẳng góc.

- Kênh tiêu phải lượn vòng thì bán kính cong cần phải thỏa mãn yêu cầu sau:

$$R_{\min} = 100R^{1,5}$$

hoặc:

$$R_{\min} = 10B$$

R - bán kính thủy lực của kênh tại đoạn uốn cong (m);

B - chiều rộng mặt nước kênh tại đoạn cong (m).

Nói chung hệ thống tiêu trong khu tưới có thể:

- Khi tiêu tự chảy thì bố trí cửa tiêu phân tán theo đường tiêu ngắn nhất.

- Khi ít có khả năng tự chảy thì bố trí tập trung về một cửa để bơm ra khu nhận nước.

8.5. BỐ TRÍ MẠNG LƯỚI GIAO THÔNG VÀ CÂY CHẮN GIÓ

Khi xây dựng quy hoạch thủy lợi phải kết hợp chặt chẽ với hệ thống giao thông. Mạng lưới đường xá trong hệ thống rất quan trọng. Cho nên khi quy hoạch hệ thống thủy lợi phải xét kỹ đến mạng lưới giao thông trong khu vực để tạo thuận lợi cho quản lý khai thác, không gây mâu thuẫn và trở ngại lẫn nhau.

Mạng lưới giao thông trong hệ thống gồm giao thông thủy và giao thông bộ.

Trên các tuyến đường thường trồng cây chắn gió, tạo cảnh quan bảo vệ môi trường, tạo bóng mát đi lại, tạo được nguồn gỗ cho xây dựng và công nghiệp địa phương.

8.5.1. Giao thông bộ

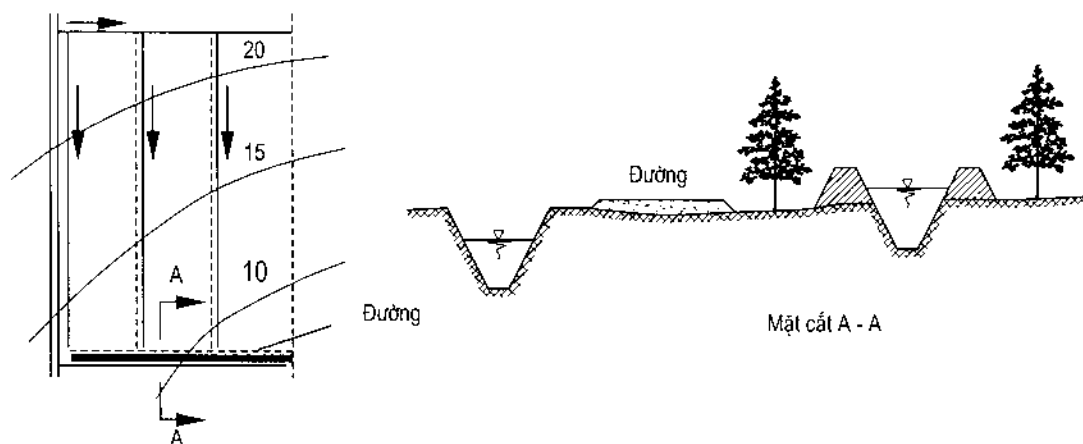
Trong hệ thống thủy lợi thường dùng các bờ kênh tưới, tiêu làm đường đi lại. Đường giao thông bộ trong hệ thống thường có ba loại:

- Đường xe ô tô và các máy công cụ trong nông nghiệp;
- Đường xe cải tiến;
- Đường cho người và trâu bò đi lại.

1. Đường ô tô và máy móc cơ giới nông nghiệp

Để phục vụ cho vận chuyển vật liệu xây dựng, sản phẩm nông nghiệp và vật tư phục vụ nông nghiệp đến các trung tâm giao dịch hoặc đến từng hộ gia đình trong hệ thống ta phải bố trí loại đường này. Hiện nay cơ giới hóa trong nông thôn đang phát triển mạnh, ngoài loại máy cày cỡ lớn, các loại máy nhỏ đang phát triển đến từng hộ sản xuất.

Đường xe cơ giới được bố trí trên bờ kênh các cấp. Chiều rộng mặt đường phải thích hợp cho các loại xe cơ giới, có thể đạt 3,5m, tùy cấp đường và nền đường được thiết kế theo tiêu chuẩn đường nông thôn. Hệ thống đường này được nối với hệ thống đường thôn, xã, huyện...

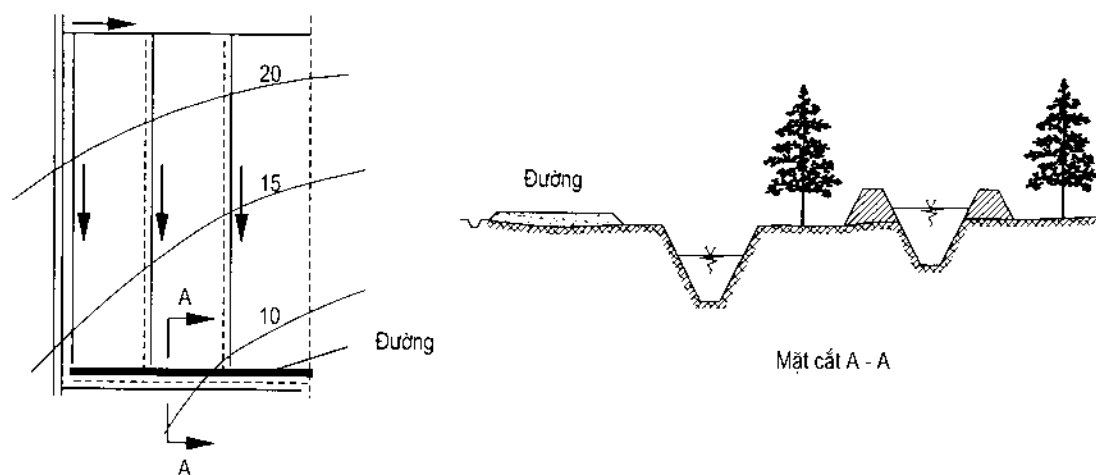


Hình 8.10: Cách bố trí thứ nhất

Quan hệ giữa đường với kênh tưới, kênh tiêu có ba hình thức bố trí:

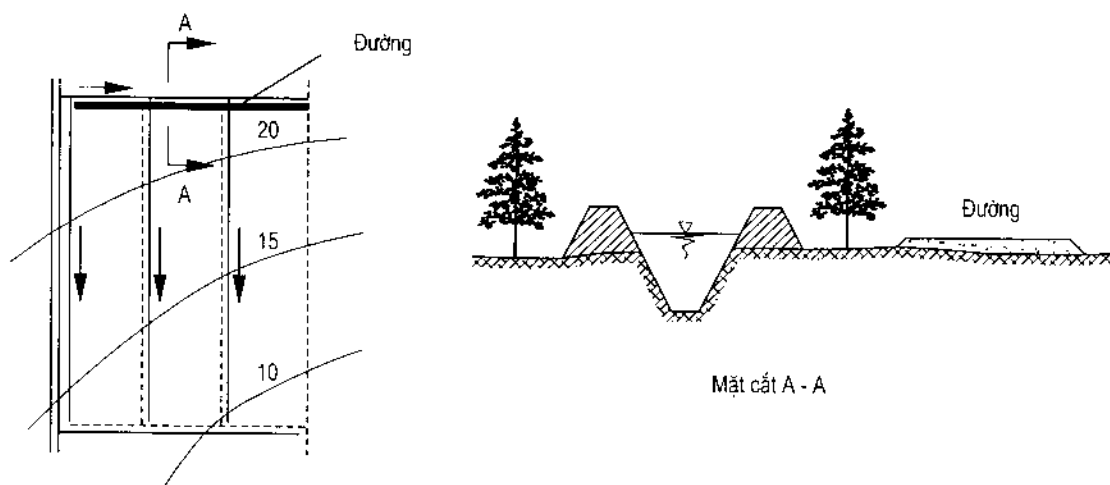
- Cách thứ nhất: Đường bố trí ở phía thấp của ruộng và ở giữa kênh tưới và kênh tiêu. Như vậy đường có thể dùng cho sản xuất và quản lý kênh mương, nhưng máy móc phải vượt qua kênh tiêu vào ruộng, phải làm cầu vượt (hình 8.10).

- Cách thứ hai: Đường bố trí ngoài kênh tiêu về phía ruộng, có nghĩa là kênh tiêu nằm giữa đường và kênh tưới. Như vậy, máy móc cơ giới vào ruộng không phải vượt kênh tiêu, không cần cầu vượt, tuy nhiên kênh tiêu sát kênh tưới, chịu ảnh hưởng nước bờ kênh tưới nên dễ bị sạt lở. Đường phải vượt qua nhiều mương tiêu nhỏ, phải làm nhiều cống ngầm (hình 8.11)



Hình 8.11: Cách bố trí thứ hai

- Cách thứ ba: Đường được bố trí phía bờ cao của ruộng sát kênh tưới. Như vậy đường nằm ở phía ít bị ngập úng. Có thể phối hợp làm đường quản lý kênh mương, công trình. Nhưng đường phải vượt qua công trình kênh tưới vào ruộng (hình 8.12).



Hình 8.12: Cách bố trí thứ ba

2. Đường xe cải tiến

Để vận chuyển giống, phân bón, nông sản phẩm giữa ruộng với đường ô tô máy công cụ, nên cần thiết phải bố trí loại đường này.

Đường xe cải tiến thường bố trí men theo bờ kênh cố định cấp cuối cùng. Mặt đường có thể rộng từ $1,2 \div 1,5\text{m}$.

3. Đường cho người và trâu bò đi

Đường này chính là bờ thửa ruộng cấp cuối cùng. Chiều rộng mặt đường thường chọn $0,4 \div 0,6\text{m}$.

Đường này dùng để người đi lại chăm sóc và vận chuyển nông sản phẩm thu hoạch, vận chuyển ra xe cải tiến.

Tùy tình hình cụ thể mà ta nghiên cứu bố trí các loại đường trên cho phù hợp với sản xuất và vốn đầu tư là ít nhất, nông dân dễ dàng đầu tư xây dựng.

8.5.2. Đường thủy

Những vùng thấp, trũng yêu cầu tiêu úng lớn hoặc lợi dụng các kênh rạch sẵn có làm kênh tiêu, các kênh này thường có mặt cắt ngang rộng và sâu. Do vậy, có thể kết hợp làm đường vận tải thủy để vận chuyển nông sản phẩm, phân bón... từ làng ra đồng rất thuận tiện. Cụ thể các vùng Hải Dương, Hưng Yên, Hà Nam, Ninh Bình, các vùng duyên hải, vùng đồng bằng sông Cửu Long. Tùy điều kiện cụ thể mà có thể dùng các loại thuyền, xuống có gắn động cơ như ở đồng bằng Nam bộ, khai thác rất hiệu quả hệ thống kênh rạch này.

Khi sử dụng hệ thống kênh tiêu làm đường vận tải thủy cần chú ý bảo vệ môi trường, chống ô nhiễm do phân bón, rác thải khi nông dân vận chuyển, bốc dỡ.

8.6. BỐ TRÍ CÔNG TRÌNH TRÊN KÊNH

8.6.1. Cống lấy nước, phân phối tiêu tháo nước và điều tiết nước

1. Mục đích

Cống là loại công trình được sử dụng rộng rãi trong hệ thống kênh tưới và kênh tiêu. Mục đích bố trí cống là nhằm lấy nước, phân phối nước, điều tiết mực nước và tháo nước theo yêu cầu.

2. Phân loại cống

Cống trong hệ thống thủy lợi có nhiều loại, tùy hình dạng kết cấu và điều kiện sử dụng mà chia theo các loại:

a) Theo hình dạng và kết cấu có cống lộ thiên và cống ngầm. Cống lộ thiên phía trên để hở hoặc có tấm đan đập kín kết hợp làm sàn thao tác máy đóng mở hoặc đường giao thông. Cống lộ thiên thường được bố trí trên kênh cấp trên vì dao động mực nước lớn, còn cống ngầm thường được bố trí ở kênh cấp dưới để bảo đảm ổn định lưu lượng vào đồng ruộng.

b) Theo điều kiện sử dụng có cống lấy nước, phân phối nước, điều tiết nước và tháo nước.

- Cống lấy nước: Cống này được bố trí ở đầu kênh chính để lấy nước từ công trình đầu mối vào hệ thống theo yêu cầu cấp nước. Loại cống này có thể là cống hở hoặc cống ngầm, cống lấy nước trên sông thường là cống hở còn cống lấy từ hồ chứa thường là cống ngầm.

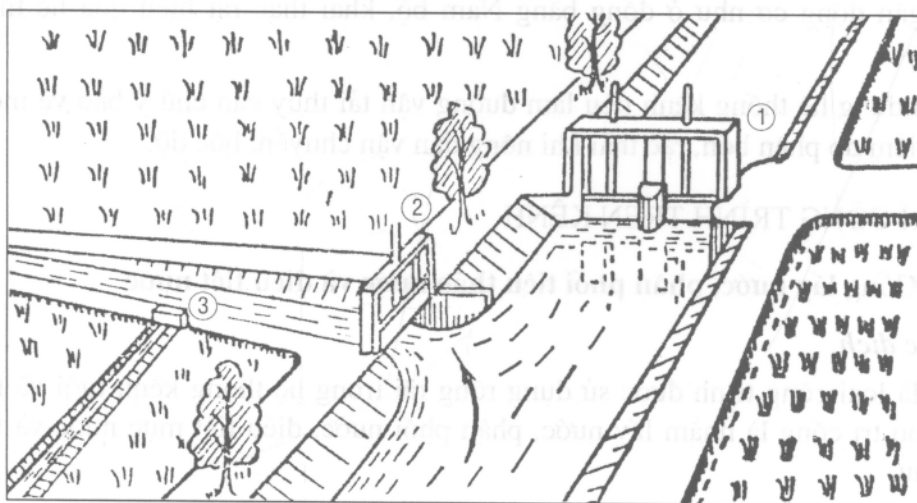
- Cống phân phối nước, được bố trí đầu các cấp kênh để thực hiện lấy nước vào kênh và phân phối nước cho kênh cấp dưới. Loại cống này có thể là cống hở hoặc cống ngầm. Theo kinh nghiệm của dự án ADB thì trên kênh cấp trên thường dùng loại cống hở, còn kênh cấp dưới thường dùng cống ngầm dưới bờ kênh để bảo đảm điều tiết ổn định lưu lượng.

- Cống điều tiết thường được bố trí trên kênh chính, sau cửa lấy nước vào kênh nhánh để điều tiết mực nước khi cần thiết và khống chế nguồn nước, khi phải tưới luân phiên. Loại cống này thường là cống hở.

- Cống tiêu tháo nước thường được bố trí ở cuối kênh tưới để tháo nước dư thừa trong kênh hoặc trữ nước khi cần thiết hoặc cuối các kênh tiêu để tháo nước ra khu nhận nước tiêu như sông, suối, hồ...

3. Cấu tạo và kích thước cống

Cấu tạo cống thay đổi theo loại cống, nói chung gồm ba phần chính là phần vào, thân cống và phần ra, chi tiết thay đổi theo loại cống. Kích thước và kết cấu cống được xác định thông qua tính toán thủy lực và tính toán kết cấu, tính ổn định của từng cống cụ thể.



Hình 8.13: Cống điều tiết nước và phân phối nước

1- Cống điều tiết nước; 2- Cống phân phối nước; 3- Cống phân nước ở kênh cấp dưới

8.6.2. Cầu máng

1. Mục đích

Để bảo đảm chuyển tiếp nước khi kênh tưới phải vượt sông, kênh, bãi trũng, đường xá khi áp dụng các công trình khác nhau không thích hợp.

2. Vị trí

Cầu máng được bố trí tại các vị trí kênh tưới cắt kênh tiêu, cắt đường giao thông, vượt qua sông, suối, bãi trũng.

3. Phân loại cầu máng

Theo vật liệu sử dụng, cầu máng có nhiều loại: Cầu máng bê tông cốt thép, bằng vật liệu xi măng lưới thép, cầu máng sắt, cầu máng gỗ. Phần lớn là cầu máng bê tông cốt thép, cầu máng sắt chỉ được sử dụng khi quy mô nhỏ, điều kiện khu vực cho phép, cầu máng gỗ được sử dụng ở vùng sản gỗ như miền núi, còn cầu máng bằng vật liệu xi măng lưới thép có nhiều ưu điểm như tổng giá thành chế tạo có thể giảm được 55 ÷ 70% nhưng về kỹ thuật chế tạo phức tạp, thường dùng hình thức lắp ghép.

4. Hình dạng cấu tạo của cầu máng

Cầu máng gồm ba bộ phận chính: Cửa vào, cửa ra, thân máng và bộ phận giá đỡ máng.

- Cửa vào, cửa ra của máng nên có đoạn biến đổi dần. Chiều dài đoạn biến đổi dần thường lấy bằng $1,5 \div 2$ lần và $2,5 \div 3$ lần hiệu số chiều rộng mặt nước kênh và cầu máng. Đối với máng lớn nên thông qua thí nghiệm mô hình để xác định.

- Bên một bờ kênh trước cửa vào nên bố trí cống hoặc tràn xả nước.

- Mặt cắt ngang của cầu máng nên áp dụng dạng hình chữ nhật hoặc chữ U. Khi nước chứa đầy trong cầu máng dạng dầm xà, tỷ số giữa chiều sâu và chiều rộng mặt nước với dạng mặt cắt chữ nhật lấy bằng $0,6 \div 0,8$, với dạng mặt cắt chữ U thì lấy bằng $0,7 \div 0,9$. Cầu máng dạng vòm có thể giảm thích đáng. Lưu tốc bình quân trong máng không chế $1 \div 2$ m/s.

- Thân cầu máng đổ bê tông cốt thép tại chỗ nên căn cứ hình thức giá đỡ dọc để phân đoạn. Ở chỗ nối tiếp cầu máng với kênh, thân máng và các trụ đỡ của cầu máng hình vòm nên bố trí khe co giãn. Khoảng cách các khe co giãn dạng xà dầm của thân máng thường lấy bằng $8 \div 20$ m, khe co giãn cầu máng dạng vòm thì căn cứ vào chiều dài nhịp để bố trí, thường lấy $\frac{1}{3} \div \frac{1}{4}$ chiều dài nhịp. Trong khe co giãn thì nhét vật liệu chống rò rỉ nước.

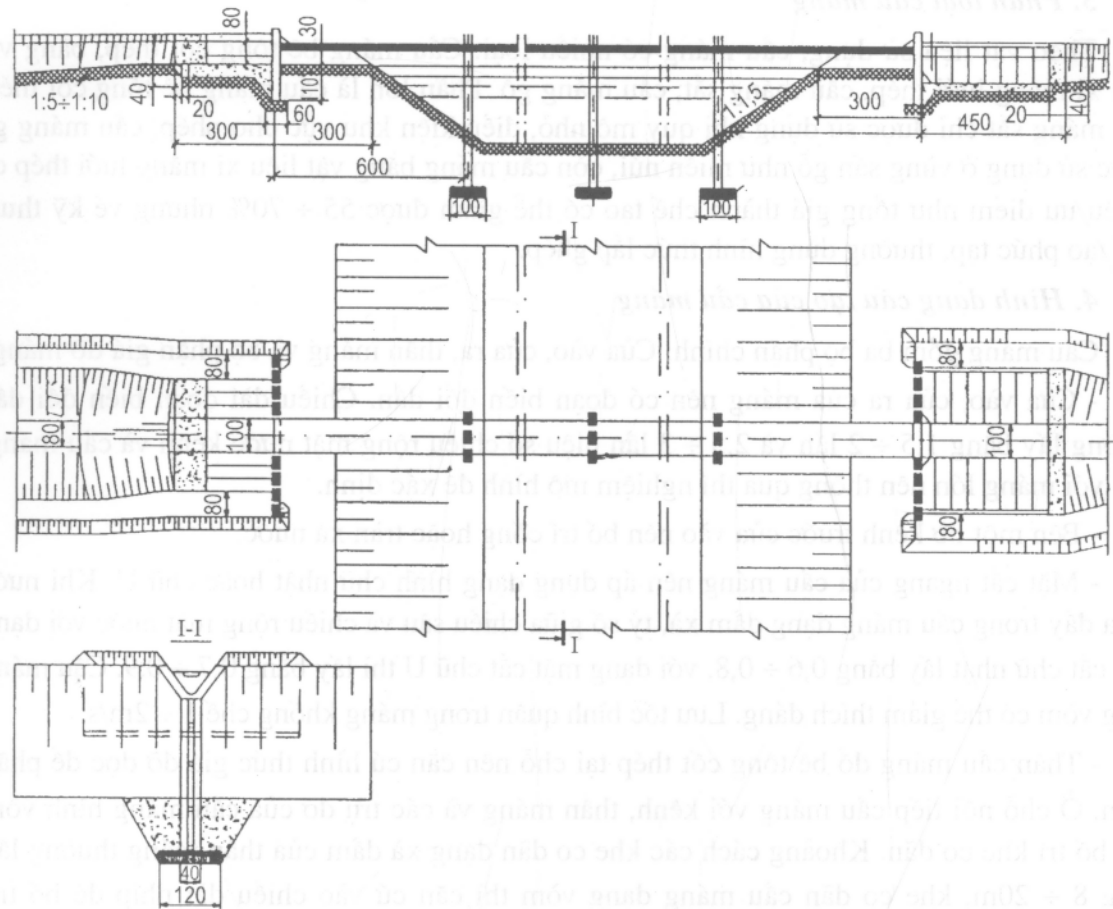
- Kết cấu giá đỡ cầu máng có thể căn cứ vào địa hình, địa chất, chiều dài nhịp, độ cao, vật liệu địa phương và điều kiện thi công để quyết định trụ đỡ, giá đỡ, dạng vòm, dạng treo hoặc dạng kéo nghiêng. Khi sử dụng kết cấu vòm, chiều dài nhịp vòm chính là $30 \div 40$ m, tỷ số nhịp hẹp lấy $\frac{1}{3} \div \frac{1}{8}$, tỷ số nhịp rộng lấy nhỏ hơn $\frac{1}{20}$.

- Khi kết cấu cầu máng làm đường giao thông việc bố trí thân máng phải thỏa mãn yêu cầu giao thông. Khi cầu máng vượt qua sông, đường bộ, đường sắt, khoảng không tính dưới cầu máng phải thỏa mãn yêu cầu giao thông thủy bộ.

- Móng của cầu máng cần căn cứ vào điều kiện địa chất, tải trọng bên trên, ảnh hưởng xói lở của dòng chảy... có thể chọn móng cứng, móng mềm, móng cọc hoặc móng giếng chìm. Trong tình hình có xói lở do dòng chảy, đáy móng cầu máng nên chôn ở dưới đường xói do lũ 2m.

5. Kích thước và kết cấu cầu máng

Kích thước và kết cấu cầu máng sẽ được xác định thông qua tính toán thủy lực, tính toán kết cấu và tính toán ổn định.



Hình 8.14: Cầu máng vượt qua kênh tiêu

- Cầu máng mỏng bằng xi măng lưới thép, thân máng dạng vỏ hình trụ. Mặt cắt có dạng bán nguyệt, parabol, elip hoặc chữ U. Trong dạng chữ U có thanh giằng ưu điểm hơn cả. Vật liệu cấu tạo móng là các lớp lưới thép, ngoài trát vữa xi măng mác $400 \div 500$, cả cốt thép và lớp áo dày $2 \div 3\text{cm}$. Loại vật liệu này cũng tốt như bê tông cốt thép nhưng thân máng nhẹ hơn. Do đó cầu máng xi măng lưới thép có nhiều ưu điểm có thể phát triển sử dụng trong hệ thống thủy lợi.

8.6.3. Xi phong ngược

Khi kênh tưới chạy qua sông ngòi, kênh tiêu, vùng trũng, đường xá mà áp dụng công trình khác không thích hợp thì có thể sử dụng xi phong ngược.

1. Mục đích

Để đảm bảo chuyển nước của kênh tưới khi kênh vượt qua kênh tiêu, sông, suối, đường giao thông khi phương án cầu máng không thích hợp.

2. Vị trí và hình dạng xi phong ngược

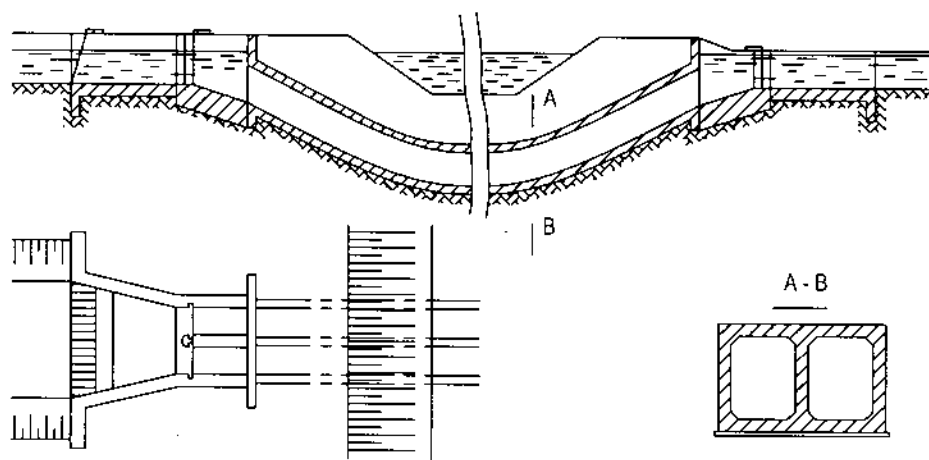
Xi phong nên bố trí ở chỗ địa hình tương đối bằng phẳng, nên tránh những đoạn có thể sản sinh trượt, sạt lở và điều kiện địa chất không tốt.

Đường trục của xi phong nên trục giao với đường trung tâm của sông ngòi, kênh mương, đường xá. Cửa vào và ra nên nối tiếp êm thuận với kênh thượng lưu và hạ lưu.

Ở cửa vào ra của xi phong nên bố trí đoạn thu hẹp và mở rộng dần, chiều dài của nó lấy $(3 \div 5)$ lần và $(4 \div 6)$ lần chiều sâu mực nước thiết kế của kênh thượng hạ lưu. Đoạn co dần dần ở cửa vào xi phong cấp 1 đến cấp 3 có dạng kín, ở cửa ra vào nên bố trí cửa van để khống chế, đoạn co dần dần ở cửa ra có thể kết hợp bố trí tiêu năng, đoạn kênh phía dưới nên lát $3 \div 5$ m.

Xi phong dạng chôn dưới đất nên chôn sâu dưới đất $0,5 \div 0,8$ m, khi xuyên qua kênh mương, đường xá nên chôn sâu dưới kênh mương hoặc dưới mặt đường 1m.

Mặt cắt ngang của xi phong nên áp dụng dạng tròn, khi lưu lượng lớn, đầu nước thấp cũng có thể sử dụng dạng chữ nhật.



Hình 8.15: Cấu tạo chi tiết của xi phong

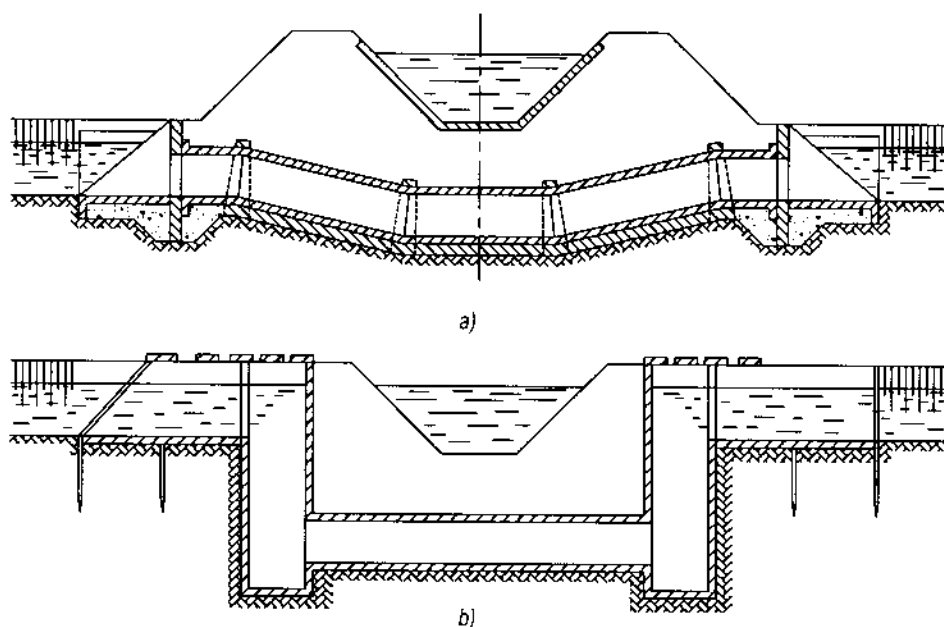
Vật liệu xây dựng xi phong có thể sử dụng bê tông, bê tông cốt thép, ống bê tông bọc thép, ống sợi thủy tinh hoặc ống gang. Chiều dày ống nên căn cứ vào cột nước áp lực, đường kính ống, ứng lực cho phép của vật liệu ống mà tính toán xác định.

Khi xi phong thông qua lưu lượng thiết kế nên căn cứ tổn thất cho phép thượng hạ lưu, hàm lượng bùn cát, thành phần hạt và chống sản sinh bồi lắng để quyết định, thường khống chế ở mức $1,5 \div 2,5$ m/s.

Việc phân đoạn của xi phong bê tông cốt thép đổ tại chỗ nên căn cứ điều kiện móng, thi công các đoạn, đoạn đầu cuối cùng cửa ra nên để khe co giãn và lún sụt, cự ly các khe trên nền đất lấy $15 \div 20$ m, trên nền đá lấy $10 \div 15$ m, trong khe nhét vật liệu chống rò rỉ nước.

Xi phong dạng chôn ngầm dưới đất nên sử dụng giá đỡ bằng bê tông hoặc đá xây. Góc bao của nó lấy $90^\circ \div 130^\circ$. Xi phong cấp 4 đến cấp 5 có thể giải nền bằng đá dăm cuội sỏi hoặc đất xốp đầm nén.

Trong trường hợp lưu lượng lớn có thể làm hai ba ống dẫn. Như vậy sẽ tiện lợi cho việc sửa chữa không phải ngừng cấp nước.



Hình 8.16: Các kiểu xi phong
a) Mái xối; b) Giếng đứng

3. Kích thước và kết cấu xi phong ngược

Kích thước và kết cấu của xi phong được xác định thông qua tính toán thủy lực, kết cấu và ổn định.

8.6.4. Cống luồn

1. Mục đích

Để bảo đảm chuyển nước của kênh nổi khi qua kênh, khu trũng, đường giao thông, qua đê cần bố trí cống luồn dưới kênh, dưới đê hoặc dưới đường.

2. Vị trí và cấu tạo của cống luồn

Tại các vị trí kênh nổi vượt qua kênh, khu trũng hoặc đường xá hoặc xuyên qua đê.

Đường trục của ống cống nên thẳng và ngắn, trục giao với đường trung tâm của kênh hoặc đường. Cửa ra vào nên nối tiếp êm thuận với kênh thượng hạ lưu.

Cửa ra vào của cống nên bọc lát thu hình lăng trụ xoắn vỏ đồ, tường chữ bát, tường hình cong để nối tiếp với kênh thượng hạ lưu. Khi lưu tốc cửa ra quá lớn nên có biện pháp tiêu năng chống xói.

Mặt cắt ngang của cống có thể dùng hình tròn, hình chữ nhật. Mặt cắt ngang cống luôn lộ thiên hoặc cống qua đường có thể sử dụng dạng vòm.

Vật liệu xây cống có thể là bê tông, bê tông cốt thép, đá xây. Đường kính cống tròn thường lấy $0,8 \div 1,5\text{m}$, cống chữ nhật, hình hộp có thể lấy chiều rộng $2 \div 3\text{m}$, tỷ số khẩu độ hẹp của cống vòm lấy $\frac{1}{2} \div \frac{1}{8}$.

Độ cao không tính trên mặt nước của ống hình tròn, hình vòm có thể lấy không bé hơn $\frac{1}{4}$ chiều cao cống, với cống hình hộp không bé hơn $\frac{1}{6}$ chiều cao cống.

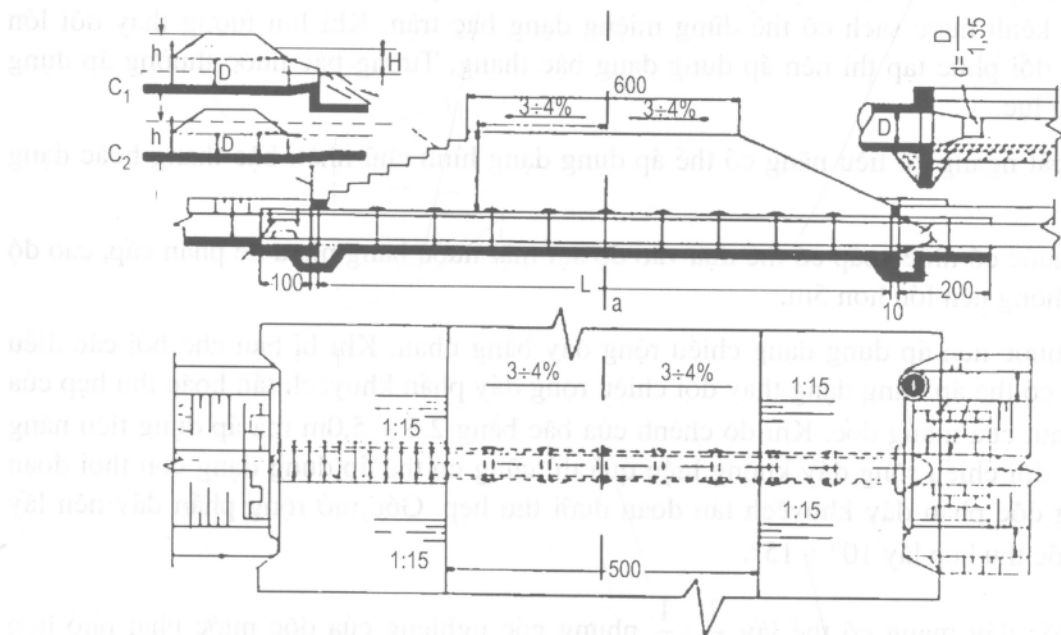
Chiều dày đất đắp trên đỉnh cống nên căn cứ vào điều kiện thi công, nhiệt độ... để xác định. Chỗ nối tiếp giữa các đoạn cửa vào ra nên bố trí khe co giãn lún. Khoảng cách giữa các khe không nên lớn hơn 10m và không nên nhỏ hơn hai lần chiều cao cống. Trong khe nhét vật liệu chống rò rỉ nước.

Cống nên bố trí trụ đỡ bê tông hoặc đá xây, góc bao trụ có thể lấy $90^\circ \div 135^\circ$. Cống cấp 4, cấp 5 có thể đặt trực tiếp trên nền đất nguyên thổ phân lớp đầm chặt hoặc nền móng đá dăm khi gặp đất mềm.

Khi cống có yêu cầu khống chế mực nước tưới tiêu hoặc chống nước ngoại lai xâm nhập cần lắp van cửa ra hoặc cửa vào.

3. Kích thước và kết cấu cống luôn

Kích thước và kết cấu cống luôn được xác định thông qua tính toán thủy lực, tính toán kết cấu và tính toán ổn định.



Hình 8.17: Cấu tạo chi tiết cống luôn

8.6.5. Bậc nước và dốc nước

1. Mục đích

Để bảo đảm chuyển nước của kênh khi vượt qua đoạn dốc hoặc đương kênh thay đổi độ dốc lớn, bảo đảm an toàn cho kênh không bị sạt lở, cần nghiên cứu bố trí dốc nước hoặc bậc nước.

2. Vị trí và cấu tạo của bậc nước và dốc nước

Bậc nước và dốc nước được bố trí tại các vị trí kênh gặp đoạn dốc hoặc có sự thay đổi đột ngột về độ dốc.

Hình thức bậc nước và dốc nước nên căn cứ vào điều kiện địa hình, địa chất mà xác định. Khi độ chênh $\leq 5\text{m}$ có thể dùng bậc nước đơn cấp hoặc dốc nước đơn cấp. Khi độ chênh $> 5\text{m}$ dùng loại đơn cấp không kinh tế, do đó có thể dùng loại nhiều cấp.

Trước miệng bậc nên bố trí đoạn thu hẹp hoặc mở rộng nối tiếp với kênh tưới hoặc kênh tiêu. Chiều dài L_0 của nó sẽ căn cứ vào tỷ số của chiều rộng mặt nước và chiều sâu mực nước của kênh thượng lưu mà xác định. Khi $\frac{B}{h} < 2,0$ thì lấy $L_0 = 2,5h$, khi

$\frac{B}{h} = 2,0 \div 2,5$ thì lấy $L_0 = 3h$, khi $\frac{B}{h} > 2,5$ thì lấy $L_0 = 3,5h$. Góc kẹp giữa đường biên phân đáy của đoạn thu hẹp hoặc mở rộng và đường trung tâm của kênh tưới hoặc kênh tiêu không nên lớn hơn 45° .

Miệng bậc có thể dùng hình chữ nhật, hình thang hoặc hình bậc tràn. Khi lưu lượng của kênh thay đổi rất nhỏ hoặc phải bố trí cửa van khống chế thì có thể dùng miệng chữ nhật, trên kênh nước sạch có thể dùng miệng dạng bậc tràn. Khi lưu lượng thay đổi lớn hoặc thay đổi phức tạp thì nên áp dụng dạng bậc thang. Tường bậc nước thường áp dụng dạng trọng lực.

Mặt cắt ngang bề tiêu năng có thể áp dụng dạng hình chữ nhật, bậc thang hoặc dạng gấp khúc.

Bậc nước có nhiều cấp có thể dựa vào độ sụt mặt nước bằng nhau để phân cấp, cao độ mỗi cấp không nên lớn hơn 5m .

Dốc nước nên áp dụng dạng chiều rộng đáy bằng nhau. Khi bị hạn chế bởi các điều kiện khác có thể áp dụng dạng thay đổi chiều rộng đáy phần khuếch tán hoặc thu hẹp của đáy đầu mút của máng dốc. Khi độ chênh của bậc bằng $2,5 \div 5,0\text{m}$ mà áp dụng tiêu năng bằng thay đổi chiều rộng đáy không hiệu quả thì cũng có thể áp dụng dạng con thoi đoạn trên máng dốc phần đáy khuếch tán đoạn dưới thu hẹp. Góc mở rộng phần đáy nên lấy $5^\circ \div 7^\circ$, góc thu hẹp lấy $10^\circ \div 15^\circ$.

Độ dốc đáy máng có thể lấy $\frac{1}{2} \div \frac{1}{5}$ nhưng góc nghiêng của dốc nước phải nhỏ hơn hoặc bằng góc ma sát sụt của nền.

Khi dốc nước tương đối lớn, lưu tốc trong máng dẫn lớn hơn 10m/s, việc xác định độ cao tường bên nên xét đến ảnh hưởng của khí hòa tan đến chiều sâu nước. Khi lưu tốc trong máng là 10 ÷ 20m/s, chiều sâu nước có hòa tan khí sẽ xác định theo hệ thức:

$$h_s = \left(1 + \frac{V}{100} \right) h \quad (8.2)$$

trong đó:

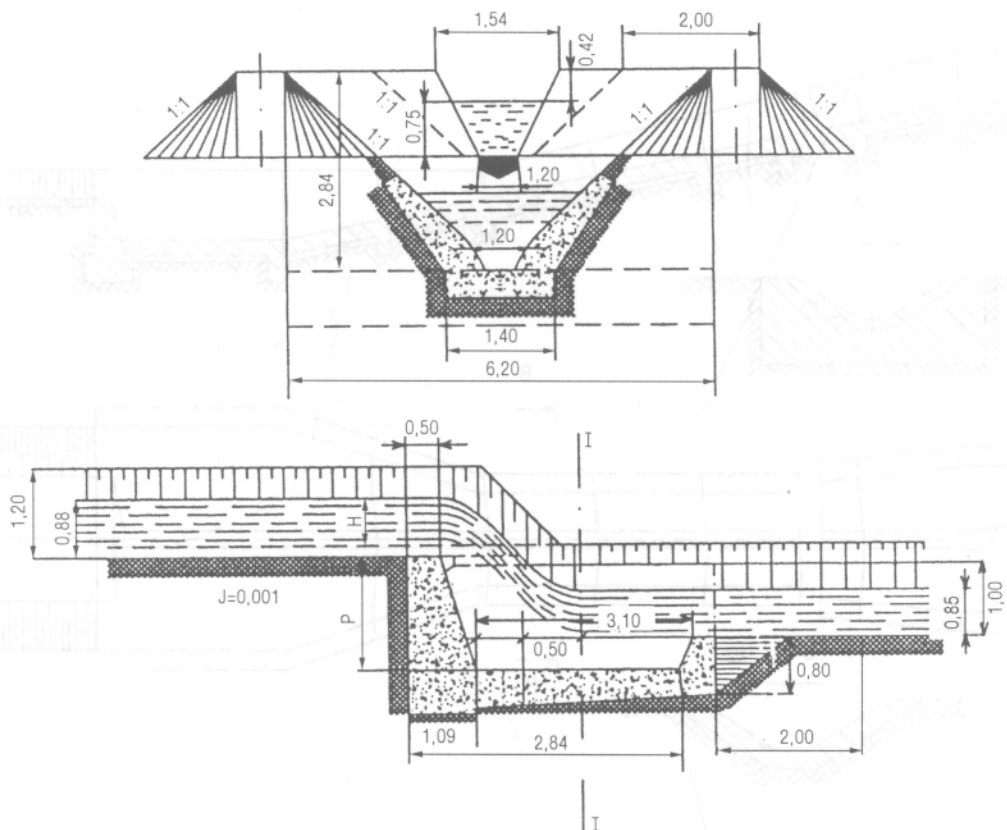
h_s - chiều sâu nước có hòa tan khí (m);

V - lưu tốc trong máng dốc (m/s);

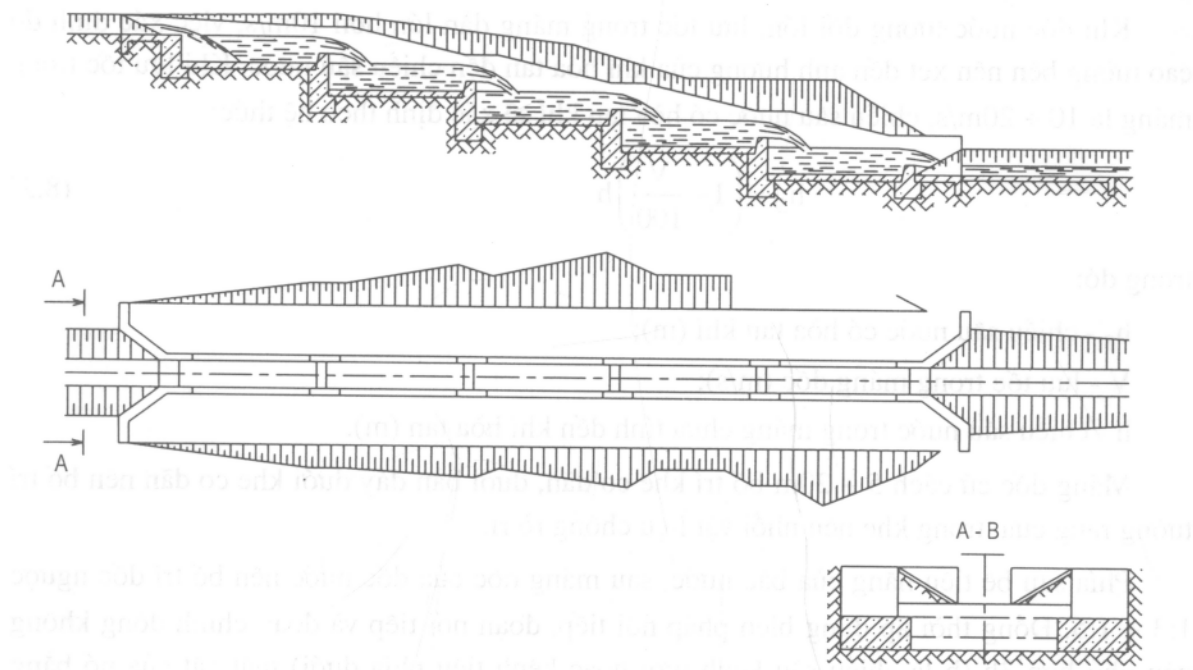
h - chiều sâu nước trong máng chưa tính đến khí hòa tan (m).

Máng dốc cứ cách 5 ÷ 20m bố trí khe co giãn, dưới bản đáy dưới khe co giãn nên bố trí tường răng cưa, trong khe nên nhồi vật liệu chống rò rỉ.

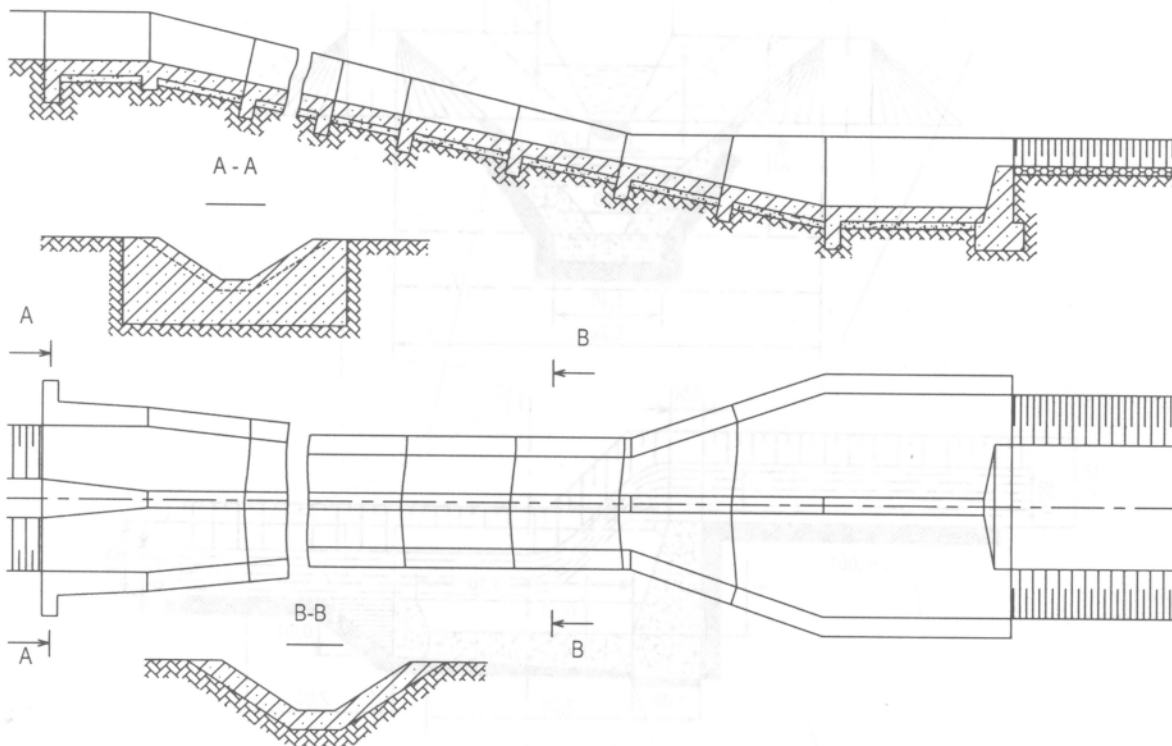
Phía sau bề tiêu năng của bậc nước, sau máng dốc của dốc nước nên bố trí dốc ngược 1:3 ÷ 1:5. Đồng thời áp dụng biện pháp nối tiếp, đoạn nối tiếp và đoạn chỉnh dòng không nên nhỏ hơn 3h (h là chiều sâu kênh tưới hoặc kênh tiêu phía dưới) mặt cắt của nó bằng mặt cắt kênh tưới, tiêu phía dưới.



