

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT

VIỆN KHOA HỌC THỦY LỢI VIỆT NAM
VIỆN KHOA HỌC THỦY LỢI MIỀN NAM



PHẠM VĂN TÙNG

**NGHIÊN CỨU, ĐỀ XUẤT CHẾ ĐỘ NƯỚC HỢP LÝ
ĐỂ PHÁT TRIỂN RỪNG TRÀM TÁI SINH
VƯỜN QUỐC GIA U MINH THƯỢNG**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

TP. HỒ CHÍ MINH, NĂM 2017

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT

**VIỆN KHOA HỌC THỦY LỢI VIỆT NAM
VIỆN KHOA HỌC THỦY LỢI MIỀN NAM**

PHẠM VĂN TÙNG

**NGHIÊN CỨU, ĐỀ XUẤT CHẾ ĐỘ NƯỚC HỢP LÝ
ĐỂ PHÁT TRIỂN RỪNG TRÀM TÁI SINH
VƯỜN QUỐC GIA U MINH THƯỢNG**

Chuyên ngành : Môi trường đất và nước

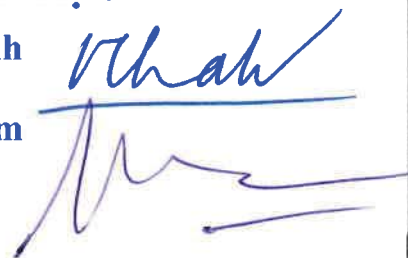
Mã số : 62 44 03 03

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC

1. PGS.TS Lương Văn Thanh

2. PGS.TS Thái Thành Lượm

Handwritten signatures of the supervisors, PGS.TS Lương Văn Thanh and PGS.TS Thái Thành Lượm, in blue ink.

TP. HỒ CHÍ MINH, NĂM 2017

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi.
Các số liệu, kết quả nghiên cứu nêu trong luận án là trung thực và chưa được ai công bố trong bất kỳ công trình nào khác.

Tác giả luận án

PHẠM VĂN TÙNG

LỜI CẢM ƠN

Tác giả xin chân thành cảm ơn sự giúp đỡ quý báu của Cơ sở đào tạo: Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam đã tạo điều kiện thuận lợi cho tác giả thực hiện luận án.

Tác giả xin gửi lời cảm ơn sâu sắc tới các thầy hướng dẫn khoa học: PGS.TS Lương Văn Thanh, Quyền Viện trưởng Viện Kỹ thuật Biển là người hướng dẫn khoa học thứ nhất đã quan tâm, giúp đỡ tận tình và tạo điều kiện thuận lợi trong suốt quá trình thực hiện luận án; PGS.TS Thái Thành Lượm là người hướng dẫn khoa học thứ hai đã theo dõi, hướng dẫn và giúp đỡ nhiệt tình trong quá trình thực hiện luận án.

Tác giả xin chân thành cảm ơn Ban quản lý Vườn Quốc gia U Minh Thượng đã tạo điều kiện thuận lợi cho tác giả thực hiện luận án trên vùng nghiên cứu; TS. Phạm Trọng Thịnh, TS. Giang Văn Thắng, TS. Kiều Tuấn Đạt đã giúp đỡ tận tình cho tác giả thực hiện luận án.

Tác giả xin chân thành cảm ơn Ban giám đốc Viện Kỹ thuật Biển, tập thể cán bộ Trung tâm Nghiên cứu Khai thác Tài nguyên Biển và Đới bờ đã tạo mọi điều kiện thuận lợi để tác giả hoàn thành luận án này.

Trong quá trình thực hiện luận án, tác giả đã nhận được sự động viên, cổ vũ và giúp đỡ quý báu từ các nhà khoa học, các bạn bè đồng nghiệp. Tác giả xin ghi nhớ tất cả những đóng góp to lớn đó.

Cuối cùng, không thể thiếu được là sự biết ơn sâu sắc tới người thân trong gia đình bởi sự động viên, cổ vũ, khuyến khích đã tạo thêm nghị lực, quyết tâm cho tác giả trong suốt quá trình thực hiện luận án này.

Tp. Hồ Chí Minh, năm 2017

Tác giả: Phạm Văn Tùng

TÓM TẮT LUẬN ÁN

Đề tài luận án “*Nghiên cứu, đề xuất chế độ nước hợp lý để phát triển rừng tràm tái sinh VQG U Minh Thượng*” được nghiên cứu sinh thực hiện xuất phát từ nhu cầu thực tiễn trong công tác quản lý nước ở VQG nhằm bảo vệ và phát triển rừng tràm sau cháy rừng tháng 3/2002 đến nay.