Hình 8.18: Bậc nước đơn cấp



Hình 8.19: Bậc nước nhiều cấp



Hình 8.20: Dốc nước

3. Kích thước và kết cấu của dốc nước và bậc nước

Kích thước và kết cấu của dốc nước, bậc nước thông qua tính toán thủy lực, kết cấu và ổn định để xác định.

8.6.6. Trần bên

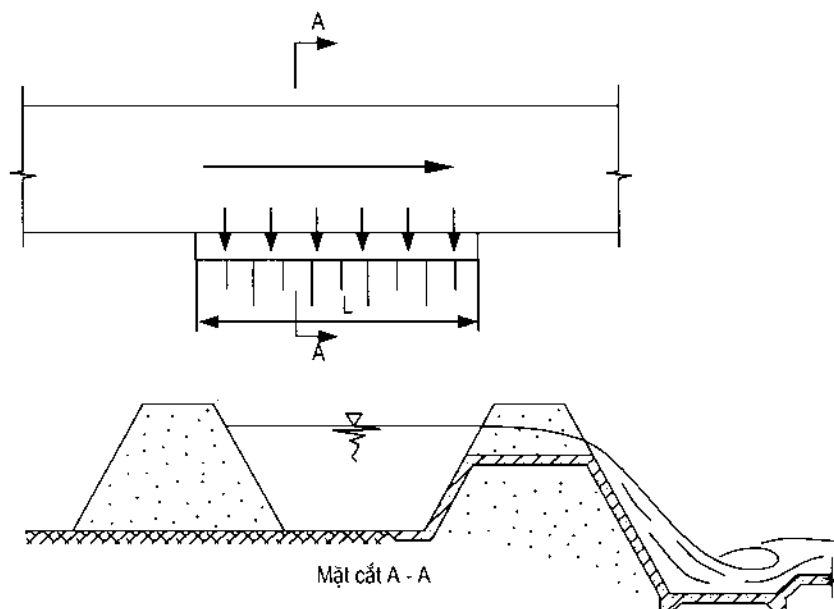
Trần bên là đập tràn đặt dọc bên bờ kênh tưới. Khi mực nước trong kênh dâng quá cao, nước sẽ tràn qua tràn bên xuống kênh tiêu ở phía hạ lưu đập, nhằm đảm bảo an toàn cho kênh tưới và các công trình trên kênh.

Nước trong kênh dâng cao thường do mấy nguyên nhân sau:

- Cổng lấy nước vào kênh bị hỏng, nước vào kênh quá nhiều.
- Nước mưa, lũ ở những lưu vực nhỏ hai kênh chảy vào trong kênh như nước từ trên sườn dốc chảy xuống khi kênh tưới được bố trí men theo chân dốc.
- Cổng điều tiết đầu kênh đã mở, nhưng cổng điều tiết cuối kênh hoặc các cổng lấy nước trên kênh mở chậm hoặc mở nhỏ.

Để đảm bảo an toàn cho kênh và công trình trên kênh, cửa tràn thường đặt ở những vị trí sau:

- Phía hạ lưu cổng lấy nước đầu kênh hoặc cuối đoạn chuyển nước của kênh chính.
- Phía thượng lưu đoạn kênh xung yếu như đoạn kênh đắp nổi, đất xốp, dễ lở hoặc đoạn kênh leo men sườn dốc.
- Phía thượng lưu những công trình xung yếu như cầu máng, cống luồn hoặc nút công trình phân phối nước...
- Cuối đoạn kênh có nước mưa lũ chảy vào.



Hình 8.21

Độ cao đường tràn bên lấy bằng độ cao mực nước thiết kế trong kênh, cột nước tràn bằng hiệu số giữa mực nước lớn nhất và mực nước thiết kế trong kênh.

- Lưu lượng thiết kế qua tràn bên có thể lấy bằng 50% lưu lượng thiết kế của kênh tại vị trí đặt tràn bên.

Khi dùng tràn bên để tháo lượng nước mưa lũ chảy vào kênh thì lưu lượng qua tràn bên lấy bằng lưu lượng mưa lũ chảy vào kênh đó. Trong trường hợp này cần có xử lý lắng đọng bùn cát trong kênh và tràn bên phải tháo được lưu lượng mưa lũ.

Cần chú ý: Chỉ làm tràn bên để tháo nước mưa lũ chảy vào kênh khi địa hình không cho phép làm cống tiêu nước cất qua kênh và lưu vực tập trung nước mưa nhỏ.

Tính toán lưu lượng qua tràn bên:

Lưu lượng qua tràn bên phụ thuộc vào trạng thái chảy qua công trình:

- Trường hợp trạng thái chảy trước tràn là trạng thái chảy êm với lòng kênh lằng trệ, lưu lượng qua tràn sẽ được tính toán như sau:

$$Q = MLH^2, \quad (m^3/s)$$

Giá trị M được tính theo công thức kinh nghiệm sau:

$$M = m\sqrt{2g} - \left[0,388 \left(\frac{L}{B} \right)^{\frac{1}{6}} + \frac{1 + 0,18 \frac{L}{B}}{\frac{2,79}{1 + 0,185 \frac{L}{B}} + \frac{1,28}{\left(\frac{h_0}{H_0} - 1,25 \right)^2}} \right] \quad (8.3)$$

trong đó:

m - hệ số lưu lượng của tràn bên, phụ thuộc vào dạng vào của miệng tràn, có thể chọn $m = 0,372 \div 0,491$;

H - cột nước tính toán trên đỉnh tràn, $H = \frac{1}{2}(H_1 + H_2)$;

L - chiều dài của tràn bên (m);

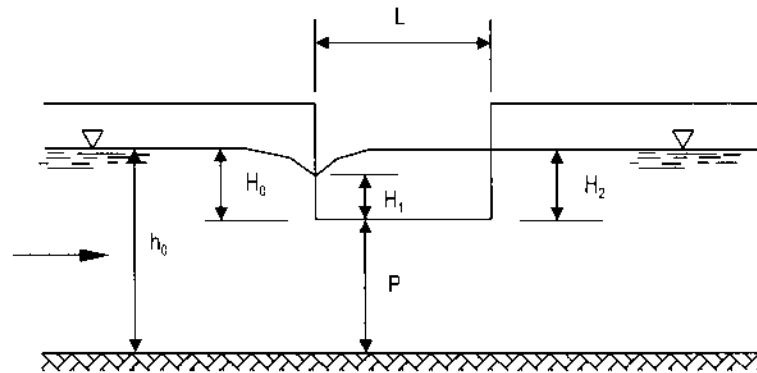
h_0 - độ sâu mực nước trong kênh trước tràn (m);

P - độ cao của đáy tràn bên (m).

$$H_0 = h_0 - P$$

B - chiều rộng của mặt nước kênh (m).

- Trường hợp chảy xiết với lòng kênh phi lằng trệ, có thể xem tài liệu thủy lực học.



Hình 8.22: Sơ đồ tính toán lưu lượng qua tràn bên

8.6.7. Cầu giao thông

1. Mục đích

Để bảo đảm sự giao lưu và sự hoạt động của nông dân trong khu vực, trên hệ thống thủy lợi cần phải nghiên cứu bố trí cầu giao thông.

2. Vị trí của cầu

Cầu thường được bố trí trên kênh chính khi đường kênh đi giữa hai vùng được tưới hoặc kênh đi giữa khu dân cư và vùng tưới. Số lượng cầu phụ thuộc vào mật độ dân cư của vùng và số lượng sản phẩm vận chuyển trong mùa vụ của nông dân, thường 1 ÷ 2 km bố trí một cầu. Ngoài ra những vị trí cần thiết cũng cần nghiên cứu bố trí cầu.

3. Loại cầu

Trên hệ thống thủy lợi thường có mấy loại cầu: Cầu bê tông cốt thép, cầu sắt, cầu gỗ. Phổ biến là cầu bê tông cốt thép, trường hợp đặc biệt có thể bố trí cầu sắt. Cầu gỗ được sử dụng ở những vùng sản gỗ như trung du miền núi.

4. Kích thước và kết cấu cầu

Cầu trên hệ thống thủy lợi thường sử dụng thiết kế định hình, tùy theo mặt cắt ngang kênh mà lựa chọn loại cầu thích hợp. Trường hợp cần thiết mới nghiên cứu thiết kế riêng.

8.6.8. Bố trí công trình đo nước

1. Mục đích

Trong hệ thống thủy lợi cần bố trí công trình đo nước để làm những nhiệm vụ sau:

- Đo nước để thực hiện kế hoạch dùng nước.
- Khống chế lượng nước dùng cho các đơn vị dùng nước.
- Xác định tổn thất dẫn nước của kênh và hệ số lợi dụng nước của kênh.

2. Vị trí và loại công trình

Công trình đo nước thường được bố trí ở những vị trí:

- Ở đoạn đầu kênh chính để đo lượng nước lấy từ nguồn nước vào hệ thống.
- Ở đầu kênh phân phối nước để biết lượng nước phân phối vào các cấp kênh.
- Đặt công trình đo nước ở chỗ lấy nước vào khu luân canh hoặc trên đoạn thuộc trạm quản lý khi cần thiết.
- Đặt công trình đo nước ở một số điểm cần thiết trên kênh tiêu nước để xác định lượng nước tiêu thoát.

Những công trình đo nước trên hệ thống thủy lợi là các máng đo như máng tam giác, hình chữ nhật, hình thang, máng Parshall, máng nước nhảy, vòi phun đo nước, công trình đo nước tự động thủy lực, tự động điện... Tùy yêu cầu và khả năng cụ thể mà lựa chọn công trình cho thích hợp. Các loại máng hình tam giác, hình thang, hình chữ nhật thường được bố trí trên kênh cấp dưới, đặt ở nơi có điều kiện chảy tự do, các loại còn lại nghiên cứu bố trí trên kênh cấp trên. Khi lưu lượng trên kênh lớn ($> 5 \div 10 \text{ m}^3/\text{s}$) có thể dùng phương pháp đo thủy văn thông thường như dùng lưu tốc kế để đo.

Chi tiết về công trình đo nước được trình bày trong giáo trình Quản lý công trình thủy lợi.

8.6.9. Công trình khống chế bùn cát

Ở nước ta phần lớn các hệ thống thủy lợi lấy nước từ sông Hồng và sông Cửu Long là những sông có hàm lượng phù sa lớn, do đó trong quy hoạch thiết kế các hệ thống thủy lợi cần nghiên cứu bố trí công trình khống chế bùn cát. Trong phù sa, những hạt bùn cát lớn thường gây bồi lấp trong kênh. Bùn cát có đường kính hạt từ $0,05 \div 1,0 \text{ mm}$ tuy có tác dụng tốt đối với tính chất vật lý của đất nhưng ít có giá trị dinh dưỡng. Bùn cát có đường kính nhỏ hơn $0,05 \text{ mm}$ có nhiều giá trị dinh dưỡng. Nhưng nếu lắng xuống ruộng quá nhiều có thể làm giảm tính chất thấm của đất và ảnh hưởng đến tác dụng thoáng khí. Muốn đưa được bùn cát nhỏ vào ruộng thì phải có biện pháp khống chế bùn cát thô. Thường người ta làm bể lắng cát để lắng đọng bùn cát thô lại mà chỉ đưa bùn cát hạt nhỏ vào ruộng.

Bể lắng cát thường bố trí ở những vị trí sau:

- Ở phía hạ lưu của cống lấy nước đầu kênh chính;
- Ở phía thượng lưu của phân phối nước, công trình dẫn nước (cầu máng, cống luồn, xi phông ngược);
- Ở nơi lưu tốc của kênh từ lớn biến thành nhỏ;
- Ở nơi mà điều kiện thiên nhiên thích hợp cho việc rửa bùn cát trong kênh (kết hợp với công trình tiêu nước) hoặc ở nơi đất trũng thích hợp cho bùn cát lắng đọng.

Bể lắng cát có thể rửa cát theo thời kỳ đã định sẵn hoặc rửa tự động. Nếu địa hình không cho phép thì có thể lợi dụng những khu đất trũng để cho bùn cát lắng đọng.

Ngoài các công trình trên, còn có một số công trình khác như trạm bơm tưới, trạm bơm tiêu, các công trình phục vụ cho sự lợi dụng tổng hợp như âu thuyền, trạm thủy điện trên kênh...

Bảng 8.2 - Các ký hiệu vùng tưới, vùng tiêu trên bản đồ

Số TT	Tên khu vực	Ký hiệu mẫu
1	Làng xóm, khu dân cư	Màu xanh lá mạ
2	Khu tưới: Vùng đã có công trình tưới Vùng sẽ xây dựng công trình tưới Vùng còn bị hạn chưa có biện pháp tưới	Màu vàng, gạch chéo bằng màu xanh lá cây, nét mảnh thưa Màu vàng Màu nâu - Nhạt: Vùng bị khô hết nước - Đậm: Vùng bị nứt nẻ
3	Khu tiêu: Vùng đã có công trình tiêu Vùng sẽ xây dựng công trình tiêu Vùng còn bị úng chưa có biện pháp tiêu	Màu hồng nhạt, gạch chéo bằng màu xanh lá cây, nét mảnh và thưa Màu hồng nhạt Màu xanh nước biển - Đậm: Vùng ngập trắng - Nhạt: Vùng bị ngập phát phờ

Bảng 8.3 - Các ký hiệu trên bản vẽ sơ họa và bản vẽ mặt bằng hệ thống công trình thủy lợi [27]

Hạng mục	Dự định xây dựng	Đã có	Cũ cần sửa chữa	Bỏ đi
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>1. Trạm bơm</i>				
a) Tưới				
b) Tiêu				
c) Tưới tiêu kết hợp				
<i>2. Cống đầu mối</i>				
a) Tưới				
b) Tiêu				
c) Tưới tiêu kết hợp				

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
3. Kênh dẫn				
Kênh tưới: Đỏ Kênh tiêu: Xanh			a) Sạt lở 1 phía, từng đoạn 	
			b) Sạt lở 2 phía, từng đoạn 	
			c) Khi cần sửa chữa cả tuyến kênh 	
Bờ vùng				
Đê				
Đoạn kênh gia cố bằng đá, bê tông				
4. Công trình trên hệ thống				
- Cổng lấy nước trên kênh tưới				
- Cổng tiêu dưới kênh tưới				
- Cổng luồn dưới đường				
- Cổng luồn qua kênh (khi 2 kênh giao nhau)				
- Cầu ô tô qua kênh				

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
- Cầu thô sơ qua kênh				
- Cầu máng trên kênh				
- Tràn vào kênh				
- Tràn từ kênh ra				
- Cổng điều tiết trên kênh				
- Công trình dâng nước trên kênh				
- Bậc nước, dốc nước trên kênh				
- Công trình đo nước trên kênh				
- Trạm thủy điện trên kênh				
- Bậc nước kết hợp cống lấy nước và thủy điện				

Câu hỏi ôn tập:

1. Hãy phân loại dạng công trình đầu mối ở đầu hệ thống và điều kiện áp dụng.
2. Nêu nguyên tắc bố trí hệ thống kênh tưới và kênh dẫn nước trong hệ thống thủy lợi.
3. Nêu nguyên tắc bố trí hệ thống kênh tiêu và kênh thoát nước trong hệ thống thủy lợi.
4. Nêu các loại công trình trên hệ thống kênh và điều kiện áp dụng.

Chương 9

THIẾT KẾ KÊNH

Muốn chuyển nước từ nguồn nước về khu tưới theo đúng yêu cầu, cũng như muốn chuyển hết và kịp thời lượng nước cần tiêu từ khu tiêu ra khu nhận nước tiêu, người ta phải thiết kế hệ thống kênh mương và công trình dẫn nước. Nhiệm vụ của thiết kế kênh là: Xác định các kính thước cơ bản của mặt cắt kênh (mặt cắt dọc, mặt cắt ngang) trên cơ sở điều kiện địa hình, địa chất, địa chất thủy văn, thủy văn... và các yêu cầu về chuyển nước nhất định. Đồng thời qua đó cũng xác định được số lượng, vị trí, hình thức, chức năng, nhiệm vụ của các công trình trên hệ thống và tính toán tổng khối lượng đào đắp, xây dựng của toàn bộ hệ thống công trình dẫn nước.

Tùy theo nhiệm vụ của từng loại kênh mà yêu cầu thiết kế, phương pháp thiết kế có khác nhau. Song nhìn chung, việc thiết kế kênh mang một ý nghĩa kinh tế kỹ thuật rất lớn, đóng vai trò hết sức quan trọng trong việc thiết kế toàn bộ hệ thống công trình thủy lợi.

9.1. NHỮNG TÀI LIỆU CƠ BẢN DÙNG ĐỂ THIẾT KẾ KÊNH

9.1.1. Tài liệu về yêu cầu chuyển nước

1. Tài liệu về lưu lượng

Để kênh có thể chuyển được mọi cấp lưu lượng yêu cầu, thì tài liệu cơ bản đầu tiên để thiết kế kênh là quá trình lưu lượng cần chuyển trên kênh tại các mặt cắt cần tính toán.

2. Tài liệu về mực nước

Khi thiết kế kênh tưới, ta phải biết được các cao trình mực nước yêu cầu trên kênh để với cao trình đó nước có thể tự chảy từ kênh cấp trên xuống kênh cấp dưới và về mặt ruộng yêu cầu tưới. Tương tự, khi thiết kế kênh tiêu phải biết được mực nước yêu cầu trên kênh, với mực nước đó mặt cắt kênh được thiết kế sẽ có khả năng tập trung nước từ các khu tiêu và các cấp kênh khác. Khi thiết kế kênh xuất phát từ cao trình mực nước yêu cầu trên kênh để tính toán ra cao trình đáy kênh, mặt khác cao trình mực nước yêu cầu trên kênh còn là một trong những cơ sở quan trọng để xác định độ dốc thiết kế của đáy kênh và đề xuất các biện pháp công trình nối tiếp dòng chảy, công trình điều tiết trên kênh.

9.1.2. Tài liệu về địa hình, địa chất tuyến kênh

1. Địa hình tuyến kênh

Địa hình nơi tuyến kênh đi qua ảnh hưởng rất nhiều tới khối lượng xây dựng kênh, số lượng và hình thức các công trình trên kênh đồng thời ảnh hưởng tới việc chọn hình thức

mặt cắt kênh. Dựa vào tài liệu địa hình nơi tuyến kênh đi qua để chọn độ dốc đáy kênh sao cho vẫn bảo đảm dẫn nước an toàn, thuận lợi, hệ thống kênh có khả năng khống chế tưới tự chảy nhưng vẫn phù hợp với điều kiện địa hình thực tế để giảm đến mức thấp nhất khối lượng đào đắp và xây dựng hệ thống kênh. Mặt khác, căn cứ vào tài liệu địa hình có thể xác định vị trí, số lượng, hình thức công trình vượt chướng ngại vật, công trình nối tiếp dòng chảy, nhằm bảo đảm cho hệ thống chuyển nước thuận lợi và an toàn. Ngoài ra, tài liệu địa hình còn là cơ sở để chúng ta tính toán khối lượng đào đắp, xây dựng toàn bộ hệ thống.

2. Tài liệu về địa chất tuyến kênh

Các tính chất cơ lý của địa chất tuyến kênh có ảnh hưởng rất lớn đến sự ổn định của kênh như sạt bờ, bồi lắng, xói lở. Vì vậy, người ta thường căn cứ vào tình hình địa chất tuyến mà chọn hình thức mặt cắt kênh, vật liệu làm kênh và các biện pháp phòng thấm trên kênh nhằm bảo đảm cho kênh ổn định.

Đối với kênh đất, dựa vào tính chất của địa chất nơi tuyến kênh đi qua mà chọn một số chỉ tiêu để thiết kế kênh như:

- Độ dốc đáy kênh i ;
- Mái dốc bờ kênh m ;
- Hệ số nhám lòng kênh n .

Đồng thời, tính thấm của nền địa chất nơi tuyến kênh đi qua và tính chất thấm của đất làm kênh sẽ là cơ sở để tính tổn thất nước trên kênh.

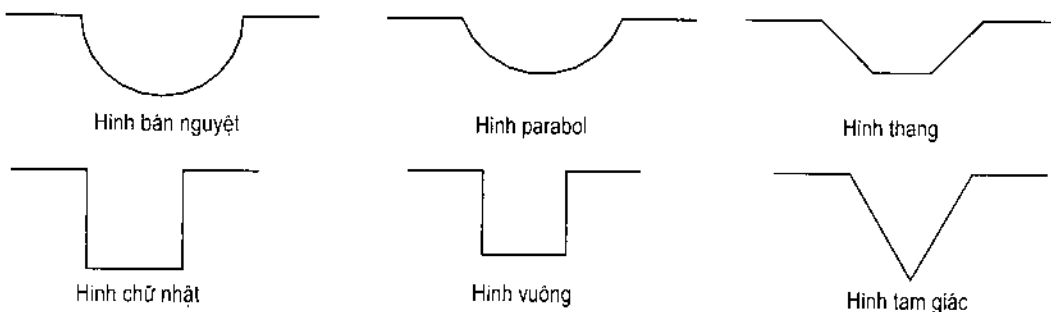
9.2. CÁC HÌNH THỨC MẶT CẮT KÊNH - CHẾ ĐỘ THỦY LỰC TRONG KÊNH

9.2.1. Các hình thức mặt cắt kênh

1. Phân loại kênh theo hình dạng mặt cắt ngang

Để tạo mặt cắt chuyển nước, tùy vào vật liệu làm kênh và điều kiện xây dựng, mặt cắt ngang của kênh có thể được thiết kế theo nhiều hình dạng khác nhau:

- Mặt cắt hình bán nguyệt,
- Mặt cắt hình parabol;
- Mặt cắt hình thang;
- Mặt cắt hình chữ nhật.



Hình 9.1: Các hình thức mặt cắt ngang kênh

- Đối với hình thức mặt cắt bán nguyệt và mặt cắt parabol. Đây là loại mặt cắt có khả năng chuyển nước lớn, biểu đồ phân bố lưu tốc ở mặt cắt ngang biến đổi đều và cân đối. Vì thế, khi kênh có dạng mặt cắt này thì tương đối ổn định, ít bị sạt lở.

Tuy nhiên, đối với các dạng mặt cắt này thì công tương đối khó khăn nhất là đối với kênh đất đào, kênh đất đắp. Kênh có mặt cắt bán nguyệt và parabol thường chỉ được áp dụng cho kênh được xây đúc bằng các vật liệu như: bê tông, bê tông cốt thép, xi măng lưới thép, nhựa tổng hợp ... chuyển tải lưu lượng tương đối nhỏ.

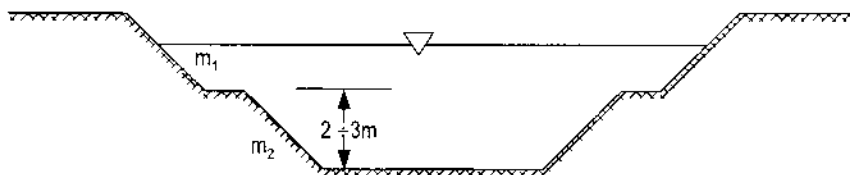
- Mặt cắt hình chữ nhật: Kênh có mặt cắt ngang hình chữ nhật sẽ có khối lượng đào đắp nhỏ, song mặt cắt không ổn định, dễ bị sạt mái nhất là đối với kênh đất. Vì vậy, hình thức này chỉ được áp dụng cho kênh đi qua nền đá, hoặc kênh được xây bằng gạch, đá, bê tông.

- Mặt cắt hình thang: Đây là mặt cắt được áp dụng nhiều trong thực tế vì thi công dễ dàng khả năng chuyển nước cũng tốt. Mặt khác, hình thức mặt cắt hình thang cũng tương đối ổn định, thích hợp với mọi loại vật liệu làm kênh đặc biệt đối với kênh đất. Các loại kênh đào, kênh đắp đều có thể sử dụng hình thức mặt cắt này. Tùy vào tính chất của đất làm kênh mà chúng ta chọn độ dốc mái kênh m và có biện pháp xử lý bờ kênh, lòng kênh tốt để đảm bảo sự ổn định và chống thấm cho kênh.

2. Phân loại kênh theo vị trí tương đối giữa mặt cắt ngang kênh với mặt đất tự nhiên

a) *Kênh chìm (kênh đào)*: Mặt cắt ngang của kênh nằm thấp hơn so với cao trình mặt đất tự nhiên, thường là kênh tiêu nước hoặc đoạn kênh tưới đi qua những vùng có địa hình tương đối cao của khu tưới.

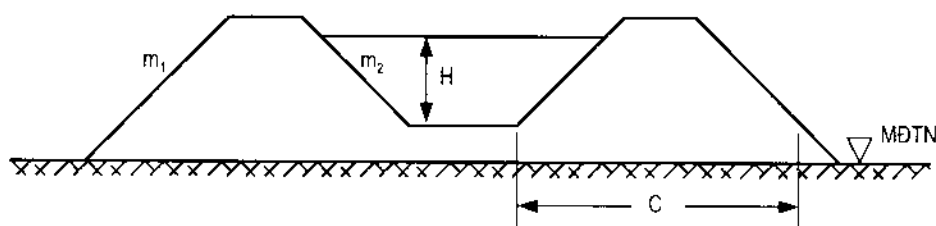
Đối với kênh lớn, chiều sâu kênh $h > 5\text{m}$, ngoài việc chọn độ dốc mái kênh m hợp lý người ta còn làm thêm cơ đê. Dọc theo chiều sâu kênh từ $2 \div 3\text{m}$ phải bố trí một cơ đê, trên cơ đê có làm rãnh thoát nước nhằm bảo đảm cho mái kênh ổn định đồng thời tạo điều kiện thuận tiện trong quá trình thi công kênh và quản lý bảo dưỡng kênh sau này.



Hình 9.2: Kênh chìm

b) *Kênh nổi (kênh đắp)*: Mặt cắt ngang của kênh nổi lên trên mặt đất tự nhiên, khi xây dựng phải dùng đất để đắp bờ và đáy kênh. Loại kênh này thường gặp khi kênh vượt những vùng trũng của khu tưới hoặc trường hợp kênh phải chuyển nước xa mà độ dốc địa hình tự nhiên của khu tưới rất nhỏ so với độ dốc yêu cầu của đáy kênh. Với hệ thống tưới lớn, kênh chính chuyển nước dài, ở đầu hệ thống kênh thường phải đắp cao, mặt cắt ngang của kênh có cao trình cao hơn cao trình mặt đất tự nhiên, như vậy mới có đủ đầu nước để không chế tưới tự chảy cho toàn hệ thống.

Kênh nổi thường có khối lượng và giá thành xây dựng rất lớn, kênh nổi thường có đáy kênh và bờ kênh được đắp bằng đất, vì thế lòng kênh và bờ kênh dễ bị bồi xói, sụt lở, không ổn định. Vì vậy, khi tính toán thiết kế cần phải chọn độ dốc mái ngoài, độ dốc mái trong của bờ kênh cho hợp lý, thi công phải chọn loại đất đắp có tính thấm ít, đáy kênh và bờ kênh phải được đầm nén kỹ. Tuy nhiên đối với kênh nổi là kênh mặt cắt hình thang, để bảo đảm ổn định kích thước mặt cắt ngang thường phải thỏa mãn điều kiện: $C = (5 \div 10)H$



Hình 9.3: Kênh nổi

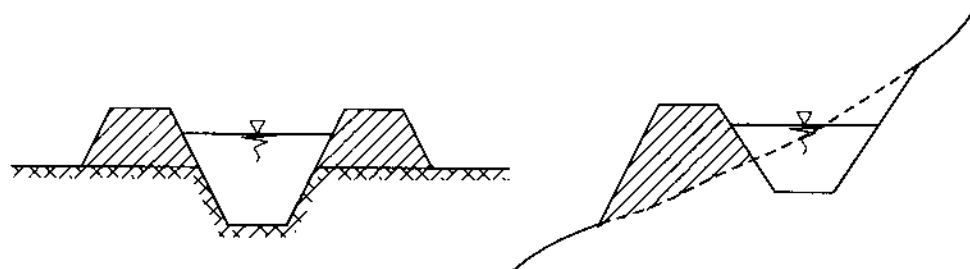
Khi H lớn chúng ta phải thông qua tính toán ổn định để xác định kích thước của bờ kênh.

Ngoài ra, kênh nổi bằng đất đắp có diện tích chiếm đất rất lớn, vì thế khi áp dụng phải có sự phân tích, tính toán so sánh kỹ càng nhằm tìm ra được giải pháp tốt nhất.

c) Kênh nửa nổi nửa chìm (kênh nửa đào nửa đắp)

Thường gặp ở các kênh phân phối nước trên cánh đồng hoặc kênh vùng trung du, kênh đi qua vùng sườn núi.

Đây là loại kênh dễ thi công và khối lượng đào đắp ít vì khối lượng đào có thể mang đắp thành bờ kênh vì vậy giá thành rẻ. Để giảm giá thành xây dựng kênh người ta thường thiết kế sao cho khối lượng đào kênh xấp xỉ bằng khối lượng đắp.



Hình 9.4: Kênh nửa đào nửa đắp

3. Phân loại theo vật liệu làm kênh

Trong thực tế hiện nay, dựa vào vật liệu làm kênh người ta thường phân làm các loại kênh sau đây:

- Kênh đất là kênh được xây dựng bằng đất, kênh được đào trực tiếp trên nền đất hoặc kênh đắp bằng đất và được đầm nén để bảo đảm ổn định.
- Kênh xây là kênh được xây bằng gạch hoặc đá.
- Kênh bê tông được đúc bằng bê tông hoặc bê tông cốt thép.

- Kênh xi măng lưới thép: Đây là loại kênh có kết cấu nhẹ, tiết kiệm vật liệu được xây dựng. Kênh được cấu tạo bằng xi măng lưới thép, tùy vào kích thước của kênh mà chọn hình dạng mặt cắt và chiều dày của bản tấm xi măng lưới thép cho thích hợp. Tuy nhiên do kết cấu mỏng và nhẹ nên thân của kênh phải dựa vào nền đất hoặc có giá đỡ và được liên kết chắc chắn. Kênh xi măng lưới thép được áp dụng cho những nơi tuyến kênh đi qua có nền đất thấm mạnh hoặc không ổn định, lưu lượng yêu cầu chuyển tải không quá lớn.

- Kênh chất dẻo: Kênh được đúc sẵn bằng chất dẻo tổng hợp và được lắp ghép trong quá trình thi công. Do kênh được đúc sẵn nên vận chuyển dễ dàng thi công lắp đặt nhanh. Tuy nhiên, hiện nay giá thành kênh bằng chất dẻo còn rất cao, mặt khác kênh dễ bị hư hỏng do tác động bởi nhiệt độ, người và súc vật qua lại, cỏ mọc... Vì thế loại kênh này chưa được áp dụng rộng rãi.

9.2.2. Chế độ thủy lực trong kênh

Do cấu tạo của mặt cắt kênh, phương thức dẫn nước của kênh và có thể có sự thay đổi lưu lượng, mực nước của kênh theo thời gian cũng như dọc theo chiều dài của kênh nên chế độ dòng chảy trên kênh rất phức tạp.

Trong thực tế dòng chảy kênh tưới và kênh tiêu đều có thể xảy ra một trong những trạng thái sau đây:

- Dòng chảy đều trong kênh.
- Dòng chảy ổn định không đều trong kênh.
- Dòng chảy không ổn định trong kênh.

1. Dòng chảy đều

Đối với các đoạn kênh tưới lấy nước từ hồ chứa, trạm bơm hoặc từ cống ven sông, trạng thái chảy trong kênh thường là chảy đều. Kênh chỉ làm nhiệm vụ chuyển nước, lưu lượng lấy vào đầu kênh được khống chế bởi cống lấy nước, lưu lượng chuyển thường không đổi. Tuy có lượng tổn thất trong quá trình chảy trên kênh nhưng thường là rất nhỏ so với lưu lượng chuyển trên kênh nên có thể coi như lưu lượng của kênh không thay đổi. Mặt khác, trên đoạn kênh làm nhiệm vụ chuyển nước mặt cắt hầu như không đổi. Vì thế có thể coi các yếu tố thủy lực trong đoạn kênh không thay đổi theo cả không gian lẫn thời gian. Lúc đó dòng chảy trong kênh theo chế độ dòng đều, lưu lượng trên kênh có thể được tính bằng công thức:

$$Q = F.V$$

trong đó:

Q - lưu lượng chảy trong kênh;

F - diện tích mặt cắt ướt;

V - tốc độ chảy trong kênh: $V = C\sqrt{RI}$

(9.1)

C - hệ số;

R - bán kính thủy lực;

I - độ dốc mặt nước trong kênh.

2. Dòng chảy ổn định không đều [57]

Trạng thái dòng chảy này thường xuất hiện ở kênh làm việc hai chiều tưới tiêu kết hợp (kênh vùng đồng bằng, vùng ven biển). Hoặc đối với đoạn kênh có mặt cắt thay đổi, (đoạn kênh mở rộng và thu hẹp khi nối tiếp với công trình trên kênh, đoạn kênh chảy trước đập điều tiết...).

Phương trình cơ bản để tính toán các yếu tố thủy lực trong kênh như sau:

- Kênh không lãng trụ:

$$\frac{dh}{dl} = \frac{i - \frac{Q^2}{K^2} \left(1 - \frac{\alpha C^2}{g\chi} \frac{\partial \omega}{\partial l}\right)}{1 - \frac{\alpha Q^2}{g} \frac{B}{\omega^3}} \quad (9.2)$$

- Kênh lãng trụ:

$$\frac{dh}{dl} = \frac{i - \frac{Q^2}{K^2}}{1 - \frac{\alpha Q^2}{g} \frac{B}{\omega^3}} = \frac{i - J}{1 - Fr} \quad (9.3)$$

3. Dòng chảy không ổn định [57]

Trạng thái chảy không ổn định thường xuất hiện ở các kênh tưới, tiêu ở vùng chịu ảnh hưởng của triều. Lưu lượng và mực nước trong kênh luôn luôn thay đổi theo thời gian.

Phương trình cơ bản để tính toán các yếu tố thủy lực trong kênh với trạng thái chảy không ổn định như sau:

$$V \frac{\partial \omega}{\partial S} + \omega \frac{\partial V}{\partial S} + \frac{\partial \omega}{\partial t} = 0$$

$$\frac{1}{B} \frac{\partial \omega}{\partial S} + \frac{V}{g} \frac{\partial V}{\partial S} + \frac{1}{g} \frac{\partial V}{\partial t} = i - \frac{V|V|}{C^2 R}$$

Tóm lại, tùy vào điều kiện làm việc của kênh, trạng thái chảy trên kênh mà chúng ta áp dụng các phương pháp tính toán trong từng trường hợp đã được giới thiệu kỹ trong giáo trình thủy lực. Mục đích cuối cùng là tìm ra những kích thước cơ bản của từng đoạn kênh để đảm bảo về mực nước và lưu lượng theo yêu cầu đã được đặt ra.

Trong thực tế hiện nay khi thiết kế kênh mới, đặc biệt đối với các đoạn kênh làm nhiệm vụ dẫn nước tưới, tiêu chúng ta thường đưa về trạng thái chảy đều trong kênh để tính toán. Hơn nữa đối với những hệ thống kênh nhỏ chúng ta cũng có thể coi là dòng chảy đều để tính toán với mức độ chính xác nhất định. Vì vậy, trong phần này chúng ta sẽ nghiên cứu kỹ cách tính toán thiết kế kênh mương với trạng thái dòng chảy đều.

Do chỗ kênh tưới và kênh tiêu có nhiệm vụ khác nhau, mang những đặc điểm khác nhau nên việc tính toán thiết kế cũng có những điểm khác nhau, sau đây ta nghiên cứu từng loại kênh riêng biệt.

A - KÊNH TUỚI

9.3. TÍNH LƯU LƯỢNG TRÊN KÊNH TUỚI

9.3.1. Lưu lượng trên kênh tưới

1. Các cấp lưu lượng đặc trưng trên kênh

Lưu lượng là tài liệu cơ bản để thiết kế hệ thống kênh mương và các công trình trên kênh. Khi thiết kế người ta thường dùng ba cấp lưu lượng đặc trưng sau:

- Lưu lượng thường xuyên Q_{TK} ;
- Lưu lượng nhỏ nhất Q_{min} ;
- Lưu lượng lớn nhất Q_{bt} .

a) *Lưu lượng thường xuyên (Q_{TK}):* là lưu lượng mà kênh mương phải chuyển một cách thường xuyên. Cấp lưu lượng này dùng để tính toán thiết kế những kích thước cơ bản của mặt cắt kênh và các công trình trên kênh vì vậy còn gọi là lưu lượng thiết kế Q_{TK} .

b) *Lưu lượng nhỏ nhất (Q_{min}):* là lưu lượng nhỏ nhất chảy trong kênh, cấp lưu lượng này thường dùng để kiểm tra sự bồi lắng trên kênh và kiểm tra khả năng tự chảy trên kênh.

c) *Lưu lượng bất thường (Q_{bt}):* là lưu lượng lớn nhất mà kênh mương phải chuyển đột xuất trong thời gian ngắn.

Những nguyên nhân chủ yếu gây nên lưu lượng bất thường trên kênh là:

- Khi kênh đang phải chuyển với lưu lượng thường xuyên, gặp những trận mưa lớn, nước mưa tập trung vào kênh làm tăng lưu lượng trên kênh. Đặc biệt ở những đoạn kênh đào đi giữa những sườn dốc, nước mưa tập trung từ hai bên bờ đổ vào kênh.
- Do quản lý không tốt, đóng mở cống không đúng quy trình hoặc do hư hỏng các công trình trên kênh, không thể khống chế đúng lưu lượng yêu cầu theo kế hoạch làm cho lưu lượng trong kênh tăng lên.
- Do yêu cầu đặc biệt trong công tác tổ chức tưới (tưới luân phiên hoặc phải tưới đuổi).

Lưu lượng bất thường dùng để kiểm tra khả năng chuyển nước của kênh, tốc độ dòng chảy trong kênh, tình hình xói lở kênh và xác định cao trình bờ kênh.

2. Khái niệm về Q_{brut} , Q_{net} và hệ số sử dụng của kênh

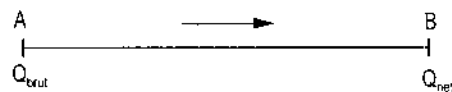
a) Khái niệm Q_{brut} , Q_{net}

Nước chảy trên kênh mương thường bị tổn thất do bốc hơi, ngấm, rò rỉ... lưu lượng chảy trên kênh sẽ giảm dần từ đầu kênh đến cuối kênh do bị tổn thất. Đề cập vấn đề này,

khi xét lưu lượng trên một đoạn kênh hay một hệ thống kênh người ta thường có hai khái niệm mới về lưu lượng là Q_{brut} và Q_{net} , trong đó: Q_{net} là lưu lượng thực cần trên kênh chưa kể đến tổn thất nước trên kênh, Q_{brut} là lưu lượng bao gồm cả lưu lượng thực cần và lưu lượng tổn thất trong quá trình chảy trên kênh.

- Đối với một đoạn kênh:

Q_{brut} đoạn kênh là lưu lượng ở mặt cắt đầu đoạn kênh đó.



Q_{net} đoạn kênh là lưu lượng ở mặt cắt cuối đoạn kênh đó.

- Đối với một hệ thống kênh:

Q_{net} của hệ thống là lưu lượng thực cần tại mặt ruộng:

$$Q_{net} = q\omega, \quad (l/s)$$

Q_{brut} - lưu lượng cần lấy vào ở đầu hệ thống. Bao gồm lưu lượng thực cần tại mặt ruộng và lưu lượng tổn thất trên hệ thống kênh mương:

$$Q_{brut} = Q_{net} + Q_u$$

trong đó:

- q - hệ số tưới tại mặt ruộng ($l/s-ha$);
- ω - diện tích phụ trách tưới của hệ thống (ha);
- Q_u - lưu lượng tổn thất trên kênh (l/s).

b) Hệ số sử dụng kênh mương

Để biểu thị mức độ tổn thất nước trên kênh mương người ta thường dùng chỉ tiêu hệ số sử dụng nước trên kênh (η):

$$\eta = \frac{Q_{net}}{Q_{brut}}$$

Đối với một hệ thống, thông qua tính toán yêu cầu nước, ta chỉ mới biết yêu cầu nước tại mặt ruộng như hệ số tưới, lưu lượng tưới tại mặt ruộng. Muốn tính lưu lượng tại một mặt cắt nào đó trên kênh hoặc lưu lượng cần phải lấy vào đầu hệ thống, phải tính toán được lượng tổn thất trên kênh.

9.3.2. Tính lượng tổn thất trên kênh

Lượng nước tổn thất dọc theo đường kênh bao gồm:

- Lượng tổn thất do bốc hơi;
- Lượng tổn thất do rò rỉ;
- Lượng tổn thất do ngấm xuống tầng sâu.

Khi xét ba thành phần tổn thất này ta thấy:

- Lượng nước bốc hơi chúng ta hoàn toàn có thể xác định được dựa vào diện tích mặt nước trên kênh và cường độ bốc hơi mặt nước tự do, song lượng tổn thất này rất nhỏ ta có thể bỏ qua.

- Lượng nước rò rỉ do thi công kênh bị nứt nẻ hoặc tiếp giáp giữa công trình và kênh không tốt, cũng có thể nước rò rỉ qua các thiết bị khống chế mực nước và lưu lượng, có thể khống chế lượng tổn thất do rò rỉ nhờ quản lý và thi công đường kênh tốt hơn. Vì vậy, lượng tổn thất này chúng ta cũng có thể không xét tới.

- Lượng nước tổn thất do ngấm: Đây là lượng nước tổn thất tất yếu, nước trong kênh bị tổn thất thông qua dòng ngấm qua đáy kênh và bờ kênh. Lượng tổn thất này xảy ra thường xuyên và đóng vai trò lớn trong lượng tổn thất nước. Vì vậy, chúng ta đi sâu nghiên cứu kỹ loại tổn thất này.

1. Những yếu tố ảnh hưởng tới lượng tổn thất do ngấm trên kênh

- Tính chất của đất làm kênh: Nếu đất có tính thấm lớn thì lượng tổn thất sẽ lớn và ngược lại.

- Điều kiện địa chất thủy văn: Mực nước ngấm nằm sâu hay nông, nước dễ thoát hay khó thoát đều có tác dụng đến tốc độ thấm nước hay nói cách khác ảnh hưởng tới lượng tổn thất.

- Điều kiện thủy lực trong kênh: Kích thước mặt cắt ngang của kênh, chiều sâu nước trong kênh đều có tác dụng đến lượng tổn thất trong kênh. Nếu kênh có chu vi lớn, chiều sâu nước trong kênh lớn thì tổn thất sẽ tăng lên.

- Chế độ làm việc của kênh mương: Nếu kênh làm việc không liên tục lượng tổn thất sẽ lớn hơn kênh dẫn nước liên tục.

- Tình hình bồi lắng trong kênh: Sau một thời gian kênh chuyển nước, bùn cát trong nước sẽ lắng đọng và lấp đầy các khe rỗng của đất làm kênh, lượng nước ngấm sẽ giảm đi.

2. Tính toán tổn thất ngấm trên kênh

Có rất nhiều tác giả đề xuất những phương pháp, những công thức lý luận, bán lý luận; công thức kinh nghiệm để tính tổn thất ngấm trên kênh.

Sau đây chúng ta sẽ đi nghiên cứu một số công thức tính toán của một số tác giả quen thuộc.

a) Trường hợp ngấm tự do không xét đến hiện tượng bị ú nước

- Công thức lý luận của Côtchiacôp

Theo định luật Darcy ta có:

$$Q = V\omega \text{ với } V = KJ \quad (J = 1)$$

Vì vậy: $Q = K\omega$

trong đó:

Q - lưu lượng thấm;

V - tốc độ thấm;

K - hệ số thấm;

J - độ dốc thủy lực;

ω - diện tích thấm trong lòng kênh.

Đối với kênh hình thang làm bằng đất chúng ta có thể dùng công thức sau để tính toán tổn thất cho 1 km đường kênh:

$$S = 0,0116K \left(b + 2\gamma h \sqrt{1 + m^2} \right), \quad (\text{m}^3/\text{s-km}) \quad (9.4)$$

trong đó:

S - lưu lượng tổn thất trên 1 km đường kênh ($\text{m}^3/\text{s-km}$);

K - hệ số ngấm ổn định (m/ngày);

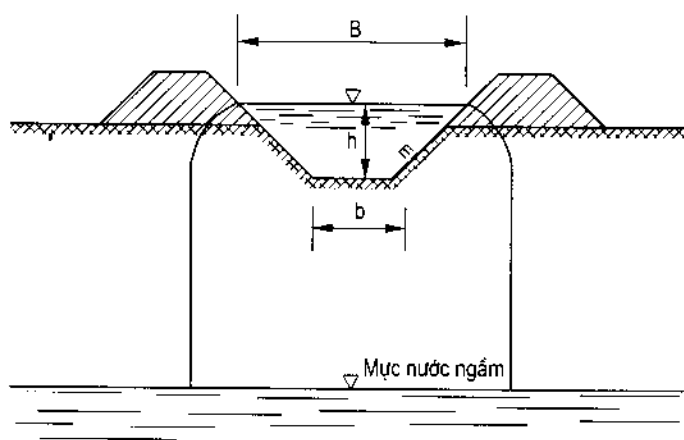
b - chiều rộng đáy kênh (m);

h - chiều sâu nước trong kênh (m);

m - hệ số mái kênh;

0,0116 - hệ số đổi thứ nguyên;

γ - hệ số kể đến hiện tượng ngấm chéo do mao quản, $\gamma = 1,1 \div 1,4$.



Hình 9.5

Trong tính toán người ta còn dùng lượng tổn thất tương đối σ là số phần trăm của lưu lượng tổn thất trên 1 km đường kênh so với lưu lượng thực cần ở cuối đoạn kênh đó:

$$\sigma = \frac{S}{Q_{\text{net}}} 100\% = \frac{1,16K \left(b + 2\gamma h \sqrt{1 + m^2} \right)}{Q_{\text{net}}} \% \quad (9.5)$$

$$\sigma = \frac{1,16Kh \left(\beta + 2\gamma \sqrt{1 + m^2} \right)}{Q_{\text{net}}} \% \quad (9.6)$$

Công thức (9.4), (9.5) và (9.6) tính tổn thất tuyệt đối và tổn thất tương đối dùng cho trường hợp khi đã biết mặt cắt kênh. Trong trường hợp bắt đầu thiết kế mặt cắt kênh ta vẫn phải ước tính lượng tổn thất để tính lưu lượng cần chuyển trên kênh. Trường hợp này ta lại phải dùng các công thức khác.

- Công thức kinh nghiệm tính tổn thất của Côtchiacôp

Qua nghiên cứu, Côtchiacôp nhận thấy lượng tổn thất do thấm trên kênh phụ thuộc rất nhiều vào chất đất làm kênh và lưu lượng chuyển qua kênh. Ông đã thông qua thực nghiệm để đề xuất ra công thức tính toán:

$$\sigma = \frac{A}{Q_{\text{net}}^m} \%$$

trong đó:

σ - tổn thất tương đối trên 1 km đường kênh (tính theo số %) chính là tỷ số phần trăm tổn thất so với lưu lượng thực cần tính cho 1km đường kênh;

Q_{net} - lưu lượng thực cần ở cuối đoạn kênh (m^3/s);

A, m - những hệ số phụ thuộc vào tính ngấm của đất qua thực nghiệm hoặc thực đo. Trường hợp thiếu tài liệu có thể tham khảo bảng 9.1.