Qua 4 đợt điều tra lâm sinh rừng tràm tại vùng nghiên cứu từ năm 2009 đến năm 2016 và kết quả nghiên cứu về chế độ nước. Nghiên cứu sinh đã đề xuất được chế độ quản lý nước hợp lý trên cơ sở đáp ứng được các yêu cầu: (i) đảm bảo cho sinh trưởng của cây tràm; (ii) đảm bảo cho bảo tồn đa dạng sinh học; và (iii) đảm bảo cho phòng chống cháy rừng. Kết quả nghiên cứu của luận án đã làm rõ được những nội dung chính sau:

- Xác định được chế độ nước hợp lý để phát triển rừng tràm tái sinh trên đất than bùn, làm cơ sở để điều tiết nước.

- Lựa chọn được những thời điểm bắt đầu tích nước phù hợp để có được chế độ nước hợp lý cho bảo vệ và phát triển rừng tràm trong cả năm. Thời điểm tích nước được xác định hàng năm là khoảng từ ngày 11/9 cho năm ít nước (tần suất 75%), khoảng từ ngày 1/10 cho năm nước trung bình (tần suất 50%) và khoảng từ ngày 21/10 cho năm nhiều nước (tần suất 25%).

- Đề xuất được hệ thống công trình thủy lợi và chế độ vận hành để quản lý và điều tiết nước với các nhiệm vụ: tiêu thoát lượng nước dư thừa, trữ nước, điều tiết nước, bổ sung nước theo yêu cầu quản lý.

Tuy nhiên, nếu có điều kiện nghiên cứu tiếp, luận án cần phát triển thêm nghiên cứu lượng nước thất thoát trong VQG bao gồm cả thấm, bốc hơi trong điều kiện đặc trưng rừng tràm trên đất than bùn ngập nước theo mùa. Nghiên cứu thêm các giải pháp phòng chống cháy rừng khác mà nội dung luận án chưa được đề cập giải quyết để bảo vệ VQG trước các nguy cơ cháy rừng có thể xảy ra.

ABSTRACT

The dissertation: *“Research, propose a suitable water regime to develop the regeneration of Melaleuca forests in U Minh Thuong National Park”* was conducted by the researcher stemming from practical requirements in water management in U Minh Thuong National Park in order to protect and develop Melaleuca forests after the fire in March 2002 up to now.

After 4 investigations on silviculture of Melaleuca forests in the research area from 2009 to 2016 and the research results of water regime, the researcher has proposed a rational water management system that meets the requirements: (i) ensure the growth of Melaleuca; (ii) ensure the biodiversity conservation; and (iii) ensure the forest fire prevention. The results of this study have clarified the following main contents:

- Determined a reasonable water regime to develop the regeneration of Melaleuca forests on peatland, as a basis for water regulation.

- Specified the appropriate starting time for proper water storage with the purpose of obtaining a suitable water regime for protecting and developing Melaleuca forests throughout the year. The starting time for water storage was determined annually from September 11th for the year of low water (frequency of 75%), from October 1st for the average year (frequency of 50%) and from October 21st for the year of high water (frequency of 25%).

- Proposed irrigation system and operating method to regulate and manage water with the tasks of draining the excess water amount, storing, regulating and replenishing water according to management requirements.

However, for additional research purposes, the dissertation should further develop a study on the amount of water loss in the National Park including infiltration and evaporation in the typical condition of Melaleuca forests on the seasonal wetland. Study other solutions for prevention of forest fire that have not been addressed in this research to protect the National Park from the potential forest fire.

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU	1
0.1 SỰ CẦN THIẾT NGHIÊN CỨU CỦA LUẬN ÁN.....	1
0.2 MỤC TIÊU, ĐỐI TƯỢNG VÀ PHẠM VI NGHIÊN CỨU	2
0.3 CÁCH TIẾP CẬN CỦA LUẬN ÁN	3
0.4 Ý NGHĨA KHOA HỌC VÀ THỰC TIỄN CỦA LUẬN ÁN	3
0.5 NHỮNG ĐÓNG GÓP MỚI CỦA LUẬN ÁN.....	5
 CHƯƠNG 1.....	6
TỔNG QUAN CÁC KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU CÓ LIÊN QUAN ĐẾN	
ĐỀ TÀI LUẬN ÁN	6
1.1 ĐẶC ĐIỂM TỰ NHIÊN.....	6
1.1.1 Vị trí địa lý	6
1.1.2 Điều kiện địa hình.....	6
1.1.3 Đặc điểm thổ nhưỡng của rừng tràm	10
1.1.4 Đặc điểm khí hậu, thời tiết.....	14
1.1.5 Chế độ thủy văn, thủy triều.....	16
1.1.6 Nhận xét	17
1.2 HỆ THỐNG CÔNG TRÌNH ĐIỀU TIẾT NƯỚC.....	17
1.2.1 Hệ thống đê và kênh	17
1.2.2 Hệ thống cống tiêu nước.....	18
1.2.3 Các trạm bơm.....	19
1.2.4 Nhận xét	20
1.3 QUẢN LÝ NƯỚC Ở VQG U MINH THƯỢNG.....	21
1.3.1 Nguồn nước đến.....	21
1.3.2 Hoạt động quản lý nước.....	22
1.3.3 Đánh giá thực trạng quản lý nước.....	23