Bảng 9.1 - Hệ số A và m của một số loại đất [1]

Loại đất	Tính chất ngấm	A	m
Đất sét và đất sét nặng	Ngấm rất ít	0,70	0,30
Đất thịt pha sét nặng	Ngấm ít	1,30	0,35
Đất thịt pha sét vừa	Ngấm vừa	1,90	0,40
Đất thịt pha sét nhẹ	Ngấm nhiều	2,65	0,45
Đất thịt pha cát	Ngấm rất mạnh	3,40	0,50

Lưu lượng tổn thất tuyệt đối do ngấm tính cho 1 km đường kênh:

$$S = \frac{\sigma Q_{\text{net}}}{100} = 10 A Q_{\text{net}}^{1-m}, \quad (\text{l/s-km})$$

Q_{net} - lưu lượng thực cần ở cuối đoạn kênh (m^3/s).

Để tiện cho việc tính toán người ta thành lập bảng tính sẵn lượng tổn thất S ứng với một loại đất nhất định và với từng cấp lưu lượng (bảng 9.2).

Bảng 9.2 - Lưu lượng tổn thất trên 1 km chiều dài kênh [1]

Lưu lượng của kênh Q_{ck} (m^3/s)	Lưu lượng tổn thất $S = 10 A Q_{ck}^{1-m}$ ($l/s \cdot km$)				
	Ngấm rất ít $A = 0,70$ $m = 0,30$	Ngấm ít $A = 1,30$ $m = 0,35$	Ngấm vừa $A = 1,90$ $m = 0,40$	Ngấm nhiều $A = 2,65$ $m = 0,45$	Ngấm rất mạnh $A = 3,40$ $m = 0,50$
0,051 ÷ 0,060	0,9	2,0	3,3	5,4	8,0
0,061 ÷ 0,070	1,0	2,2	3,7	5,9	8,7
0,071 ÷ 0,080	1,1	2,5	4,0	6,4	9,3
0,081 ÷ 0,090	1,2	2,6	4,3	6,8	9,8
0,091 ÷ 0,100	1,3	2,8	4,6	7,3	10,0
0,101 ÷ 0,120	1,5	3,1	5,0	7,9	11,0
0,121 ÷ 0,140	1,7	3,4	5,6	8,6	12,0
0,141 ÷ 0,170	1,9	3,8	6,2	9,7	13,0
0,171 ÷ 0,200	2,1	4,3	6,9	10,6	15,0
0,201 ÷ 0,230	2,4	4,7	7,6	11,6	16,0
0,231 ÷ 0,260	2,6	5,1	8,2	12,2	17,0
0,261 ÷ 0,300	2,9	5,6	8,8	13,1	18,0
0,301 ÷ 0,350	3,2	6,0	9,6	14,2	19,0
0,351 ÷ 0,400	3,5	6,6	10,0	15,4	21,0
0,401 ÷ 0,450	3,8	7,3	11,0	16,4	22,0
0,451 ÷ 0,500	4,2	7,9	12,0	17,5	23,0
0,501 ÷ 0,600	4,6	8,7	13,0	18,0	25,0
0,601 ÷ 0,700	5,2	9,7	15,0	20,8	27,0
0,701 ÷ 0,850	5,8	10,9	16,0	22,8	30,0
0,851 ÷ 1,000	6,5	12,3	18,0	25,0	33,0
1,001 ÷ 1,250	7,1	13,9	20,0	28,2	36,0
1,251 ÷ 1,500	8,7	15,7	23,0	31,2	40,0
1,501 ÷ 1,750	9,9	18,3	26,0	34,8	43,0
1,751 ÷ 2,000	11,0	19,3	28,0	37,0	46,0
2,001 ÷ 2,500	12,0	22,0	31,0	41,0	51,0
2,501 ÷ 3,000	14,0	24,3	35,0	46,0	57,0
3,001 ÷ 3,500	16,0	27,1	39,0	50,1	62,0
3,501 ÷ 4,000	18,0	30,0	42,0	54,0	66,0
4,001 ÷ 5,000	20,0	34,0	47,0	60,0	72,0
5,001 ÷ 6,000	23,0	39,1	53,0	68,0	80,0
6,001 ÷ 7,000	26,0	43,0	58,0	74,0	87,0
7,001 ÷ 8,000	29,0	47,0	64,0	80,0	93,0
8,001 ÷ 9,000	31,0	51,0	69,0	86,0	99,0
9,001 ÷ 10,000	34,0	55,0	74,0	91,0	105,0
10,001 ÷ 12,000	37,0	61,0	81,0	98,0	112,0
12,001 ÷ 14,000	42,0	68,0	89,0	101,0	122,0
14,001 ÷ 17,000	48,0	76,0	98,0	120,0	134,0
17,001 ÷ 20,000	54,0	86,0	109,0	132,0	147,0
20,001 ÷ 23,000	60,0	94,0	120,0	144,0	158,0
23,001 ÷ 26,000	66,0	102,0	130,0	152,0	168,0
26,001 ÷ 30,000	72,0	110,0	139,0	162,0	180,0

Một số tác giả khác cũng đưa ra một số công thức tính toán gần đúng:

- Công thức của Paplôpxki

$$S = 0,0116K(B + 2h)$$

trong đó:

S - lưu lượng tổn thất do ngấm trên 1 km đường kênh ($m^3/s \cdot km$);

B - chiều rộng mặt nước trong kênh (m);

h - chiều sâu nước trong kênh (m);

K - hệ số ngấm của đất làm kênh (m/ ngày).

- Công thức thực nghiệm của Ghieckan

$$S = 0,063K\sqrt{Q_{net}}$$

trong đó:

S - lưu lượng tổn thất do ngấm trên 1 km đường kênh ($m^3/s \cdot km$);

K - hệ số ngấm của đất làm kênh (m/ngày);

Q_{net} - lưu lượng thực cân ở cuối đoạn kênh (m^3/s).

b) Trường hợp có hiện tượng bị ú nước

Trường hợp nước ngấm nằm nông khó thoát, lượng nước ngấm sẽ làm dâng nước ngấm tới tận đáy kênh. Nếu xung quanh khả năng thoát nước kém, đường mặt nước sẽ lan rộng ra hai phía làm cho gradien thủy lực giảm, lượng thấm sẽ giảm. Hiện tượng này xuất hiện ở đường kênh lớn và chuyển nước liên tục.

Lượng tổn thất sẽ tính bằng công thức:

$$S' = \gamma S$$

với γ là hệ số hiệu chỉnh phụ thuộc vào lưu lượng qua kênh và chiều sâu mực nước ngấm, cho ở bảng 9.3.

Bảng 9.3 - Hệ số hiệu chỉnh γ

Lưu lượng Q (m^3/s)	Chiều sâu tới mực nước ngấm (m)							
	1	3	5	7,5	10	15	20	25
0,3	0,82							
1,0	0,63	0,79						
3,0	0,50	0,63	0,82					
10,0	0,41	0,50	0,65	0,79	0,91			
20,0	0,36	0,45	0,57	0,71	0,82			
30,0	0,35	0,42	0,54	0,66	0,77	0,94		
50,0	0,32	0,37	0,49	0,60	0,64	0,84	0,97	
100,0	0,28	0,33	0,42	0,52	0,58	0,73	0,84	0,94

9.3.3. Hệ số sử dụng nước của kênh

1. Các loại hệ số sử dụng nước của đường kênh

Như phần trên đã biết hệ số sử dụng nước của đường kênh là tỷ số giữa lưu lượng thực cần (chưa kể tổn thất) và lưu lượng cần lấy vào kênh (đã kể cả tổn thất).

Như vậy, hệ số sử dụng nước nói lên mức độ tổn thất nước của kênh. Tùy vào phạm vi đường kênh ta xét mà có nhiều loại hệ số sử dụng nước khác nhau.

a) Hệ số sử dụng nước của một đoạn kênh

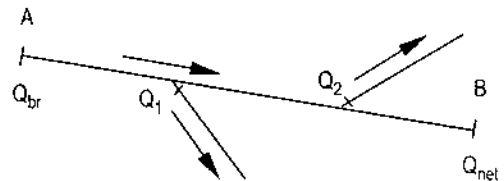
- Khi đoạn kênh làm nhiệm vụ chuyển nước:

$$\eta_{AB} = \frac{Q_{net}}{Q_{br}} = \frac{Q_c}{Q_d} = \frac{Q_B}{Q_A}$$



- Khi đoạn kênh làm cả nhiệm vụ chuyển nước và chia nước:

$$\eta_{AB} = \frac{Q_{net} + \sum Q_i}{Q_{br}}$$



$\sum Q_i$ - tổng lưu lượng phân vào các kênh cấp dưới

b) Hệ số sử dụng hệ thống kênh

Hệ số sử dụng hệ thống kênh là chỉ tiêu thể hiện tình hình tổn thất nước trên hệ thống kênh đó và bằng tỷ số giữa lưu lượng nước thực cần ở mặt ruộng và lưu lượng lấy vào công trình đầu mối:

$$\eta_{ht} = \frac{Q_{net}}{Q_{br}} = \frac{Q_{mr}}{Q_{dm}} = \frac{q\omega}{Q_{dm}}$$

c) Hệ số sử dụng nước của hệ thống tưới

$$\eta = \frac{W_r}{W} = \frac{Q_{net} t}{Q_{br} T} = \frac{q\omega t}{Q_{dm} T}$$

trong đó:

W_r - lượng nước lấy vào mặt ruộng;

W - lượng nước lấy vào công trình đầu mối;

Q_{br} - lưu lượng lấy vào đầu hệ thống;

q - hệ số tưới của hệ thống;

ω - diện tích tưới của hệ thống;

T - thời gian lấy nước ở công trình đầu mối;

t - thời gian tưới vào ruộng.

d) Hệ số sử dụng nước mặt ruộng

$$\eta_r = \omega \frac{E'}{W_r} \text{ với } W_r = q\omega t$$

η_r - tỷ số giữa lượng nước cần của cây trồng và lượng nước cần lấy vào ruộng;

E' - lượng nước cần của cây trồng m^3/ha .

η_r được dùng để đánh giá tình trạng kỹ thuật của các công trình mặt ruộng và trình độ kỹ thuật tưới nước. Lượng nước tổn thất bao gồm lượng nước rò rỉ khỏi ruộng và lượng nước thừa phải tháo.

e) Hệ số sử dụng nước của khu tưới

$$\eta_0 = \omega \frac{E'}{W} \text{ với } W = Q_{dm}T$$

trong đó:

ω - diện tích được tưới của khu tưới;

E' - lượng nước cần của cây trồng (m^3/ha);

W - tổng lượng nước lấy vào đầu hệ thống (m^3).

2. Quan hệ các loại hệ số sử dụng nước

$$\eta_k = \eta_{K1}\eta_{K2}\eta_{K3}\dots\eta_{cc}$$

$$\eta_{K1} = \frac{\sum Q_i}{Q_A}, \eta_{K2} = \frac{\sum Q_{ij}}{\sum Q_i}, \eta_{ht} = \frac{q\omega}{Q_A} = \dots$$

3. Hệ số sử dụng nước của kênh khi lưu lượng thay đổi

Tổn thất tương đối σ không những phụ thuộc vào chất đất lòng kênh mà còn phụ thuộc vào lưu lượng chuyển trên kênh. Như vậy, khi lưu lượng thay đổi thì tổn thất cũng sẽ thay đổi hay nói cách khác hệ số sử dụng nước của kênh mương cũng sẽ thay đổi theo.

Giả sử ta xét một đoạn kênh có chiều dài L khi lưu lượng thay đổi từ Q_{net} sang Q'_{net} .

Lượng tổn thất: $Q_{tt} = Q_{br} - Q_{net} = Q_{br} \left(1 - \frac{Q_{net}}{Q_{br}} \right)$

mà: $\eta = \frac{Q_{net}}{Q_{br}} \Rightarrow Q_{tt} = Q_{br}(1-\eta)$ (a)

Mặt khác: $Q_{tt} = 10AQ_{net}^{1-m}L$ (b)

Từ (a) và (b) ta có: $Q_{br}(1-\eta) = 10AQ_{net}^{1-m}L$ (c)

Gọi $\alpha = \frac{Q'_{net}}{Q_{net}}$ là tỷ số giữa lưu lượng sau khi thay đổi và lưu lượng trước khi thay đổi,

η_α là hệ số sử dụng nước của kênh khi lưu lượng thay đổi.

Khi đó:

$$Q'_{br} = \frac{Q'_{net}}{\eta_\alpha} = \frac{Q'_{net}}{Q_{net}} \frac{Q_{net}}{Q_{br}} \frac{Q_{br}}{\eta_\alpha} = \alpha \frac{\eta}{\eta_\alpha} Q_{br}$$

Tương tự ta có:

$$Q'_u = Q'_{br} (1 - \eta_\alpha) = 10A \left(Q'_{net} \right)^{1-m} L \quad (d)$$

Thay $Q'_{br} = \alpha \frac{\eta}{\eta_\alpha} Q_{br}$ vào (d) ta được

$$\alpha \frac{\eta}{\eta_\alpha} Q_{br} (1 - \eta_\alpha) = 10A \left(\frac{Q'_{net}}{Q_{net}} \right)^{1-m} Q_{net}^{1-m} L = 10A Q_{net}^{1-m} \alpha^{1-m} L \quad (e)$$

Lập tỷ số giữa (e) và (c) ta có:

$$\begin{aligned} \frac{\alpha \frac{\eta}{\eta_\alpha} Q_{br} (1 - \eta_\alpha)}{Q_{br} (1 - \eta)} &= \frac{10A Q_{net}^{1-m} \alpha^{1-m} L}{10A Q_{net}^{1-m} L} \\ \Leftrightarrow \frac{\alpha \eta (1 - \eta_\alpha)}{\eta_\alpha (1 - \eta)} &= \alpha^{1-m} \quad \Leftrightarrow \quad \frac{\eta (1 - \eta_\alpha)}{\eta_\alpha (1 - \eta)} = \frac{1}{\alpha^m} \\ \Leftrightarrow \alpha^m \eta - \alpha^m \eta \eta_\alpha &= \eta_\alpha - \eta \eta_\alpha \quad \Leftrightarrow \quad \eta_\alpha (1 - \eta + \alpha^m \eta) = \alpha^m \eta \\ \Leftrightarrow \frac{\eta_\alpha}{\eta} (1 - \eta + \alpha^m \eta) &= \alpha^m \quad \Leftrightarrow \quad \eta_\alpha \left(\frac{1}{\eta} + \alpha^m - 1 \right) = \alpha^m \end{aligned}$$

Vậy:

$$\eta_\alpha = \frac{\alpha^m}{\frac{1}{\eta} + \alpha^m - 1}$$

trong đó:

η - hệ số sử dụng nước của kênh mương trước khi Q_{net} thay đổi;

η_α - hệ số sử dụng nước của kênh mương sau khi Q_{net} thay đổi;

α - tỷ số giữa lưu lượng thực cần sau khi thay đổi và lưu lượng thực cần trước khi thay đổi;

m - chỉ số về tính thấm của đất.

9.3.4. Tính toán lưu lượng đặc trưng trên các cấp kênh tưới

Trong một hệ thống tưới chúng ta có thể dễ dàng tính được lưu lượng thực cần tại mặt ruộng của hệ thống $Q_{net} = q\omega$ (l/s). Nhưng thực tế tính toán ta lại cần phải biết lưu lượng tại

các mặt cắt nhất định trên các cấp kênh mương nhằm: Thiết kế mặt cắt các cấp kênh, thiết kế các công trình thuộc cấp kênh đó. Trong quản lý cũng phải biết lưu lượng yêu cầu tại đầu các cấp kênh để có kế hoạch phân phối nước. Vì vậy, chúng ta phải tính toán lưu lượng cần trên các cấp kênh.

Hiện nay, tùy vào khả năng nguồn nước và cách tổ chức sản xuất, canh tác trên cánh đồng mà có hai hình thức áp dụng:

- Tưới đồng thời: Đồng thời cho nước vào tất cả các cấp kênh để tưới toàn bộ cánh đồng.
- Tưới luân phiên: Tập trung nước tưới lần lượt cho từng khu trên cánh đồng. Các kênh chuyển nước không đồng thời. Lần lượt kênh chuyển nước đủ yêu cầu cho cánh đồng phụ trách mới chuyển nước sang kênh khác.

Với hai hình thức tưới như vậy cách tính lưu lượng cũng khác nhau.

1. Tính lưu lượng thường xuyên (Q_{TX})

a) Trường hợp tưới đồng thời

Nguyên tắc tính toán là tính dồn từ mặt ruộng lên đầu mỗi công trình với công thức cơ bản:

$$Q_{br} = Q_{net} + Q_{lt} = Q_{net} + SL$$

trong đó:

- S - tổn thất trên một đơn vị chiều dài kênh (l/s-km);
- L - chiều dài kênh mương (km).

Giả sử tính lưu lượng hệ thống kênh mương A:

Tính cho mương chân rết:

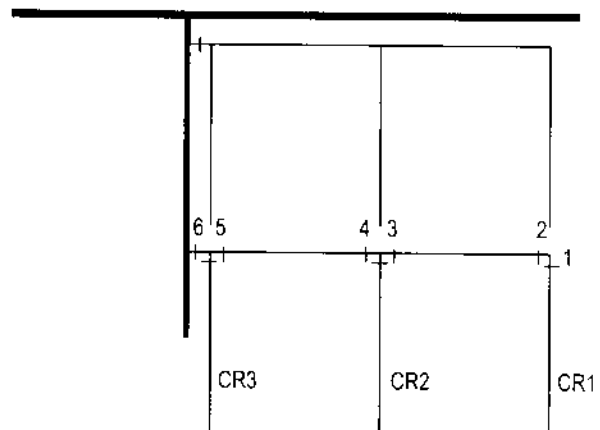
$$Q_{CR}^{TK} = q_{TK} \omega_{CR}$$

trong đó:

- Q_{CR}^{TK} - lưu lượng thiết kế cho mương chân rết;
- ω_{CR} - diện tích mương chân rết phụ trách;
- q_{TK} - hệ số tưới thiết kế.

q_{TK} là chỉ tiêu cơ sở để tính Q_{TK} . Vì q_{TK} là một chỉ tiêu khá quan trọng, ảnh hưởng trực tiếp đến quy mô kích thước công trình nên nó mang một ý nghĩa kinh tế và kỹ thuật rất lớn.

Thông thường q_{TK} phải có trị số lớn nhất hay tương đối lớn trong giản đồ hệ số tưới đã hiệu chỉnh và có thời gian xuất hiện tương đối dài $T \geq 20$ ngày. Có như vậy kênh mương và



Hình 9.6: Sơ đồ tính lưu lượng tưới đồng thời

công trình thiết kế với chỉ tiêu này mới có khả năng dẫn với mọi cấp lưu lượng trong giản đồ hệ số tưới và hiệu ích làm việc của kênh mương và công trình mới cao.

Vì vậy, khi chọn q_{TK} trong giản đồ hệ số tưới cần phải tiến hành so sánh nghiên cứu kỹ càng để q_{TK} có điều kiện kinh tế tốt nhất.

$$Q_{CR1}^{TK} = Q_1 = Q_{netCR}^{TK} + Q_{it} = q_{TK} \omega_{CR} + 0,75 \sigma Q_{net} L_{CR}$$

$$Q_2 = Q_1$$

$$Q_3^{TK} = Q_2 + Q_{it}^{2-3} = Q_2 + SL_{2-3} = Q_2 + 10AQ_2^{1-m}L_{2-3}$$

$$Q_4^{TK} = Q_3^{TK} + Q_{CR2}^{TK}$$

$$Q_5^{TK} = Q_4 + Q_{it}^{4-5} = Q_4 + SL_{4-5} = Q_4 + 10AQ_4^{1-m}L_{4-5}$$

$$Q_6^{TK} = Q_5^{TK} + Q_{CR3}^{TK}$$

$$Q_{CR2}^{TK}, Q_{CR3}^{TK} \text{ tính tương tự như } Q_{CR1}^{TK}$$

Với cách tính tương tự như vậy ta tính dồn lên đầu hệ thống và như vậy ta sẽ tính lưu lượng tại mặt cắt bất kỳ nào trên các cấp kênh mương.

Mặt khác chúng ta cũng có thể tính được hệ số sử dụng nước của một đoạn kênh, một cấp kênh bất kỳ bằng công thức:

$$\eta = \frac{Q_{net}}{Q_{br}}$$

Với cách tính toán như vậy nếu hệ thống càng lớn, nhiều đường kênh thì khối lượng tính toán càng lớn. Vì vậy, trong thực tế để giảm bớt khối lượng tính toán, ở mỗi cấp kênh người ta thường chọn ra một kênh đại diện tìm ra η đại diện. Dùng η đại diện để tính lưu lượng cho các kênh khác có điều kiện tương tự:

- Về diện tích tưới;
- Có chiều dài xấp xỉ nhau;
- Phụ trách những loại cây trồng tương tự.

b) Trường hợp tưới luân phiên

Tưới luân phiên thường được áp dụng cho các cấp kênh nhỏ mà ít áp dụng đối với kênh lớn, nhất là kênh cấp I.

Khi tưới luân phiên thì lưu lượng sẽ tăng lên rất nhiều tùy theo số lượng tổ tưới luân phiên vì vậy quy mô kích thước kênh mương cũng sẽ phải tăng lên.

Tuy nhiên, ở những hệ thống mà nguồn nước thiếu và do cách tổ chức sản xuất, canh tác người ta vẫn phải tưới luân phiên ở cấp kênh dưới để tăng hệ số sử dụng nước và phù hợp với kế hoạch sản xuất.

Giả sử ta tưới luân phiên cho các mương chân rết như sơ đồ hình 9.7.

- Chia làm 3 tổ tưới luân phiên
- Mỗi tổ gồm 2 mương chân rết

$$Q_{\text{netCR}} = \frac{q_{\text{TK}} (\omega_1 + \omega_2 + \dots + \omega_6)}{2}$$

$$Q_{\text{netCR}} = \frac{q_{\text{TK}} \omega_{\text{mc}}}{2}$$

Công thức tổng quát:

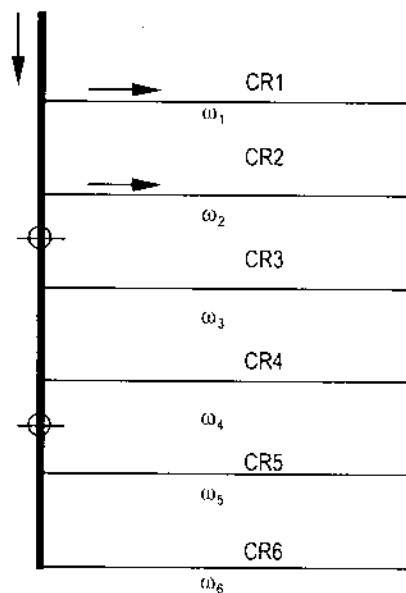
$$Q_{\text{netCR}} = \frac{q_{\text{TK}} \omega_{\text{mc}}}{n}$$

trong đó:

Q_{netCR} - lưu lượng thực cần của mỗi chân rết;

ω_{mc} - diện tích mương con phụ trách;

n - số mương chân rết trong mỗi tổ.



Hình 9.7: Sơ đồ tính lưu lượng tưới luân phiên

2. Tính lưu lượng nhỏ nhất $Q_{\min}$

Cũng có thể tính như đối với Q_{TK} : Từ $q_{\min}$ trong giản đồ hệ số tưới rồi tính dồn từ dưới lên. Nhưng thường để nhanh chóng ta có thể dùng công thức :

$$Q_{\min} = \frac{q_{\min} \omega}{\eta_{\min}} \quad \text{với} \quad \eta_{\min} = \frac{\alpha^m}{\frac{1}{\eta} + \alpha^m - 1}$$

$$\alpha = \frac{q_{\min}}{q_{\text{TK}}}$$

η - hệ số sử dụng nước ứng với q_{TK} .

3. Tính lưu lượng lớn nhất Q_{bt}

Theo kinh nghiệm, lưu lượng bất thường tính bằng công thức:

$$Q_{bt} = K Q_{\text{TK}}$$

với K : hệ số phụ thuộc vào Q_{TK} .

$$\text{Khi} \quad Q_{\text{TK}} < 1 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{thì} \quad K = 1,20 \div 1,30$$

$$Q_{\text{TK}} = 1 \div 10 \text{ m}^3/\text{s} \quad K = 1,15 \div 1,20$$

$$Q_{\text{TK}} > 10 \text{ m}^3/\text{s} \quad K = 1,10 \div 1,15.$$

9.4. THIẾT KẾ KÊNH TUỚI

Mục đích của việc thiết kế mặt cắt dọc ngang kênh tưới là xác định các kích thước cơ bản của kênh bao gồm: Chiều rộng đáy kênh b , mái dốc bờ kênh m , độ dốc đáy kênh i , cao trình đáy kênh, cao trình bờ kênh, chiều rộng mặt bờ kênh nhằm bảo đảm kênh đủ khả năng dẫn nước tưới về mặt ruộng, kênh làm việc tốt và lâu dài. Từ đó cũng tính được khối lượng xây dựng hệ thống kênh.

Đồng thời qua việc thiết kế kênh xác định được các vị trí và hình thức công trình, các tài liệu cơ bản để thiết kế công trình trên hệ thống

Thiết kế mặt cắt kênh là bước quan trọng. Nó có tính chất quyết định khả năng phục vụ của hệ thống, đến điều kiện thi công và quản lý hệ thống, có tính chất quyết định đến hiệu ích của hệ thống tưới.

Để hệ thống kênh đạt được những yêu cầu đề ra, khi thiết kế mặt cắt kênh cần phải thỏa mãn những điều kiện cơ bản nhất định. Sau đây chúng ta nghiên cứu những điều kiện cơ bản mà khi thiết kế kênh cần phải thỏa mãn.

9.4.1. Các điều kiện cần được thỏa mãn khi thiết kế kênh

1. Điều kiện khống chế tưới tự chảy vào các cánh đồng trong khu tưới

Mực nước trên kênh tưới phải đạt được cao trình nhất gọi là mực nước yêu cầu khống chế tưới tự chảy trên kênh. Cao trình yêu cầu khống chế tưới tự chảy phụ thuộc vào cao trình mặt ruộng được tưới và tổn thất đầu nước trên kênh:

$$\nabla_{yc} = A_0 + h + \sum li + \sum \Psi_i$$

trong đó:

A_0 - cao trình mặt ruộng yêu cầu khống chế tưới tự chảy;

$\sum li$ - tổn thất cột nước dọc đường (l - chiều dài kênh, i - độ dốc kênh);

$\sum \Psi_i$ - tổn thất cục bộ, gồm có: Tổn thất đầu nước qua cống lấy nước và tổn thất đầu nước qua các công trình trên kênh.

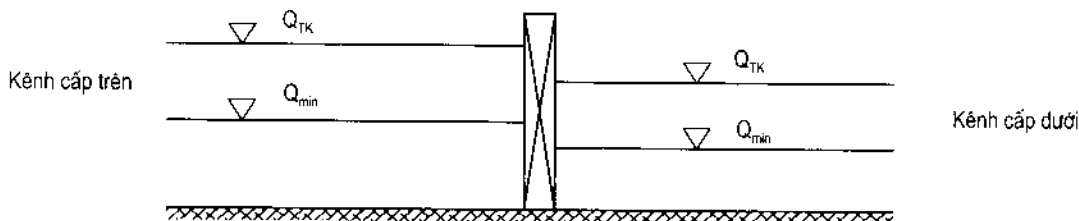
Trong một khu tưới việc chọn trị số A_0 đại diện để tính cao trình khống chế tưới tự chảy cho một cấp kênh hoặc cho toàn hệ thống là một việc hết sức khó khăn phức tạp. Nếu chọn A_0 lớn và tại vị trí cách xa đầu kênh thì sẽ cho ∇_{yc} lớn, khối lượng đào đắp thường sẽ lớn, không kinh tế.

Nếu chọn A_0 nhỏ diện tích tưới tự chảy sẽ nhỏ công trình không phát huy hết khả năng. Vì vậy khi chọn A_0 đại diện để tính toán phải so sánh điều kiện kinh tế và kỹ thuật để xác định quy mô công trình là hợp lý nhất.

Chú ý: Thông thường cao trình yêu cầu tưới tự chảy được xác định trong điều kiện thiết kế, ứng với lưu lượng Q_{TK} khi kênh chuyển với lưu lượng khác, nhất là Q_{min} thì mực nước trong kênh sẽ thấp. Chúng ta phải tiến hành kiểm tra lại yêu cầu tưới tự chảy.

Xét trường hợp tự chảy giữa kênh cấp trên và kênh cấp dưới:

Giả sử kênh cấp trên làm việc với $Q_{\min}$, kênh cấp dưới làm việc với Q_{TK} hoặc kênh cấp trên và kênh cấp dưới đều làm việc với $Q_{\min}$ nhưng cũng vẫn xảy ra trường hợp kênh cấp trên không bảo đảm tự chảy theo yêu cầu xuống kênh cấp dưới. Lúc đó ta có thể xử lý bằng cách:



- Hạ thấp cao trình đáy kênh cấp dưới, diện tích tưới tự chảy sẽ bị giảm;
- Làm đập điều tiết để nâng mực nước của kênh cấp trên.

Tùy điều kiện thực tế để so sánh chọn biện pháp tốt nhất

2. Điều kiện không bồi lắng xói lở

Để kênh làm việc bình thường không bị bồi lắng và xói lở thì tốc độ trong kênh phải thỏa mãn:

- Không lớn quá một trị số giới hạn nào đó gọi là tốc độ không xói;
- Không được nhỏ quá một trị số giới hạn nào đó gọi là tốc độ không lắng;
- Ngoài ra tốc độ trong kênh phải bảo đảm không cho mọc cỏ trong kênh.

Vì vậy, phải thiết kế kích thước mặt cắt kênh sao cho tốc độ nước chảy trong kênh chỉ được thay đổi trong một phạm vi nhất định được giới hạn bởi $[V]_{KL}$ và $[V]_{KX}$:

$$[V]_{KL} \leq V \leq [V]_{KX}$$

Muốn làm được yêu cầu đó ta phải xác định được $[V]_{KL}$ và $[V]_{KX}$.

a) Tốc độ không xói tới hạn $[V]_{KX}$

Tốc độ không xói tới hạn là tốc độ lớn nhất mà dòng chảy trong kênh đạt tới tốc độ ấy mà vẫn bảo đảm không bị xói lở.

$[V]_{KX}$ phụ thuộc vào các yếu tố:

- Tính chất của đất nơi tuyến kênh đi qua. Độ chặt, độ dính của đất lớn thì $[V]_{KX}$ lớn.
- Lưu lượng qua kênh, các yếu tố thủy lực trong kênh như: Độ sâu mực nước trong kênh h , bán kính thủy lực R , hệ số nhám n . Khi R lớn, n nhỏ thì $[V]_{KX}$ lớn.
- Lượng ngậm cát và tính chất của bùn cát trong nước. Nếu lượng ngậm cát lớn, hạt càng mịn tốc độ không xói tới hạn càng lớn.
- Độ cong của tuyến kênh. Nếu đoạn kênh có bán kính cong nhỏ thì tốc độ không xói tới hạn càng nhỏ.

Do $[V]_{KX}$ phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố, vì vậy xác định trị số tốc độ không xói tới hạn cho kênh rất phức tạp, nhưng lại mang ý nghĩa kinh tế kỹ thuật rất lớn. Nếu trị số $[V]_{KX}$ lớn quá có thể tăng cường vận tốc chuyển nước của kênh nhưng kênh làm việc không an toàn dễ bị sạt lở. Ngược lại trị số $[V]_{KX}$ được xác định nhỏ quá sẽ hạn chế khả năng chuyển nước của kênh.

Hiện nay có một số tác giả đưa ra một số công thức bán lý luận và kinh nghiệm để xác định $[V]_{KX}$, song do mỗi tác giả đều xuất phát từ những khía cạnh khác nhau, chưa đề cập một cách toàn diện các yếu tố ảnh hưởng nên mỗi công thức đều có những hạn chế nhất định.

- Công thức của Gôntrarôp:

$$[V]_{KX} = 3 \frac{d_{bq}}{D} h^{0,2} (d_{bq} + 0,0014)^{0,3}, \quad (\text{m/s})$$

d_{bq} , D - đường kính bình quân và đường kính lớn nhất của hạt đất;

h - chiều sâu của nước trong kênh.

Các hệ số kinh nghiệm được xác định với loại đất có dung trọng: $\gamma_d = 2650 \text{ kg/m}^3$.

- Công thức của giáo sư Lê-vi:

$$[V]_{KX} = A \sqrt{g d_{bq}} \ln \frac{R}{7 d_{bq}}$$

A - hệ số kinh nghiệm biểu thị độ chặt của đất;

d_{bq} - đường kính bình quân của hạt;

R - bán kính thủy lực.

Theo quy phạm Liên Xô khi $50 \leq \frac{R}{d_{bq}} \leq 500$ thì $d_{bq} > 15\text{m}$.

- Khi lưu lượng qua kênh nhỏ có thể dùng công thức sau đây:

$$[V]_{KX} = NV_0 R^y$$

R - bán kính thủy lực;

y - chỉ số kinh nghiệm. $y = \frac{1}{3}$;

V_0 - tốc độ không xói tới hạn khi $R = 1$ và $\rho < 0,1 \text{ kg/m}^3$, V_0 phụ thuộc vào loại đất và tỷ trọng của đất (bảng 9.4).

N - hệ số xét tới ảnh hưởng của bùn cát tới lòng kênh, có thể lấy theo các trị số sau:

Đất thịt pha sét nhẹ: $N = 1,1 \div 1,15$

Đất thịt pha sét vừa: $N = 1,15 \div 1,20$

Đất thịt pha sét nặng và đất sét: $N = 1,20 \div 1,25$

Bảng 9.4 - Tốc độ không xói tới hạn V_0 của một số loại đất

Chất đất	Tốc độ không xói cho phép V_0 (m/s)	
	Tỷ trọng 1,5	Tỷ trọng 1,5 ÷ 2,0
Đất thịt pha sét nhẹ	0,40 ÷ 0,70	0,70 ÷ 0,90
Đất thịt pha sét vừa	0,45 ÷ 0,75	0,75 ÷ 1,00
Đất thịt pha sét nặng	0,50 ÷ 0,85	0,85 ÷ 1,20
Đất sét	0,85 ÷ 0,90	0,95 ÷ 1,25

- Trường hợp chưa có mặt cắt kênh có thể dùng công thức của Ghieckan:

$$[V]_{KX} = KQ^{0,1}, \text{ (m/s)}$$

trong đó:

K - hệ số phụ thuộc vào tính chất đất làm kênh (bảng 9.5);

Q - lưu lượng chảy qua kênh (m^3/s).

Bảng 9.5 - Hệ số K

Chất đất	Hệ số K
Đất thịt pha cát	0,53
Đất thịt pha sét nhẹ	0,57
Đất thịt pha sét vừa	0,62
Đất thịt pha sét nặng	0,68
Đất sét	0,75

b) Tốc độ không lắng tới hạn

Tốc độ không lắng tới hạn là tốc độ nhỏ nhất mà tốc độ dòng chảy trong kênh đạt tới vẫn không bị bồi lắng.

$[V]_{KL}$ cũng phụ thuộc vào nhiều yếu tố: Các yếu tố thủy lực trong kênh h, R, n, hàm lượng bùn cát trong nước tưới.

Sau đây giới thiệu một số công thức bán kinh nghiệm tính toán $[V]_{KL}$:

• Công thức của Kennodi: $[V]_{KL} = 0,548h^{0,64}$

• Công thức của Lacxây: $[V]_{KL} = 0,646\sqrt{R}$

trong đó:

$[V]_{KL}$ - tốc độ không lắng tới hạn (m/s);

h - chiều sâu mực nước trong kênh (m);

R - bán kính thủy lực (m).

Hai công thức này chưa đề cập đến hàm lượng và tính chất của bùn cát trong nước kênh là những yếu tố ảnh hưởng rất lớn đến $[V]_{KL}$.

- Zamarin đã dựa vào tài liệu thực đo ở vùng Trung Á rút ra công thức kinh nghiệm:

$$[V]_{KL} = \sqrt[3]{\frac{\rho^2 W_0^2 W}{K^2 R I}}$$

trong đó:

ρ - lượng ngậm cát của nước (kg/m^3);

R - bán kính thủy lực (m);

I - độ dốc của kênh;

W - tốc độ chìm lắng bình quân của bùn cát (m/s):

$$W = \frac{W_1 + 3W_2}{4}$$

W_1 - tốc độ chìm lắng của nhóm hạt bùn cát lớn nhất (m/s);

W_2 - tốc độ chìm lắng của nhóm bùn cát nhỏ nhất (m/s);

$W_0 = W$ khi $W \geq 2 \text{ mm/s}$;

$W_0 = 2 \text{ mm/s}$ khi $W < 2 \text{ mm/s}$;

K - hệ số: $K = 700$ khi W_0 đơn vị là mm/s;

$K = 11$ khi W_0 đơn vị là m/s.

- Trường hợp chưa có mặt cắt kênh ta có thể dùng công thức Ghieckan theo quy phạm của Liên Xô:

$$[V]_{KL} = A Q^{0.2} \quad (\text{m/s})$$

trong đó:

Q - lưu lượng trong kênh (m^3/s);

A - hệ số, nếu $W < 1,5 \text{ mm/s}$ thì $A = 0,33$

$W = 1,5 \div 3,5 \text{ mm/s}$ thì $A = 0,44$

$W > 3,5 \text{ mm/s}$ thì $A = 0,55$

3. Điều kiện khả năng dẫn nước lớn nhất

Kênh có khả năng chuyển nước lớn nhất khi có mặt cắt thủy lực lớn nhất hay nói cách khác là $R_{\max}$.

Với mặt cắt hình thang có m cố định ta có:

$$R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{(b + mh)h}{b + 2h\sqrt{1 + m^2}} = \frac{(\beta + m)h}{\beta + 2\sqrt{1 + m^2}}$$

có: $h = \sqrt{\frac{\omega}{\beta + m}} \Rightarrow \sqrt{\omega} = h\sqrt{\beta + m}$

vậy: $R = \frac{(\beta + m)\sqrt{\frac{\omega}{\beta + m}}}{\beta + 2\sqrt{1 + m^2}} = \frac{\sqrt{(\beta + m)\omega}}{\beta + 2\sqrt{1 + m^2}}$

$$R_{\max} \text{ khi } \frac{dR}{d\beta} = 0, \text{ lúc đó } \frac{dR}{d\beta} = \frac{\left(\beta + 2\sqrt{1 + m^2}\right)\omega - \frac{1}{2\sqrt{(\beta + m)\omega}} - \sqrt{(\beta + m)\omega}}{\left(\beta + 2\sqrt{1 + m^2}\right)^2}$$

$$\frac{dR}{d\beta} = \frac{\sqrt{\omega} \left[\left(\beta + 2\sqrt{1 + m^2}\right) - 2(\beta + m) \right]}{2\sqrt{\beta + m} \left(\beta + 2\sqrt{1 + m^2}\right)^2} = 0 \Leftrightarrow \beta + 2\sqrt{1 + m^2} = 2(\beta + m)$$

$$\Rightarrow \beta = 2\left(\sqrt{1 + m^2} - m\right)$$

4. Điều kiện tổn thất ít nhất

$$\sigma = \frac{1,16Kh\left(\beta + 2\gamma\sqrt{1 + m^2}\right)}{Q_{\text{net}}} = \frac{1,16K\sqrt{\omega}\left(\beta + 2\gamma\sqrt{1 + m^2}\right)}{Q_{\text{net}}\sqrt{\beta + m}}$$

$$\sigma = \frac{1,16K\left(\beta + 2\gamma\sqrt{1 + m^2}\right)}{\sqrt{QV}\sqrt{\beta + m}}$$

$$\sigma \text{ cực trị khi } \frac{d\sigma}{d\beta} = 0 \text{ hay } \beta = 2\left(\gamma\sqrt{1 + m^2} - m\right).$$

5. Kênh phải ổn định không bị đổi dòng

Theo công thức kinh nghiệm để kênh ổn định:

$$\beta = \frac{b}{h} = 3Q^{0,25} - m$$

với m là mái dốc kênh.

Hoặc có thể sử dụng trị số kinh nghiệm trong phạm vi lưu lượng dưới đây:

Khi $Q < 1 \text{ m}^3/\text{s}$ thì $\beta = 1 \div 2$

$Q = 1 \div 3 \text{ m}^3/\text{s}$ thì $\beta = 1 \div 3$

$Q = 3 \div 5 \text{ m}^3/\text{s}$ thì $\beta = 2 \div 6$

Đối với những kênh lớn ($Q > 5 \text{ m}^3/\text{s}$) thì cũng nên thiết kế với $\beta \leq 12$ để cho dòng chính của kênh không bị xê dịch, đổi dòng gây xói, bồi cục bộ.

Chọn tỷ số β rất quan trọng vì nó mang ý nghĩa kinh tế và kỹ thuật rất lớn, khi chọn β phải căn cứ vào các điều kiện sau đây:

- Điều kiện về trạng thái thủy lực;
- Điều kiện địa chất tuyến kênh đi qua;
- Điều kiện về thi công;
- Điều kiện về địa hình nơi tuyến kênh đi qua.

Đối với những kênh mặt cắt hình thang có độ dốc mái kênh $m \geq 0,75$ thì mặt cắt lợi nhất thường có $h > b$, như vậy đối với kênh lớn chiều sâu của kênh quá lớn thì phải đào rất sâu nên khó thi công, nhiều trường hợp không thể thực hiện được.

Kênh trên sườn dốc, β thường phải nhỏ khối lượng đào đắp sẽ giảm, kênh cũng ổn định hơn.

Đất dễ sụt lở, thường thiết kế kênh nông vì vậy chọn trị số β lớn.

Trong trường hợp đất quá cứng, có đá gốc thì β lớn.

6. Đáp ứng yêu cầu tổng hợp lợi dụng

Kênh tưới thường kết hợp làm một số nhiệm vụ khác như giao thông thủy, dẫn nước cho phát điện, cho sinh hoạt hoặc cho các ngành kinh tế khác. Vì vậy, khi thiết kế mặt cắt dọc ngang kênh cũng phải đáp ứng được những yêu cầu kết hợp đó.

Trên đây là những điều kiện mà chúng ta phải xét đến khi thiết kế kênh tưới. Nhưng không thể bất cứ trường hợp nào cũng phải thỏa mãn đầy đủ tất cả các điều kiện này. Trong thiết kế, với từng trường hợp cụ thể phải biết yêu cầu nào là chủ yếu nhất để thỏa mãn, các yêu cầu còn lại chúng ta cũng phải cố gắng thỏa mãn nhưng cũng chỉ có tính chất kết hợp.

Ví dụ, khi nước tưới có nồng độ phù sa lớn ta phải chú ý thỏa mãn điều kiện chống bồi lắng trong kênh là chủ yếu.

9.4.2. Xác định một số chỉ tiêu của kênh

1. Độ dốc đáy kênh i

Độ dốc đáy kênh i là một chỉ tiêu rất quan trọng. Độ dốc hợp lý là độ dốc bảo đảm tưới tự chảy lớn nhất, bảo đảm điều kiện ổn định của lòng kênh, không gây bồi lắng xói lở và với độ dốc ấy khối lượng đào đắp của kênh mương sẽ nhỏ nhất.

Nếu chọn độ dốc lớn thì khả năng chuyển nước lớn, mặt cắt nhỏ nhưng diện tích được khống chế tưới tự chảy nói chung sẽ bị giảm và có nhiều khả năng kênh bị xói lở. Nếu ta chọn độ dốc đáy kênh nhỏ thì ngược lại. Đối với vùng bằng phẳng nếu chọn độ dốc đáy kênh lớn khối lượng kênh mương sẽ rất lớn. Vì vậy, độ dốc có ý nghĩa kinh tế và kỹ thuật rất lớn. Khi xác định cần căn cứ vào địa hình của khu tưới, hàm lượng phù sa trong nước tưới, tính chất của đất nơi tuyến kênh đi qua, lưu lượng chảy trên kênh. Ngoài ra, khi xác định độ dốc của kênh cấp trên cần xét đến việc bảo đảm cao trình yêu cầu tưới tự chảy của kênh cấp dưới.

- Theo kinh nghiệm ở những nơi có độ dốc mặt đất lớn, hàm lượng phù sa lớn độ dốc kênh chính thường chọn thiên lớn, thường $i = \frac{1}{2000} \div \frac{1}{2500}$.

- Kênh lấy nước từ hồ chứa: $i = \frac{1}{3000} \div \frac{1}{5000}$.

- Đối với vùng đồng bằng, kênh có thể lấy độ dốc nhỏ hơn: $i = \frac{1}{10000} \div \frac{1}{15000}$.

Trong thiết kế bước đầu thường dựa vào điều kiện địa hình của tuyến kênh, dựa vào kinh nghiệm để sơ bộ chọn độ dốc sau đó dùng i sơ bộ để thiết kế mặt cắt dọc mặt cắt ngang kênh và tiến hành kiểm tra điều kiện bồi lắng xói lở trong kênh, nếu thỏa mãn thì cho phép dùng độ dốc sơ bộ đã chọn.

2. Xác định mái dốc bờ kênh m

Với kênh đất việc xác định m rất quan trọng vì nó ảnh hưởng trực tiếp đến mức độ ổn định của bờ kênh, và kích thước mặt cắt m phụ thuộc vào chất đất và chiều sâu nước trong kênh.

Đối với kênh chìm, đất đào kênh tốt như đất thịt, đất sét thì chọn m nhỏ.

Kênh nổi, đất kết cấu kém thì chọn m lớn (trị số m có thể tham khảo ở bảng 9.6 và 9.7).

Bảng 9.6 - Hệ số mái của các loại kênh chìm

Loại đất	Mái kênh tưới			Mái kênh tiêu
	Nước sâu < 1 m	Nước sâu 1 ÷ 2 m	Nước sâu 2 ÷ 3 m	
Đá cuội và đá sỏi lẫn cát	1,25	1,50	1,50	1,00
Đất sét, đất thịt pha sét nặng và đất thịt pha sét vừa	1,00	1,00	1,25	1,00
Đất thịt pha sét nhẹ	1,25	1,25	1,50	1,25
Đất thịt pha cát	1,50	1,50	1,75	1,50
Đất cát	1,75	2,00	2,25	1,75

Bảng 9.7 - Hệ số mái của các loại kênh đắp nổi

Loại đất	$Q > 10 \text{ m}^3/\text{s}$		$Q = 10 \div 2 \text{ m}^3/\text{s}$		$Q = 2 \div 1,5 \text{ m}^3/\text{s}$		$Q = 0,5 \text{ m}^3/\text{s}$	
	Mái trong	Mái ngoài	Mái trong	Mái ngoài	Mái trong	Mái ngoài	Mái trong	Mái ngoài
Đất sét, đất thịt pha sét nặng và đất thịt pha sét vừa	1,25	1,00	1,00	1,00	1,00	0,75	1,00	0,75
Đất thịt pha sét nhẹ	1,50	1,25	1,25	1,00	1,25	1,00	1,00	1,00
Đất thịt pha cát	1,75	1,50	1,50	1,25	1,50	1,25	1,25	1,00
Đất cát	2,25	2,00	2,00	1,75	1,75	1,50	1,50	1,25

3. Hệ số nhám lòng kênh n

Hệ số nhám n phụ thuộc vào chất đất lòng kênh và các điều kiện khác trên lòng kênh như có mọc, đất đá...

Bảng 9.8 - Hệ số nhám lòng kênh

Đặc điểm của kênh	Hệ số nhám n	
	Kênh tưới	Kênh tiêu
1. Lưu lượng $Q > 25 \text{ m}^3/\text{s}$		
a) Đất pha sét hoặc pha cát	0,0200	0,0225
b) Đất có đá cuội, đá sỏi	0,0225	0,0250
2. Lưu lượng $Q = 1 \div 25 \text{ m}^3/\text{s}$		
a) Đất pha sét hoặc pha cát	0,0225	0,0250
b) Đất có đá cuội, đá sỏi	0,0250	0,0275
3. Lưu lượng $Q < 1 \text{ m}^3/\text{s}$	0,0250	0,0275
4. Kênh cấp V (mương chân rết)	0,0275	
5. Nong tưới (rãnh tưới tạm thời)	0,0300	

Sau khi đã xác định được một số chỉ tiêu ta tiến hành tính toán kích thước cơ bản của kênh.

4. Trình tự thiết kế kênh tưới

1. Dựa vào tài liệu địa hình vẽ mặt cắt dọc mặt đất tự nhiên mà tuyến kênh đi qua, trên đó ghi vị trí của tất cả các công trình trên tuyến kênh đó như cống lấy nước kênh cấp dưới, công trình vượt chướng ngại vật...
2. Xác định các cao trình yêu cầu tưới tự chảy ở đầu kênh cấp dưới ghi vào đúng vị trí của chúng trên kênh.
3. Dựa vào chất đất, lưu lượng chảy trong kênh xác định phạm vi dao động của độ dốc kênh $i_{\max}, i_{\min}$.

4. Vẽ đường mặt nước thiết kế kênh.

Dựa vào đường mặt đất tự nhiên, dựa vào các cao trình yêu cầu tưới tự chảy của các kênh cấp dưới sơ bộ vẽ đường mực nước yêu cầu của kênh thỏa mãn:

- Cố gắng trùm lên tất cả các cao trình yêu cầu tưới tự chảy.
- Tương đối phù hợp với mặt đất tự nhiên để khối lượng đào đắp ít.
- Có độ dốc mặt nước nằm trong phạm vi $i_{\max}$ và $i_{\min}$:

$$i_{\min} \leq i \leq i_{\max}$$

Xác định đường mực nước yêu cầu hay đường mực nước thiết kế của kênh là một bước vô cùng quan trọng vì vị trí của đường mực nước thiết kế quyết định diện tích không chế tưới tự chảy của kênh, quyết định đến cao trình đáy kênh sau này có nghĩa là khối lượng đào đắp của kênh. Vì vậy, cần phải nghiên cứu, phân tích, so sánh thật kỹ giữa khả năng phục vụ tưới tự chảy của kênh và khối lượng đào đắp kênh mương để xác định được vị trí của đường mực nước thiết kế kinh tế kỹ thuật nhất.

5. Dựa vào Q_{TK} , i , m , n tiến hành tính toán thủy lực xác định kích thước mặt cắt ngang của kênh: b_{TK} , h_{TK} .

Chúng ta có thể sử dụng các phương trình cơ bản trong dòng chảy đều để giải các bài toán cụ thể.

Thường dùng phương pháp so sánh với mặt cắt lợi nhất về mặt thủy lực để tính toán mặt cắt kênh. Thông thường khi bắt đầu tính mặt cắt bao giờ cũng có 2 ẩn b_K , h_K . Chúng ta phải dựa vào kinh nghiệm hay dựa vào một số điều kiện mà kênh mương phải thỏa mãn để sơ bộ xác định một số đặc trưng của mặt cắt như b_K , β , $[V]_K$ để xác định các đặc trưng khác như h_K , b_K ...

Sau khi tính toán chúng ta tiến hành kiểm tra lại tốc độ chảy trong kênh hay các yêu cầu khác mà kênh phải thỏa mãn.

6. Tính cao trình đáy kênh:

$$\nabla_{ĐK} = \nabla_{yc} - h_{TK}$$

7. Tính cao trình bờ kênh:

$$\nabla_{BK} = \nabla_{ĐK} + h_{\max} + \delta'$$

$$\nabla_{BK} = \nabla_{ĐK} + h_{TK} + \delta$$

trong đó: δ , δ' là độ vượt cao an toàn ứng với trường hợp thiết kế và kiểm tra trong quy phạm.

Bảng 9.9 - Độ vượt cao an toàn

Lưu lượng Q (m ³ /s)	< 1,0	1,0 ÷ 10	10 ÷ 30	30 ÷ 50	50 ÷ 100
Độ vượt cao an toàn	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6

8. Kiểm tra điều kiện khống chế tưới tự chảy ứng với $Q_{\min}$

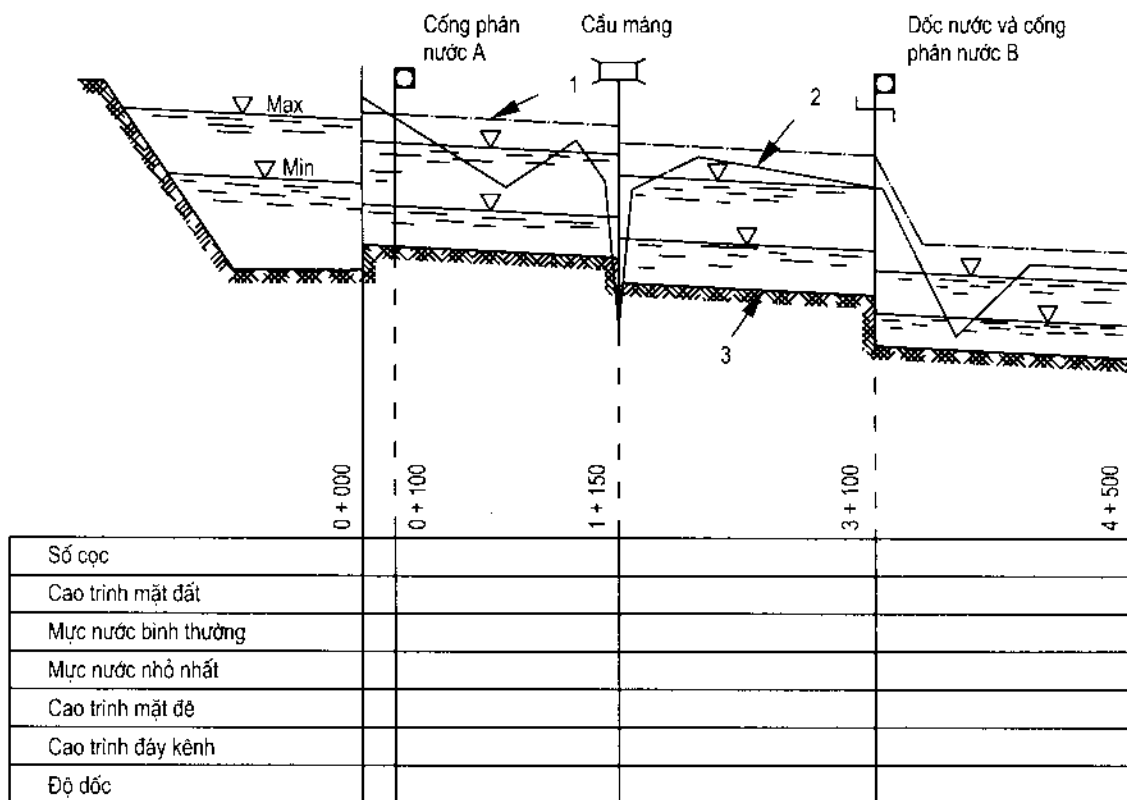
$$\nabla_{\min} = \nabla_{DK} + h_{\min}$$

So sánh $\nabla_{\min}$ với ∇_{yc} của kênh cấp dưới.

9. Vẽ mặt cắt dọc, mặt cắt ngang kênh mương.

10. Tính toán khối lượng và giá thành kênh mương.

11. Thống kê vị trí, hình thức và kích thước cơ bản của các công trình trên kênh.



Hình 9.8: Mặt cắt dọc kênh tưới

B - KÊNH TIÊU

9.5. TÍNH LƯU LƯỢNG KÊNH TIÊU

9.5.1. Hệ số tiêu - Giảm đồ hệ số tiêu

1. Hệ số tiêu

Ở chương 4 chúng ta đã tính được hệ số tiêu cho từng loại diện tích khác nhau: Diện tích trồng lúa, các loại cây trồng khác, diện tích không canh tác... Để có chỉ tiêu thiết kế kênh mương và các công trình tiêu chung cho toàn khu vực bao gồm nhiều loại diện tích tiêu khác nhau. Người ta dùng chỉ tiêu hệ số tiêu cho toàn hệ thống q_{TK} .

Hệ số tiêu đại diện cho toàn hệ thống trong một thời gian nhất định được tính bằng:

$$q_i = q_{Ai}\alpha_A + q_{Bi}\alpha_B + q_{Ci}\alpha + \dots$$

q_i - hệ số tiêu của khu vực trong thời gian i ;

q_{Ai} , q_{Bi} , q_{Ci} - hệ số tiêu cho các loại diện tích A, B và C;

$$\alpha_A = \frac{\omega_A}{\Omega}, \alpha_B = \frac{\omega_B}{\Omega}, \alpha_C = \frac{\omega_C}{\Omega}$$

α_A , α_B , α_C - tỷ lệ diện tích của các loại diện tích tiêu A, B và C;

ω_A , ω_B , ω_C - diện tích tiêu các loại;

Ω - tổng diện tích của toàn khu tiêu.

Dựa vào công thức tính toán chung ta sẽ tính được quá trình hệ số tiêu của khu vực trong thời gian tiêu nước.

Biểu diễn bằng đồ thị quá trình hệ số tiêu chúng ta được giản đồ hệ số tiêu.

Giản đồ hệ số tiêu thường mang nhiều đặc tính của sự phân bố mưa. Trong trận mưa có thời gian hệ số tiêu rất nhỏ, có thời gian hệ số tiêu rất lớn. Đặc điểm này gây rất nhiều khó khăn cho việc chọn một trị số hệ số tiêu đại diện làm tiêu chuẩn thiết kế các công trình tiêu. Vì vậy đòi hỏi chúng ta phải điều chỉnh giản đồ hệ số tiêu.

2. Điều chỉnh giản đồ hệ số tiêu

Để làm giảm bớt mức độ không đồng đều của giản đồ hệ số tiêu, dựa vào điều kiện địa hình địa mạo trong khu vực, chúng ta lợi dụng khả năng trữ nước của các vùng trũng trong khu tiêu, trữ lại một phần lượng nước trong thời gian tiêu căng thẳng (thời gian xuất hiện hệ số tiêu lớn).

Giả sử lượng nước trữ được là $W_{trữ}$ thì hệ số tiêu của khu vực sẽ được giảm một lượng là:

$$\Delta q = \frac{W_{trữ}}{t\Omega} = \frac{H_{trữ}}{8,64t} \frac{\omega_{trữ}}{\Omega}, \quad (l/s-ha)$$

$W_{trữ}$ - lượng nước trữ lại;

t - thời gian trữ;

Ω - tổng diện tích khu tiêu;

$H_{trữ}$ - lớp nước trữ lại (mm);

t - thời gian trữ nước (ngày);

$\omega_{trữ}$ - diện tích trữ nước (ha);

Ω - tổng diện tích khu tiêu (ha).

Muốn xác định được Δq chúng ta phải xác định được $H_{trữ}$, $\omega_{trữ}$, t .

a) Xác định diện tích trữ $\omega_{\text{trữ}}$

$\omega_{\text{trữ}}$ là tổng diện tích ao hồ, khu trũng trong khu tiêu phải điều tra thực tế để xác định.

b) Chiều sâu trữ nước $H_{\text{trữ}}$

$H_{\text{trữ}}$ là chiều sâu trữ nước trên khu trữ. Việc xác định chiều sâu trữ nước $H_{\text{trữ}}$ khá phức tạp. Vì lượng nước trữ phải được đưa vào và tháo khỏi khu trữ bằng tự chảy, vì thế mực nước trữ phải bảo đảm điều kiện:

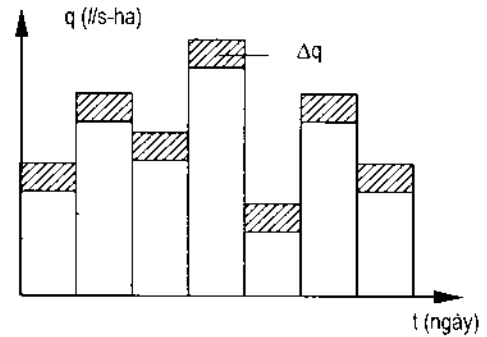
- Mực nước trữ cao nhất phải thấp hơn mực nước kênh dẫn vào khu trữ.
- Mực nước nhỏ nhất của khu trữ phải lớn hơn mực nước kênh tháo khỏi khu trữ.

Do hai điều kiện này mà hạn chế rất nhiều khả năng trữ nước của khu trữ. Khi xác định $\omega_{\text{trữ}}$ và $H_{\text{trữ}}$ chúng ta phải căn cứ vào điều kiện địa hình, địa mạo cụ thể của khu trữ.

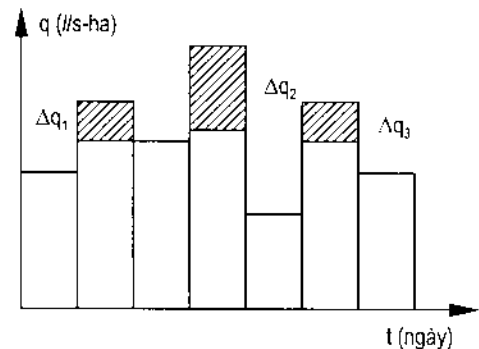
c) Thời gian trữ nước

Căn cứ vào sự phân bố của giản đồ hệ số tiêu mà chọn thời gian trữ nước sao cho hiệu quả trữ nước là lớn nhất, có hai hình thức trữ:

- Trữ dần đều: Có thời gian trữ bằng thời gian tiêu. Các trị số trong giản đồ hệ số tiêu đều được giảm một lượng Δq . Cách trữ này không có tác dụng làm đồng đều giản đồ hệ số tiêu.
- Trữ có trọng điểm: Trữ vào những ngày tiêu căng thẳng, tiêu lượng nước đó vào những ngày sau đó có hệ số tiêu nhỏ. Với hình thức hiệu chỉnh này có tác dụng làm tăng tính đồng đều của giản đồ hệ số tiêu.



Hình 9.9: Trường hợp trữ dần đều



Hình 9.10: Trường hợp trữ trọng điểm

9.5.2. Tính lưu lượng tiêu ở đầu hệ thống

Khi chuyển nước từ mặt ruộng về công trình đầu mồi phải cần một thời gian nhất định. Vì vậy, sự xuất hiện lưu lượng lớn nhất của các khu vực về đầu mồi không xuất hiện đồng thời ở đầu hệ thống, nhất là đối với những hệ thống lớn. Hiện tượng này gọi là hiện tượng chậm tới.

1. Đối với hệ thống tiêu nhỏ

Lưu lượng từ các điểm trong khu tiêu chuyển về đầu hệ thống trong một thời gian rất ngắn. Vì vậy, có thể coi lưu lượng các nơi chuyển về cùng một lúc, quá trình lưu lượng tiêu của hệ thống có dạng quá trình hệ số tiêu.

$$Q_{TK}^{tieu} = q_{max} \omega_{tieu}$$

q_{max} - hệ số tiêu lớn nhất trong giản đồ tiêu đã hiệu chỉnh (l/s-ha);

ω_{tieu} - diện tích khu vực tiêu (ha).

2. Đối với hệ thống tiêu lớn

Hiện tượng chậm tới có ảnh hưởng lớn tới quá trình lưu lượng ở đầu hệ thống. Việc tính toán lưu lượng Q_{max} khá phức tạp phải dựa vào đường quá trình lưu lượng tiêu.

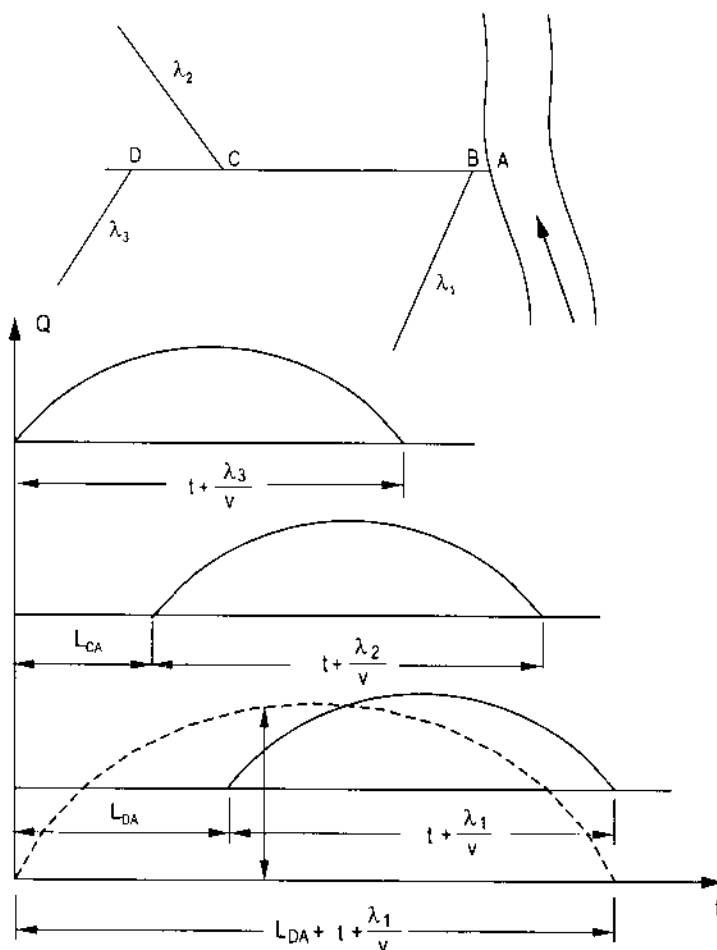
Đường quá trình lưu lượng tiêu tại mặt cắt nào đó sẽ là tổng cộng các đường quá trình lưu lượng của các mặt cắt phía trên nó có kể đến hiện tượng chậm tới.

Ví dụ xác định quá trình lưu lượng tại mặt cắt A:

Dựa vào đường quá trình lưu lượng tổng cộng chọn trị số lưu lượng lớn nhất làm lưu lượng thiết kế Q_{TK} .

Do hiện tượng chậm tới mà $Q_{TK} < \sum Q_{max}$.

Chú ý: Khi tính lưu lượng tiêu người ta không kể đến lượng tổn thất



Hình 9.11: Xác định lưu lượng tiêu đối với hệ thống lớn

9.6. THIẾT KẾ MẶT CẮT DỌC NGANG KÊNH TIÊU

9.6.1. Các điều kiện phải thỏa mãn khi thiết kế kênh tiêu

Cũng như kênh tưới, mục đích và yêu cầu thiết kế kênh tiêu là xác định các kích thước cơ bản của kênh bảo đảm:

- Có khả năng tiêu nước tự chảy lớn nhất.

Mức nước kênh cấp lớn bao giờ cũng thấp hơn mức nước kênh cấp nhỏ. Để có thể tiêu tự chảy cho một khu vực, cao trình yêu cầu tiêu tự chảy của kênh tiêu được tính theo công thức:

$$\nabla_{yc\ tiêu} = A_0 + h - \sum li - \sum \Psi_i$$

trong đó:

A_0 - cao trình ruộng tiêu tự chảy;

h - lớp nước cho phép lớn nhất trên mặt ruộng;

$\sum li$ - tổng tổn thất cột nước dọc đường kênh;

$\sum \Psi_i$ - tổng tổn thất cột nước cục bộ qua công trình;

- Tiêu nước một cách thuận tiện, nhanh chóng và kịp thời;
- Kênh làm việc ổn định, không bồi lắng xói lở và phục vụ được lâu dài;
- Kênh phải đáp ứng yêu cầu lợi dụng tổng hợp như giao thông thủy, nuôi cá....
- Ngoài ra kênh phải được thiết kế sao cho khối lượng đào đắp, xây dựng kênh nhỏ nhất.

9.6.2. Trình tự thiết kế kênh tiêu

Trình tự thiết kế kênh tiêu cũng như thiết kế kênh tưới. Thiết kế mặt cắt dọc và mặt cắt ngang đồng thời với nhau để điều chỉnh các chỉ tiêu của kênh như i , b , h thỏa mãn các yêu cầu đã nêu. Thiết kế kênh tiêu được tiến hành qua các bước sau:

1. Dựa vào tài liệu địa hình vẽ mặt cắt dọc mặt đất tự nhiên mà tuyến kênh đi qua, trên đó ghi vị trí của tất cả các công trình trên tuyến kênh như cửa tiêu vào của kênh cấp dưới, công trình vượt chướng ngại vật...;

2. Xác định các cao trình yêu cầu tiêu tự chảy ở đầu kênh cấp dưới là các kênh tập trung nước tiêu vào kênh được thiết kế, ghi các cao trình yêu cầu tiêu tự chảy vào đúng vị trí của chúng trên kênh;

3. Dựa vào chất đất, lưu lượng chảy trong kênh xác định độ dốc kênh i ;

4. Vẽ đường mặt nước thiết kế kênh.

Dựa vào đường mặt đất tự nhiên nơi tuyến kênh đi qua, các cao trình yêu cầu tiêu tự chảy của các kênh cấp dưới, sơ bộ vẽ đường mặt nước thiết kế của kênh thỏa mãn các yêu cầu:

- Nằm dưới cao trình yêu cầu tiêu tự chảy;
- Tương đối phù hợp với mặt đất tự nhiên để khối lượng đào đắp ít;
- Có độ dốc mặt nước như độ dốc đã chọn.

Xác định đường mực nước yêu cầu hay đường mặt nước thiết kế của kênh là một bước vô cùng quan trọng vì vị trí của đường mặt nước thiết kế quyết định diện tích khống chế tiêu tự chảy của kênh, quyết định đến cao trình đáy kênh sau này, cũng có nghĩa là ảnh hưởng tới khối lượng đào đắp của kênh. Vì vậy, cần phải nghiên cứu, phân tích, so sánh thật kỹ giữa khả năng phục vụ tiêu tự chảy của kênh và khối lượng đào đắp kênh mương, để xác định được vị trí của đường mực nước thiết kế thoả mãn các điều kiện kinh tế kỹ thuật.

5. Dựa vào Q_{TK} , i , m , n tiến hành tính toán thủy lực xác định kích thước mặt cắt ngang của kênh: b_{TK} , h_{TK} .

Chúng ta có thể sử dụng các phương trình cơ bản trong dòng chảy đều để giải các bài toán cụ thể. Trong tính toán thường dùng phương pháp so sánh với mặt cắt lợi nhất về mặt thủy lực để tính toán mặt cắt ngang của kênh. Thông thường bài toán tính mặt cắt ngang kênh bao giờ cũng có hai ẩn là b_K , h_K . Chúng ta phải dựa vào kinh nghiệm hay dựa vào một số điều kiện mà kênh mương phải thoả mãn để sơ bộ xác định một số đặc trưng của mặt cắt như b_K , β , $[V]_K$ để xác định các đặc trưng khác như h_K , b_K ... Với kênh tiêu thường được bố trí ở các rạch trũng hoặc lợi dụng các kênh lạch tự nhiên, vì vậy thường chọn hệ số hình dạng β của kênh rồi tính toán các kích thước khác của kênh như h_K , b_K .

Sau khi tính toán chúng ta tiến hành kiểm tra lại tốc độ chảy trong kênh hay các yêu cầu khác mà kênh phải thoả mãn như giao thông thủy...

6. Tính cao trình đáy kênh:

$$\nabla_{DK} = \nabla_{yc} - h_{TK}$$

7. Tính cao trình bờ kênh:

$$\nabla_{BK} = \nabla_{DK} + h_{\max} + \delta'$$

$$\nabla_{BK} = \nabla_{DK} + h_{TK} + \delta$$

trong đó: δ , δ' là độ vượt cao an toàn ứng với trường hợp thiết kế và trường hợp kiểm tra được lấy trong quy phạm thiết kế kênh.

8. Kiểm tra điều kiện khống chế tiêu tự chảy ứng với $Q_{\max}$:

$$\nabla_{\max} = \nabla_{DK} + h_{\max}$$

So sánh với cao trình yêu cầu tiêu của kênh cấp dưới.

9. Vẽ mặt cắt dọc, mặt cắt ngang kênh mương.

10. Tính toán khối lượng và giá thành kênh mương.

11. Thống kê vị trí, hình thức và kích thước cơ bản của các công trình trên kênh.

Chú ý: Kênh tiêu thường nhận nước tiêu dọc theo chiều dài chuyển nước vì thế mực nước và lưu lượng kênh tiêu thường thay đổi dọc theo chiều dài kênh, nếu ảnh hưởng nhiều thì chúng ta phải tính toán theo trạng thái chảy không đều, hoặc chảy không ổn định trong kênh. Để tính toán kích thước cơ bản của kênh trong trường hợp này thường phải giả thiết kích thước của kênh, sau đó tính toán thủy lực để kết luận về tính hợp lý của các kích thước kênh đã giả thiết.

C - KÊNH XÂY VÀ KÊNH BÊ TÔNG

9.7. MỘT SỐ VẤN ĐỀ TRONG THIẾT KẾ KÊNH XÂY VÀ KÊNH BÊ TÔNG

Kênh xây và kênh bê tông đang ngày càng được áp dụng rộng rãi trong thực tế và được xây dựng ở mọi cấp kênh trong hệ thống. Kênh xây và kênh bê tông có những ưu điểm nổi bật sau đây:

- Phù hợp với nhiều loại địa hình, địa chất khác nhau như địa hình có độ dốc lớn, địa hình sườn dốc, vùng có địa chất xấu có hệ số thấm lớn, hay bị sạt lở vì thế được áp dụng ở cả đồng bằng và miền núi.

- Giảm được đáng kể lượng nước tổn thất trên kênh vì thế được sử dụng ở những vùng khan hiếm nước hoặc phải chuyển nước đi xa.

- Giảm được diện tích chiếm đất canh tác.

- Kênh làm việc ổn định không bị bồi lắng xói lở, thời gian phục vụ của kênh được kéo dài, giảm đáng kể công tu sửa bảo dưỡng hàng năm.

Mặt cắt ngang của kênh xây và kênh bê tông có thể là hình thang, hình chữ nhật, thậm chí hình bán nguyệt hoặc parabol tùy vào điều kiện cụ thể của từng vùng.

Gạch xây vữa M75: Được áp dụng cho kênh có mặt cắt chữ nhật hoặc hình thang.

Đá xây vữa M100: Được áp dụng cho kênh có mặt cắt chữ nhật hoặc hình thang.

Bê tông cốt thép có thể áp dụng cho kênh có mặt cắt chữ nhật, hình thang hoặc mặt cắt bán nguyệt, mặt cắt parabol. Kênh có thể được đúc tại chỗ hoặc được lắp ghép bởi các tấm bê tông cốt thép M150 đúc sẵn.

9.7.1. Các yêu cầu đối với kênh xây và kênh bê tông

Để đạt được yêu cầu kỹ thuật cũng như kinh tế khi thiết kế kênh xây và kênh bê tông cần chú ý một số vấn đề sau đây:

- Lựa chọn hình dạng mặt cắt kênh và kết cấu xây dựng kênh phù hợp với điều kiện địa hình, địa chất và các điều kiện cụ thể khác của khu vực như vật liệu xây dựng, kinh phí, điều kiện thi công...

- Khi thiết kế kênh phải lưu ý kết hợp chặt chẽ với việc phát triển giao thông nông thôn.

- Kênh phải được làm việc an toàn không bị phá vỡ bởi các tác nhân bên ngoài như lún không đều, áp lực trong hay áp lực đẩy nổi của nước trong đất.

- Đối với miền núi, tuyến kênh tưới thường đi men theo sườn núi nên khi thiết kế cần quan tâm đến việc thoát lũ sườn dốc đặc biệt ở những chỗ giao tiếp giữa kênh với các khe suối, eo núi. Kênh cần có nắp, đặc biệt đối với các đoạn kênh chìm cần có nắp để tránh đất đá bồi lấp.

- Cần tính toán xử lý nền khi địa chất nền xấu và chiều rộng kênh quá lớn.
- Đối với kênh lớn cần phải tiến hành tính toán kết cấu bản đáy và bờ kênh.

9.7.2. Các bước thiết kế kênh xây và kênh bê tông

Phương pháp thiết kế kênh xây và kênh bê tông cũng giống như thiết kế các loại kênh thông thường và cần tiến hành theo các bước sau đây:

1. Thu thập tài liệu cơ bản:

- Bình đồ lộ tuyến nơi tuyến kênh đi qua;
- Tài liệu địa chất: Các chỉ tiêu cơ lý của đất nền và đất đắp của kênh;
- Vật liệu xây dựng.

2. Tính toán thiết kế mặt cắt ngang dọc của kênh:

- Xác định mực nước và lưu lượng yêu cầu của kênh;
- Chọn độ dốc kênh thích hợp với điều kiện địa hình của khu vực và yêu cầu tưới tiêu tự chảy của kênh;

- Tính toán thủy lực xác định kích thước mặt cắt ngang của kênh;
- Tính toán cao trình đáy kênh và cao trình bờ kênh;
- Chọn chiều rộng bờ kênh theo yêu cầu giao thông của khu vực.

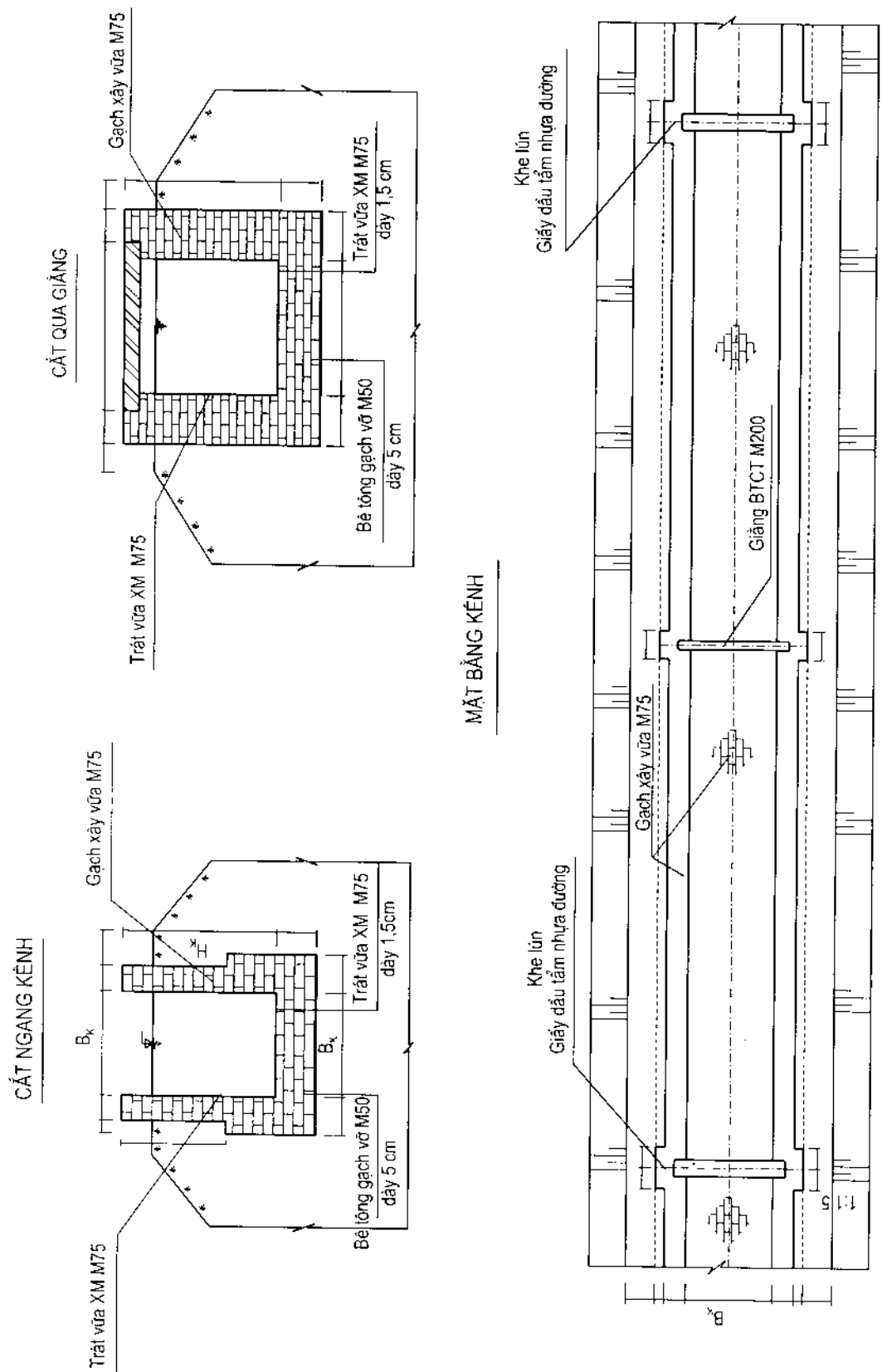
3. Cấu tạo kênh:

- Tuỳ vào vật liệu và điều kiện xây dựng cụ thể ở địa phương để quyết định chủng loại kênh là kênh gạch xây, kênh đá xây, kênh bê tông, bê tông cốt thép đúc sẵn lắp ghép hay đúc tại chỗ.

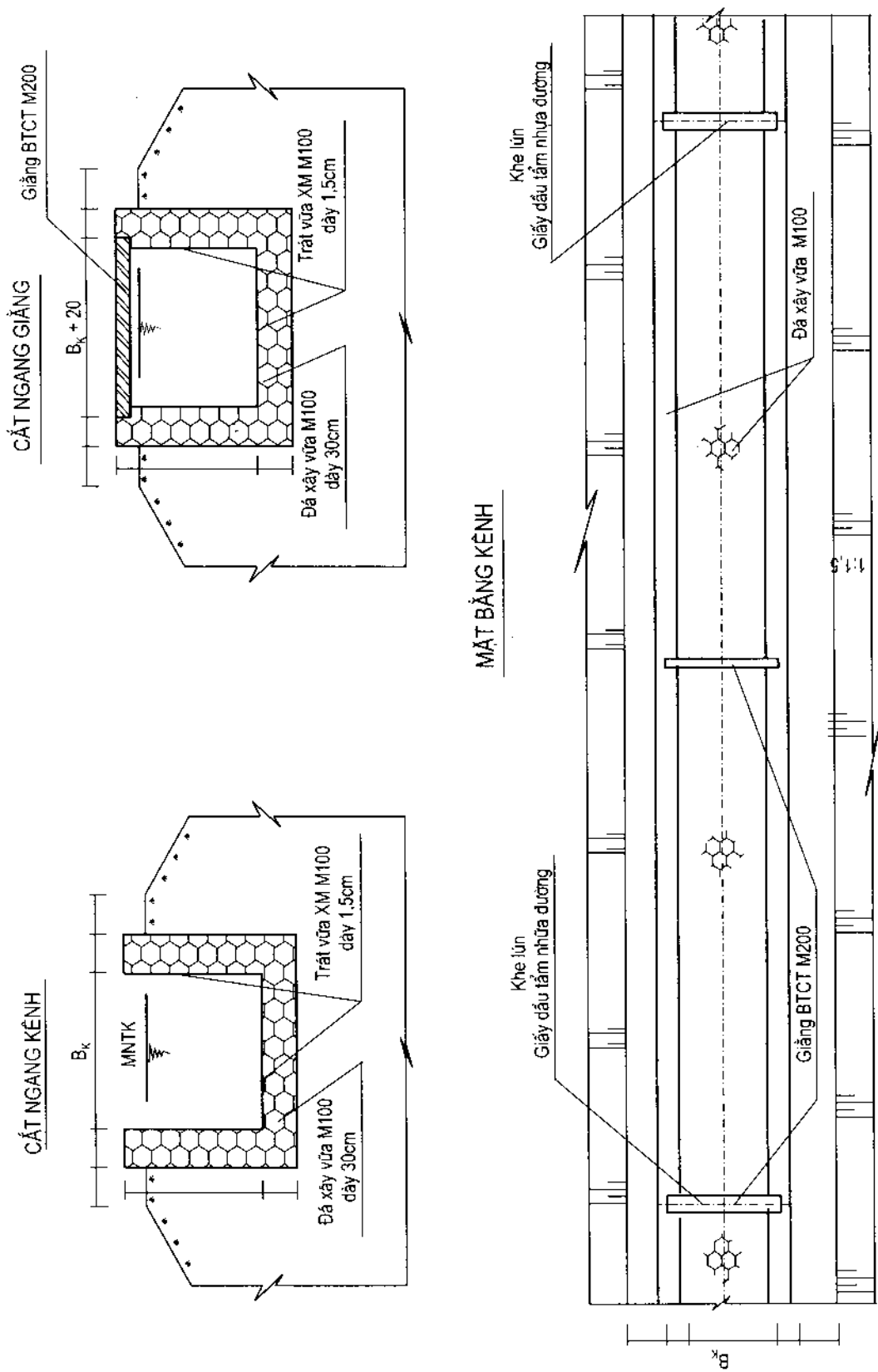
- Cấu tạo các bộ phận của kênh như các khe chống lún không đều, thanh giằng giữa hai bờ kênh, các lỗ thoát nước ở bờ kênh và đáy kênh để chống áp lực đẩy nổi và áp lực trong do áp lực nước trong đất.

Thường với khoảng cách từ $10 \div 15\text{m}$ theo chiều dài tuyến kênh nên bố trí một khe lún tuỳ vào kích thước của kênh và tình hình địa chất nền kênh. Khoảng cách giữa hai thanh giằng hai bờ từ $5 \div 10\text{m}$ tuỳ vào kích thước của kênh.

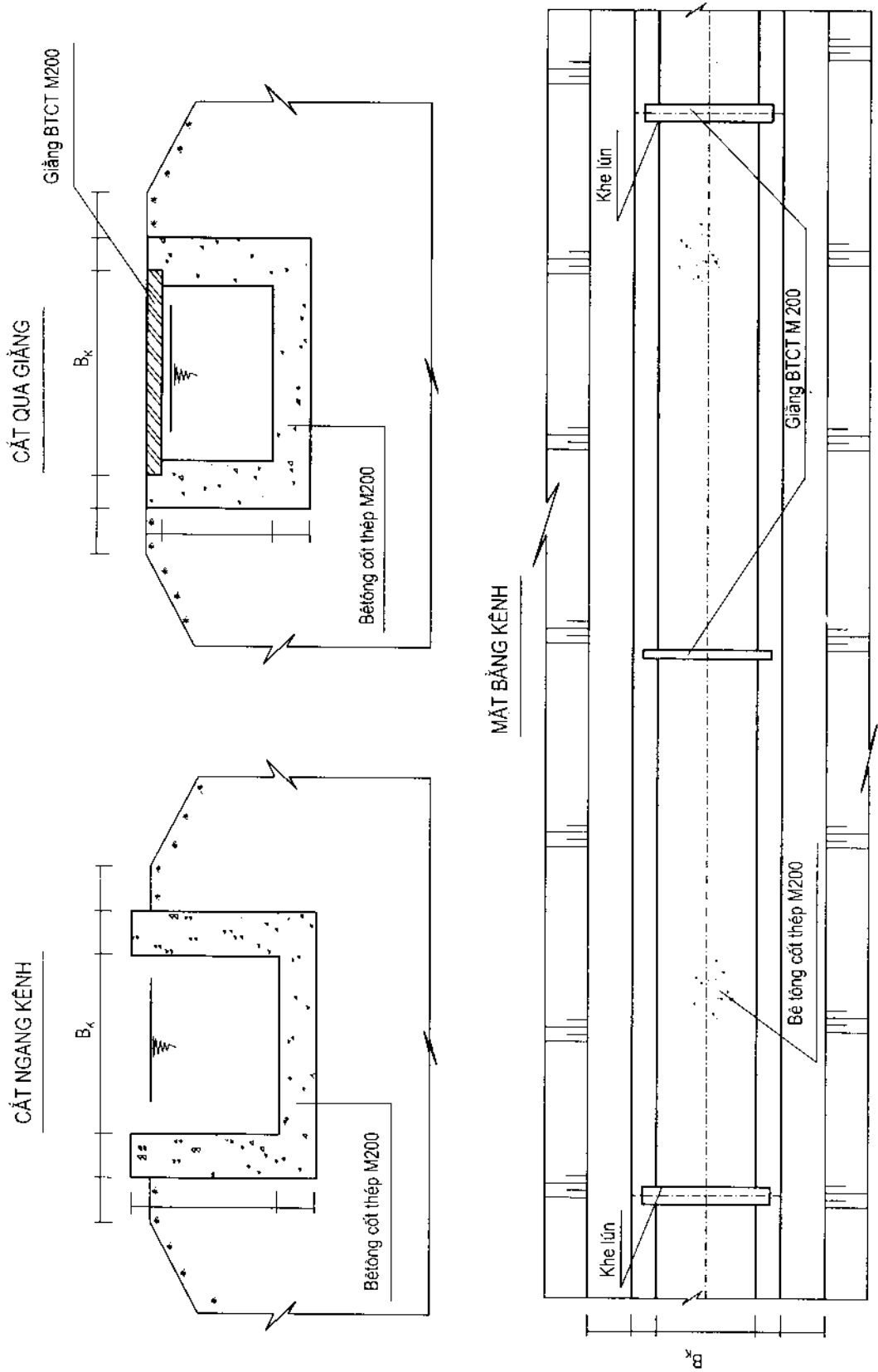
Dựa vào tình hình địa hình hai bên bờ kênh và điều kiện địa chất thủy văn của khu vực mà bố trí các lỗ thoát nước ở bờ kênh và dưới đáy kênh nhằm chống áp lực đẩy nổi và áp lực trong gây sạt lở bờ và nứt vỡ đáy kênh. Đối với kênh ở miền núi cần đặc biệt chú ý bờ kênh bên phía có địa hình sườn dốc cao, thường áp lực trong rất lớn, nhất là khi có mưa, đất bị bão hoà nước.



Hình 9.12: Cấu tạo kênh xây gạch



Hình 9.13: Cấu tạo kênh xây đá



Hình 9.14: Cấu tạo kênh bê tông

4. Tính toán kết cấu kênh

- Tính toán kích thước cơ bản của đáy kênh và bờ kênh, hình thức liên kết giữa đáy kênh và bờ kênh;
- Tính toán kết cấu của bản đáy kênh và tường bờ kênh;
- Tính toán khối lượng đào đắp và xây lấp kênh;
- Đề xuất các biện pháp thi công kênh.

Cấu tạo của kênh xây và kênh bê tông có thể tham khảo hình 9.12, 9.13 và 9.14.

Câu hỏi ôn tập:

1. Cách xác định các tài liệu cơ bản dùng để thiết kế kênh.
2. Các điều kiện cần phải thoả mãn khi thiết kế kênh tưới.
3. Nội dung và các bước thiết kế kênh tưới.
4. Nội dung và các bước thiết kế kênh tiêu.
5. Các vấn đề cần chú ý khi thiết kế và xây dựng kênh xây và kênh bê tông.

Chương 10

TÍNH TOÁN PHỐI HỢP NGUỒN NƯỚC CÔNG TRÌNH ĐẦU MỐI

10.1. MỤC ĐÍCH, Ý NGHĨA VÀ CÁC TÀI LIỆU CẦN THIẾT CHO TÍNH TOÁN

10.1.1. Mục đích và ý nghĩa

Công trình đầu mối là công trình quan trọng của hệ thống thủy lợi, công trình đầu mối quyết định khả năng phục vụ của hệ thống. Tính toán phối hợp nguồn nước tại công trình đầu mối là tính toán phối hợp giữa nguồn nước và quy mô kích thước công trình đầu mối để xác định ra khả năng lấy nước vào hệ thống. Tính toán phối hợp nguồn nước tại công trình đầu mối nhằm mục đích:

- Xác định kích thước công trình đầu mối của những hệ thống được bắt đầu quy hoạch và thiết kế.

- Kiểm tra kích thước và khả năng lấy nước của công trình đầu mối đối với những hệ thống tưới đã có sẵn nhằm tìm ra các giải pháp thích hợp để nâng cao hiệu quả của công trình đầu mối. Nếu khả năng lấy nước của công trình đầu mối lớn so với yêu cầu, ta có thể mở rộng diện tích phụ trách tưới của hệ thống hoặc đáp ứng các yêu cầu dùng nước khác trong khu vực. Ngược lại, nếu khả năng lấy nước của công trình đầu mối nhỏ hơn yêu cầu nước của hệ thống có thể đề xuất các phương án như mở rộng kích thước công trình đầu mối, bổ sung bằng các nguồn nước khác hoặc giảm bớt yêu cầu nước của hệ thống.

- Trong quá trình quản lý, phối hợp nguồn nước tại công trình đầu mối cho mỗi năm cụ thể, nhằm đưa ra kế hoạch phân phối nước cho hệ thống phù hợp với điều kiện nguồn nước thực tế của những năm đó.

Chính vì vậy, tính toán phối hợp nguồn nước tại công trình đầu mối có ý nghĩa rất lớn trong công tác quy hoạch, thiết kế, cải tiến nâng cấp và vận hành quản lý các hệ thống thủy lợi.

Tuỳ theo biện pháp lấy nước và hình thức công trình đầu mối mà có nhiều trường hợp tính toán phối hợp nguồn nước tại công trình đầu mối khác nhau:

- Tính toán phối hợp nguồn nước tại công trình đầu mối là cống lấy nước tự chảy không cần đập dâng.

- Tính toán phối hợp nguồn nước tại công trình đầu mối là cống lấy nước tự chảy kết hợp với đập dâng.

- Tính toán phối hợp nguồn nước tại công trình đầu mối là hồ chứa.

- Tính toán phối hợp nguồn nước tại công trình đầu mối là trạm bơm.

10.1.2. Các tài liệu cần thiết dùng cho tính toán

1. Tài liệu về nguồn nước

Khi công trình đầu mối là các công trình lấy nước ven sông, tài liệu về nguồn nước bao gồm:

- Quá trình lưu lượng của sông ($Q_S \sim t$);
- Quá trình mực nước của sông ($H_S \sim t$).

Khi công trình đầu mối là hồ chứa, tài liệu về nguồn nước bao gồm:

- Quá trình lưu lượng hoặc độ sâu dòng chảy tại mặt cắt xây dựng đập chắn nước;
- Các đường đặc trưng lòng hồ $W \sim Z$ và $\omega \sim Z$.

2. Tài liệu về yêu cầu nước của hệ thống

- Quá trình lưu lượng yêu cầu tại công trình đầu mối $Q_{yc} \sim t$.
- Quá trình mực nước yêu cầu tại công trình đầu mối $H_{yc} \sim t$.

Quá trình yêu cầu nước tại công trình đầu mối phải là yêu cầu nước tổng hợp của các ngành dùng nước trong hệ thống như nông nghiệp, sinh hoạt, công nghiệp, thủy điện, giao thông thủy...

- Quy mô, kích thước của kênh dẫn nước sau công trình đầu mối.

3. Tài liệu về địa hình địa chất tại khu vực xây dựng công trình đầu mối

- Bình đồ khu vực xây dựng công trình đầu mối.
- Mặt cắt dọc, mặt cắt ngang đoạn sông xây dựng công trình đầu mối.
- Cấu tạo địa chất tại khu vực xây dựng công trình đầu mối.

10.2. TÍNH TOÁN PHỐI HỢP NGUỒN NƯỚC KHI CÔNG TRÌNH LẤY NƯỚC TỰ CHẢY TRÊN SÔNG

10.2.1. Các trường hợp tính toán

1. Công trình đầu mối là cống lấy nước tự chảy

- + Trường hợp lưu lượng lấy vào hệ thống $\leq (15 \div 20)\%$ lưu lượng của sông.
- + Trường hợp lưu lượng lấy vào hệ thống $> (15 \div 20)\%$ lưu lượng của sông.