1.3.3.1	<i>Phương pháp đánh giá</i>	23
1.3.3.2	<i>Quản lý nước trước năm 2002</i>	25
1.3.3.3	<i>Quản lý nước từ năm 2002-2009</i>	27
1.3.3.4	<i>Quản lý nước từ năm 2010-2014</i>	28
1.3.3.5	<i>Nhận xét, đánh giá chung về quản lý nước</i>	30
1.3.4	Xác định mực nước hao trong rừng tràm.....	31
1.4	CÁC NGHIÊN CỨU LIÊN QUAN ĐẾN CHẾ ĐỘ NƯỚC VÀ MÔI TRƯỜNG SINH THÁI	31
1.4.1	Các nghiên cứu trong nước	31
1.4.2	Các nghiên cứu ở nước ngoài	48
1.5	NHẬN XÉT PHẦN TỔNG QUAN	51
CHƯƠNG 2		53
NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU		53
2.1	NỘI DUNG NGHIÊN CỨU	53
2.2	PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	53
2.2.1	Tổng quát các phương pháp.....	53
2.2.2	Nghiên cứu đặc điểm lâm sinh học của rừng tràm tái sinh ở VQG U Minh Thượng	54
2.2.2.1	<i>Cơ sở khoa học điều tra đo đạc đặc điểm lâm sinh</i>	54
2.2.2.2	<i>Phương pháp nghiên cứu đặc điểm lâm sinh</i>	56
2.2.3	Nghiên cứu phương án quản lý nước.....	65
2.2.3.1	<i>Quản lý chế độ nước trên cơ sở mặt bằng hạ tầng hiện trạng</i>	65
2.2.3.2	<i>Quản lý chế độ nước hợp lý trên cơ sở lựa chọn lại phương án phân khu và bổ sung công trình hạ tầng</i>	65
2.2.4	Nghiên cứu xác định chế độ nước hợp lý	66
2.2.4.1	<i>Cơ sở khoa học xác định chế độ nước hợp lý</i>	66
2.2.4.2	<i>Phương pháp nghiên cứu xác định chế độ nước hợp lý</i>	69

2.2.5 Nghiên cứu đề xuất hệ thống công trình và giải pháp quản lý điều tiết chế độ nước	71
2.2.5.1 Cơ sở khoa học đề xuất hệ thống công trình	71
2.2.5.2 Phương pháp tính toán thủy văn công trình	72
2.2.5.3 Phương pháp tính toán thủy lực xác định kích thước công trình	73
2.3 KẾT LUẬN CHƯƠNG 2	74
CHƯƠNG 3.....	75
KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN	75
3.1 CÁC CHỈ TIÊU LÂM SINH CỦA RỪNG TRÀM TÁI SINH	75
3.1.1 Điều tra khu vực rừng tràm nguyên sinh tháng 4/2009	75
3.1.2 Điều tra rừng tràm tái sinh trên nền than bùn cháy triệt để	75
3.1.3 Điều tra rừng tràm tái sinh sau cháy rừng	76
3.1.3.1 Kết quả điều tra hiện trường rừng tràm tái sinh	76
3.1.3.2 Kết quả tính toán trữ lượng rừng tràm tái sinh	82
3.1.3.3 Kết quả tính toán sinh khối rừng tràm tái sinh.....	83
3.1.3.4 Nhận xét	86
3.2 PHÂN KHU PHỤC VỤ QUẢN LÝ NƯỚC CHO RỪNG TRÀM	88
3.2.1 Phân tích hiện trạng và quy hoạch phân khu	88
3.2.1.1 Phân tích hiện trạng phân khu.....	88
3.2.1.2 Phân tích quy hoạch phân khu.....	89
3.2.2 Lựa chọn phương án phân khu	92
3.3 TÍNH TOÁN XÁC ĐỊNH CHẾ ĐỘ NƯỚC HỢP LÝ THEO ĐIỀU CHỈNH PHÂN KHU.....	94
3.3.1 Tính toán phân bố diện tích theo cao độ phương án chọn.....	94
3.3.2 Tính toán xác định mực nước hợp lý	97
3.3.2.1 Xác định mực nước tương ứng với diện tích có nguy cơ cháy rừng cao là 0% 97	