2. Công trình đầu mối là cống lấy nước kết hợp đập dâng

10.2.2. Phương pháp tính toán

Có 2 phương pháp:

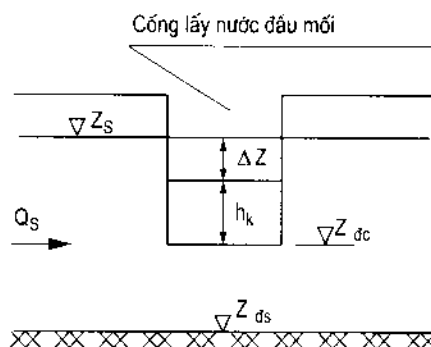
1. Phương pháp giải tích.
2. Phương pháp đồ thị.

10.2.3. Tính toán phối hợp nguồn nước khi công trình đầu mối là cống lấy nước tự chảy, lưu lượng lấy vào $\leq (15 \div 20)\%$ lưu lượng của sông Q_S

1. Sơ đồ tính (hình 10.1)

2. Phương pháp giải tích

Trên cơ sở giả thiết kích thước của cống đầu mối, quá trình lưu lượng và mực nước của sông, khả năng dẫn nước của kênh; dựa vào quy luật dòng chảy qua cống và quan hệ giữa cao trình mực nước ngoài sông với cao trình mực nước trên kênh dẫn sau cống, có thể tính toán được quá trình lưu lượng có khả năng lấy vào hệ thống. Từ đó, so sánh với quá trình lưu lượng yêu cầu của hệ thống để có nhận xét, đánh giá về kích thước công trình đầu mối.



Hình 10.1: Sơ đồ tính toán

Quá trình tính toán phối hợp nguồn nước tại cống tự chảy đầu mối có thể tiến hành theo các bước sau:

1. Chọn trường hợp tính toán: Để tính toán hoặc kiểm tra kích thước công trình đầu mối thường phải chọn trường hợp bất lợi, đây là thời điểm có lưu lượng yêu cầu của hệ thống tương đối lớn và mực nước ngoài sông tương đối thấp, từ đây có thể xác định được trị số lưu lượng yêu cầu dùng cho tính toán Q_{yc} .

2. Từ giá trị lưu lượng yêu cầu qua cống vào kênh dẫn đầu mối, trên cơ sở mặt cắt kênh đã được xác định, có thể tính toán độ sâu mực nước trong kênh h_k .

3. Giả thiết chiều rộng cống b (trong trường hợp phải xác định quy mô kích thước công trình cho dự án chuẩn bị đầu tư).

4. Dựa vào công thức tính toán lưu lượng chảy qua cống tính toán độ chênh lệch mực nước yêu cầu (ΔZ) giữa thượng lưu và hạ lưu cống đầu mối:

$$Q_{yc} = M.b.h_k \sqrt{\Delta Z} \quad \text{với } M = m\sqrt{2g} \quad \text{và } b \text{ là bề rộng cống}$$

$$\Delta Z = \left(\frac{Q_{yc}}{M.b.h_k} \right)^2$$

5. Tính toán cao trình mực nước sông yêu cầu nhằm bảo đảm lưu lượng qua cống Q_{yc} :

$$Z_S^{yc} = Z_{dc} + h_k + \Delta Z$$

6. So sánh cao trình mực nước sông yêu cầu theo tính toán (Z_S^{yc}) với cao trình mực nước sông tương ứng tại thời điểm tính toán (Z_S). Nếu $Z_S - Z_S^{yc} \leq |e|$ thì việc giả thiết chiều rộng cống b là hợp lý, nếu chênh lệch giữa mực nước sông yêu cầu theo tính toán và mực nước sông tại thời điểm tính toán quá lớn ta phải giả thiết b khác và tính toán lại từ đầu.

7. Với chiều rộng cống b đã được xác định, tính toán kiểm tra cao trình mực nước sông ở các thời đoạn khác trong năm với điều kiện cân phải thoả mãn là: $Z_S \geq Z_S^{yc}$.

Trong trường hợp công trình đầu mối đã có, muốn xác định khả năng lấy nước qua cống chúng ta có thể sử dụng công thức tính toán lưu lượng dòng chảy qua cống, quan hệ giữa mực nước sông với mực nước trên kênh và đường quá trình mực nước và lưu lượng trên sông:

$$Q_k = M.b.h_k \sqrt{\Delta Z} \text{ với } M = m\sqrt{2g} \quad (*)$$

$$Z_S = Z_{dc} + h_k + \Delta Z \text{ với } M = m\sqrt{2g} \quad (**)$$

Từ các phương trình trên, để tính toán được lưu lượng có thể lấy vào hệ thống trong những điều kiện cụ thể ở một thời điểm nào đấy, có thể dùng phương pháp thử dần. Trước hết giả thiết một giá trị Q_k vì mặt cắt kênh đã xác định nên sẽ có một giá trị h_k tương ứng, dựa vào phương trình (*) tính toán được ΔZ và thông qua phương trình (**) xác định được Z_S . Từ Z_S đã tính toán được so sánh với cao trình mực nước sông thực tế ở thời điểm tương ứng, nếu không sai khác thì lưu lượng Q_k giả thiết chính là lưu lượng chảy qua cống thoả mãn các điều kiện đã được xác định trong thời điểm tính toán. Nếu cao trình mực nước sông tính toán ra Z_S sai khác với mực nước sông thực tế tại thời điểm chọn tính toán, chúng ta Q_k không phải nghiệm của bài toán, phải giả thiết lại Q_k và tính toán lại từ đầu.

Cách tính toán trên được áp dụng tính cho nhiều thời điểm khác nhau trong quá trình mực nước sông, chúng ta sẽ được quá trình lưu lượng có thể lấy vào hệ thống. So sánh quá trình lưu lượng có khả năng lấy vào hệ thống với quá trình lưu lượng yêu cầu của hệ thống để rút ra những nhận xét, kết luận và những giải pháp thích hợp áp dụng ở hệ thống.

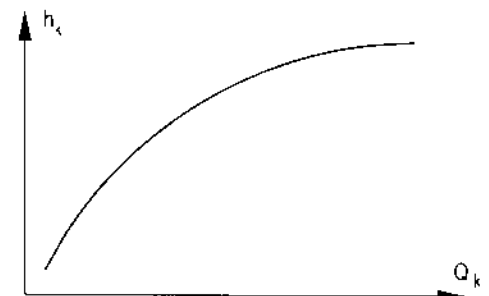
3. Phương pháp đồ thị

Trình tự tính toán:

1. Vẽ đường quan hệ $Q_k \sim h_k$ theo phương pháp đồ thị chiếu với mặt cắt thủy lực lợi nhất. Dựa vào đường ($Q_{yc} \sim t$), giả thiết Q_k để tìm h_k theo phương pháp trên và ta xây dựng được đường quan hệ $Q_k \sim h_k$ (hình 10.2).

2. Vẽ đường quan hệ $Q_k \sim Z_S$

Với sơ đồ dòng chảy từ sông qua cống vào hệ thống (hình 10.1) chúng ta có công thức tính toán lưu lượng chảy qua cống lấy nước đầu mối và biểu thức quan hệ giữa cao trình mực nước sông với chiều sâu mực nước qua cống và chênh lệch mực nước thượng hạ lưu cống như sau:



Hình 10.2: Quan hệ $Q_k \sim h_k$

$$Q_k = M.b.h_k \sqrt{\Delta Z} \quad \text{với } M = m\sqrt{2g} \quad (10.1)$$

$$Z_S = Z_{dc} + h_k + \Delta Z \quad (10.2)$$

trong đó:

Q_k - lưu lượng chảy qua cống;

b - chiều rộng của cống;

h_k - chiều sâu mực nước trong kênh;

ΔZ - độ chênh lệch giữa mực nước sông và mực nước kênh ;

Z_S - cao trình mực nước sông;

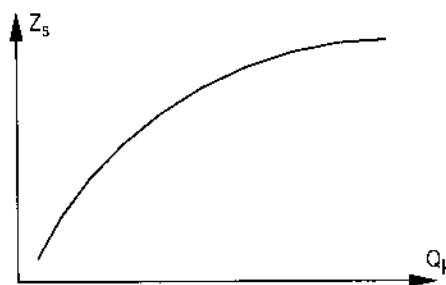
Z_{dc} - cao trình đáy cống ở đây chúng ta coi cao trình đáy cống bằng cao trình đáy kênh.

Với mỗi Q_k ta có ngay độ sâu mực nước trong kênh h_k tương ứng được xác định từ quan hệ giữa lưu lượng mực nước trong kênh khi mặt cắt kênh đã được xác định.

Từ phương trình (10.1) khi có Q_k và h_k có thể tính được mực nước ΔZ tương ứng.

Từ phương trình (10.2) khi có ΔZ và h_k có thể tính được Z_S tương ứng.

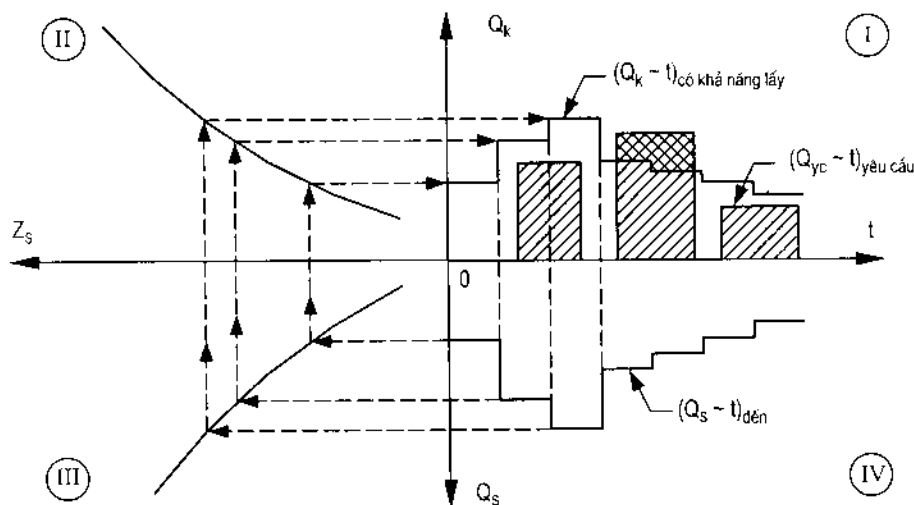
Như vậy, nếu giả thiết nhiều giá trị Q_{ki} khác nhau, thông qua phương trình (10.1) và (10.2) có thể tính toán được nhiều Z_{Si} và chúng ta xây dựng được quan hệ giữa lưu lượng chảy qua cống vào hệ thống và cao trình mực nước sông $Q_k \sim Z_S$.



Hình 10.3: Quan hệ $Q_k \sim Z_S$

Tính toán phối hợp:

Trên hệ toạ độ Đề các chúng ta tiến hành vẽ các đường quan hệ như sau:



Hình 10.4: Biểu đồ tính toán phối hợp nguồn nước khi công trình đầu mối là cống lấy nước, lưu lượng lấy vào $Q_k \leq (15 \div 20)\% Q_s$

- Vẽ đường quá trình lưu lượng yêu cầu $Q_{yc} \sim t$ vào góc phần tư thứ I.
- Vẽ đường quá trình lưu lượng của sông $Q_S \sim t$ với tần suất thiết kế vào góc phần tư thứ IV.
- Vẽ đường quan hệ giữa lưu lượng và mực nước sông $Q_S \sim Z_S$ vào góc phần tư thứ III.
- Vẽ đường quan hệ giữa lưu lượng kênh và mực nước sông $Q_k \sim Z_S$ vào góc phần tư thứ II.

Từ biểu đồ trên hình 10.4, với mỗi giá trị lưu lượng của sông trên đường quá trình lưu lượng tại góc phần tư số IV dóng sang góc phần tư thứ III trên đường quan hệ $Q_S \sim Z_S$ ta xác định được giá trị Z_S tương ứng, có Z_S dóng lên góc phần tư số II trên đường quan hệ $Q_k \sim Z_S$, có thể xác định được lưu lượng có khả năng lấy nước qua cống tương ứng Q_k . Với biểu đồ và cách tính toán phối hợp trên, từ quá trình mực nước sông đã biết $Q_S \sim t$ có thể xác định được quá trình lưu lượng có khả năng lấy qua cống vào hệ thống $Q_k \sim t$ ở góc phần tư thứ nhất để so sánh với quá trình lưu lượng yêu cầu $Q_{yc} \sim t$.

- Trong trường hợp phải xác định quy mô kích thước công trình đầu mối cho những hệ thống được lập dự án đầu tư. Trước hết chúng ta phải giả thiết chiều rộng của cống b để có phương trình (10.1) tính toán lưu lượng chảy qua cống. Sau khi tính toán phối hợp, xác định được quá trình lưu lượng có khả năng lấy vào hệ thống $Q_k \sim t$ nếu phù hợp thì việc giả thiết b là hợp lý, chúng ta có thể lấy trị số b là chiều rộng của cống đầu mối. Nếu đường quá trình $Q_k \sim t$ nhỏ hơn hoặc quá lớn hơn đường quá trình lưu lượng yêu cầu $Q_{yc} \sim t$, chúng ta phải giả thiết lại chiều rộng cống b và tiến hành tính toán lại từ đầu.

- Trong trường hợp công trình đầu mối đã có sẵn, dựa vào kết quả so sánh giữa đường quá trình lưu lượng có khả năng lấy vào hệ thống $Q_k \sim t$ và đường quá trình lưu lượng yêu cầu của hệ thống $Q_{yc} \sim t$ nhằm đánh giá lượng thừa thiếu nước qua mỗi thời kỳ trong năm để có giải pháp thích hợp khi cần quy hoạch cải tiến, nâng cấp hệ thống hoặc có kế hoạch phân phối nước hợp lý trong việc quản lý điều hành hệ thống.

10.2.4. Tính toán phối hợp nguồn nước khi công trình đầu mối là cống lấy nước tự chảy, lưu lượng lấy vào $Q_k > (15 \div 20)\% Q_S$

1. Sơ đồ tính (hình 10.5)

2. Phương pháp giải tích

Trường hợp này do lưu lượng lấy vào cống lớn nên làm giảm mực nước sông trước cống. Mực nước sông trước cống được xác định theo hệ thức:

$$Z_{TC} = Z_{DC} - Z_n \quad (10.3)$$

Z_{DC} - cao trình mực nước sông phía hạ lưu cống lấy nước;

Z_n - độ cao mực nước sông hồi phục sau khi lấy nước vào cống, được xác định theo công thức:

$$Z_n = \frac{3}{2} \frac{K}{(1-K)} \frac{V_{dc}^2}{2g} \quad (10.4)$$

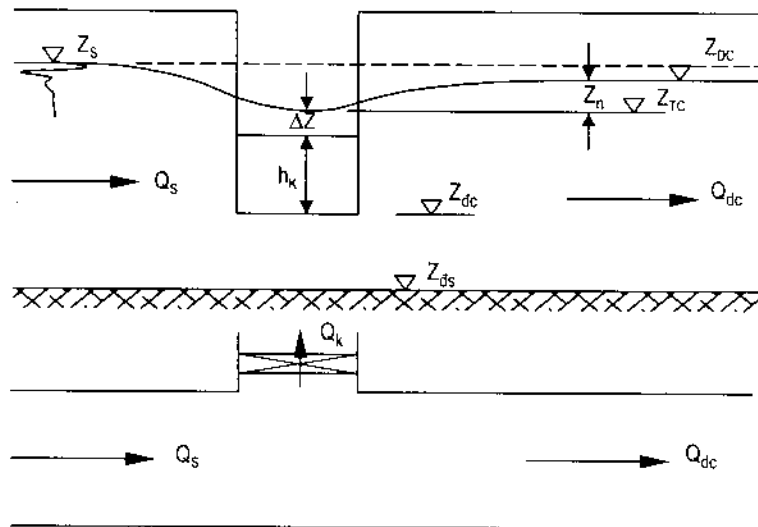
V_{dc} - lưu tốc dòng chảy trên sông phía hạ lưu cống;

K - tỷ số lưu lượng, $K = \frac{Q_k}{Q_s} < 1$;

Q_k - lưu lượng lấy qua cống vào kênh theo yêu cầu;

Q_s - lưu lượng nước đến cửa sông theo tần suất thiết kế.

Khi kể đến sự hạ thấp, cao trình mực nước sông trước cống Z_{TC} sẽ phụ thuộc vào lưu lượng lấy vào kênh, lưu lượng của sông và có ảnh hưởng tới lưu lượng có thể lấy vào cống. Trường hợp này trong quá trình toán phối hợp phải kể tới sự thay đổi này.



Hình 10.5: Sơ đồ tính toán

Trình tự tính toán:

1. Dựa vào đường quan hệ $Q_{yc} \sim t$, và $Q_s \sim t$, chọn trường hợp bất lợi để tính toán.
2. Giả thiết chiều rộng cống b (trường hợp phải xác định kích thước cống đầu mối cho những dự án chuẩn bị đầu tư).
3. Dựa vào công thức tính lưu lượng chảy qua cống, các quan hệ giữa mực nước sông trước cống với chiều sâu mực nước hạ lưu cống và tổn thất khi chảy qua cống có thể tính toán cao trình mực nước sông trước khi lấy nước vào hệ thống.

$$Q_k = M.b.h_k \sqrt{\Delta Z} \quad (10.5)$$

với $M = m\sqrt{2g}$ và b là chiều rộng cống.

$$Z_{TC} = Z_{dc} + h_k + \Delta Z \quad (10.6)$$

Với công thức (10.5) và (10.6) khi đã xác định được trường hợp tính toán, có nghĩa là với trị số Q_k có thể tìm được giá trị Z_{TC} tương ứng.

4. Xác định trị số cao trình mực nước sông trước cống Z_{TC}^* theo sự thay đổi do ảnh hưởng của việc lấy nước vào cống.

Độ cao hồi phục của mực nước sông phía dưới vị trí cống lấy nước được tính bằng công thức:

$$Z_n = \frac{3}{2} \frac{K}{(1-K)} \frac{V_{dc}^2}{2g}$$

Mặt khác, khi chọn được trường hợp tính toán chúng ta cũng có các trị số Q_k và Q_s xác định, và tính được các giá trị: $K = \frac{Q_k}{Q_s}$, $Q_{dc} = Q_s - Q_k$ và tính được các trị số Z_{DC} , V_{dc} theo tài liệu thủy văn và mặt cắt sông. Như vậy có thể tính toán được giá trị Z_n tương ứng. Cao trình mực nước sông trước cống $Z_{TC}^* = Z_{DC} - Z_n$.

5. So sánh giá trị Z_{TC} và Z_{TC}^* , nếu sai khác không đáng kể thì chứng tỏ việc giả thiết trị số b là hợp lý và lấy kết quả đó là kích thước công trình đầu mối, nếu sai khác phải giả thiết lại b và tính toán lại từ đầu.

6. Tính toán kiểm tra với các thời điểm khác của quá trình mực nước sông với điều kiện phải thỏa mãn $Z_{TC}^* \geq Z_{TC}$.

Trong trường hợp công trình đầu mối đã có, việc tính toán cũng như trên nhằm xác định quá trình lưu lượng có khả năng lấy vào hệ thống để so sánh với quá trình lưu lượng yêu cầu của hệ thống nhằm đưa ra các giải pháp xử lý thích hợp.

3. Phương pháp đồ thị

Trường hợp $Q_k \geq (15 \div 20)\%Q_s$ là trường hợp lưu lượng lấy vào hệ thống làm ảnh hưởng tới mực nước sông tại nơi xây dựng công trình đầu mối. Vì vậy chúng ta phải xác lập được quan hệ giữa lưu lượng sông, lưu lượng qua cống và cao trình mực nước sông bị thay đổi do ảnh hưởng của việc lấy nước vào hệ thống.

- *Xác định quan hệ $Q_k \sim Z_{TC}$*

Với công thức chảy qua cống và hệ thức liên hệ giữa chiều sâu nước chảy qua cống, tổn thất qua cống và cao trình mực nước trước cống Z_{TC} chỉ có thể xác định được đường quan hệ giữa lưu lượng chảy qua cống và cao trình mực nước trước cống $Q_k \sim Z_{TC}$ thông qua các phương trình cụ thể sau:

$$Q_k = M.b.h_k \sqrt{\Delta Z} \quad (10.7)$$

với: $M = m\sqrt{2g}$ và b là chiều rộng cống

$$Z_{TC} = Z_{dc} + h_k + \Delta Z \quad (10.8)$$

Khi kích thước kênh dẫn sau cống đã được xác định, với mỗi giá trị lưu lượng chảy qua cống vào kênh Q_k ta có ngay giá trị h_k tương ứng, khi có Q_k và h_k dựa vào phương trình (10.7) có thể xác định được một giá trị ΔZ , có ΔZ và h_k dựa vào phương trình (10.8) tính toán được Z_{TC} .

Với cách tính như trên giả thiết nhiều giá trị Q_k khác nhau sẽ tìm được nhiều giá trị Z_{TC} tương ứng. Nói một cách khác dựa vào phương trình (10.7) và (10.8) ta có thể xây dựng được đường quan hệ $Q_k \sim Z_{TC}$.

- Xác định quan hệ $Q_k \sim Q_S \sim Z_{TC}$

Khi lưu lượng chảy qua cống vào hệ thống tương đối lớn so với lưu lượng của sông, mực nước sông tại vị trí cửa cống bị hạ thấp sau đó lại hồi phục một trị số Z_n tại mặt cắt của sông phía dưới cống (hình 10.5).

Độ cao hồi phục của mực nước sông Z_n được tính theo công thức:

$$Z_n = \frac{3}{2} \frac{K}{(1-K)} \frac{V_{dc}^2}{2g} \quad (10.9)$$

V_{dc} - lưu tốc dòng chảy trên sông phía dưới cống (m/s);

$K = \frac{Q_k}{Q_S} < 1$ - tỷ số giữa lưu lượng lấy vào hệ thống và lưu lượng sông

Q_k - lưu lượng lấy qua cống vào kênh (m³/s);

Q_S - lưu lượng nước đến cửa sông (m³/s).

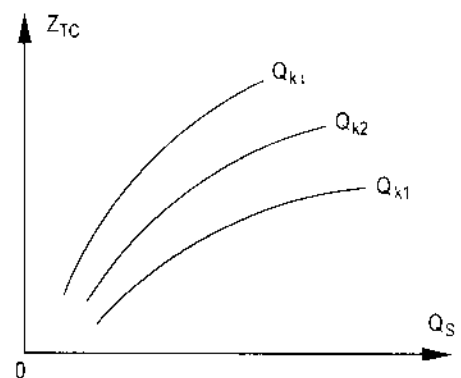
Từ sơ đồ (hình 10.5) quan hệ giữa cao trình mực nước sông phía dưới cống, độ cao phục hồi và cao trình mực nước trước cống được biểu diễn bằng hệ thức:

$$Z_{TC} = Z_{DC} - Z_n \quad (10.10)$$

Z_{TC} - cao trình mực nước sông trước cửa cống;

Z_{dc} - cao trình mực nước sông tại mặt cắt phía dưới cống.

Từ phương trình (10.9) nếu lấy một giá trị Q_k làm thông số, giả thiết nhiều giá trị Q_S khác nhau, sẽ tìm được nhiều giá trị lưu lượng sông tại mặt cắt phía dưới cống Q_{dc} . Dựa vào tài liệu mặt cắt ngang của sông có Q_{dc} xác định được cao trình mực nước sông (Z_{dc}) và tốc độ dòng chảy trên sông (V_{dc}) tại mặt cắt phía dưới cống. Mặt khác với nhiều giá trị Q_S khác nhau ta cũng tìm được các giá trị K và như vậy sẽ tìm được nhiều giá trị Z_n . Khi đã có Z_n và Z_{dc} dựa vào phương trình (10.10) có thể tìm được các giá trị Z_{TC} tương ứng.



Hình 10.6: Quan hệ $Q_k \sim Q_S \sim Z_{TC}$

Như vậy dựa vào hai phương trình (10.9) và (10.10) chúng ta có thể xây dựng được một họ đường quan hệ $Q_k \sim Q_S \sim Z_{TC}$ với Q_k làm thông số (hình 10.6).

- Xây dựng đường quan hệ $Q_k \sim Z_S$

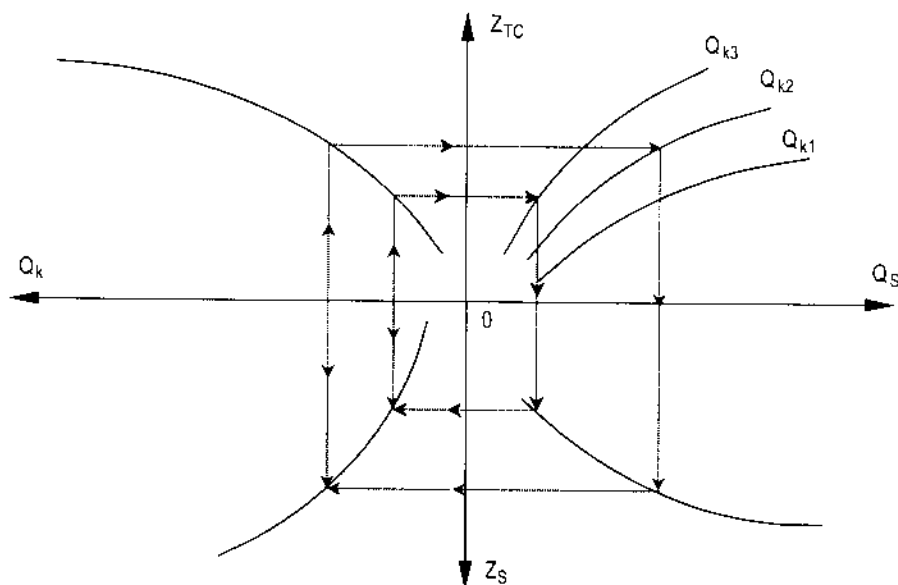
Chúng ta đã có:

+ Đường quan hệ $Q_k \sim Z_{TC}$ (đường quan hệ a) được xây dựng dựa vào phương trình (10.7) và (10.8).

+ Đường quan hệ $Q_k \sim Q_S \sim Z_{TC}$ (đường quan hệ b) được xây dựng dựa vào phương trình (10.9) và (10.10).

+ Đường quan hệ $Q_S \sim Z_S$ (đường quan hệ c) do tài liệu đo đạc thủy văn cung cấp.

Với mỗi trị số Q_k giả thiết dựa vào đường quan hệ (a) chúng ta tìm được giá trị Z_{TC} tương ứng, khi có cặp trị số Q_k và Z_{TC} từ đường quan hệ (b) tìm được giá trị Q_S và dựa vào đường quan hệ (c) sẽ tìm được trị số Z_S tương ứng.



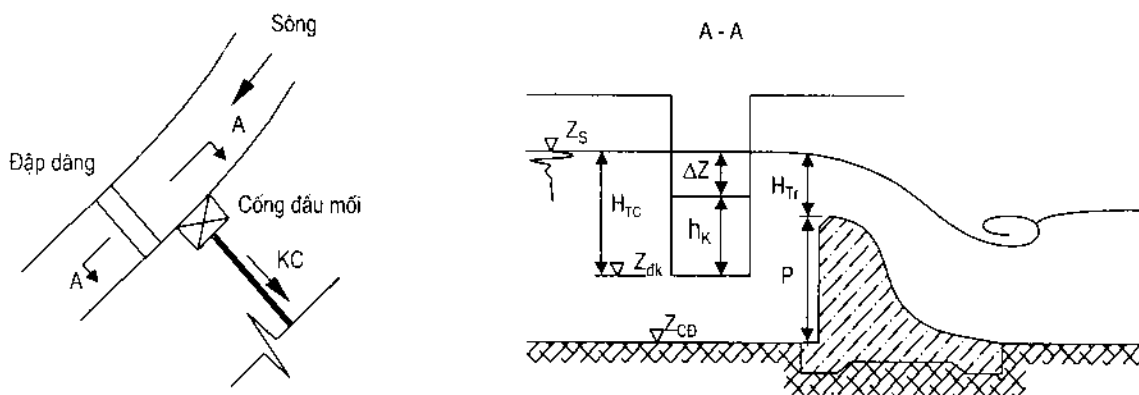
Hình 10.7: Đồ thị xác định đường $Q_k \sim Z_S$

Nếu giả thiết nhiều trị số Q_k khác nhau, dựa vào các đường quan hệ (a), (b) và (c) sẽ tìm được các trị số Z_S tương ứng, có nghĩa là chúng ta xây dựng được quan hệ $Q_k \sim Z_S$. Đưa đường quan hệ này vào góc phần tư thứ II của biểu đồ tính toán phối hợp tổng hợp để tìm ra quá trình lưu lượng có khả năng lấy qua cống vào hệ thống trên cơ sở đường quá trình mực nước sông tại vị trí xây dựng cống đầu mối và chiều rộng cống b đã được ấn định.

Việc so sánh đường quá trình lưu lượng có khả năng lấy vào hệ thống với đường quá trình lưu lượng yêu cầu và việc sử dụng các kết quả tính toán đối với từng mục đích cụ thể cũng tương tự như trường hợp ở trên.

10.2.5. Tính toán phối hợp nguồn nước khi công trình đầu mối là cống lấy nước tự chảy kết hợp đập dâng

1. Sơ đồ tính toán (hình 10.8)



Hình 10.8: Sơ đồ tính toán

2. Xác định chiều cao đập dâng

Có 2 trường hợp tính toán

- Trường hợp $Q_S > Q_{yc}$

Đây là trường hợp lưu lượng của sông trong thời kỳ nhỏ nhất cũng lớn hơn lưu lượng yêu cầu lấy vào hệ thống, khi có đập dâng trong thời gian làm việc sẽ luôn có lớp nước tràn trên đỉnh đập. Vì vậy chiều cao của đập được tính toán phải bảo đảm dâng mực nước sông tới một cao trình yêu cầu trong trường hợp bất lợi nhất. Mực nước sông yêu cầu được tính toán theo công thức:

$$Z_{yc} = Z_{dc} + h_k + \Delta Z$$

Z_{yc} - cao trình mực nước sông yêu cầu;

h_k - chiều sâu mực nước hạ lưu cống (chiều sâu mực nước đầu kênh trường hợp cao trình đáy kênh bằng cao trình đáy cống);

ΔZ - chênh lệch mực nước giữa thượng và hạ lưu cống:

$$\Delta Z = \left(\frac{Q_{yc}}{M.b.h_k} \right)^2$$

Q_{yc} - lưu lượng yêu cầu ứng với trường hợp thiết kế;

b - chiều rộng cống lấy nước đầu mối.

Chiều cao của đập dâng P được xác định theo công thức:

$$P = Z_{yc} - \Delta H - Z_{CB}$$

Z_{CB} - cao trình chân đập tràn (cao trình đáy sông nơi xây dựng đập);

ΔH - chiều sâu cột nước tràn trên đỉnh đập;

$$\Delta H = \left(\frac{Q_S - Q_{yc}}{m\sqrt{2g}B_d} \right)^{2/3}$$

B_d - chiều dài của đập tràn ngang sông;

m - hệ số lưu lượng chảy qua đập tràn;

Q_S - lưu lượng của sông ứng với trường hợp thiết kế;

Q_{yc} - lưu lượng yêu cầu của hệ thống ứng với trường hợp thiết kế.

- Trường hợp $Q_S = Q_{yc}$

Đây là trong trường hợp tính toán thiết kế có lưu lượng sông bằng lưu lượng yêu cầu lúc đó cao trình đỉnh đập dâng phải bằng cao trình mực nước yêu cầu, chiều cao đập được tính toán bằng công thức:

$$P = Z_{yc} - Z_{cd}$$

3. Phương pháp tính toán phối hợp nguồn nước

a) Phương pháp giải tích

Các bước tính toán:

1. Dựa vào đường $Q_{yc} \sim t$ và $Q_S \sim t$ chọn trường hợp tính toán xác định được Q_{yc} và Q_S .
2. Giả thiết chiều rộng của cống b và chiều dài của đập tràn B_d .
3. Xác định cao trình mực nước sông trước cống Z_{TC} theo hệ thức dòng chảy qua cống:

$$Q_{yc} = M.b.h_k \sqrt{\Delta Z}$$

$$Z_{TC} = Z_{dc} + h_k + \Delta Z$$

4. Tính cao trình mực nước sông trước cống theo lớp nước tràn trên đỉnh đập Z_{TC}^*

Tại trường hợp tính toán đã có Q_{yc} và Q_S nên có thể xác định được lưu lượng tràn qua đập tràn:

$$Q_{Tr} = Q_S - Q_{yc}$$

Dựa vào công thức tính toán lưu lượng chảy qua đập tràn để xác định chiều sâu lớp nước tràn trên đỉnh đập:

$$\Delta H = \left(\frac{Q_{Tr}}{mB_d\sqrt{2g}} \right)^{2/3} = \left(\frac{Q_S - Q_{yc}}{mB_d\sqrt{2g}} \right)^{2/3}$$

Cao trình mực nước sông trước cống:

$$Z_{TC}^* = Z_{cd} + P + \Delta H$$

5. So sánh trị số Z_{TC}^* và trị số Z_{TC} , nếu sai số không đáng kể chứng tỏ việc giả thiết kích thước của cống và đập tràn là thoả mãn.

b) Phương pháp đồ thị

Sau khi có đập thì đường quá trình mực nước sông cũng như đường quan hệ giữa lưu lượng và mực nước trên sông sẽ bị thay đổi, vì vậy việc tính toán phối hợp phải trên cơ sở những sự thay đổi này. Tính toán phối hợp nguồn nước tại công trình đầu mối là cống tự chảy có kết hợp đập dâng được tiến hành theo các bước sau đây:

1. Xây dựng đường quan hệ giữa lưu lượng sông và cao trình mực nước sông sau khi xây dựng đập $Q_S \sim Z_{sd}$:

$$Q_S = m\sqrt{2g} B_d \Delta H_{KL}^{3/2} \quad (10.11)$$

$$Z_{sd} = Z_{CD} + P + \Delta H_{KL} \quad (10.12)$$

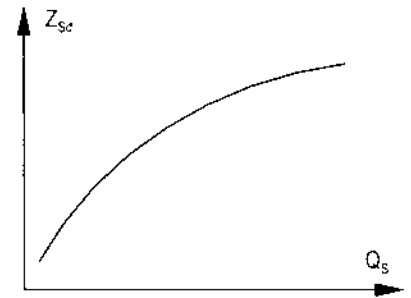
trong đó:

Z_{sd} - cao trình mực nước sông sau khi xây dựng đập;

Z_{cd} - cao trình chân đập;

ΔH_{KL} - chiều cao cột nước tràn trên đỉnh đập trong trường hợp không lấy nước vào hệ thống.

Với mỗi giá trị Q_S từ phương trình (10.11) ta sẽ tìm được trị số ΔH_{KL} tương ứng, có ΔH_{KL} dựa vào phương trình (10.12) tính được trị số Z_{sd} tương ứng.



Hình 10.9: Đường quan hệ $Z_{sd} \sim Q_S$

Như vậy nếu giả thiết nhiều trị số Q_S dựa vào phương trình (10.11) và (10.12) sẽ tìm được nhiều giá trị Z_{sd} tương ứng và xây dựng được đường quan hệ $Q_S \sim Z_{sd}$.

2. Xây dựng đường quan hệ giữa lưu lượng qua cống và cao trình mực nước sông sau khi có đập $Q_k \sim Z_{sd}$.

Khi lấy nước vào hệ thống chúng ta có công thức tính toán dòng chảy qua cống và hệ thức giữa cao trình mực nước trước cống, độ sâu nước trên cống và chênh lệch mực nước giữa thượng hạ lưu cống như sau:

$$Q_k = M.b.h_k \sqrt{\Delta Z} \quad (10.13)$$

$$Z_{TC} = Z_{dc} + h_k + \Delta Z \quad (10.14)$$

Từ phương trình (10.13) và (10.14) chúng ta có thể xây dựng được đường quan hệ giữa lưu lượng chảy qua cống và cao trình mực nước sông trước cống $Q_k \sim Z_{TC}$.

Mặt khác khi lấy nước qua cống, lưu lượng còn lại của sông chảy qua đập tràn có thể tính theo công thức:

$$Q_{Tr} = m\sqrt{2g} B_d \Delta H_{DL}^{3/2} \quad (10.15)$$

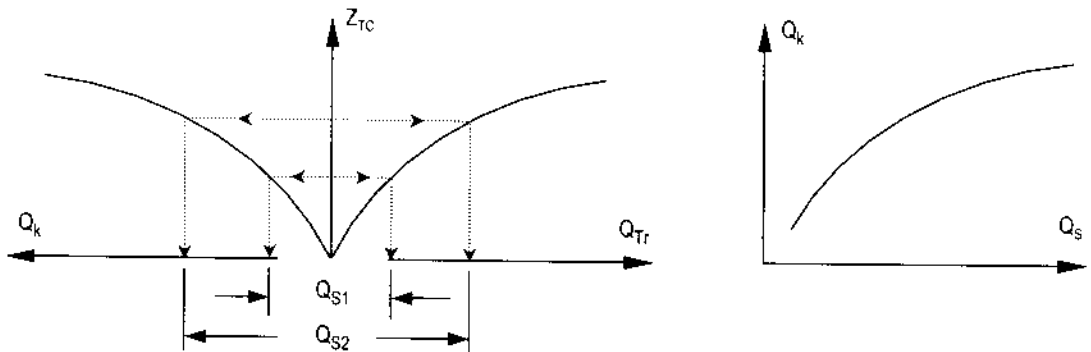
$$Z_{TC} = Z_{CD} + P + \Delta H_{DL} \quad (10.16)$$

Với mỗi giá trị Q_{Tr} từ phương trình (10.14) có thể tính được ΔH_{DL} , có ΔH_{DL} dựa vào phương trình (10.15) xác định được giá trị Z_{TC} tương ứng. Như vậy, dựa vào phương trình (10.15) và (10.16) có thể xây dựng được đường quan hệ $Q_{Tr} \sim Z_{TC}$.

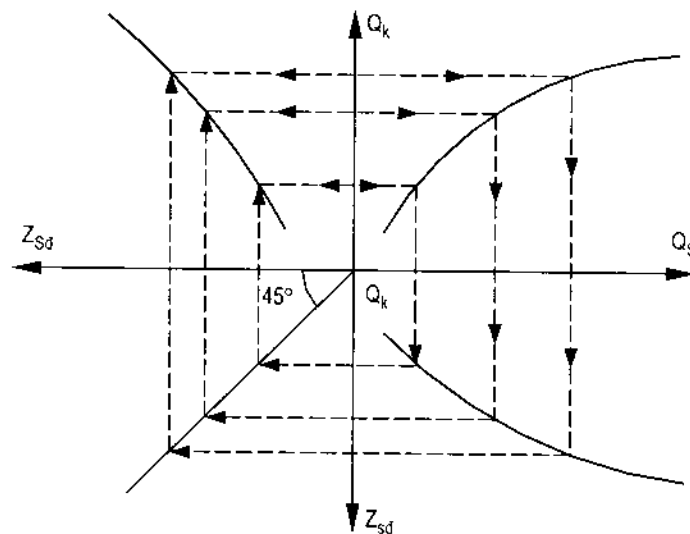
Chúng ta đã xây dựng được các quan hệ: $Q_k \sim Z_{TC}$ (d)

$Q_{Tr} \sim Z_{TC}$ (e)

Từ đường quan hệ (d) với mỗi giá trị Q_k xác định được trị số Z_{TC} tương ứng, có Z_{TC} dựa vào đường quan hệ (e) xác định được một trị số Q_{Tr} . Mặt khác lại có $Q_k + Q_{Tr} = Q_S$. Như vậy, từ các đường quan hệ (d) và (e) có thể tính toán và xây dựng được đường quan hệ $Q_k \sim Q_S$.



Hình 10.10: Biểu đồ xác định đường quan hệ $Q_k \sim Q_S$



Hình 10.11: Biểu đồ xác định đường quan hệ $Q_k \sim Z_{Sd}$

Như trên ta đã xây dựng được đường quan hệ: $Q_k \sim Q_S$ (f)

$Q_S \sim Z_{Sd}$ (g)

Từ đường quan hệ (f) với mỗi giá trị Q_k xác định được trị số Q_S tương ứng, có Q_S dựa vào đường quan hệ (g) tính được Z_{Sd} . Nếu giả thiết nhiều giá trị Q_k , dựa vào các quan hệ (f)

và (g) sẽ xác định được các giá trị Z_{sd} tương ứng và xây dựng được đường quan hệ giữa lưu lượng chảy qua cống và cao trình mực nước sông sau khi xây đập $Q_k \sim Z_{sd}$.

3. Đưa đường quan hệ $Q_k \sim Z_{sd}$ vào góc phần tư thứ II của biểu đồ tính toán phối hợp tổng hợp để tìm ra quá trình lưu lượng có khả năng lấy vào hệ thống $Q_k \sim t$, so sánh với đường $Q_{yc} \sim t$ để rút ra những kết luận trong từng trường hợp tính toán cụ thể.

Về mặt lý thuyết, để xác định quy mô kích thước của đập tràn và của cống lấy nước chúng ta tiến hành các bước nêu trên, rõ ràng kích thước của tràn và của cống có liên quan chặt chẽ với nhau vì kích thước đập tràn sẽ có ảnh hưởng tới cao trình mực nước sông, mực nước sông có ảnh hưởng tới quy mô kích thước của cống nhằm lấy được lưu lượng vào hệ thống để thoả mãn yêu cầu nước. Vì vậy, sẽ có nhiều phương án về kích thước của đập tràn và cống cùng thoả mãn yêu cầu nước của hệ thống. Phương án được chọn sẽ là phương án có tổng vốn đầu tư vào xây dựng cống và đập là nhỏ nhất, đồng thời cũng có ảnh hưởng ít nhất đến điều kiện tự nhiên và kinh tế xã hội của khu vực. Trong thực tế, do vốn đầu tư xây dựng đập tràn thường lớn hơn nhiều so với vốn đầu tư xây dựng cống, đập tràn cũng có ảnh hưởng nhiều đến các điều kiện tự nhiên và môi trường khu vực xung quanh, vì vậy, thường dựa vào điều kiện xây dựng ở khu vực như địa hình, địa chất... và tình hình ngập lụt ở khu vực thượng lưu đập mà quyết định quy mô kích thước của đập tràn. Kích thước của cống lấy nước được tính toán trên cơ sở đã có kích thước của đập tràn.

10.3. TÍNH TOÁN PHỐI HỢP NGUỒN NƯỚC KHI CÔNG TRÌNH ĐẦU MỐI LÀ HỒ CHỨA

Nội dung cơ bản của việc tính toán phối hợp nguồn nước tại công trình đầu mối là hồ chứa là việc tính toán điều tiết hồ. Tùy vào sự tương quan giữa nước đến của lưu vực hồ và lượng nước yêu cầu của hệ thống mà có thể tính toán hồ điều tiết năm hoặc hồ điều tiết nhiều năm. Phương pháp tính toán điều tiết hồ đã được giới thiệu cụ thể trong giáo trình Thủy văn công trình.

10.4. TÍNH TOÁN PHỐI HỢP NGUỒN NƯỚC KHI CÔNG TRÌNH ĐẦU MỐI LÀ TRẠM BƠM

Khi công trình đầu mối là trạm bơm, việc tính toán phối hợp nguồn nước là phối hợp giữa quá trình lưu lượng và mực nước yêu cầu của hệ thống với quá trình lưu lượng mực nước ngoài sông để tìm ra quá trình lưu lượng và cột nước cần bơm từ đó xác định ra quy mô kích thước trạm bơm. Nội dung tính toán sẽ được trình bày kỹ ở giáo trình Máy bơm và Trạm bơm.

Câu hỏi ôn tập:

1. Mục đích, ý nghĩa và các tài liệu cần thiết của việc tính toán phối hợp nguồn nước tại công trình đầu mối.
2. Trình bày cách tính toán phối hợp nguồn nước tại công trình đầu mối trong trường hợp công trình đầu mối là cống lấy nước tự chảy, lưu lượng lấy vào nhỏ hơn $(15 \div 20)\%$ lưu lượng sông.
3. Trình bày cách tính toán phối hợp nguồn nước tại công trình đầu mối trong trường hợp công trình đầu mối là cống lấy nước tự chảy, lưu lượng lấy vào lớn hơn $(15 \div 20)\%$ lưu lượng sông.
4. Trình bày cách tính toán phối hợp nguồn nước tại công trình đầu mối trong trường hợp công trình đầu mối là cống lấy nước tự chảy kết hợp đập dâng.

Chương 11

KHẢO SÁT VÀ QUY HOẠCH THỦY LỢI

11.1. NHIỆM VỤ VÀ NỘI DUNG CỦA KHẢO SÁT THỦY LỢI

Khảo sát thủy lợi nhằm mục đích điều tra thu thập, khảo sát kỹ thuật các tài liệu cơ bản làm cơ sở để quy hoạch, thiết kế, thi công và quản lý hệ thống công trình thủy lợi. Các tài liệu được cung cấp từ công tác khảo sát thủy lợi hết sức quan trọng và có một ý nghĩa rất lớn, vì trên cơ sở các tài liệu về điều kiện tự nhiên và tình hình kinh tế xã hội của một khu vực nào đó chúng ta đề xuất các phương án quy hoạch thủy lợi, xây dựng và vận hành hệ thống công trình nhằm khai thác một cách hiệu quả tài nguyên thiên nhiên để phát triển kinh tế xã hội của khu vực. Nếu các tài liệu cung cấp chính xác và sát với thực tế sẽ giúp đề xuất những phương án quy hoạch thủy lợi hợp lý, tính toán thiết kế chính xác, công tác thi công và quản lý hệ thống thủy lợi sau này cũng có nhiều thuận lợi. Nói tóm lại, nếu làm tốt công tác khảo sát thủy lợi sẽ góp phần quan trọng để xây dựng một hệ thống thủy lợi tốt, hợp lý có hiệu ích phục vụ cao đồng thời phát triển nguồn nước một cách bền vững và góp phần vào công tác bảo vệ môi trường.

11.1.1. Nhiệm vụ và phương pháp khảo sát thủy lợi

1. Nhiệm vụ của công tác khảo sát thủy lợi

Để cung cấp tài liệu cơ bản cho việc lập và xây dựng một dự án thủy lợi, công tác khảo sát thủy lợi có nhiệm vụ:

- Điều tra thu thập những tài liệu cơ bản cần thiết cho công tác quy hoạch, thiết kế, thi công và quản lý hệ thống công trình thủy lợi bao gồm:

- + Các tài liệu về điều kiện tự nhiên như vị trí địa lý và địa hình, tình hình khí tượng thủy văn, đất đai thổ nhưỡng, địa chất của khu vực.

- + Các tài liệu về hiện trạng các ngành kinh tế trong khu vực và phương hướng phát triển kinh tế trong tương lai.

- + Tình hình và các đặc điểm điều kiện xã hội của khu vực, phương hướng phát triển văn hoá xã hội trong khu vực.

- Tiến hành khảo sát kỹ thuật như đo đạc địa hình, khí tượng thủy văn, thăm dò địa chất... theo yêu cầu của từng đối tượng cụ thể.

- Nghiên cứu và phân tích sơ bộ những tài liệu thu thập được và đưa ra những ý kiến đề xuất trên quan điểm khảo sát tài liệu với công tác quy hoạch và thiết kế.

Yêu cầu đối với công tác khảo sát là phải cung cấp các tài liệu cơ bản một cách đầy đủ, toàn diện, chính xác và phản ánh trung thực tình hình thực tế ở khu vực nghiên cứu.

2. Phương pháp khảo sát

Tuỳ từng đối tượng phục vụ của công tác khảo sát thu thập tài liệu mà chúng ta có các phương pháp khảo sát điều tra thu thập cho thích hợp. Nhìn chung công tác khảo sát thường chia làm hai loại:

- Khảo sát phổ thông
- Khảo sát chuyên môn

+ Khảo sát phổ thông là khảo sát sơ bộ tình hình chung của một khu vực rất rộng, mang tính chất khái quát nhưng lại phải toàn diện và đầy đủ về các điều kiện tự nhiên và kinh tế xã hội của khu vực. Các tài liệu về kinh tế xã hội của khu vực chủ yếu là các tài liệu về hiện trạng và phương hướng phát triển chung của khu vực, dựa vào cơ sở đó đề xuất ra những nhiệm vụ và yêu cầu mang tính chất chiến lược của quy hoạch. Sau bước khảo sát phổ thông cần có khảo sát chuyên môn để giải quyết việc cung cấp những tài liệu cụ thể và với mức độ chính xác hơn.

Phương pháp khảo sát phổ thông chủ yếu là điều tra thu thập qua những tài liệu đã có sẵn như các loại bản đồ về phân khu hành chính, các loại bản đồ địa hình với các tỷ lệ khác nhau, các niên giám về khí tượng thủy văn, các văn bản báo cáo về tình hình đất đai thổ nhưỡng, địa chất, về lịch sử phát triển chung của khu vực, các văn bản thống kê, những báo cáo nghị quyết đã có của các cấp chính quyền địa phương, các thông tin thu thập từ quần chúng và quan sát thực tế. Cũng có thể tiến hành thăm dò, quan trắc sơ bộ mang tính kiểm tra nhằm đánh giá độ chính xác của các tài liệu điều tra thu thập. Phương pháp này là dựa vào tài liệu đã có, đã được thẩm định và tổ chức các hội nghị, hội thảo... Công việc được tiến hành từ điểm tới điểm, sau đó tập hợp, thống kê, sắp xếp tài liệu và có những nhận xét, đánh giá chung.

+ Khảo sát chuyên môn: Khảo sát chuyên môn được tiến hành tương đối tỉ mỉ, chi tiết nghiên cứu tìm hiểu sâu vào một mục tiêu đối tượng cụ thể nào đó trong quy hoạch.

Thí dụ:

- Khảo sát bình đồ khu vực, đo đạc mặt cắt dọc ngang cho tuyến công trình.
- Khoan thăm dò địa chất nền móng, vẽ mặt cắt địa chất cho khu vực xây dựng công trình.
- Khảo sát đất đai thổ nhưỡng bao gồm các loại đất trong khu vực, các tính chất lý hoá của các loại đất, khả năng sử dụng.
- Khảo sát và thu thập các tài liệu về khí tượng như mưa, bốc hơi, nhiệt độ, độ ẩm...
- Khảo sát đo đạc dòng chảy, chất lượng nước, tình hình thấm phủ...

Phương pháp chủ yếu là thông qua khảo sát, thăm dò, đo đạc, quan trắc và thí nghiệm bằng các máy móc, công cụ khảo sát, đo đạc chuyên môn. Công tác này thường được tiến hành nhiều đợt cho cùng một đối tượng trong cùng một địa điểm nào đó để bổ sung một cách đầy đủ và nâng cao độ chính xác của tài liệu được thu thập. Trong quá trình khảo sát vừa tiến hành đo đạc, thăm dò vừa chỉnh lý tài liệu để kịp thời phát hiện những sai sót và những vấn đề chưa phù hợp với thực tế.

Tuy nhiên, để kết quả các tài liệu được chính xác và giảm thấp giá thành và công sức trong công tác khảo sát, trước khi tiến hành khảo sát phải xác định rõ đối tượng, mục tiêu khảo sát từ đó định ra khối lượng, các yêu cầu và mức độ chính xác của tài liệu cần khảo sát.

11.1.2. Nội dung chủ yếu của công tác khảo sát

Tùy vào các đối tượng phục vụ mà nội dung khảo sát được xác định cũng khác nhau về mức độ chi tiết và các hạng mục cần khảo sát.

1. Nội dung khảo sát cho quy hoạch và lập dự án đầu tư thủy lợi

a) Tài liệu về lịch sử

- Điều tra lịch sử hình thành và phát triển mạng lưới sông ngòi trong khu vực.
- Điều tra vấn đề úng, hạn, lũ lụt đã xảy ra trong quá khứ, đặc biệt về lũ lịch sử như vết lũ và các thông tin về mức độ tàn phá khác của lũ.
- Điều tra những sự cố về thiên tai đáng chú ý khác trong quá khứ như vỡ đê, động đất...
- Điều tra quá trình phát triển xây dựng các công trình đặc biệt là hệ thống công trình thủy lợi trong khu vực.

b) Tài liệu về điều kiện tự nhiên của khu vực

- Tài liệu về địa lý địa hình bao gồm các loại bản đồ hành chính và bản đồ địa hình của khu vực với các tỷ lệ khác nhau 1/10.000, 1/25.000, 1/50.000 và 1/100.000
- Tài liệu về khí tượng bao gồm:
 - + Các đặc trưng về mưa như lượng mưa bình quân nhiều năm, lượng mưa năm, mưa tháng, mưa ngày của các trạm đo mưa nằm trong hoặc lân cận khu vực.
 - + Tài liệu về các đặc trưng khí tượng khác như lượng bốc hơi ngày, lượng bốc hơi tháng, lượng bốc hơi bình quân năm, tài liệu về nhiệt độ, độ ẩm, gió, bão, số giờ nắng, bức xạ mặt trời...
- Tài liệu về thủy văn bao gồm:
 - + Mạng lưới sông suối, mạng lưới trạm đo đặc thủy văn trong khu vực.
 - + Diện tích lưu vực của các sông suối, chiều dài sông suối, độ dốc bình quân của lưu vực và dòng chính, tài liệu về thảm phủ trên lưu vực.
 - + Tài liệu về quá trình mực nước và lưu lượng tại các trạm đo đặc thủy văn đặt trên mạng lưới sông suối nằm trong khu vực..
 - + Tài liệu dòng chảy như độ sâu dòng chảy bình quân, môđun dòng chảy thường xuyên, môđun dòng chảy lũ.
 - + Tài liệu về bùn-cát, chất lượng nước...
- Tài liệu về đất đai thổ nhưỡng: Bản đồ phân loại đất đai, tài liệu về phân tích tính chất lý hoá các loại đất trong khu vực.
- Tài liệu về địa chất và địa chất thủy văn: Bản đồ phân vùng địa chất, các mặt cắt địa chất, các báo cáo về tình hình địa chất trong khu vực, lịch sử hình thành địa chất và cấu tạo địa chất trong khu vực.

*c) Tài liệu về xã hội, kinh tế**- Xã hội:*

- + Phân khu hành chính: tỉnh, huyện, xã, thôn xóm.
- + Dân số: Tổng số dân, mật độ dân số bình quân của khu vực, các dân tộc sinh sống trong vùng, tỉ lệ phát triển dân số.

- + Phong tục, tập quán, trình độ dân trí.

- + Mức sống: Nghề sống chính, thu nhập bình quân đầu người, đời sống văn hoá.

- Kinh tế:

+ Kinh tế nông nghiệp: Các loại đất canh tác có trong khu vực, diện tích canh tác, các loại diện tích gieo trồng, các loại cây trồng, năng suất sản lượng.

+ Kinh tế lâm nghiệp: Các loại rừng, diện tích từng loại rừng như rừng tự nhiên, rừng nguyên sinh, tái sinh, rừng khoanh nuôi, rừng trồng ...; đánh giá về trữ lượng tiềm năng của rừng. Tốc độ phát triển rừng và thảm phủ, mức độ tàn phá rừng hiện tại.

+ Kinh tế chăn nuôi: Các loại gia cầm gia súc và hiện trạng phát triển của ngành chăn nuôi các loại gia cầm gia súc trong khu vực.

+ Công nghiệp: Các cơ sở công nghiệp trung ương và địa phương có trong vùng, công nghiệp nặng, công nghiệp chế biến nông sản, công nghiệp sản xuất hàng tiêu dùng... Tình hình điện năng trong khu vực mạng lưới điện quốc gia, các nhà máy thủy điện, tình hình phát triển các trạm thủy điện nhỏ.

+ Giao thông vận tải: Mạng lưới đường giao thông liên tỉnh, liên huyện, liên xã. Đánh giá về chất lượng của mạng lưới giao thông, mức độ đáp ứng của mạng lưới giao thông để phát triển kinh tế xã hội của khu vực.

+ Tình hình phát triển các ngành kinh tế khác trong khu vực như thương mại, dịch vụ, du lịch...

Tóm lại phải điều tra được hiện trạng phát triển của tất cả các ngành kinh tế trong khu vực, đánh giá được tiềm năng của các ngành kinh tế và phương hướng phát triển kinh tế xã hội trong tương lai mà trong các nghị quyết, chủ trương của các cấp chính quyền địa phương đã đề ra.

*d) Tài liệu về hiện trạng hệ thống thủy lợi**- Công trình đầu mối:*

- + Hình thức công trình, chức năng, nhiệm vụ của công trình.
- + Thời gian xây dựng, quy mô kích thước của công trình.
- + Đánh giá chất lượng công trình đầu mối, mức độ hư hỏng và xuống cấp của các bộ phận ở công trình đầu mối.

- Hệ thống kênh mương:

- + Chiều dài kênh chính, mặt cắt ngang, cắt dọc của kênh chính.
- + Khả năng dẫn nước của kênh chính, mức độ tổn thất lưu lượng và mực nước trên kênh.

+ Tình hình bồi lắng và sạt lở của kênh, thống kê những thay đổi của kích thước kênh chính so với thiết kế.

+ Kênh cấp dưới: Đánh giá khả năng phục vụ của từng cấp kênh, mức độ hư hỏng, xuống cấp của hệ thống kênh.

- Các công trình trên hệ thống:

+ Thống kê các công trình chính trên hệ thống, chủng loại, chức năng, nhiệm vụ, kích thước cơ bản, những hư hỏng và khả năng phục vụ hiện tại của từng công trình chính trên hệ thống.

- Đánh giá khả năng phục vụ hiện tại của hệ thống

+ Thống kê diện tích hạn, diện tích úng trong khu vực qua các năm (thường thu thập tài liệu úng hạn trong vòng 10 năm trở lại đây).

+ Thống kê diện tích bảo đảm tưới, bảo đảm tiêu hiện tại của hệ thống thủy lợi so sánh với diện tích theo thiết kế.

- Yêu cầu về cấp thoát nước của các ngành kinh tế khác đối với thủy lợi.

- Phương hướng phát triển thủy lợi trước mắt và lâu dài.

2. Nội dung khảo sát cho quy hoạch và thiết kế cho từng đối tượng cụ thể

a) Đối với công trình lấy nước từ sông

- Khảo sát mặt cắt dọc, cắt ngang của đoạn sông dự định xây dựng công trình.

- Khảo sát bình đồ khu vực xây dựng công trình và vẽ mặt cắt dọc, mặt cắt ngang tuyến xây dựng công trình.

- Khảo sát địa chất khu vực xây dựng công trình, phân tích các chỉ tiêu cơ lý của các tầng địa chất của nền công trình.

- Bình đồ lộ tuyến kênh, mặt cắt dọc, mặt cắt ngang tuyến kênh.

- Tài liệu địa chất tuyến kênh.

- Tài liệu đo đạc quá trình mực nước và quá trình lưu lượng tại mặt cắt sông nơi xây dựng công trình: $Q_S \sim t$, $H_S \sim t$ và $Q_S \sim H_S$.

b) Đối với công trình đầu mối là hồ chứa

- Khảo sát tài liệu về diện tích lưu vực, độ dốc lưu vực, chiều dài lòng dẫn chính của sông suối, tình hình thảm phủ trên lưu vực.

- Thu thập, đo đạc tài liệu về khí tượng thủy văn.

- Lượng mưa bình quân nhiều năm, tài liệu mưa ngày của liệt năm đo đạc tại các trạm.

- Thu thập khảo sát tài liệu về bốc hơi mặt nước, bốc hơi lưu vực.

- Thu thập tài liệu về hướng gió, tốc độ gió, tốc độ gió bình quân, tốc độ gió lớn nhất, các trận bão ảnh hưởng tới khu vực.

- Thu thập các tài liệu về các đặc trưng khí tượng khác như nhiệt độ, độ ẩm, số giờ nắng...

- Thu thập, đo đạc các tài liệu về dòng chảy thường xuyên, dòng chảy kiệt, dòng chảy lũ của các sông suối.

- Thu thập tài liệu về hệ số dòng chảy, môđun dòng chảy thường xuyên, môđun dòng chảy kiệt, môđun dòng chảy lũ của lưu vực.

- Thu thập tài liệu về bùn cát, lưu lượng bùn cát, hàm lượng bùn cát trên các sông suối.

- Khảo sát thu thập tài liệu địa hình khu vực.

- Đo đạc địa hình lòng hồ với tỷ lệ tương đối lớn để có thể vẽ được các đường quan hệ đặc trưng lòng hồ như đường $W \sim Z$ và $\omega \sim Z$.

- Bình đồ vùng tuyến công trình đầu mối khu vực sẽ xây dựng các công trình đầu mối của hồ như đập chắn, đập tràn xả lũ, cống lấy nước, âu thuyền và các công trình khác như nhà máy thủy điện...

- Mặt cắt dọc, mặt cắt ngang tuyến của các công trình đầu mối.

- Bình đồ khu vực hưởng lợi của hồ chứa.

- Bình đồ lộ tuyến của kênh dẫn nước.

- Mặt cắt dọc, mặt cắt ngang của tuyến kênh dẫn.

- Bình đồ khu khai thác vật liệu xây dựng đặc biệt là khu khai thác vật liệu đất để đắp đập

- Khảo sát và thu thập tài liệu địa chất.

- Cấu tạo địa chất tại các tuyến xây dựng công trình.

- Các chỉ tiêu cơ, lý của các lớp đất đá tại khu xây dựng công trình đầu mối và vị trí xây dựng các công trình trên kênh.

- Cấu tạo địa chất của tuyến kênh.

- Khảo sát và thăm dò về vật liệu xây dựng như đất, đá, sỏi, cát... có khả năng khai thác tại khu vực.

- Điều tra vấn đề ngập lụt ở phía thượng lưu đập, những công trình xây dựng, kiến trúc, văn hoá trong lòng hồ phải di dời khi xây dựng hồ.

- Điều tra vấn đề di dân và đền bù trong khu vực xây dựng và trong lòng hồ.

- Thu thập tài liệu về giao thông vận tải: hệ thống đường xá, cấp hạng đường. Đánh giá về chất lượng đường và khả năng phục vụ việc chuyên chở vật liệu xây dựng, phụ tùng máy móc cho công trình.

- Điều tra tình hình kinh tế xã hội tại khu vực được hưởng lợi.

- Sơ bộ đánh giá về khả năng xây dựng hồ chứa nước, các hình thức và biện pháp công trình có thể được áp dụng.

c) Công trình đầu mối là trạm bơm

- Khảo sát, đo đạc thu thập tài liệu địa hình:

+ Mặt cắt dọc mặt cắt ngang đoạn sông xây dựng công trình.

+ Bình đồ khu vực xây dựng nhà máy bơm và các công trình phụ trợ.

- + Mặt cắt dọc, mặt cắt ngang tuyến xây dựng nhà máy.
- + Mặt cắt dọc, mặt cắt ngang tuyến kênh dẫn và kênh tháo.
- Khảo sát thu thập tài liệu về địa chất:
- + Cấu tạo địa chất khu vực xây dựng nhà máy và bể xả bể hút.
- + Các chỉ tiêu cơ, lý cơ bản của địa chất nền nơi xây dựng các hạng mục công trình.
- Khảo sát đo đạc tài liệu thủy văn bao gồm tài liệu đo đạc quá trình mực nước và quá trình lưu lượng tại mặt cắt sông nơi xây dựng công trình: $Q_S \sim t$, $H_S \sim t$ và $Q_S \sim H_S$.
- Thu thập tài liệu về giao thông vận tải: Hệ thống đường xá, cấp hạng đường. Đánh giá về chất lượng đường và khả năng phục vụ việc chuyên chở vật liệu xây dựng, phụ tùng máy móc cho công trình.
- Thu thập tài liệu về mạng lưới điện cao thế trong khu vực, khả năng cung cấp điện cho trạm bơm.

Yêu cầu thu thập, khảo sát một số tài liệu khác cũng tương tự như các công trình trên.

d) Hệ thống kênh mương và các tuyến đê

- Đo đạc tài liệu về địa hình:
- + Bình đồ lộ tuyến dọc theo các tuyến kênh mương, tuyến đê.
- + Mặt cắt dọc, mặt cắt ngang tuyến kênh, tuyến đê.
- Khảo sát và thu thập tài liệu về địa chất:
- + Cấu tạo địa chất dọc theo tuyến công trình.
- + Các chỉ tiêu cơ lý cơ bản của các tầng địa chất dọc theo tuyến kênh tuyến đê.
- Điều tra tài liệu về tình hình dân cư, các công trình và vật chướng ngại, ruộng đất, ao hồ, đầm lầy, gò đồng dọc theo tuyến kênh, tuyến đê.

e) Nội dung khảo sát để xây dựng hệ thống điều tiết nước mặt ruộng

- Đo đạc bình đồ cánh đồng trồng trọt cần xây dựng hệ thống điều tiết nước mặt ruộng.
- Thu thập tài liệu về các loại đất, bản đồ phân bố các loại đất đai trong khu vực.
- Điều tra về hiện trạng trồng trọt ở khu vực, thu thập tài liệu về phương án quy hoạch đất đai, quy hoạch trồng trọt, quy hoạch giao thông của địa phương.
- Điều tra hiện trạng hệ thống điều tiết nước mặt ruộng, các phương pháp tưới tiêu đã và sẽ được áp dụng ở khu vực.
- Khảo sát điều tra về tình hình nước ngầm: Mực nước ngầm, dao động của mực nước ngầm trong năm.

11.1.3. Phương pháp tiến hành khảo sát

1. Biện pháp thực hiện

- Phối hợp chặt chẽ với cán bộ địa phương, các ban ngành có liên quan

Để khảo sát, thu thập tài liệu cơ bản ở một khu vực nào đó phải trao đổi một cách rõ ràng, đầy đủ mục đích, nhiệm vụ và các nội dung khảo sát cơ bản với địa phương làm cho

địa phương hiểu rõ ý đồ và yêu cầu của việc khảo sát. Trong quá trình khảo sát phải cộng tác chặt chẽ với cán bộ địa phương, động viên sự tham gia của cán bộ và quần chúng, các ban ngành liên quan, có như vậy mới khai thác triệt để các nguồn tài liệu, nguồn thông tin ở địa phương, vừa đẩy nhanh được tiến trình khảo sát vừa nâng cao được mức độ tin cậy của tài liệu. Biện pháp này đặc biệt hiệu quả đối với loại khảo sát phổ thông.

- Khảo sát phải tiến hành theo trình tự khoa học:

Khảo sát từ sơ lược đến chi tiết, kết hợp giữa điểm với diện. Thí dụ đối với việc khảo sát địa hình cho hệ thống hồ chứa: Bước đầu dựa trên các bản đồ tỷ lệ nhỏ sơ bộ xác định vị trí khu vực, vị trí có thể xây dựng công trình, sau đó mới khảo sát chi tiết hơn như bình đồ lòng hồ để đánh giá sức chứa của lòng hồ. Khảo sát cụ thể các tuyến đập, các tuyến cống, các tuyến tràn có tính khả thi để tiến hành so sánh lựa chọn phương án.

Tận dụng những tài liệu cũ như tài liệu địa hình, địa chất; những báo cáo về điều kiện tự nhiên; tình hình kinh tế xã hội ở địa phương đã được lập trước đây, đồng thời có đánh giá kiểm tra các tài liệu này thông qua việc điều tra thăm dò điểm, hoặc có những cập nhật bổ sung cho đầy đủ nhằm nâng cao chất lượng của tài liệu.

Công tác khảo sát cần đi sâu dần từng bước theo trình tự tiến triển của một dự án xây dựng từ công tác quy hoạch, tiền khả thi, khả thi, thiết kế, thi công và quản lý vận hành công trình.

- Nắm vững và bám sát các mục tiêu, nội dung và yêu cầu của từng giai đoạn khảo sát để có thể áp dụng các phương pháp, sử dụng các công cụ thích hợp nhằm vừa bảo đảm được mức độ chính xác vừa đẩy nhanh được tiến độ khảo sát.

- Kết hợp các công cụ, phương pháp khảo sát thủ công với các kỹ thuật và các phương pháp hiện đại để tiến hành khảo sát. Tùy vào yêu cầu và nội dung của từng đối tượng để có sự vận dụng cho thích hợp.

- Khảo sát thu thập tài liệu theo đúng quy trình quy phạm hiện hành để nâng cao chất lượng, độ tin cậy và tính pháp lý của các tài liệu thu thập.

- Tranh thủ sự hợp tác của các cơ quan hữu quan như cơ quan nghiên cứu, công ty tư vấn xây dựng, những người tiếp thu tài liệu để có những ý kiến đóng góp và có sự hiệu chỉnh, bổ sung kịp thời.

- Vừa khảo sát vừa chỉnh lý và cung cấp tài liệu:

Vừa khảo sát vừa chỉnh lý tài liệu là phương pháp tốt vì sẽ phát hiện ra những sai sót một cách kịp thời, mặt khác có điều kiện so sánh giữa tài liệu khảo sát thu thập được với thực tế ở hiện trường để có những chỉnh lý phù hợp. Vì vậy, sẽ nâng cao được tính chính xác và chất lượng của các tài liệu khảo sát. Tùy vào điều kiện cụ thể có thể vừa khảo sát vừa cung cấp tài liệu cho bộ phận quy hoạch, nghiên cứu khả thi, thiết kế... nhằm đáp ứng kịp thời tài liệu cơ bản để nghiên cứu, đề xuất và hoàn chỉnh các phương án quy hoạch và thiết kế đẩy nhanh tiến độ thực hiện dự án.

2. Các bước tiến hành

a) Công tác chuẩn bị

Trước khi triển khai công tác khảo sát phải làm tốt công tác chuẩn bị về các mặt kế hoạch, nhân lực, tổ chức, hậu cần...

- Kế hoạch thực hiện phải đưa ra được tiến độ thực hiện toàn bộ khối lượng khảo sát, thời gian thực hiện từng hạng mục khảo sát trên cơ sở khối lượng công việc và khả năng về nhân lực bao gồm cả công nhân và cán bộ kỹ thuật làm công tác chuyên môn. Về nhân lực phải định ra được số lượng công nhân, số lượng cán bộ kỹ thuật, phải trang bị cho họ những kiến thức cơ bản về mục đích, nội dung, yêu cầu của công tác khảo sát; những thuận lợi khó khăn và một số tình hình cụ thể và đặc biệt ở địa phương sẽ tiến hành khảo sát.

- Công tác tổ chức: Tùy vào công việc cụ thể có thể phân thành một hoặc nhiều nhóm công tác, mỗi nhóm có nhiều bộ phận như lãnh đạo, bộ phận cán bộ kỹ thuật, bộ phận công nhân thực hiện đo đạc, khảo sát. Cần xác định rõ nhiệm vụ, chức năng và trách nhiệm của từng bộ phận, mối quan hệ giữa các bộ phận, cách thức phối hợp để hoàn thành tốt nhiệm vụ khảo sát.

- Chuẩn bị các máy móc, công cụ, thiết bị và công tác hậu cần.

Dựa vào nội dung và yêu cầu của từng hạng mục khảo sát mà chuẩn bị các máy móc, thiết bị khảo sát cho phù hợp, chú ý áp dụng những phương pháp và thiết bị khảo sát, thăm dò hiện đại. Tìm hiểu và phổ biến các quy trình, quy phạm hiện hành trong công tác khảo sát cần phải áp dụng, chuẩn bị các sổ sách biểu bảng tra cứu và tính toán một cách đầy đủ. Ngoài ra phải chuẩn bị thật tốt công tác hậu cần để bảo đảm cho đoàn khảo sát hoàn thành tốt nhiệm vụ.

b) Tiến hành khảo sát và thu thập tài liệu

Dựa vào mục đích yêu cầu và các quy trình, quy phạm tiến hành khảo sát từ khái quát đến chi tiết, từ điểm đến diện. Phát hiện các tình huống mới, những khó khăn, phức tạp nảy sinh trong quá trình khảo sát, đề đạt kịp thời lên cấp trên hoặc các cơ quan hữu quan để có sự điều chỉnh hoặc biện pháp giải quyết thích hợp.

c) Phân tích và chỉnh lý tài liệu

Trong quá trình khảo sát phải thường xuyên kiểm tra chỉnh lý tài liệu cho chính xác và phù hợp với thực tế. Sau khi khảo sát xong phải tiến hành chỉnh lý tổng hợp, kiểm tra tài liệu khảo sát với các tài liệu điều tra thu thập được với những phương thức khác nhau như tài liệu khảo sát từ các lần trước hoặc tài liệu thu thập từ địa phương, từ quần chúng nhân dân...

Kiểm tra tính hợp lý của các tài liệu thu thập được thí dụ tổng diện tích các loại đất đai trong khu vực như đất nông nghiệp, đất lâm nghiệp, đất chăn nuôi, đất thổ cư, đất hoang hoá... phải đúng bằng diện tích đất tự nhiên. Đối với tài liệu địa chất, các tài liệu thu được từ khảo sát phải bảo đảm tính phù hợp không mâu thuẫn với các hiện tượng địa chất như lịch sử kiến tạo, sắp xếp địa tầng, cấu tạo nham thạch, địa chất thủy văn, địa mạo, thảm phủ thực vật...

Khi phát hiện những mâu thuẫn, những thiếu sót cần có khảo sát bổ sung hoặc xác minh lại để chỉnh lý kịp thời.

d) Lập báo cáo

Sắp xếp tài liệu, hoàn chỉnh hồ sơ, viết báo cáo về kết quả khảo sát. Báo cáo khảo sát cần phải chú trọng nêu rõ được những vấn đề cơ bản sau đây:

- Đánh giá chất lượng tài liệu: Nguồn gốc của tài liệu, mức độ tin cậy, nếu tài liệu là tài liệu tham khảo từ khu vực tương tự, hoặc sử dụng các chỉ tiêu suy rộng cần phải được ghi chú rõ ràng.

- Các phương pháp khảo sát, điều tra được áp dụng cho mỗi loại tài liệu đồng thời ghi rõ thời gian khảo sát đo đạc, điều kiện tiến hành khảo sát và những tình hình đặc biệt xảy ra trong khi đo đạc khảo sát.

- Nói rõ những hạn chế, những vấn đề còn tồn tại trong quá trình khảo sát, đề xuất những kiến nghị trong công tác khảo sát ở những đợt tiếp theo.

- Trên quan điểm khảo sát thu thập tài liệu cơ bản, nêu những ý kiến sơ bộ về các phương án quy hoạch, nghiên cứu khả thi, thiết kế, thi công... hệ thống thủy lợi ở khu vực để các cơ quan hữu quan nghiên cứu tham khảo.

11.2. NỘI DUNG VÀ CÁC NGUYÊN TẮC CHUNG CỦA QUY HOẠCH THỦY LỢI

11.2.1. Các khái niệm chung

Quy hoạch thủy lợi là một công tác nghiên cứu sự tương quan giữa quy luật biến đổi và khả năng của tài nguyên nước với yêu cầu cấp thoát nước của các ngành kinh tế nhằm đề xuất các phương án và lựa chọn được phương án tối ưu về:

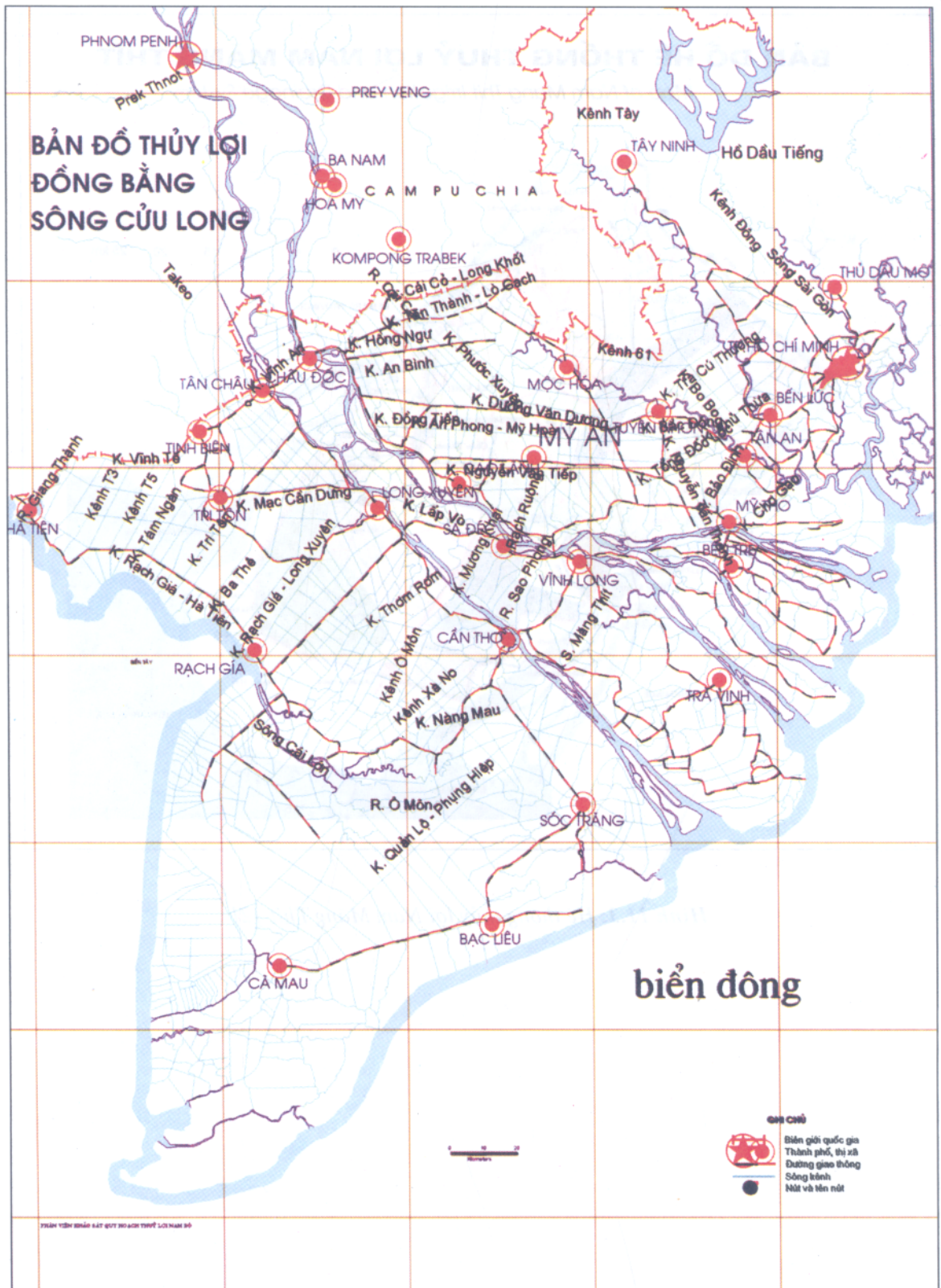
- Nguồn nước và khu nhận nước tiêu.
- Biện pháp công trình đầu mối và phương án bố trí công trình đầu mối.
- Bố trí hệ thống dẫn nước và các công trình trên hệ thống.

Nhằm tận dụng một cách triệt để tài nguyên nước để thỏa mãn tốt nhất các yêu cầu về nước của các ngành kinh tế, đồng thời, hạn chế đến mức tối thiểu những tác hại do nước gây ra như lũ lụt, úng ngập, xói mòn đất... để phát triển kinh tế xã hội, ổn định và nâng cao đời sống của nhân dân trong khu vực. Mặt khác phải bảo vệ môi trường sinh thái của khu vực, phát triển nguồn nước một cách bền vững. Quy hoạch thủy lợi thực chất là một quy hoạch mang tính tổng hợp.

Tùy vào quy mô và tính chất của khu vực được quy hoạch mà quy hoạch thủy lợi thường chia ra nhiều loại:

- Quy hoạch thủy lợi được tiến hành trên phạm vi toàn lưu vực của một con sông hoặc một con suối (nhánh sông) được gọi là quy hoạch lưu vực sông. Quy hoạch lưu vực thường được chia thành quy hoạch lưu vực sông lớn, quy hoạch lưu vực sông vừa và nhỏ.

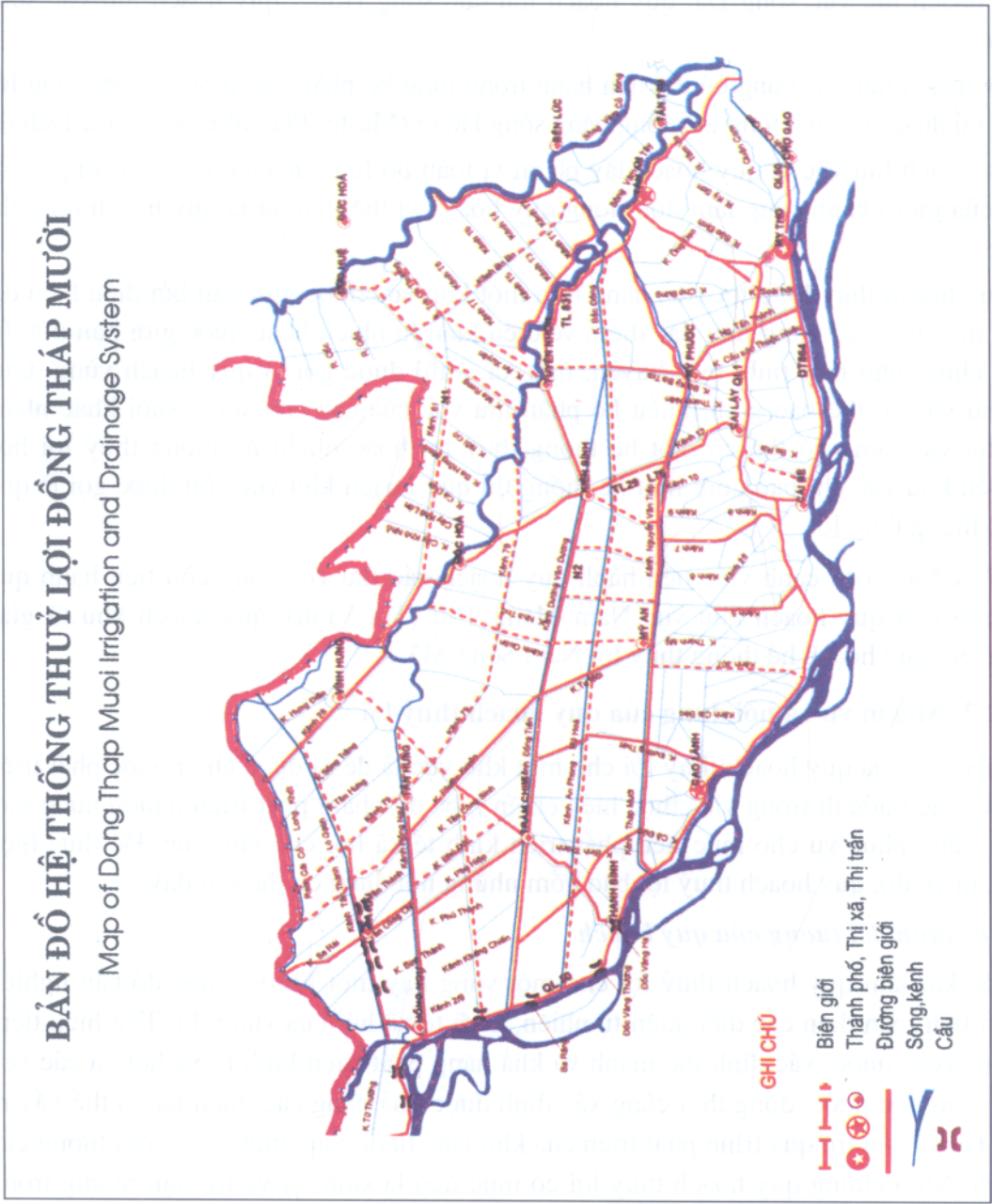
- + Quy hoạch lưu vực sông vừa và nhỏ là quy hoạch lưu vực sông có diện tích lưu vực $F < 10000\text{km}^2$ thí dụ như quy hoạch lưu vực sông Phó Đáy, quy hoạch lưu vực sông Tích... Lưu vực sông càng nhỏ các vấn đề liên quan càng ít, vì thế mức độ phức tạp cũng nhỏ hơn so với quy hoạch các sông lớn.



Hình 11.2: Hệ thống thủy lợi đồng bằng sông Cửu Long [2]



Hình 11.3: Hệ thống thủy lợi Nam Măng Thít [2]



Hình 11.4: Hệ thống thủy lợi Đồng Tháp Mười [2]

+ Quy hoạch lưu vực sông lớn là quy hoạch lưu vực của các sông lớn với diện tích lưu vực $F > 10000\text{km}^2$ thí dụ như quy hoạch lưu vực sông Đồng Nai, quy hoạch lưu vực sông Cửu, quy hoạch lưu vực sông Đà, quy hoạch lưu vực sông Hồng, quy hoạch lưu vực sông Mê Kông...

Quy hoạch lưu vực cũng có thể tiến hành trong từng bộ phận của một lưu vực sông lớn nào đấy, thí dụ quy hoạch tổng thể đồng bằng sông Hồng (Master Plan of Hong River Delta).

Quy hoạch lưu vực là quy hoạch lấy phạm vi toàn bộ lưu vực của một con sông, hoặc lưu vực của một nhánh sông làm đối tượng quy hoạch vì thế thường là quy hoạch tổng thể lưu vực.

- Quy hoạch thủy lợi được tiến hành trên một khu vực được giới hạn bởi điều kiện địa hình địa mạo hoặc có cùng một đặc điểm về điều kiện tự nhiên hoặc được giới hạn bởi địa dư hành chính như một tỉnh, một huyện, một xã... thì được gọi là quy hoạch vùng. Quy hoạch khu vực có thể bao gồm nhiều bộ phận lưu vực của các con sông, suối khác nhau. Trong khu vực cũng có thể có một hệ thống thủy lợi hoặc nhiều hệ thống thủy lợi hợp thành. Nếu khu vực chỉ bao gồm một hệ thống thì quy hoạch khu vực còn được gọi là quy hoạch hệ thống thủy lợi.

Ở Việt Nam bên cạnh việc tiến hành quy hoạch các lưu vực sông còn tiến hành quy hoạch vùng như quy hoạch khu vực Nam Măng Thít (Trà Vinh), quy hoạch khu tứ giác Long Xuyên, quy hoạch hệ thống thủy lợi Nam Sông Mã...

11.2.2. Nhiệm vụ và nội dung của quy hoạch thủy lợi

Nhiệm vụ của quy hoạch thủy lợi cho một khu vực là đề ra được chiến lược phát triển thủy lợi và các bước đi trong việc thực hiện chiến lược đó nhằm phát triển nguồn nước một cách bền vững phục vụ cho mục tiêu phát triển kinh tế xã hội cho khu vực. Để thực hiện được nhiệm vụ đó, quy hoạch thủy lợi bao gồm những nội dung cụ thể sau đây:

1. Xác định đối tượng của quy hoạch

Trước khi làm quy hoạch thủy lợi cho một vùng hay một lưu vực nào đó cần nghiên cứu, phân tích toàn diện các điều kiện tự nhiên, kinh tế xã hội của vùng đó. Tìm hiểu tiềm năng tài nguyên nước, xác định thế mạnh và khả năng phát triển kinh tế xã hội và các yêu cầu đối với nguồn nước, đồng thời cũng xác định được khả năng các thiên tai có thể xảy ra gây thiệt hại và cản trở quá trình phát triển của khu vực, từ đó xác định rõ các đối tượng của quy hoạch. Nhìn chung quy hoạch thủy lợi có mục tiêu là sinh lợi và trừ hại, nhưng trong quá trình quy hoạch thủy lợi phải giải quyết mối quan hệ của nhiều vấn đề có liên quan và luôn luôn nảy sinh ra những mâu thuẫn. Vì thế, sau khi đã xác định ra các đối tượng phải định rõ phương châm cũng như nguyên tắc cho đợt quy hoạch, chủ yếu là làm sáng tỏ mối quan hệ giữa các đối tượng bao gồm những đối tượng chủ yếu, những đối tượng thứ yếu và những đối tượng mang tính kết hợp, từ đó đề ra ý đồ và nhiệm vụ chiến lược cho công tác thủy lợi của khu vực nhằm phát triển kinh tế, xã hội và bảo vệ môi trường. Các đối tượng chủ yếu trong quy hoạch thủy lợi bao gồm:

a) Phòng lũ

- Phân tích điều kiện nước lũ như: Loại hình lũ, nguyên nhân hình thành lũ, các đặc trưng của lũ: Đỉnh, lượng, đường quá trình lũ ứng với các tần suất.

- Xác định tiêu chuẩn phòng lũ: Tùy vào từng vùng, mức độ phá hoại của lũ và yêu cầu phòng lũ mà chọn ra các tiêu chuẩn phòng lũ cho thích hợp.

- Đề xuất các biện pháp phòng lũ như biện pháp công trình, biện pháp nông nghiệp, biện pháp lâm nghiệp nông lâm nghiệp, thủy lợi.

- Ước tính hiệu ích kinh tế của công tác phòng lũ, lợi ích do các biện pháp phòng lũ mang lại bao gồm sự giảm thấp những thiệt hại do lũ gây ra.

b) Phòng chống úng

- Phân tích tình hình úng, nguyên nhân gây úng, khoanh vùng úng, phân tích các điều kiện tự nhiên ở vùng úng như khí tượng thủy văn, địa hình, địa mạo, những khả năng tiêu thoát úng.

- Xác định tiêu chuẩn chống úng.

- Đề xuất các biện pháp phòng chống úng như khoanh vùng, định hướng tiêu thoát và bố trí các công trình và hệ thống kênh mương tiêu úng. Ngoài ra có những biện pháp kết hợp như chăn nuôi thủy sản, trữ nước để tưới hoặc tạo cảnh quan phục vụ cho dịch vụ du lịch.

- Ước tính hiệu ích kinh tế của biện pháp phòng chống úng.

c) Cấp nước cho tưới

- Phân tích về tình hình nguồn nước, ước tính yêu cầu nước, tính toán cân bằng nước trên cơ sở phân vùng thủy lợi, các phương án nguồn nước và phân công phụ trách.

- Đề xuất các phương án về biện pháp công trình đầu mối, vị trí và bố trí hệ thống kênh mương và công trình trên kênh để dẫn nước về khu tưới.

- Ước tính hiệu ích kinh tế trong quy hoạch tưới.

d) Cấp, thoát nước cho sinh hoạt và công nghiệp

- Phân tích về tình hình nguồn nước, ước tính yêu cầu nước sinh hoạt và công nghiệp, tính toán cân bằng nước, bố trí công trình và hệ thống đường ống kênh mương cấp thoát nước.

- Ước tính hiệu ích của hệ thống cấp thoát nước.

e) Phát điện

- Phân tích đánh giá nguồn thủy năng, tính toán yêu cầu về điện năng để phát triển các ngành kinh tế.

- Phân tích nguồn điện năng và mạng lưới điện đã có. Phân phối và tính cân bằng giữa yêu cầu và khả năng hiện tại.

- Chọn tần suất bảo đảm.
- Đề xuất các biện pháp công trình và máy móc thiết bị để khai thác nguồn thủy năng, bố trí mạng lưới điện trên cơ sở kết hợp với mạng lưới điện đã có.

- Tính toán hiệu ích kinh tế.

f) Giữ đất, giữ nước chống xói mòn bảo vệ môi trường

- Phân tích điều kiện tự nhiên địa hình, địa mạo, khí tượng thủy văn, đất đai, thảm phủ của khu vực. Phân tích nguyên nhân và những nhân tố ảnh hưởng tới vấn đề xói mòn, mức độ xói mòn trong khu vực.

- Xác định các yêu cầu về điều tiết dòng chảy và chống xói mòn nhằm bảo vệ môi trường.

- Đề xuất các biện pháp chống xói mòn bao gồm những biện pháp cụ thể, những biện pháp tổng hợp, bố trí mô hình hệ thống giữ đất, giữ nước chống xói mòn.

- Ước tính hiệu ích của các biện pháp giữ đất giữ nước chống xói mòn.

Ngoài các đối tượng cơ bản trên trong quy hoạch thủy lợi còn có các đối tượng khác như giao thông thủy, cải tạo đất, chăn nuôi thủy sản...

2. Phân vùng quy hoạch

Để có thể phân tích, nghiên cứu các vấn đề trong quy hoạch thủy lợi một cách chi tiết và cụ thể nhằm đưa ra được những giải pháp hợp lý. Trong quy hoạch lưu vực sông cũng như quy hoạch vùng, đặc biệt trong trường hợp phạm vi quy hoạch lớn người ta thường tiến hành phân thành những tiểu vùng quy hoạch. Việc phân vùng quy hoạch thường dựa trên các cơ sở sau đây:

- Đặc điểm của đối tượng quy hoạch;
- Đặc điểm về địa hình địa mạo;
- Đặc điểm về khí tượng thủy văn;
- Đặc điểm về điều kiện phát triển kinh tế, xã hội.

Ví dụ: Khi quy hoạch tưới tiêu cho một khu vực, dựa vào tình hình địa hình, địa mạo, dựa vào các điều kiện của các nguồn nước, các diện tích cần tưới; các khu nhận nước tiêu, hướng tiêu nước, các diện tích yêu cầu tiêu... mà có thể phân thành các tiểu vùng tưới, tiểu vùng tiêu và có thể sơ bộ phân công phụ trách của các nguồn nước hoặc các khu nhận nước tiêu, từ đó đề xuất các giải pháp kỹ thuật cũng như giải quyết các mối liên quan giữa các tiểu vùng nhằm đưa ra giải pháp mang tính thống nhất cho toàn khu vực.

3. Lập quy hoạch tổng hợp

Trên cơ sở xác định được các đối tượng và mối tương quan giữa chúng với nhau chúng ta bắt đầu nghiên cứu những biện pháp thủy lợi nhằm giải quyết vấn đề trừ hại và làm lợi cho các đối tượng. Các biện pháp đưa ra tùy vào từng đối tượng mà có mức độ thỏa mãn khác nhau nhưng vẫn phải bảo đảm tận dụng tối đa các nguồn nước nhằm thỏa mãn cao

nhất yêu cầu về nước của các đối tượng và giảm đến mức thấp nhất các tác hại do nước gây nên để phát triển kinh tế xã hội ở khu vực một cách toàn diện. Sau khi đã đưa ra được những biện pháp thủy lợi chúng ta cũng phải đề xuất kế hoạch xây dựng hệ thống thủy lợi để thực hiện các biện pháp đó. Nói một cách khác lập quy hoạch tổng hợp có nghĩa là đưa ra các giải pháp công trình cũng như phi công trình nhằm tận dụng mọi nguồn nước để làm lợi như cấp nước cho sinh hoạt, cho công nghiệp, cho tưới, chăn nuôi gia súc, nuôi trồng thủy sản, nước cho phát điện cho giao thông thủy cho cải tạo môi trường... các biện pháp thủy lợi đó cũng phải ngăn chặn và giảm đến mức tối đa những tác hại của nước gây ra như lũ lụt, úng ngập, xói mòn đất...

4. Tính toán cân bằng nước

Trên cơ sở quy hoạch tổng hợp tiến hành tính toán cân bằng nước giữa nguồn nước và yêu cầu nước của các đối tượng ở những tiểu vùng khác nhau trong khu vực nhằm giải quyết mâu thuẫn giữa cung và cầu, điều hoà giữa các đối tượng, giữa các vùng để đưa ra phương án phân phối nguồn nước hợp lý nhất. Tính toán cân bằng nước là nội dung tính toán cơ bản của quy hoạch và cũng hết sức phức tạp.

Để tính toán cân bằng nước trước tiên phải tính toán được khả năng các nguồn nước bao gồm các nguồn nước mặt và nước ngầm. Bằng các phương pháp tính toán thủy văn hoặc các tài liệu đo đạc trực tiếp phải ước lượng được tổng lượng dòng chảy mặt cũng như trữ lượng nước ngầm và khả năng cung cấp của chúng, đồng thời phải xác định quy luật phân bố của chúng theo thời gian. Khi tính toán nguồn nước cũng phải xét đến những tác động của con người làm thay đổi các quy luật của nguồn nước hiện tại cũng như trong tương lai. Tiếp đến phải xác định được yêu cầu về cấp, thoát nước của các đối tượng ở các tiểu vùng khác nhau trong khu vực và tiến hành tính toán cân bằng nước giải quyết mâu thuẫn về nhu cầu với khả năng, giữa nhu cầu nước của các đối tượng giữa các tiểu vùng, giữa hiện tại và tương lai. Tính toán cân bằng nước phải lấy nguyên tắc lợi dụng tổng hợp nhằm dung hoà các mâu thuẫn điều phối nguồn nước một cách hợp lý nhất.

5. Phân tích so sánh chọn phương án bố trí công trình đầu mối, hệ thống dẫn nước và các công trình trên hệ thống

Từ phương án điều phối và sử dụng nguồn nước chúng ta bố trí cụ thể vị trí, biện pháp công trình đầu mối, bố trí hệ thống kênh mương và hình thức, vị trí các công trình trên kênh. Trong quá trình đề xuất có thể có nhiều phương án phải phân tích để chọn ra một số phương án có tính khả thi cao, có nhiều ưu việt trong việc đáp ứng mục tiêu và yêu cầu đã được đặt ra cho dự án quy hoạch để tiến hành tính toán kinh tế và chọn phương án tốt nhất cho khu vực.

6. Ước tính kinh tế của dự án

Tính toán một cách khái quát khối lượng xây dựng và tổng vốn đầu tư cho dự án quy hoạch, những lợi ích mang lại từ dự án từ đó sơ bộ ước tính hiệu ích kinh tế mà dự án đem lại, tính toán các chỉ tiêu kinh tế của các phương án quy hoạch, so sánh tính kinh tế của phương án quy hoạch, chọn phương án quy hoạch thủy lợi tối ưu về kinh tế và kỹ thuật cho khu vực.

7. Đề xuất tiến trình thực hiện quy hoạch và chọn các công trình đợt đầu

Dựa trên hiện trạng phát triển kinh tế của khu vực và của đất nước, căn cứ vào khả năng cung ứng nguồn vốn và khối lượng xây dựng của dự án. Phân tích mức độ cấp thiết, tính hiệu quả và mối quan hệ tương hỗ giữa các hạng mục công trình chúng ta đề xuất thời gian thực hiện toàn bộ dự án và phân chia các giai đoạn thực hiện dự án, thống kê các hạng mục công trình và khối lượng cần thực hiện trong mỗi giai đoạn và chọn các hạng mục công trình xây dựng đợt đầu, từ đó lập tiến trình thực hiện dự án.

8. Đánh giá những tác động môi trường của dự án

Trong quá trình nghiên cứu đề xuất các phương án quy hoạch thủy lợi chúng ta phải chú ý những tác động đến môi trường của dự án để có cơ sở so sánh và chọn phương án quy hoạch cho khu vực.

Tuy nhiên, khi dự án được thực hiện, các yếu tố môi trường của khu vực sẽ thay đổi, đó là các tác động của dự án đến môi trường. Ví dụ khi khu vực quy hoạch được xây dựng các hồ chứa nước để tưới, bên cạnh những tác động tích cực đến môi trường như làm thay đổi quy luật phân phối dòng chảy mặt trong năm, làm tăng độ ẩm của khu vực tạo điều kiện thuận tiện cho thâm phủ phát triển như rừng và các loại cây trồng nông nghiệp... dự án cũng có những tác động tiêu cực đến môi trường như làm cạn kiệt dòng chảy của các sông suối ở hạ lưu, mực nước ngầm ở một số vùng thuộc hạ lưu sẽ bị hạ thấp... Vì vậy việc phân tích, đánh giá những tác động đến môi trường của dự án là hết sức cần thiết. Nội dung của việc đánh giá tác động môi trường của dự án bao gồm:

- Đánh giá được hiện trạng môi trường tự nhiên, môi trường sinh thái, môi trường kinh tế xã hội của khu vực trước khi có dự án.

- Phân tích đánh giá được những thay đổi các yếu tố môi trường trong khu vực sau khi có dự án bao gồm cả môi trường tự nhiên như đất, nước, không khí, môi trường sinh thái như động vật hoang dã, rừng, thảm phủ... và môi trường kinh tế xã hội như vấn đề di dân, thay đổi cơ cấu kinh tế, nghề nghiệp...

- Đánh giá được những tác động tích cực và tiêu cực của dự án đến môi trường trong quá trình xây dựng các công trình và sau khi hoàn thành dự án, hệ thống thủy lợi được đưa vào sử dụng. Đồng thời phân loại những tác động có khả năng hạn chế và những tác động bất khả kháng.

- Đề xuất phương án bố trí hệ thống quan sát, theo dõi những diễn biến của các yếu tố môi trường trong khu vực.

- Đề xuất các biện pháp nhằm phát huy những tác động tích cực và hạn chế những tác động tiêu cực của dự án đến môi trường tự nhiên và môi trường kinh tế xã hội ở khu vực.

11.2.3. Các nguyên tắc chung trong quy hoạch thủy lợi

Để đáp ứng yêu cầu sử dụng hiệu quả nguồn nước và hạn chế đến mức tối đa những tác hại do nước gây ra thông qua hàng loạt các biện pháp thủy lợi, khi lập quy hoạch thủy lợi cho một khu vực cần căn cứ vào điều kiện cụ thể để đề xuất các biện pháp kỹ thuật và phi kỹ thuật cho phù hợp. Tuy nhiên trong quá trình nghiên cứu đề xuất các giải pháp cần tuân thủ một số nguyên tắc chung sau đây:

1. Tổng hợp lợi dụng

Nhìn chung, khi sử dụng tài nguyên thiên nhiên để phục vụ cho phát triển kinh tế xã hội phải đảm bảo đạt hiệu quả cao nhất. Tài nguyên nước không chỉ có liên quan mà còn là nhu cầu thiết yếu của nhiều ngành kinh tế. Vì thế khi phát triển nguồn nước ở một khu vực phải thoả mãn được nhiều mục tiêu khác nhau, sử dụng nguồn nước cho nhiều mục đích. Nói một cách khác mỗi phương án quy hoạch, một biện pháp thủy lợi đưa ra phải thoả mãn nguyên tắc tổng hợp lợi dụng. Ví dụ biện pháp xây dựng hồ chứa vừa sinh lợi là cấp nước tưới, sinh hoạt, phát điện, vận tải thủy, nuôi cá vừa có tác dụng trừ hại như phòng lũ, điều tiết dòng chảy giữ đất giữ nước, bảo vệ và cải thiện môi trường ở khu vực. Tổng hợp lợi dụng là một nguyên tắc vô cùng quan trọng trong quy hoạch thủy lợi.

2. Phải kết hợp giữa điểm tuyến và diện, kết hợp giữa thượng, trung và hạ lưu

Quy hoạch thủy lợi cho một khu vực sẽ bao gồm nhiều tiểu vùng, nhiều nhánh sông, nhiều đoạn sông, nhiều điểm mấu chốt. Các biện pháp thủy lợi, các công trình ở mỗi vùng đều có liên quan và có ảnh hưởng qua lại ở những mức độ nhất định, vì thế khi chúng ta đưa ra một phương án thủy lợi cho một vùng phải kết hợp giữa điểm với tuyến, giữa điểm với diện, giữa thượng lưu với trung lưu và hạ lưu. Ví dụ đề xuất xây dựng một công trình trên sông để đưa nước tưới cho một vùng nào đó thì phải xét đến vấn đề ngập lụt ở thượng lưu thế nào, vấn đề dòng chảy của sông ở hạ lưu thay đổi và ảnh hưởng tới nguồn nước của hạ lưu ra sao, trên tuyến sông hạ lưu các công trình khác và giao thông thủy sẽ có những ảnh hưởng gì. Công trình sẽ tưới cho những vùng nào, tuyến kênh dẫn nước sẽ đi qua những đâu, kết hợp cấp nước sinh hoạt cho các cụm dân cư và giao thông thủy như thế nào...

3. Kết hợp giữa công trình lớn và công trình nhỏ

Do những đặc điểm về điều kiện tự nhiên như khả năng nguồn nước, điều kiện xây dựng công trình, vị trí những hồ dùng nước... để khai thác nguồn nước một cách hiệu quả và giảm bớt khối lượng công trình, khi đề xuất những phương án quy hoạch phải kết hợp chặt chẽ giữa công trình lớn mang tính chủ đạo và các công trình nhỏ có tính hỗ trợ, bổ sung... Ví dụ hồ chứa nước lớn làm nhiệm vụ tưới cho hầu hết diện tích yêu cầu tưới trong khu vực các hồ chứa nhỏ hoặc các đập dâng, các trạm bơm phụ trách tưới những diện tích nhỏ cục bộ có đặc điểm địa hình riêng nếu đưa nước từ công trình lớn về sẽ gặp nhiều khó khăn

4. Dùng nhiều biện pháp để phục vụ cho một mục tiêu hoặc một biện pháp để thoả mãn nhiều mục tiêu khác nhau

Để đưa ra được các giải pháp thủy lợi nhằm sử dụng nguồn nước và trị thủy một cách hữu hiệu, ngoài việc lợi dụng tổng hợp có nghĩa một biện pháp đưa ra đáp ứng được nhiều mục tiêu khác nhau, còn có trường hợp phải sử dụng nhiều biện pháp khác nhau để giải quyết yêu cầu của một đối tượng. Ví dụ biện pháp xây dựng hồ chứa thoả mãn được các mục đích cấp nước tưới, phát điện, chăn nuôi thủy sản, phòng lũ... nhưng để phòng lũ cho một vùng phải dùng nhiều biện pháp như đắp đê bao, xây dựng hồ chứa lớn nhỏ ở thượng lưu, trồng rừng đầu nguồn để tăng khả năng điều tiết của lưu vực và phải có các công trình phân lũ khi cần thiết.

5. Phải bảo đảm phát triển nguồn nước một cách bền vững

Quy hoạch thủy lợi là đề ra các ý đồ chiến lược trong việc khai thác nguồn nước nhằm phát triển kinh tế xã hội của một khu vực. Nguồn nước là một trong những nguồn tài nguyên thiên nhiên đang bị khai thác ngày càng nhiều. Khi kinh tế ngày càng phát triển và cùng với sự bùng nổ dân số thì yêu cầu khai thác nguồn nước càng lớn. Nguồn nước đặc biệt là nguồn nước sạch ngày càng cạn kiệt về mặt khối lượng và suy thoái về mặt chất lượng, do đó nếu không có một chiến lược khai thác và bảo vệ nguồn nước thật tốt thì vấn đề trên càng ngày càng trở nên trầm trọng sẽ có ảnh hưởng rất lớn đến các thế hệ mai sau. Vì thế các phương án, giải pháp đưa ra trong quy hoạch thủy lợi phải luôn luôn gắn liền hai vấn đề khai thác và bảo vệ nguồn nước, luôn luôn bảo đảm mục tiêu khai thác nguồn nước để phục vụ yêu cầu hiện tại không làm ảnh hưởng tới các thế hệ tương lai. Nói một cách khác quy hoạch thủy lợi phải tuân thủ nguyên tắc **phát triển nguồn nước một cách bền vững**, đây là nguyên tắc rất cơ bản và mang tính tổng quát.

11.3. TÍNH TOÁN CÂN BẰNG NƯỚC TRONG QUY HOẠCH THỦY LỢI

11.3.1. Nội dung tính toán cân bằng nước

Tính toán cân bằng nước trong quy hoạch thủy lợi là tính toán cân đối giữa khả năng nguồn nước và yêu cầu cấp, thoát nước của các ngành kinh tế, xã hội trong khu vực, từ đó đưa ra các giải pháp nhằm điều hoà, phân phối nguồn nước để thoả mãn cao nhất yêu cầu cấp thoát nước của các ngành. Trong quy hoạch thủy lợi, tính cân bằng nước được tiến hành với hai mức độ:

- Tính toán cân bằng cho toàn lưu vực là nghiên cứu quan hệ giữa khả năng và quy luật biến đổi của nguồn nước và yêu cầu cấp, thoát nước của các ngành trong toàn khu vực, phát hiện ra những mâu thuẫn của hai yếu tố này để quyết định các giải pháp, trình tự khai thác nguồn nước trong lưu vực và sự kết hợp với các lưu vực khác nếu cần thiết.

- Tính toán cân bằng nước ở từng vùng trong lưu vực là nghiên cứu tỉ mỉ mối quan hệ giữa khả năng, tính chất của nguồn nước và nhu cầu cấp, thoát nước của các ngành trong mỗi vùng để đề xuất những biện pháp khai thác hiệu quả nguồn nước ở trong vùng đó và có phương án điều phối, hỗ trợ giữa các vùng với nhau nhằm thoả mãn cao nhất nhu cầu cấp, thoát nước của các ngành kinh tế.

Muốn tính toán cân bằng nước chúng ta phải xác định được khả năng, tính chất các loại nguồn nước và yêu cầu cấp thoát nước trong khu vực:

- Nguồn nước:
 - + Nguồn nước mặt;
 - + Nguồn nước mưa;
 - + Nguồn nước ngầm;
 - + Nguồn nước nội bộ;
 - + Nguồn nước ngoại lai (ngoài lưu vực).

- Yêu cầu cấp, thoát nước:

Yêu cầu cấp nước

Các yêu cầu cấp nước trong quy hoạch tổng hợp cho một lưu vực hoặc một khu vực thường được chia ra hai loại:

+ Yêu cầu nước cho các **ngành sử dụng nước** là những ngành chỉ sử dụng nước mà không làm tiêu hao lượng nước và suy giảm chất lượng nước thí dụ như phát điện, thuỷ sản, giao thông thuỷ, cải tạo môi trường... Nước sau khi được các ngành này sử dụng có thể sử dụng lại.

+ Yêu cầu nước cho các **ngành tiêu hao nước** là những ngành sử dụng làm tiêu hao khối lượng nước và suy giảm chất lượng nước thí dụ như sinh hoạt, tưới cho nông nghiệp, cấp nước cho công nghiệp...

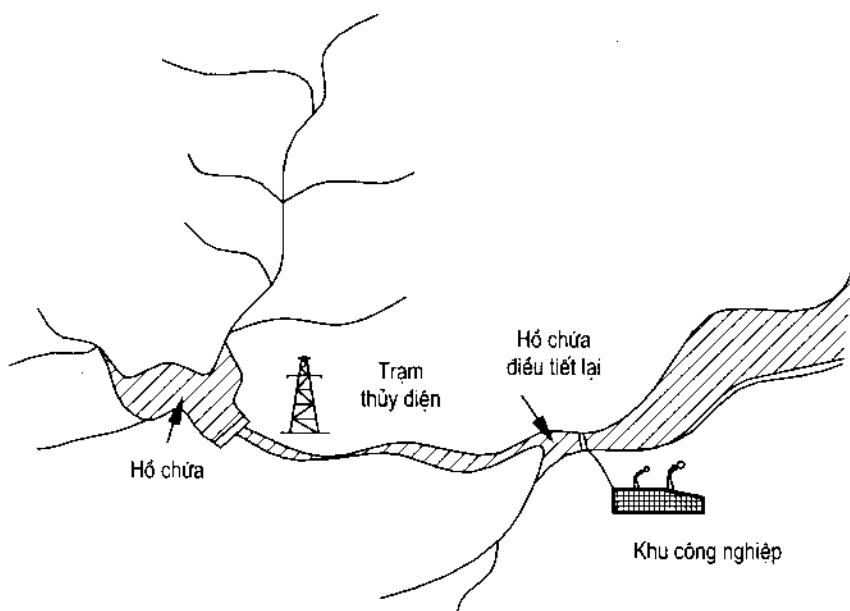
11.3.2. Các nguyên tắc chung trong tính toán cân bằng và phân phối nước

Tính toán cân bằng nước để từ đó đề xuất được các biện pháp sử dụng các nguồn nước một cách hiệu quả nhằm thoả mãn cao nhất nhu cầu nước của các ngành. Vì thế, trong quá trình tính toán cân bằng nước cần chú ý một số nguyên tắc chung sau đây:

1. Sử dụng nước nhiều lần

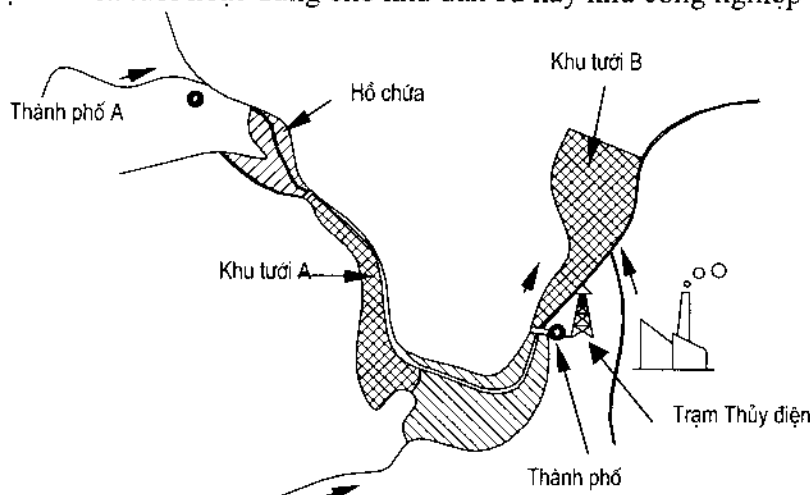
Nước sử dụng cho các ngành sử dụng nước trước sau mới dùng cho các ngành tiêu hao nước, như vậy nước có thể được sử dụng hai lần thậm chí nhiều lần, có thể đưa ra mấy ví dụ sau đây:

- Nước từ hồ chứa được dùng cho phát điện, tiếp là cho vận tải thuỷ, sau cung cấp cho tưới hoặc khu dân cư, khu công nghiệp (hình 11.5).



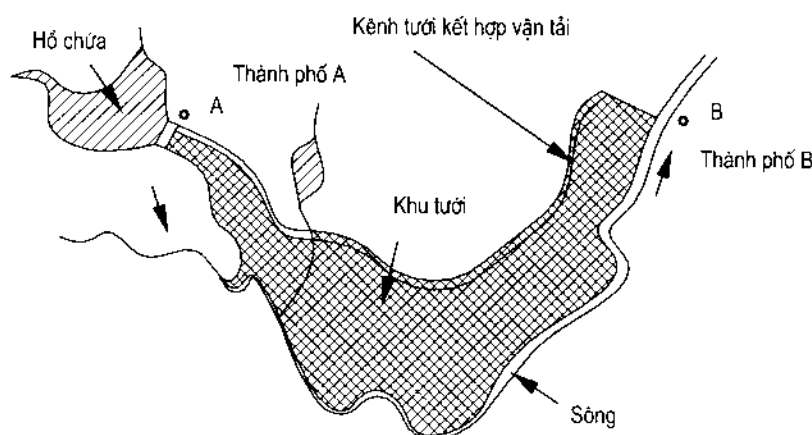
Hình 11.5

- Nước có thể dùng vận tải thủy và một phần để tưới cho những diện tích nhỏ dọc theo tuyến dẫn, tiếp đến là đưa vào nhà máy phát điện ở vị trí có chênh lệch đầu nước và cuối cùng được đưa ra tưới hoặc dùng cho khu dân cư hay khu công nghiệp (hình 11.6).



Hình 11.6

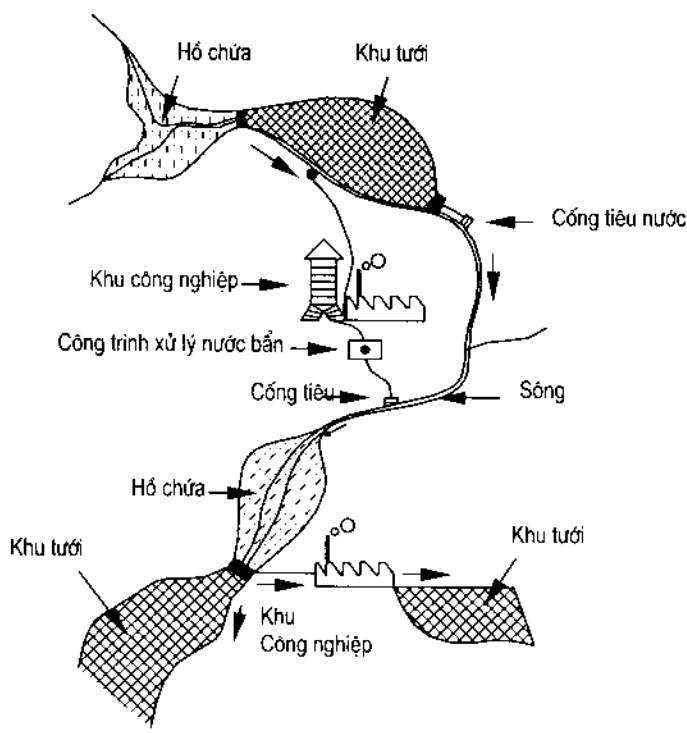
- Kết hợp kênh tưới với vận tải thủy cất qua hoặc men theo khu tưới cuối cùng đưa nước cấp cho thành phố B (hình 11.7).



Hình 11.7

2. Tận dụng lượng nước của những ngành tiêu hao nước

Lượng nước sử dụng cho một số ngành tiêu hao nước như tưới cho cây trồng đặc biệt là tưới ngập một phần lượng nước tưới sẽ ngấm xuống nước ngầm và lại theo dòng ngầm bổ sung vào dòng chảy cơ bản của các sông suối hoặc kênh tiêu, lượng nước này được gọi là nước hồi quy và có thể được tận dụng. Một số ngành sử dụng nước chỉ làm suy giảm chất lượng nước như sinh hoạt, công nghiệp, nếu chúng ta có biện pháp xử lý nước thải tốt thì có thể sử dụng lại lượng nước này cho tưới hoặc một số mục đích khác (hình 11.8).



Hình 11.8

3. Triệt để tận dụng nước trong khu vực nếu thiếu mới đưa từ nơi khác đến

Khi tính toán cân bằng nước cần tận dụng các nguồn nước có trong khu vực để thỏa mãn các yêu cầu về nước của các ngành nếu thiếu mới điều phối từ nơi khác tới vì có như vậy mới khai thác triệt để nguồn nước sẵn có trong khu vực lại giảm kinh phí đầu tư vào các biện pháp điều phối nước từ nơi khác tới. Trong trường hợp phải điều phối nước từ lưu vực bên ngoài tới thì nguồn nước tại địa phương phải được tính toán cân bằng trong thời kỳ cần nước căng thẳng nhất, nguồn nước chuyển từ lưu vực khác tới được sử dụng vào thời kỳ yêu cầu nước không căng thẳng như vậy sẽ giảm nhỏ được quy mô công trình chuyển nước và lượng tổn thất trong quá trình chuyển nước cũng được giảm nhỏ.

4. Trong việc phân phối nước giữa các vùng phải có sự ưu tiên

Những ngành dùng nước có hiệu quả kinh tế cao, hoặc quan trọng như nước cho dân sinh, cho định canh định cư, cho nông nghiệp cần có sự ưu tiên trong phân phối nước về khối lượng cũng như thời gian. Ngoài ra cần chú ý ưu tiên những vùng khó khăn nguồn nước, những vùng mà điều kiện để phát triển kinh tế và đời sống nhân dân còn gặp nhiều khó khăn.

11.4. SỬ DỤNG PHẦN MỀM ARCVIEW - GIS TRONG QUY HOẠCH THỦY LỢI

Trên cơ sở sự phát triển của công nghệ thông tin, công tác quy hoạch thủy lợi nói riêng và quy hoạch, quản lý tổng hợp nguồn nước nói chung đã có nhiều thuận lợi. Trong quy

hoạch Thủy lợi cần rất nhiều các thông tin để phân tích, tính toán so sánh nhằm tìm ra những giải pháp tối ưu cho khu vực. Để phục vụ tốt công tác đó, chúng ta cần có các công cụ hỗ trợ như:

- Các hệ thống thu thập, cung cấp và lưu trữ thông tin: Các thông tin địa lý và thông tin thuộc tính.
- Các công cụ phân tích: Phân tích số liệu, lập báo cáo, lập các bản đồ chuyên đề.
- Các công cụ tính toán như: Các mô hình tính toán dòng chảy, mưa và các yếu tố khí tượng thủy văn khác, tính toán các yêu cầu nước... đồng thời có sự kết nối với nhau để tính toán cân bằng nước, dự báo khả năng cấp thoát nước, lượng nước thừa thiếu, dự báo lũ lụt, hạn úng, sự suy thoái của các nguồn tài nguyên...

11.4.1. Khái niệm về hệ thống thông tin địa lý (GIS)

Thông tin địa lý bao gồm dữ liệu về bề mặt trái đất và các diễn giải dữ liệu để con người dễ hiểu. Nhìn chung thì thông tin địa lý được thu thập từ bản đồ hay được thu thập thông qua đo đạc trực tiếp, viễn thám, điều tra, phân tích hay mô phỏng. Thông tin địa lý bao hàm hai loại dữ liệu: Không gian (spatial data) và phi không gian (non - spatial data).

Hiện nay có rất nhiều định nghĩa về GIS (Geology Information System), nhưng chúng đều có điểm giống nhau như: Bao hàm khái niệm dữ liệu không gian. Về khía cạnh của bản đồ học thì GIS là kết hợp của lập bản đồ có sự trợ giúp máy tính và công nghệ lập cơ sở dữ liệu (CSDL). So với bản đồ thì GIS có lợi thế là lưu trữ dữ liệu và biểu diễn chúng là hai công việc tách biệt nhau. Do vậy, GIS có khả năng quan sát từ các góc độ khác nhau trên cùng tập dữ liệu. Sau đây là một vài định nghĩa GIS hay được sử dụng:

- Định nghĩa của dự án The Geographer's Craft - Khoa Địa lý - Trường Đại học Texas

GIS là CSDL số chuyên dụng trong đó hệ trục tọa độ không gian là phương tiện tham chiếu chính. GIS bao gồm các công cụ để thực hiện các công việc sau đây:

- Nhập dữ liệu từ bản đồ giấy, ảnh vệ tinh, ảnh máy bay, số liệu điều tra và các nguồn khác.
- Lưu trữ dữ liệu, khai thác, truy vấn CSDL.
- Biến đổi dữ liệu, phân tích, mô hình hoá, bao gồm cả dữ liệu thống kê và dữ liệu không gian.
- Lập báo cáo, bao gồm bản đồ chuyên đề, các bảng biểu, biểu đồ và kế hoạch.

- Định nghĩa của Viện nghiên cứu hệ thống môi trường của Mỹ (Environmental Systems Research Institute - ESRI).

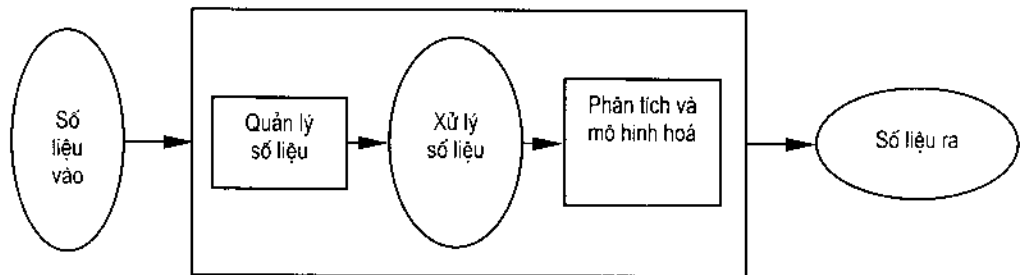
GIS là công cụ trên cơ sở máy tính để lập bản đồ và phân tích những cái đang tồn tại và các sự kiện xảy ra trên trái đất. Công nghệ GIS tích hợp thao tác CSDL như truy vấn và phân tích thống kê với lợi thế là quan sát và phân tích thống kê bản đồ.

Các khả năng này sẽ phân biệt GIS với các hệ thông tin khác. Có rất nhiều chương trình máy tính sử dụng dữ liệu không gian như AutoCAD và các chương trình thống kê, nhưng chúng không phải là GIS vì chúng không có khả năng thực hiện các thao tác không gian.

Ý nghĩa chủ yếu của tin học hoá thông tin địa lý là khả năng tích hợp các kiểu và nguồn dữ liệu khác biệt. Mục tiêu của GIS là cung cấp cấu trúc một cách hệ thống để quản lý các thông tin địa lý khác nhau và phức tạp, đồng thời cung cấp các công cụ, các thao tác hiển thị, truy vấn, mô phỏng... GIS cung cấp một cách thức suy nghĩ mới về không gian. Phân tích không gian không chỉ là truy cập mà còn cho phép khai thác các quan hệ và tiến trình biến đổi của chúng.

11.4.2. Phần mềm ArcView

Phần mềm ArcView là sản phẩm của Viện nghiên cứu hệ thống môi trường của Mỹ. Đây là một phần mềm áp dụng công nghệ hệ thống thông tin địa lý GIS, cho phép làm việc với dữ liệu không gian và thuộc tính, hiển thị dữ liệu dưới dạng bản đồ, bảng biểu và đồ thị. ArcView cũng cung cấp các công cụ truy vấn và phân tích dữ liệu, cho phép trình bày các kết quả cuối cùng dưới dạng bản đồ có chất lượng cao.



Hình 11.9: Sơ đồ khối của phần mềm ArcView

11.4.3. Các bước sử dụng công cụ ArcView - GIS trong quy hoạch thủy lợi

- Thu thập dữ liệu:

Các dữ liệu đã thu thập phục vụ cho việc nghiên cứu bao gồm: Bản đồ cao độ số, ảnh vệ tinh, các bản đồ giấy... ArcView cung cấp một môđun cho phép nhập dữ liệu từ các nguồn trên.

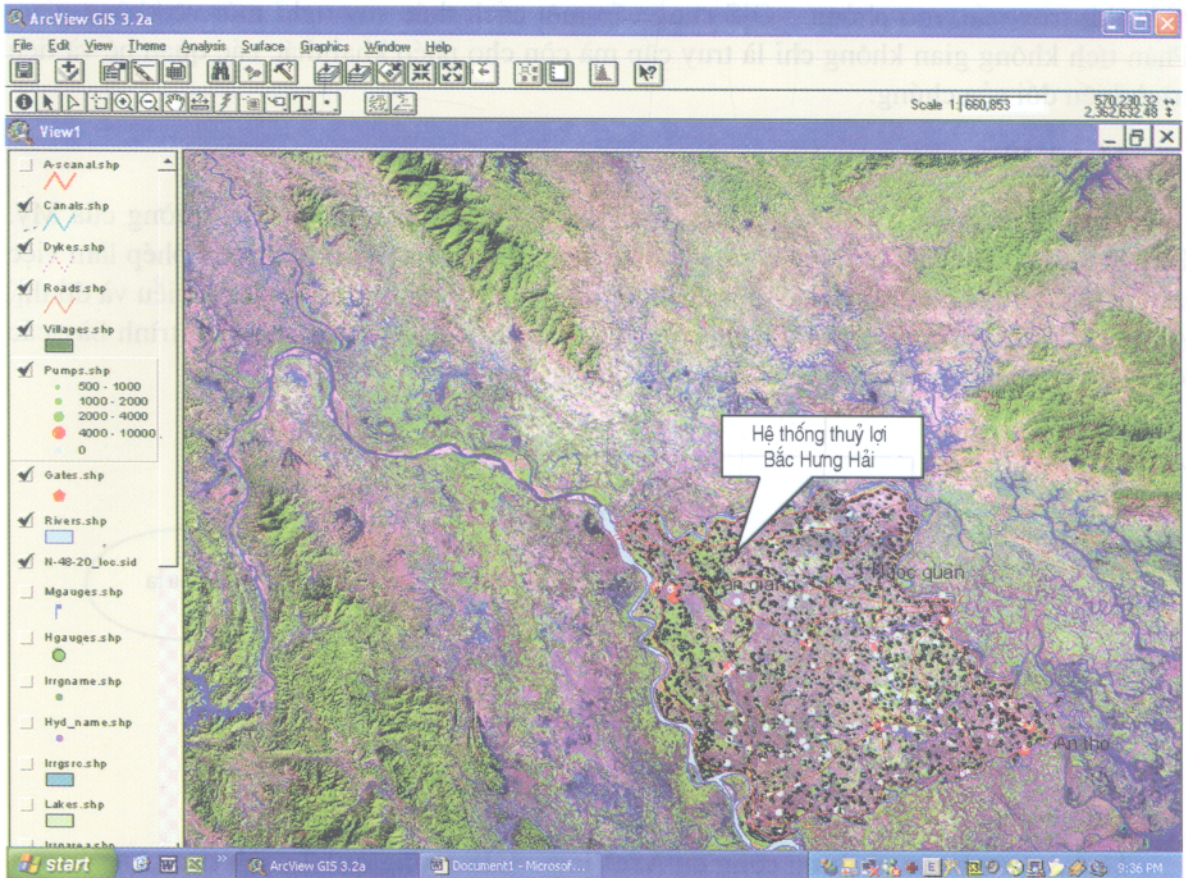
- Lưu trữ và quản lý dữ liệu:

Lưu trữ và quản lý dữ liệu một cách khoa học sẽ giúp việc truy cứu cũng như cập nhật dữ liệu nhanh chóng thuận tiện. Trong ArcView dữ liệu được lưu trữ theo chủ đề, liên kết giữa đối tượng không gian và các thuộc tính (tức là liên kết giữa bản đồ số và số liệu thay đổi theo thời gian). Vì vậy dữ liệu lưu trữ đều mang đầy đủ tính không gian và thời gian.

- Xử lý dữ liệu:

Dữ liệu thu thập được tồn tại dưới rất nhiều định dạng và các phép chiếu khác nhau. Để có thể hiệu chỉnh và sử dụng các loại dữ liệu trên cho việc phân tích, tính toán hay tham khảo nghiên cứu thì cần phải đưa về cùng một hệ tọa độ (cùng một phép chiếu), hoặc đưa về định dạng chuẩn của ArcView (Shaphefile) cho phép cung cấp một môđun nhằm: Biến

đổi toạ độ từ dữ liệu gốc sang đơn vị đo thực của phép chiếu bản đồ. Tùy theo mục đích sử dụng mà có thể chọn phép chiếu cho phù hợp như: Các phép chiếu bảo tồn hình dạng, các phép chiếu bảo tồn diện tích, các phép chiếu bảo tồn hướng...



Hình 11.10

- Tìm kiếm và phân tích không gian:

Các phép phân tích không gian tương đối đơn giản là tìm đối tượng bản đồ hay một phần của chúng nằm trong một vùng cho trước. Vùng có thể là hình chữ nhật, hình tròn, hay hình đa giác... Tìm kiếm nội dung không gian còn được thực hiện trên vùng tạo ra từ các đối tượng không gian sẵn có như vùng xác định bởi các đường biên hành chính xã, huyện, tỉnh, vùng công nghiệp...

- Đồ họa và tương tác:

Các kết quả về phân tích dữ liệu, truy vấn được hiển thị hiệu quả là nhờ sử dụng bản đồ, biểu đồ.

Bằng cách thay đổi độ đậm nhạt hay thay đổi sắc thái màu, điền các mẫu tô khác nhau giúp cho việc nhìn nhận và đánh giá một vấn đề được trực quan hơn.

- Kết nối:

+ Kết nối từ Microsoft Access và Microsoft Excel sang ArcView: Các thông tin thuộc tính có thể cập nhật và chỉnh sửa trong môi trường Access và Excel, sau đó sử dụng ngôn ngữ SQL (Structured Query Language) để tìm kiếm và rút trích dữ liệu.

+ Kết nối từ ArcView sang mô hình toán: Mô hình toán là công cụ hỗ trợ rất hiệu quả cho công tác quy hoạch lưu vực sông. Như các mô hình tính toán mưa, dòng chảy, mô hình tính toán cân bằng nước... như mô hình NAM, MIKE BASIN, MIKE 11, MIKE 22, GIS...

11.4.4. Ngân hàng dữ liệu

Đối với các mô hình thì số liệu đầu vào đóng vai trò rất quan trọng, đặc biệt là số liệu thủy văn với những liệt tài liệu dài thì việc đưa số liệu vào mô hình thường tốn nhiều công sức.

Để giảm công sức cũng như tạo sự linh hoạt khi kết nối Access, Excel ↔ ArcView ↔ Mô hình toán ↔ Access, Excel cần xây dựng một ngân hàng dữ liệu với các chức năng:

- Kết nối ArcView để hiển thị các thông tin mang tính địa lý như bản đồ lưu vực sông, bản đồ hành chính, sông suối, giao thông, mạng lưới các trạm đo... Các thông tin địa lý cho phép chồng ghép nhiều lớp thông tin và có thể phóng to hay thu nhỏ giúp cho người sử dụng lấy được thông tin một cách dễ dàng.

- Giao diện cũng như các chức năng của ngân hàng dữ liệu có thể được viết dưới dạng Website và có thể kết nối với mạng Internet cho các đối tượng liên quan có thể truy cập sử dụng.

Công cụ ArcView GIS cung cấp các công nghệ cần thiết phục vụ đắc lực cho thu thập, lưu trữ, phân tích, tính toán và kết nối với các chương trình tính toán khác đồng thời có thể hiển thị các kết quả dưới dạng thông tin địa lý, bên cạnh đó còn có khả năng hệ thống các thông tin kinh tế - xã hội, vì thế công cụ ArcView GIS hỗ trợ rất hiệu quả cho việc quy hoạch thủy lợi.

Trong quá trình quy hoạch, ngoài việc sử dụng các công cụ, thiết bị tiên tiến như hệ thống thông tin địa lý (GIS), các phần mềm hỗ trợ, chúng ta vẫn phải sử dụng các phương pháp thực hiện đang được sử dụng thông dụng hiện nay như phương pháp đáp ứng yêu cầu (PRA), phương pháp tiếp cận khung logic (LFA) để nâng cao tính thực tế và tính hiệu quả của các phương án quy hoạch thủy lợi được đề xuất.

11.5. MỘT SỐ VẤN ĐỀ THƯỜNG GẶP TRONG QUY HOẠCH THỦY LỢI

11.5.1. Những mâu thuẫn xảy ra trong tính toán quy hoạch

Quy hoạch thủy lợi thường là quy hoạch tổng hợp sử dụng nguồn nước nhằm đáp ứng những yêu cầu về nước cho nhiều ngành kinh tế khác nhau. Những yêu cầu này rất khác nhau về tổng lượng nước, về thời gian yêu cầu, về cấp hoặc thoát nước, về sinh lợi hoặc trừ hại, về mức độ bảo đảm... Tất cả các yêu cầu này thường xảy ra mâu thuẫn cần phải được giải quyết hoặc dung hoà với nhau để chọn ra một giải pháp hợp lý nhất. Trong quá trình nghiên cứu quy hoạch thủy lợi thường gặp các mâu thuẫn cơ bản sau:

1. Mâu thuẫn do lượng nước sử dụng khác nhau theo thời gian

Yêu cầu về lượng nước sử dụng theo thời gian giữa các ngành kinh tế không giống nhau, tuy nhiên nguồn nước phải được lợi dụng tổng hợp do đó thường xảy ra mâu thuẫn về

yêu cầu nước giữa các ngành kinh tế. Những mâu thuẫn này thường chia thành hai loại là mâu thuẫn giữa yêu cầu sinh lợi và yêu cầu trừ hại và mâu thuẫn giữa yêu cầu sinh lợi với nhau. Ví dụ trên một đoạn sông để bảo đảm tiêu úng một cách thuận lợi cho diện tích ở hai phía bờ sông thì mực nước sông phải luôn thấp, nhưng để thoả mãn yêu cầu lấy nước tưới thì mực nước sông lại phải tương đối cao, hoặc đối với một biện pháp công trình, ví dụ như hồ chứa làm nhiệm vụ phòng lũ và tưới để bảo đảm khả năng phòng lũ cho hạ lưu mực nước hồ luôn phải thấp hay nói một cách khác là phải tích nước muộn, nhưng để bảo đảm an toàn cho tưới mực nước hồ luôn luôn phải đầy có nghĩa phải tích nước sớm. Đó chính là những mâu thuẫn giữa yêu cầu trừ hại và yêu cầu sinh lợi. Trong trường hợp các biện pháp lợi dụng tổng hợp nguồn cho những yêu cầu sinh lợi cũng thường xảy ra mâu thuẫn giữa các ngành. Ví dụ như khi sử dụng cho vận tải thủy thì đoạn kênh dẫn nước luôn phải có mực nước cao và ổn định, nhưng để đáp ứng yêu cầu tưới thì mực nước kênh phải thay đổi theo yêu cầu dẫn lưu lượng tưới.

Trong quá trình quy hoạch thủy lợi chúng ta phải giải quyết các mâu thuẫn này, dung hoà các yêu cầu về nước giữa các ngành kinh tế, tìm ra các giải pháp hợp lý nhất để khai thác những lợi ích do nguồn nước đem lại và hạn chế tối đa những tác hại do nước gây ra.

2. Mâu thuẫn về mức bảo đảm

Yêu cầu về nước của các ngành thường khác nhau về mức bảo đảm tùy theo tầm quan trọng và ý nghĩa kinh tế của mỗi ngành, điều đó làm cho các giải pháp trong quy hoạch tổng hợp lợi dụng nguồn nước càng trở nên phức tạp. Có những ngành yêu cầu bảo đảm gần như tuyệt đối về cấp nước hoặc phòng trừ những rủi ro do nước gây ra như cấp nước cho sinh hoạt hoặc phòng lũ cho các thành phố, khu dân cư đông đúc như Hà Nội, Việt Trì, Nam Định... chịu ảnh hưởng của lũ hệ thống sông Hồng. Bên cạnh đó, có những ngành ít quan trọng hơn như tưới và chống úng cho các diện tích nông nghiệp, chăn nuôi thủy sản... yêu cầu về mức bảo đảm sẽ thấp hơn. Những giải pháp trong quy hoạch tổng hợp lợi dụng nguồn nước thường phải giải quyết các mâu thuẫn do sự khác nhau về mức bảo đảm đó, làm thế nào dung hoà các mâu thuẫn này để chọn ra mức bảo đảm chung thoả mãn tốt nhất yêu cầu các ngành.

Mức bảo đảm yêu cầu cấp, thoát nước thường có quan hệ trực tiếp đến việc chọn tần suất thiết kế cho các giải pháp kỹ thuật. Thí dụ như các công trình cấp nước sinh hoạt yêu cầu mức bảo đảm cao, tần suất thiết kế phải lớn $P_{TK} = 95\% \div 99\%$, tần suất thiết kế cho các công trình cấp nước tưới sẽ nhỏ hơn $P_{TK} = 75\% \div 80\%$. Ngược lại, đối với các công trình phòng chống lũ lụt, úng ngập, muốn có mức bảo đảm càng cao thì tần suất thiết kế càng phải nhỏ. Thí dụ tần suất phòng lũ cho các công trình hoặc phòng lũ cho các thành phố tùy theo quy mô công trình và mức độ quan trọng có thể dao động từ $P_{TK} = 0,01\%$ đến $P_{TK} = 1\% \div 2\%$, nếu ít quan trọng có thể lấy $P_{TK} = 5\%$. Công trình chống úng cho các diện tích nông nghiệp có thể lấy $P_{TK} = 10\%$. Xác định tần suất thiết kế cho một giải pháp kỹ thuật hoặc công trình phục vụ cho một đối tượng nào đó chúng ta có thể dựa vào quy phạm, nhưng để xác định mức bảo đảm hoặc tần suất thiết kế cho một công trình phục vụ

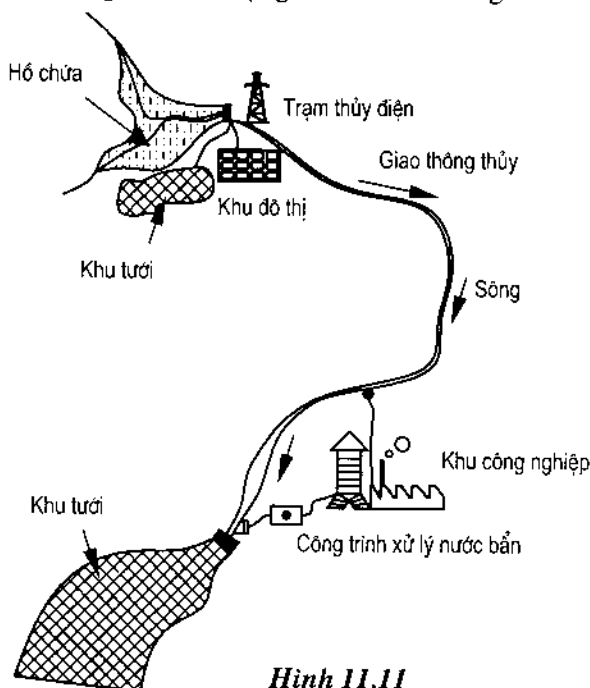
nhiều đối tượng khác nhau sẽ hết sức phức tạp, phải phân tích kỹ càng trên cơ sở định ra được các đối tượng chủ yếu, đối tượng thứ yếu, đối tượng phụ thuộc để quyết định tần suất thiết kế cho phù hợp.

11.5.2. Xác định yêu cầu nước của công trình lợi dụng tổng hợp

Đối với công trình lợi dụng tổng hợp phục vụ cho nhiều ngành khác nhau, để tính toán cân bằng nước nhằm xác định quy mô kích thước công trình một cách hợp lý thì việc xác định yêu cầu nước tổng hợp của các ngành là vô cùng quan trọng. Như phần trên đã đề cập, yêu cầu của các ngành được phân thành hai loại: Yêu cầu nước của ngành sử dụng nước và yêu cầu nước của ngành tiêu hao nước. Ngành sử dụng nước không tiêu hao về khối lượng và không làm suy giảm chất lượng nước, vì thế nước có thể được sử dụng nhiều lần. Nếu có cách bố trí thứ tự trước sau của các ngành dùng nước hợp lý chúng ta sẽ có một đường quá trình yêu cầu nước đối với nguồn nước là nhỏ nhất và như vậy hiệu quả sử dụng nguồn nước sẽ lớn nhất. Để xác định yêu cầu nước tổng hợp của các ngành dùng nước đối với nguồn nước thường được tiến hành qua các bước sau:

- Vẽ sơ đồ bố trí các ngành dùng nước trong hệ thống trên cơ sở bố trí những ngành sử dụng nước dùng trước những ngành tiêu hao nước dùng sau:
- Xác định đường quá trình yêu cầu dùng nước của mỗi ngành dùng nước.
- Xác định đường quá trình dùng nước tổng hợp của các ngành đối với nguồn nước trên nguyên tắc nước được sử dụng nhiều lần.

Để minh họa xác định đường quá trình yêu cầu dùng nước tổng hợp, chúng ta xét một hệ thống hồ chứa phục vụ cho nhiều ngành dùng nước bao gồm: Tưới cho nông nghiệp, cấp nước cho sinh hoạt, cấp nước cho công nghiệp, cấp nước cho thủy điện, cấp nước cho giao thông thủy. Vị trí và phương thức sử dụng nước của các ngành như sơ đồ (hình 11.11).



Hình 11.11

Dựa vào yêu cầu dùng nước của các ngành xác định được các đường quá trình lưu lượng yêu cầu của các ngành (hình 11.12) bao gồm:

11.12a: Đường quá trình yêu cầu nước để tưới lấy trực tiếp từ hồ chứa;

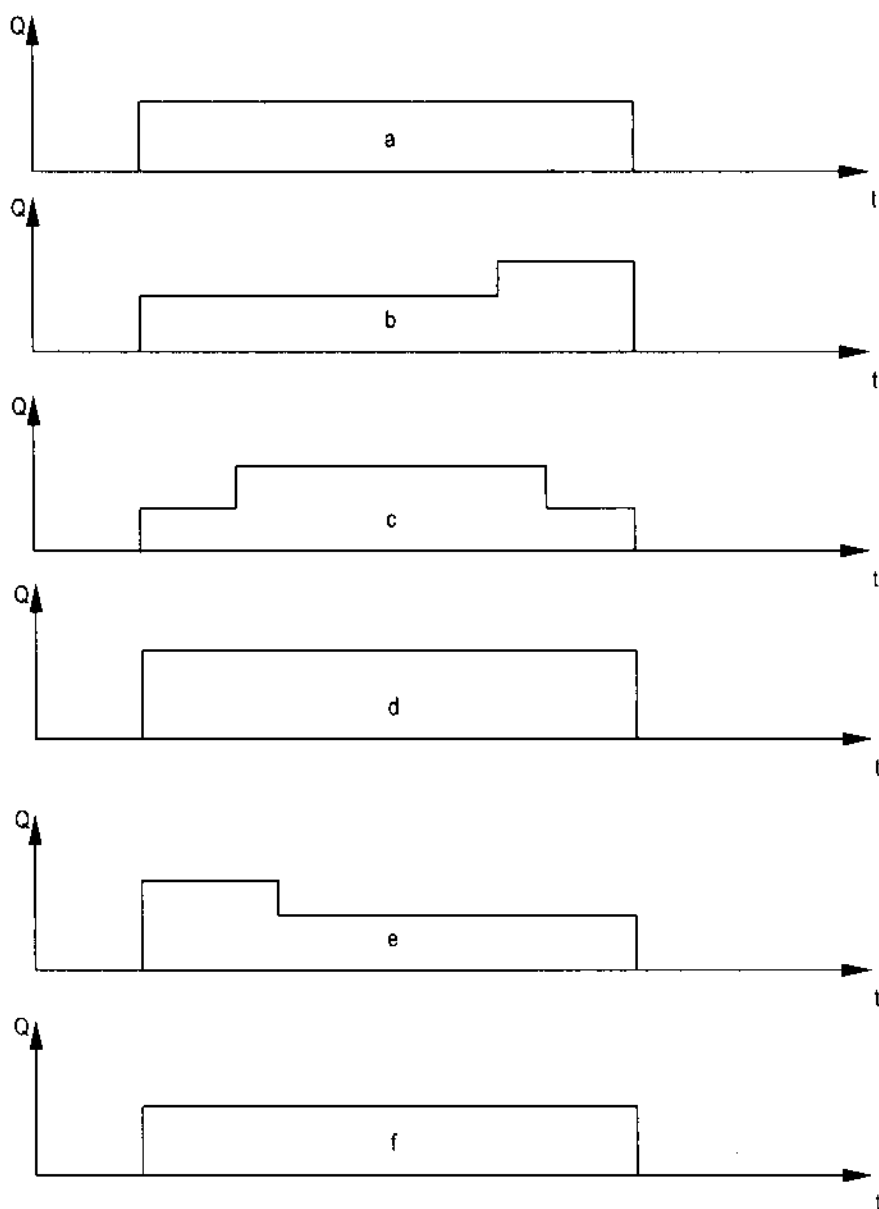
11.12b: Đường quá trình yêu cầu nước cấp cho sinh hoạt lấy trực tiếp từ hồ chứa;

11.12c: Đường quá trình yêu cầu nước cấp cho phát điện lấy từ hạ lưu đập;

11.12d: Đường quá trình yêu cầu nước cho giao thông thủy ở đoạn sông hạ lưu;

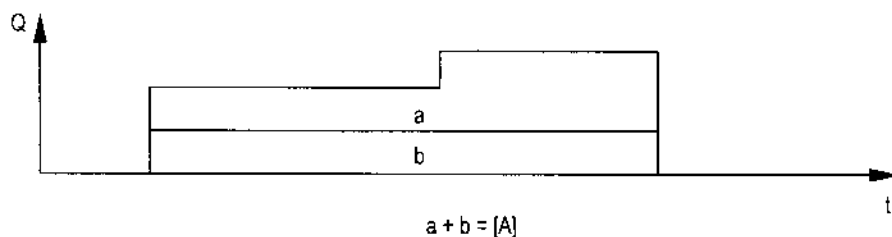
11.12e: Đường quá trình yêu cầu nước để tưới lấy từ cuối đoạn sông có kết hợp giao thông thủy;

11.12f: Đường quá trình yêu cầu nước cấp cho khu công nghiệp đặt ở cuối đoạn sông kết hợp giao thông thủy.



Hình 11.12

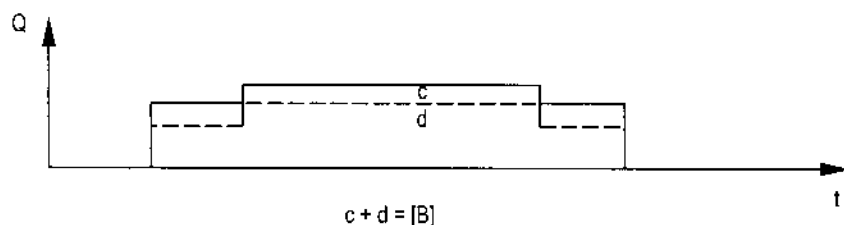
Trước hết hai ngành yêu cầu lấy nước trực tiếp từ hồ chứa là ngành tiêu hao nước vì vậy đường quá trình yêu cầu nước tổng hợp sẽ là tổng cộng của hai đường quá trình yêu cầu nước chúng ta có: $(a) + (b) = [A]$ (hình 11.13).



Hình 11.13

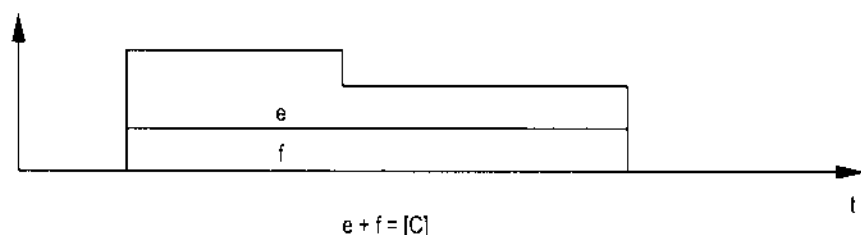
Phía hạ lưu đập có hai ngành sử dụng nước dùng trước sau đó nước được sử dụng lại cho hai ngành tiêu hao nước ở hạ lưu.

Để xác định đường quá trình yêu cầu nước cho hai ngành sử dụng nước ở hạ lưu là ngành thủy điện và giao thông thủy chúng ta đem đặt chồng hai đường quá trình (c) và (d), ta có đường quá trình [B] là đường bao ngoài sẽ là đường quá trình yêu cầu nước tổng hợp của hai ngành thủy điện và giao thông thủy ở hạ lưu (hình 11.14).



Hình 11.14

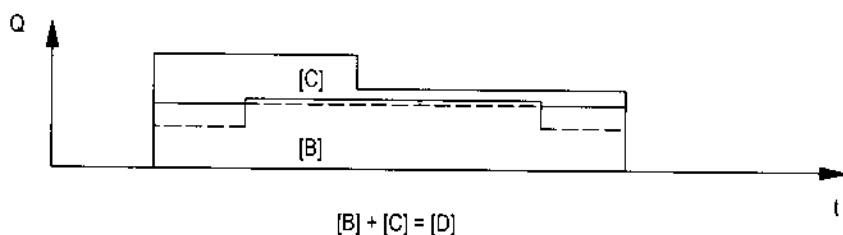
Đối với hai ngành tiêu hao nước ở hạ lưu là ngành tưới và cấp nước cho công nghiệp chúng ta cộng tung độ hai đường quá trình yêu cầu nước của hai ngành này được đường quá trình [C] là đường quá trình yêu cầu nước cho công nghiệp và cho tưới ở hạ lưu (hình 11.15).



Hình 11.15

Do các ngành tiêu hao nước ở hạ lưu có thể sử dụng lại nước của các ngành sử dụng nước là vận tải thủy và phát điện, để xác định đường quá trình yêu cầu nước tổng hợp của

các ngành dùng nước ở hạ lưu chúng ta đặt trùng biểu đồ [C] lên biểu đồ [B], đường bao ngoài là biểu đồ [D] là đường quá trình yêu cầu nước tổng hợp của các ngành ở hạ lưu (hình 11.16).



Hình 11.16

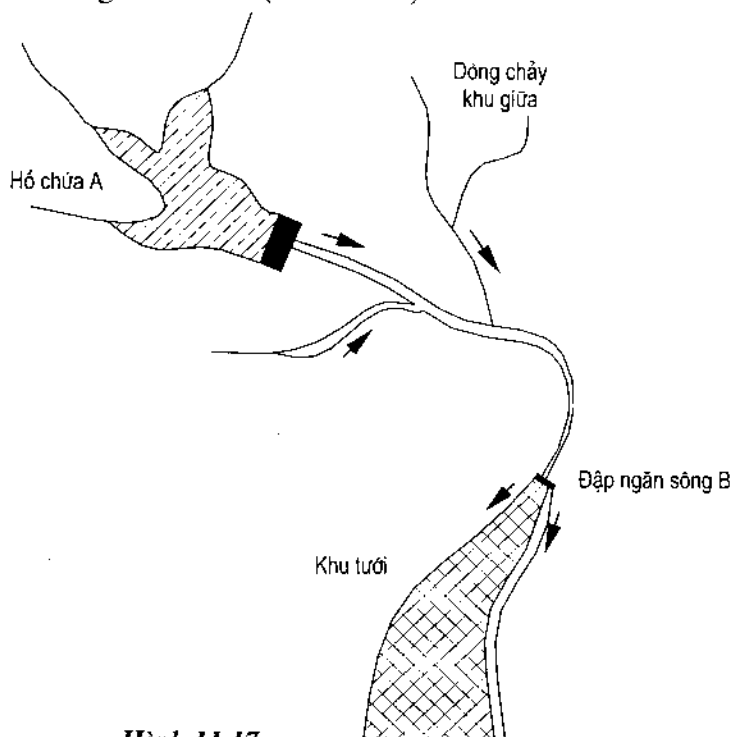
Cuối cùng cộng tung độ của biểu đồ [D] và biểu đồ [A] ta sẽ tìm được đường quá trình yêu cầu nước tổng hợp các ngành đối với hồ chứa.

11.5.3. Tính toán thủy lợi đối với công trình bậc thang hai cấp trên sông

Khi quy hoạch phát triển nguồn nước ở một lưu vực sông, thường xây dựng rất nhiều công trình đầu mối dọc theo dòng sông, nhiều trường hợp các công trình đầu mối đó phối hợp cùng phục vụ những đối tượng chung và chúng có liên quan với nhau. Dưới đây trình bày một số trường hợp thường gặp và cách tính toán tổng quát trong quá trình quy hoạch.

1. Trường hợp thượng lưu là hồ chứa, hạ lưu là đập dâng nước

Hồ chứa làm nhiệm vụ trữ nước để tổng hợp lợi dụng, điều tiết dòng chảy tăng khả năng cấp nước của nguồn nước, đập dâng nước nhằm dâng cao mực nước đảm bảo yêu cầu cho tưới hoặc cho các ngành dùng nước khác (hình 11.17).



Hình 11.17

Với trường hợp này, căn cứ vào yêu cầu dùng nước tổng hợp xác định yêu cầu nước tại điểm B. Tìm đường quá trình lượng nước đến tại khu giữa A - B.

- Phối hợp giữa đường quá trình nước đến tại khu giữa A - B với đường quá trình yêu cầu nước tổng hợp tại B để xác định ra yêu cầu nước đối với hồ A (thiếu nước tại B hồ A phải cung cấp).

- Xác định đường quá trình yêu cầu nước của các ngành mà hồ A phải cung cấp trực tiếp không thông qua đập B. Tổng hợp hai đường quá trình yêu cầu nước từ hồ A tại B và đường quá trình yêu cầu nước trực tiếp tại hồ A ta được đường quá trình yêu cầu nước tổng cộng. Phối hợp đường này với đường nước đến tại A để xác định ra dung tích hiệu quả của hồ A.

2. Trường hợp thượng lưu và hạ lưu đều là hồ chứa

Khi trên một đoạn sông xây dựng hai hồ chứa cùng phối hợp để đáp ứng yêu cầu cho một nhóm đối tượng nào đấy, hồ thượng lưu có nhiệm vụ điều tiết dòng chảy của lưu vực và đưa về hồ hạ lưu làm tăng hiệu quả phục vụ của toàn hệ thống (hình 11.18).

Nhiệm vụ của hai hồ chứa thượng lưu và hạ lưu sơ bộ có thể phân làm hai loại:

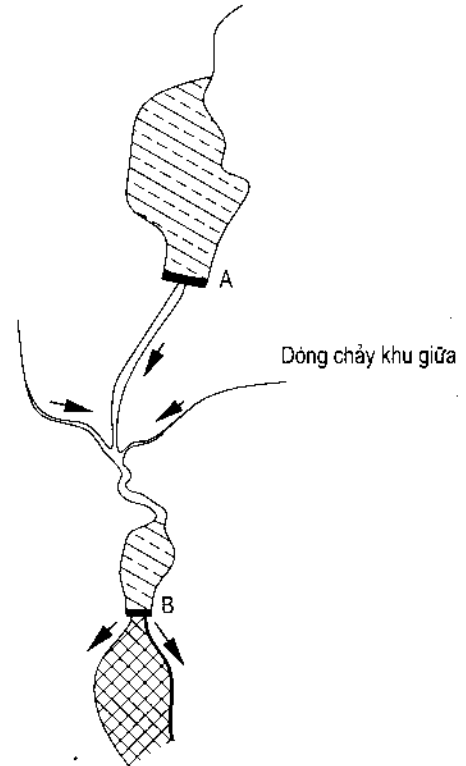
a) Loại thứ nhất

Hồ chứa hạ lưu trực tiếp phụ trách thoả mãn yêu cầu dùng nước của các ngành, nhưng do dung tích nhỏ không đủ đáp ứng nhu cầu nước phải xây dựng thêm hồ chứa thượng lưu để điều tiết bổ sung cho hồ hạ lưu, hồ thượng lưu không có hồ dùng nước độc lập.

Nguyên lý tính toán chung là: Xác định đường quá trình yêu cầu nước tổng hợp ở hạ lưu, sau đó từ khả năng và điều kiện xây dựng của hồ chứa hạ lưu giả thiết các dung tích của hồ hạ lưu ta sẽ tìm được dung tích hồ thượng lưu tương ứng, phương án tốt nhất là tổng kinh phí đầu tư vào hai hồ là nhỏ nhất.

Nội dung tính toán có thể thông qua các bước sau:

- Căn cứ vào đường yêu cầu nước tổng hợp và dung tích của hồ hạ lưu (đã được giả thiết) tìm ngược lại quá trình lượng nước đến cần có để thoả mãn yêu cầu nước tổng hợp ở hạ lưu. Đường quá trình nước đến cần có này bao gồm hai thành phần: Đường quá trình nước đến khu giữa và lượng nước do hồ thượng lưu cần tháo xuống, quá trình cần tháo xuống này chính bằng đường quá trình nước đến cần có trừ đi quá trình nước đến khu giữa.



Hình 11.18

- Lấy đường quá trình cần tháo xuống từ hồ thượng lưu phối hợp với nước đến của lưu vực hồ thượng lưu tìm ra dung tích của hồ thượng lưu.

- Giả thiết nhiều dung tích hồ chứa hạ lưu để tìm nhiều dung tích hồ thượng lưu tương ứng. Phương án có tổng dung tích hai hồ nhỏ nhất thường là phương tốt, tuy nhiên để có phương án quy hoạch tối ưu còn phải xét đến điều kiện xây dựng của các hồ chứa vì thế phải xét đến điều kiện kinh phí đầu tư xây dựng là nhỏ nhất.

b) Loại thứ hai

Hai hồ chứa thượng lưu và hạ lưu đều có ngành dùng nước độc lập, với trường hợp này ngoài việc hai hồ phải thỏa mãn yêu cầu dùng nước của các ngành, chúng còn phải có sự phối hợp với nhau thật tốt để có thể tận dụng triệt để nguồn nước và phát huy khả năng tối đa dung tích của mỗi hồ.

Với giả thiết tần suất bảo đảm của các ngành dùng nước giống nhau, sự phân bố dòng chảy trên diện tích lưu vực của hai hồ hoàn toàn như nhau. Chúng ta sử dụng một số khái niệm mới sau đây:

Gọi β là dung tích tương đối của hồ chứa:

$$\beta = \frac{\text{Dung tích hữu ích của hồ chứa}}{\text{Lượng dòng chảy đến bình quân}}$$

α là hệ số điều tiết:

$$\alpha = \frac{\text{Tổng lượng nước cần}}{\text{Lượng dòng chảy đến bình quân}}$$

Nếu $\beta_{\text{thượng}} > \beta_{\text{hạ}}$ và $\alpha_{\text{thượng}} > \alpha_{\text{hạ}}$ thì hồ hạ lưu sẽ đầy trước, tính toán thủy lợi hai hồ gần như độc lập. Chỉ cần chú ý hồ hạ lưu phải thiết kế công trình xả lũ có kích thước đủ bảo đảm tháo nước cho hồ hạ lưu và cả hồ thượng lưu khi cần thiết.

Nếu $\beta_{\text{thượng}} < \beta_{\text{hạ}}$ thì hồ thượng lưu có khả năng sẽ đầy nước trước và sẽ có ảnh hưởng lớn đến hồ hạ lưu như có thể tiếp nước cho hồ hạ lưu, trường hợp này việc tính toán thủy lợi cho hai hồ phải kết hợp với nhau. Ở giai đoạn quy hoạch ta có thể tính toán một cách gần đúng để sơ bộ xác định dung tích các hồ chứa. Giả thiết có một hồ chứa lớn có thể thay thế hai hồ thượng và hạ lưu, với lượng nước đến và yêu cầu dùng nước của hai hồ, tính sơ bộ dung tích của hồ thay thế và sẽ tìm được hệ số điều tiết α' , đồng thời cũng tính được dung tích tương đối β' của hồ chứa lớn thay thế:

$$\beta' = \frac{V_{\text{tổng}}}{W_{\text{thượng}} + W_{\text{hạ}}} \quad (11.1)$$

trong đó:

$V_{\text{tổng}}$ - dung tích hiệu ích của hồ lớn thay thế;

$W_{\text{thượng}}$ - lượng dòng chảy đến bình quân của hồ thượng lưu;

W_{ha} - lượng dòng chảy đến bình quân của hồ hạ lưu.

Căn cứ vào lượng nước đến và yêu cầu nước của hồ thượng lưu chúng ta có thể tìm được $\beta_{thượng}$ và $\alpha_{thượng}$, từ đó xác định các đặc trưng của hồ hạ lưu như sau:

$$\alpha_{ha} = \alpha' - \alpha_{thượng} \quad (11.2)$$

$$\beta_{ha} = \frac{V_{ha}}{W_{ha}} = \frac{\beta'(W_{thượng} + W_{ha}) - V_{thượng}}{W_{ha}} \quad (11.3)$$

$$V_{ha} = \beta_{ha} W_{ha} \quad (11.4)$$

trong đó:

V_{ha} - dung tích hữu ích của hồ hạ lưu;

$V_{thượng}$ - dung tích hữu ích của hồ thượng lưu.

11.6. TÍNH TOÁN KINH TẾ TRONG QUY HOẠCH THỦY LỢI

Tính toán kinh tế trong dự án quy hoạch thủy lợi là tìm các chỉ tiêu kinh tế trên cơ sở so sánh giữa vốn đầu tư, chi phí quản lý hàng năm và lợi ích thu về do biện pháp thủy lợi, để tính ra các chỉ tiêu đánh giá hiệu ích kinh tế của dự án.

11.6.1. Vốn đầu tư và phân vốn đầu tư

1. Vốn đầu tư

Vốn đầu tư của công trình là tổng số chi phí để xây dựng công trình đó bao gồm:

- Kinh phí khảo sát và nghiên cứu khả thi, thiết kế công trình.
- Kinh phí xây dựng công trình bao gồm: Vật liệu xây dựng, chi phí vận chuyển, tiền chi phí lương cho cán bộ, công nhân quản lý và thi công công trình, tiền khấu hao thiết bị thi công...
- Kinh phí đền bù cho dân và các công trình công cộng khi có phương án di chuyển hoặc phá bỏ.

Trong giai đoạn quy hoạch để tính vốn đầu tư cho dự án có thể dùng các chỉ tiêu suy rộng của các công trình tương tự. Tuy nhiên, để tăng mức độ chính xác thường phải tính toán kinh phí đầu tư cho từng hạng mục công trình. Tính vốn đầu tư cho một dự án hoặc một công trình không chỉ xác định mức kinh phí để lường trước khả năng xây dựng mà còn tính toán hiệu quả kinh tế của dự án. Vì vậy, chúng ta không chỉ tính toán tổng vốn đầu tư mà phải phân vốn đầu tư mà các đối tượng phải chịu, đặc biệt đối với công trình lợi dụng tổng hợp phục vụ cho nhiều đối tượng.

2. Phân vốn đầu tư của công trình lợi dụng tổng hợp

Muốn phân vốn đầu tư cho các đối tượng một cách hợp lý để ước tính hiệu quả kinh tế một cách chính xác của một dự án hoặc một công trình lợi dụng tổng hợp, phải xem xét kỹ

các ngành dùng nước và phân thành các đối tượng bao gồm: Đối tượng chủ yếu, đối tượng thứ yếu và đối tượng mang tính kết hợp. Nguyên tắc phân vốn thường là: Đối tượng chủ yếu phải chịu hoàn toàn vốn đầu tư khi công trình phục vụ riêng cho đối tượng đó. Đối tượng thứ yếu phải chịu phân vốn bổ thêm để phục vụ cho đối tượng đó. Đối tượng kết hợp không chịu vốn đầu tư. Thực tế thường xuất hiện mấy trường hợp sau đây:

a) Khi đối tượng phục vụ ngang cấp

Nguyên tắc phân vốn theo tỷ lệ khối lượng cần thiết cho mỗi đối tượng. Lấy ví dụ phân vốn đầu tư ở một hồ chứa lợi dụng tổng hợp phục vụ cho tưới, cấp nước sinh hoạt và phòng lũ, ba đối tượng này đều là đối tượng chủ yếu ngang cấp nhau.

Gọi tổng vốn đầu tư của công trình lợi dụng tổng hợp là K và V_1, V_2, V_3 là dung tích cần thiết cho mỗi đối tượng. Vốn đầu tư cho mỗi đối tượng K_1, K_2 và K_3 sẽ là:

$$K_1 = \frac{V_1}{V} K; \quad K_2 = \frac{V_2}{V} K; \quad K_3 = \frac{V_3}{V} K.$$

b) Khi công trình trên dưới hỗ trợ nhau

- Trường hợp do xây dựng công trình trên làm giảm vốn đầu tư xây dựng công trình dưới:

K'_1 - vốn đầu tư cho công trình trên;

K'_2 - vốn đầu tư cho công trình dưới (nếu không có công trình trên).

Thực tế vì có công trình trên, công trình dưới vốn đầu tư sẽ giảm đi còn $K''_2 < K'_2$

Vốn đầu tư sẽ là:

$$K_1 = \frac{K'_1}{K'_1 + K'_2} (K'_1 + K'_2)$$

$$K_2 = K''_2 + (K'_1 - K_1)$$

- Trường hợp xây dựng công trình trên làm cho công trình dưới tăng vốn đầu tư:

K'_1 - vốn đầu tư công trình trên;

K'_2 - vốn đầu tư công trình dưới.

Sau khi xây dựng công trình trên thì công trình dưới có vốn đầu tư là $K''_2 > K'_2$.

Vốn đầu tư phân lại cho mỗi công trình phải chịu là:

$$K_1 = K'_1 + (K''_2 - K'_2) = K'_1 + \Delta K_2$$

$$K_2 = K''_2 - \Delta K_2$$

với: $\Delta K_2 = K''_2 - K'_2$.

- Trường hợp công trình trên và công trình dưới nếu cùng xây dựng thì sẽ ảnh hưởng lẫn nhau, chúng ta vẫn dùng nguyên tắc trên để phân phối.

Nếu gọi K'_1 là vốn đầu tư của công trình trên được xây dựng để phục vụ riêng cho khu vực trên, K'_2 là vốn đầu tư của công trình dưới được xây dựng để phục vụ riêng cho khu vực dưới. K''_1 , K''_2 là vốn đầu tư của mỗi công trình trên và dưới được đồng thời xây dựng để phục vụ cho các mục tiêu chung. Tìm các trị số $\pm \Delta K_1$ và $\pm \Delta K_2$ là số vốn của công trình trên và công trình dưới làm ảnh hưởng lẫn nhau. Vốn đầu tư được phân chính thức cho mỗi công trình sẽ là:

$$K_1 = K'_1 \pm \Delta K_1 \pm \Delta K_2$$

$$K_2 = K'_2 \pm \Delta K_1 \pm \Delta K_2$$

11.6.2. Ước tính lợi ích của dự án

Tuỳ theo tính chất của dự án mà lợi ích của chúng có ý nghĩa khác nhau. Đối với dự án có tính chất sinh lợi như phục vụ cho tưới, phát điện, vận tải thủy, cấp nước sinh hoạt... lợi ích của dự án là phân tăng sản phẩm hàng năm do dự án mang lại. Đối với dự án trừ hại như phòng lũ, chống úng, chống xói mòn... thì lợi ích mang lại là sự giảm nhỏ tổn thất so với khi chưa có dự án. Đối với dự án vừa sinh lợi vừa trừ hại thì lợi ích của dự án bao gồm phần tăng sản phẩm hàng năm và phần giảm tổn thất hàng năm do dự án mang lại.

Lợi ích thực thu của một dự án được tính bằng lợi ích thu về trừ chi phí quản lý hàng năm:

$$L_{tt} = L_{tv} - Q \quad (11.5)$$

trong đó:

L_{tt} - lợi ích thực thu;

L_{tv} - lợi ích thu về;

Q - chi phí quản lý hàng năm.

Chi phí quản lý hàng năm được tính bao gồm tiền khấu hao công trình hàng năm, chi phí sửa chữa trung đại tu được tính bình quân hàng năm, kinh phí bảo dưỡng thường xuyên, chi phí tiêu hao điện năng hoặc nhiên liệu, chi phí trả lương cho cán bộ công nhân làm công tác quản lý và vận hành công trình, các phụ phí hàng năm được tính theo tỷ lệ nào đó.

1. Ước tính lợi ích công trình làm lợi

Tuỳ vào từng loại dự án mà có cách tính khác nhau, lợi ích thu về thường là giá trị sản phẩm được tăng thêm bình quân hàng năm do dự án mang lại. Ví dụ tính lợi ích thu về của một dự án tưới cho nông nghiệp có thể ước tính theo công thức:

$$L_{tv} = C\omega\alpha[yP + (1 - P)\beta y - y_0] \quad (11.6)$$

trong đó:

L_{tv} - lợi ích thu về do dự án tưới;

ω - diện tích khu tưới;

α - tỷ lệ phần trăm tăng do biện pháp thủy lợi;

y_0 - năng suất cây trồng khi chưa có dự án tưới;

- y - năng suất cây trồng khi đã có dự án tưới;
- P - tần suất bảo đảm (tần suất thiết kế cho hệ thống tưới);
- β - tỷ lệ giảm năng suất ở những năm không bảo đảm tưới;
- C - giá thành một đơn vị sản phẩm được tăng thêm.

2. Ước tính lợi ích dự án trừ hại

Lợi ích các dự án trừ hại (thí dụ như dự án phòng lũ) chính là sự giảm nhỏ thiệt hại do dự án đem lại so với khi chưa có dự án.

Thiệt hại do ngập lụt thường có mấy mặt sau:

- Thiệt hại do mùa màng bị thất thu, năng suất, sản lượng bị giảm sút.
- Thiệt hại về tài sản của nhân dân như nhà cửa bị cuốn trôi, đổ nát, các tài sản tư liệu sản xuất, vật tư bị hư hỏng hoặc bị cuốn trôi, thiệt hại về sự ngừng trệ sản xuất và hoạt động kinh tế khác.
- Thiệt hại do lũ lụt gây nên về cơ sở hạ tầng như đường xá, trường học, bệnh viện, các công trình công cộng, hệ thống thủy lợi cho sinh hoạt và phát triển nông nghiệp bị tàn phá, hư hỏng.
- Tổn thất khác như kinh phí đầu tư để khôi phục sản xuất, ổn định sinh hoạt, cứu tế...

Những tổn thất trên có thể quy ra thành tiền, nhưng còn những tổn thất không thể quy ra thành tiền như đe dọa tính mạng, mất ổn định đời sống nhân dân vùng lụt, về sự lầm than khổ cực của nhân dân khi có lũ, lụt như nạn vỡ đê gây nên sự mất ổn định về chính trị; các công trình kiến trúc, văn hoá vô giá bị tàn phá hư hỏng không thể quy ra tiền được. Khi nghiên cứu khả thi dự án phải xét đến những yếu tố này, đặc biệt khi so sánh phân tích và lựa chọn phương án.

Thực tế ước tính lợi ích thu về của một dự án trừ hại hết sức khó khăn phức tạp, chỉ nói đến các thiệt hại có thể định lượng được việc tính toán cũng gặp nhiều khó khăn thường phải ước tính sơ bộ hoặc dùng các chỉ tiêu suy rộng.

Tổn thất do ngập:

$$T = \Omega nc \quad (11.7)$$

Ω - diện tích ngập lụt (km^2);

c - giá trị tổn thất trên 1km^2 (triệu đồng/ km^2);

n - mức phần trăm tổn thất so với tổn thất toàn bộ.

Những giá trị c, Ω , n do điều tra thu thập ước tính để đưa ra.

11.6.3. Tính toán chỉ tiêu kinh tế của dự án theo trạng thái tĩnh

1. Thời gian hoàn vốn

Thời gian hoàn vốn T_h là chỉ tiêu đánh giá hiệu quả đầu tư vốn vào dự án. Sau một thời gian hoạt động, lợi ích thu về hàng năm của dự án có khả năng hoàn lại vốn đầu tư bỏ ra xây dựng công trình. Thời gian để có thể hoàn lại được vốn có thể tính theo công thức:

$$T_h = \frac{K}{L_{tv} - (Q - h)} \quad (11.8)$$

trong đó:

T_h - thời gian hoàn vốn;

K - vốn đầu tư;

Q - chi phí quản lý hàng năm;

L_{tv} - lợi ích thu về hàng năm do biện pháp thủy lợi;

h - khấu hao công trình hàng năm.

Nếu T_h càng nhỏ thì hiệu quả kinh tế của dự án càng cao.

2. Thời gian bù vốn chênh lệch

Là chỉ tiêu để so sánh giữa hai phương án có khả năng cùng thoả mãn một mục tiêu, nhưng có vốn đầu tư K và chi phí quản lý hàng năm Q khác nhau. Thí dụ hồ chứa và trạm bơm cùng đáp ứng cho yêu cầu tưới ở một khu vực nào đó, có lợi ích thu về như nhau. Hồ chứa có khối lượng công trình đầu mối rất lớn vì thế có vốn đầu tư K_1 rất lớn nhưng chi phí quản lý hàng năm Q_1 thấp do tưới bằng tự chảy. Ngược lại, trạm bơm khối lượng công trình đầu mối thường thấp hơn, vốn đầu tư K_2 thường nhỏ hơn vốn đầu tư K_1 của hồ chứa, nhưng do tưới bằng động lực nên chi phí điện năng lớn vì thế chi phí quản lý hàng năm Q_2 lớn. Sau một thời gian hoạt động do chi phí quản lý thấp hơn nên phương án có vốn đầu tư cao sẽ bù được sự chênh lệch về vốn đầu tư. Thời gian bù vốn chênh lệch có thể tính:

$$T_{bv} = \frac{K_1 - K_2}{Q_2 - Q_1} \quad (11.9)$$

trong đó:

K_1 - tổng vốn đầu tư của phương án có vốn đầu tư lớn;

K_2 - tổng vốn đầu tư của phương án có vốn đầu tư nhỏ;

Q_1 - chi phí quản lý hàng năm của phương án có vốn đầu tư lớn;

Q_2 - chi phí quản lý hàng năm của phương án có vốn đầu tư nhỏ.

Người ta sử dụng chỉ tiêu này để lựa chọn phương án, nếu T_{bv} càng nhỏ thì phương án có vốn đầu tư lớn càng ưu việt.

Các chỉ tiêu thời gian hoàn vốn và thời gian bù vốn dùng để đánh giá sơ bộ hiệu quả của dự án. Tuy nhiên, việc tính toán các chỉ tiêu này còn nhiều hạn chế thí dụ như việc coi giá trị của tiền là không thay đổi trong suốt thời gian hoạt động của dự án. Thực tế giá trị đồng tiền luôn thay đổi theo thời gian, vì thế tính toán so sánh giữa tổng vốn đầu tư ban đầu với lợi ích thực thu do dự án mang lại của các năm sau mà coi giá trị này không thay đổi là bất hợp lý. Mặt khác việc ước tính lợi ích do biện pháp nào đó mang lại, ví dụ như biện

pháp thủy lợi chẳng hạn chỉ ước tính theo tỷ lệ α trong khi việc xác định α chưa có cách tính toán dựa trên cơ sở khoa học chặt chẽ.

11.6.4. Tính toán chỉ tiêu kinh tế của dự án theo trạng thái động

Tính toán kinh tế theo trạng thái động là tính toán có kể đến sự thay đổi của giá trị đồng tiền theo thời gian. Đây là quan điểm tính toán hợp lý vì nó phù hợp với diễn biến thực tế của sự phát triển kinh tế hiện nay. Để có thể tính toán kinh tế người ta đưa vào sử dụng một số khái niệm và chỉ tiêu mới sau đây.

1. Tỷ suất khấu hao (Discount Factor)

Tỷ suất khấu hao là tỷ lệ giảm giá trị của tiền theo thời gian, tỷ lệ này thường được tính theo số phần trăm. Thí dụ tỷ suất khấu hao là 20% có nghĩa mỗi năm giá trị đồng tiền bị giảm đi 20% so với năm trước. Ứng với một tỷ suất khấu hao nào đó thì tỷ lệ giảm giá của đồng tiền tại mỗi thời điểm sẽ là một trị số xác định. Để sử dụng người ta lập bảng tính sẵn các giá trị tỷ lệ giảm giá của đồng tiền ứng với các tỷ suất khấu hao nhất định bằng 11.1.

Bảng 11.1 - Giá trị tỷ lệ giảm giá của đồng tiền theo thời gian ứng với các tỷ suất khấu hao khác nhau

Tỷ suất Khấu hao										
		1%	5%	8%	10%	12%	15%	18%	20%	25%
Năm thứ										
1		0,990	0,952	0,926	0,909	0,893	0,870	0,847	0,833	0,800
2		0,980	0,907	0,857	0,826	0,797	0,756	0,718	0,694	0,640
3		0,971	0,864	0,794	0,751	0,712	0,658	0,609	0,579	0,512
4		0,961	0,823	0,735	0,683	0,636	0,527	0,516	0,482	0,410
5		0,951	0,784	0,681	0,621	0,567	0,497	0,437	0,402	0,328
6		0,942	0,746	0,630	0,564	0,507	0,432	0,370	0,350	0,262
7		0,933	0,711	0,583	0,513	0,452	0,376	0,314	0,279	0,210
8		0,923	0,677	0,540	0,467	0,404	0,327	0,268	0,233	0,168
9		0,914	0,645	0,500	0,424	0,361	0,284	0,225	0,194	0,134
10		0,905	0,614	0,463	0,366	0,322	0,247	0,191	0,162	0,107
....										
20		0,820	0,312	0,215	0,149	0,104	0,061	0,370	0,026	0,012
....										
30		0,742	0,174	0,099	0,057	0,033	0,015	0,007	0,004	0,001

2. Giá trị hiện tại (Net Present Value)

Giá trị hiện tại là giá trị sản phẩm được quy ra tiền ở năm thứ “t” nào đó được đưa về thời điểm hiện tại, đây là kết quả của phép tính khấu hao, chính bằng giá trị của sản phẩm nhân với tỷ lệ giảm giá ứng với năm thứ “t” đó.

3. Giá trị thu nhập ròng (NPV)

Giá trị thu nhập ròng là giá trị hiện tại ứng với tỷ suất khấu hao quy định nào đó (thí dụ 12%) của tổng hiệu ích do dự án đem lại trong suốt “Đời sống kinh tế của dự án”. Chỉ tiêu này phản ánh tổng hiệu ích do dự án đem lại trong một thời gian quy định nào đó.

4. Tỷ suất thu hồi vốn bên trong IRR (Internal Rate of Return)

Tỷ suất thu hồi vốn bên trong IRR là tỷ suất khấu hao mà ứng với nó thì tổng giá trị hiện tại của hiệu ích do dự án mang lại trong thời gian quy định nào đó (thường gọi là đời sống kinh tế của dự án) có giá trị bằng “0”.

Tỷ suất thu hồi vốn bên trong còn thể hiện mức lãi suất tối đa mà dự án có thể chịu được và hiệu ích của dự án vẫn có khả năng hoàn được vốn sau một thời gian tính toán quy định nào đó.

Để tính IRR cho một dự án chúng ta có thể lập bảng tính toán hoặc có thể sử dụng các phần mềm chương trình tính toán kinh tế.

5. Tỷ lệ giữa lợi ích thu về và vốn đầu tư

Tỷ lệ giữa lợi ích thu về và vốn đầu tư B/C là tỷ số giữa tổng lợi ích mà dự án mang lại trong “Đời sống kinh tế của dự án” và tổng vốn đầu tư của dự án được đưa về giá trị hiện tại ứng với một tỷ suất khấu hao nào đó (quy định tỷ suất khấu hao tối thiểu cho từng loại dự án).

Để so sánh, lựa chọn phương án về mặt kinh tế, người ta thường dựa vào các chỉ tiêu kinh tế như: Giá trị thu nhập ròng, tỷ suất thu hồi vốn bên trong, tỷ lệ giữa lợi ích thu về và vốn đầu tư. Thông thường các giá trị này càng lớn thì hiệu quả kinh tế của dự án càng cao.

Câu hỏi ôn tập:

1. Các tài liệu cơ bản cần thu thập và khảo sát để quy hoạch hệ thống Thủy lợi.
2. Quy hoạch thủy lợi là gì nêu những nội dung cơ bản của quy hoạch Thủy lợi.
3. Các bước trong quy hoạch thủy lợi.
4. Các nguyên tắc chung khi quy hoạch sử dụng nguồn nước.
5. Các nguyên tắc chung khi tính toán cân bằng nước trong quy hoạch thủy lợi.
6. Cách xác định quá trình yêu cầu nước tổng hợp trong hệ thống thủy lợi tổng hợp lợi dụng.
7. Các nội dung và phương pháp tính toán kinh tế trong dự án quy hoạch hệ thống thủy lợi.

TÀI LIỆU KHAM KHẢO

1. Bộ môn Thủy nông. *Giáo trình Thủy nông tập I*. NXB Nông thôn. Hà Nội, 1970.
2. Bộ Nông Nghiệp và Phát triển Nông thôn. *Átlát công trình thủy lợi tiêu biểu ở Việt Nam*. Hà Nội, 2003.
3. Bộ Nông Nghiệp và Phát triển Nông thôn. *Chiến lược phát triển thủy lợi đến năm 2020*. Hà Nội, 2004.
4. Bùi Hiếu. *Kỹ thuật tưới cho một số cây lương thực và hoa màu*. NXB Nông nghiệp. Hà Nội, 1994.
5. Bùi Hiếu, Lê Thị Nguyên. *Kỹ thuật tưới cho một số cây công nghiệp*. NXB Nông nghiệp. Hà Nội, 2004.
6. Bùi Hiếu. *Công nghệ tưới hiện đại tiết kiệm nước*. Khoa sau đại học, Đại học Thủy lợi. 2002.
7. *Công trình thủy lợi - Các quy định chủ yếu về thiết kế*. TCXDVN 285: 2002.
8. *Công trình thủy lợi cho vùng thủy sản* (tiếng Nga). NXB Công nghiệp thực phẩm Matxcova, 1978.
9. *Cơ giới hóa tưới* (tiếng Nga). NXB Nông nghiệp Matxcova, 1990.
10. Đại học Vũ Hán - Trung Quốc. *Giáo trình Thủy nông*. NXB Thủy lợi Điện lực Trung Quốc, 1985 và 1995.
11. *Hệ thống kênh tưới - Tiêu chuẩn thiết kế*. TCVN 4118 - 85.
12. *Kỹ thuật tưới phun mưa* (tiếng Trung). NXB Khoa học Trung Quốc, 1992.
13. *Kỹ thuật tưới nhỏ giọt* (tiếng Trung). NXB Khoa học Trung Quốc, 1987.
14. *Kỹ thuật mới về công trình tưới tiêu* (tiếng Trung) tập 1 và 2. NXB Khoa học Trung Quốc, 1997.
15. Lê Sâm. *Kỹ thuật tưới tiết kiệm nước*. NXB Nông nghiệp, 2002.
16. Lê Sâm. *Thủy nông ở Đồng bằng sông Cửu long*. NXB Nông nghiệp, 1996.
17. Ngô Trí Viêng và nnk. *Công trình trong hệ thống thủy nông*. NXB Nông nghiệp 1992.
18. Nguyễn Quang Đoàn. *Nguyên lý thiết kế hệ thống tưới*. Đại học Bách Khoa Đà Nẵng, Đà Nẵng - 1998.
19. Nguyễn Tài. *Giáo trình Thủy lực*. NXB Xây dựng, 1995.
20. Nguyễn Tuấn Anh - Tống Đức Khang. *Các phương pháp tính toán quy hoạch hệ thống thủy lợi*. NXB Nông nghiệp, 2004.

21. Phạm Ngọc Hải, Tống Đức Khang, Phạm Việt Hoà, Lê Thị Nguyên. *Phần VIII - Thủy lợi với sản xuất lúa ở Việt Nam - Cây lúa Việt Nam Thế kỷ 20*, tập III. NXB Nông nghiệp, 2003.
22. Phan Khánh. *Sơ thảo lịch sử Thủy lợi Việt Nam*. NXB Khoa học kỹ thuật, 1981.
23. *Quy phạm thiết kế công trình tưới tiêu*. NXB Kế hoạch Trung Quốc, 1990.
24. *Quy trình tưới tiêu cho lúa và một số cây trồng cạn*, QT-NN-TL-9-78.
25. *Quy hoạch tổng thể đồng bằng sông Hồng*. WB, 1993.
26. *Quy hoạch tổng thể đồng bằng sông Cửu Long*. NEDECO, 1993.
27. *Sổ tay Thủy lợi*. NXB Nông nghiệp 1970.
28. *Sổ tay thiết kế thủy công* (bản dịch). Học viện Thủy lợi Hoa Đông - Trung Quốc, 2003.
29. *Sổ tay thiết kế Trạm bơm* (tiếng Nhật dịch qua tiếng Trung). NXB Nông nghiệp Trung Quốc, 1998.
30. Tập thể tác giả. *Sổ tay kỹ thuật trồng cây công nghiệp*. NXB Nông nghiệp, 1978.
31. Tống Đức Khang. *Bài tập Thủy nông*. NXB Nông nghiệp, 1995.
32. *Tưới* (tiếng Nga). NXB Nông nghiệp Matxcova, 1990.
33. *Tưới tiết kiệm nước*. NXB Đại học Vũ Hán - Trung Quốc, 1999.
34. Vũ Văn Tảo. Nguyễn Cảnh Cầm. *Thủy lực tập I, II, III*. NXB Đại học và trung học chuyên nghiệp, 1978.
35. A.M. Michael. *Irrigation Theory and Practice*. Vani Education Book. New Delhi, India, 1985.
36. *ASAE Technical Editor*. James A, Basselman, 1983.
37. B.A.Stewart and D.R.Nilsen. *Irrigation of agricultural crops*. Madison, Wisconsin USA, 1990.
38. Bueck DA, Nakayama PS *Trickle irrigation Water quality*, *Jur Agricultural Water Management*, 1979.
39. *FAO Irrigation and Drainage Paper 29. Water quality for agriculture*. Rome 1976.
40. *FAO Irrigation and Drainage paper 24. Guidelines for predicting crop water requirement*. Rome, 1984.
41. *FAO Irrigation and Drainage paper 56. Crop evapotranspiration, Guidelines for computing crop water requirements*. Rome, 1998.
42. *FAO investment centre technical paper 3/1. Design and operation of irrigation systems for smallholder agriculture in South Asia*. Rome, 1986.
43. *FAO Project Report Cropwater Requirement and Water quality*. 1978.

44. Farouk, A. Hasen. PhD. *Water quality for Micro Irrigation*. Irrigation Journal May, June, 1998.
45. Herman J.Finkel. *CRC Handbook of Irrigation Technology*, Volume II. Royal Netherlands Government.
46. Homer W.Parker, P.E. *Wastewater systems engineering*. Prentice - Hall, Inc, Englewood Cliffs, New Jersey.
47. H.P. Ritzema. *Drainage Principles and Applications*. International Institute for Land Reclamation and Improvement, P.O.Box 45, 6700 AA Wageningen, The Netherlands, 1994.
48. Jack Keller and Ron D.Bliesner. *Sprinkle and Trickle irrigation*. Van Nostrand Reinhold New York.
49. Jan van schilfgaarde. *Drainage for Agriculture*. Madison, Wisconsin USA, 1974.
50. J.R.Rydzewski. *Irrigation Development Planning*. Chichester - New York - Brisbane - Toronto - Singapore.
51. L.S.Pereira, B.J. Van den Broek, P.Kabat and R.G.Allen. *Crop - Water - Simulation Models in Practice*. Wageningen Pers, Wageningen, 1995.
52. M.E. Jensen. *Design and Operation of Farm Irrigation System*.
53. On-Farm Irrigation Committee of the Environmental and Water Resourcec Institute. *Selection of Irrigation Methods for Agriculture*. American Society of Civil Engineers, Virginia 20191-4400.
54. Richard H. Cuenca. *Irrigation system Design: An Engineering approach*. Prentice - Hall, New Jersey 07632.
55. Rydzewski. *Irrigation Development Planning: An Introduction forr Engineers*..John Wiley and Son Ltd. New York USA, 1987.
56. USDA *Agricultural Information*. Bulletin 283, 1984.
57. Ven Te Chow, Ph.D. *Open - Channel Hydraulic*. McGraw- Hill Book Company, INC, New York, 1959.
58. WYNN R.Walker Gaylord V.Skogerboe. *Surface irrigation Theory and practice*. Prentice - Hall, Inc, Englewood Cliffs, New Jersey 07632.

GIÁO TRÌNH
QUY HOẠCH VÀ THIẾT KẾ HỆ THỐNG THỦY LỢI
TẬP I

Chịu trách nhiệm xuất bản:

BÙI HỮU HẠNH

Biên tập:

TRỊNH KIM NGÂN

Chế bản điện tử:

VŨ HỒNG THANH

Sửa bản in:

TRẦN HÀNG THU

NGUYỄN MINH HẰNG

ĐỖ THANH HƯƠNG

Trình bày bìa:

NGUYỄN HỮU TÙNG

In 500 cuốn khổ $19 \times 27\text{cm}$, tại Xưởng in Nhà xuất bản Xây dựng. Giấy chấp nhận đăng ký kế hoạch xuất bản số 142-2006/CXB/75-10/XD ngày 24/02/2006. In xong nộp lưu chiểu tháng 4/2006.



¥285 283

6X7.3	142 - 2006
XD- 2006	

Giá : 68.000^d