3.3.2.2	<i>Xác định mực nước tương ứng với diện tích có nguy cơ cháy rừng cao là 20%.....</i>	99
3.3.2.3	<i>Đề xuất mực nước hợp lý vào thời điểm khô hạn nhất (tháng 4) ..</i>	101
3.3.2.4	<i>Tính toán xác định mực nước trữ phù hợp vào cuối mùa mưa.....</i>	104
3.3.3	<i>Nghiên cứu xác định chế độ nước hợp lý trong năm.....</i>	107
3.3.3.1	<i>Tính toán nguồn nước từ mưa.....</i>	107
3.3.3.2	<i>Đề xuất chế độ nước hợp lý</i>	108
3.4	ĐỀ XUẤT HỆ THỐNG CÔNG TRÌNH	118
3.4.1	<i>Bố trí hệ thống công trình.....</i>	118
3.4.2	<i>Tính toán thủy văn công trình.....</i>	121
3.4.3	<i>Tính toán thủy lực xác định kích thước công trình.....</i>	123
3.4.4	<i>Bản vẽ kỹ thuật các công trình đặc trưng</i>	126
3.5	GIẢI PHÁP QUẢN LÝ, ĐIỀU TIẾT CHẾ ĐỘ NƯỚC HỢP LÝ.....	127
3.5.1	<i>Quy trình vận hành, quản lý điều tiết nước</i>	127
3.5.2	<i>Lịch trình hoạt động của hệ thống công trình.....</i>	129
3.6	KẾT LUẬN CHƯƠNG 3	130
	KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	133
	<i>Kết luận:</i>	133
	<i>Kiến nghị:</i>	135
	CÔNG TRÌNH CÔNG BỐ CỦA TÁC GIẢ.....	136
	TÀI LIỆU THAM KHẢO	137
	PHẦN PHỤ LỤC.....	145

DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1.	<i>Vị trí vùng nghiên cứu VQG U Minh Thượng thuộc ĐBSCL</i>	6
Hình 1.2.	<i>Phân bố độ cao vùng lõi của VQG trước cháy rừng.....</i>	7

Hình 1.3. Phân bố diện tích theo cao độ vùng lõi của VQG U Minh Thượng trước cháy rừng tháng 3/2002	8
Hình 1.4. Phân bố diện tích theo cao độ vùng lõi của VQG U Minh Thượng sau cháy rừng	9
Hình 1.5. Phân bố độ cao vùng lõi của VQG sau cháy rừng.....	10
Hình 1.6. Đất dưới rừng tràm chưa bị cháy (trái) và mặt lớp than bùn sau cháy rừng 1 năm (phải).....	13
Hình 1.7. Phần diện đất dưới rừng tràm sau cháy ở nơi còn than bùn (trái) và ở nơi không còn than bùn (phải)	13
Hình 1.8. Diễn biến các yếu tố khí tượng vùng BĐCM	15
Hình 1.9. Đường đẳng trị mưa tần suất 75% vùng ĐBSCL	16
Hình 1.10. Cổng ở ngay cổng chính, đầu kênh dọc trung tâm ở VQG	19
Hình 1.11. Trạm bơm ngay cổng chính và trạm bơm khu vực trung tâm	20
Hình 1.12. Mô phỏng xâm nhập mặn vào tháng 4 ở vùng nghiên cứu	22
Hình 1.13. Biểu đồ mực nước ở VQG từ tháng 5/1999 – 5/2000	25
Hình 1.14. Biểu đồ diễn biến MN ngầm và MN trên kênh các tuyến đo	26
Hình 1.15. Biểu đồ MN ở vùng lõi VQG giai đoạn từ năm 2002 – 2009	27
Hình 1.16. Khảo sát mực nước trên kênh và ống đo nước ngầm trong VQG ..	28
Hình 1.17. Mực nước ở VQG khu A&B giai đoạn từ 2010 – 2014	29
Hình 1.18. Mực nước ở VQG khu C giai đoạn từ 2010 – 2014	30
Hình 1.19. Biểu đồ quan hệ tốc độ bén lửa của vật liệu cháy theo độ ẩm.....	37
Hình 1.20. Độ ẩm vật liệu cháy phụ thuộc vào độ sâu mực nước ngầm.....	37
Hình 1.21. Hình ảnh rừng tràm ở VQG U Minh Thượng năm 2009.....	43
Hình 1.22. Quy hoạch các khu quản lý nước ở VQG U Minh Thượng	45
Hình 2.1. Vị trí các ô tiêu chuẩn khảo sát đo đặc lâm sinh rừng.....	58
Hình 3.1. Rừng tràm, rẫy tái sinh trên vùng ngập nước sâu quanh năm	76
Hình 3.2. Khảo sát đo đặc lâm sinh rừng tràm tái sinh	76
Hình 3.3. Biểu đồ quan hệ giữa độ sâu ngập và D _{1,3}	78
Hình 3.4. Biểu đồ quan hệ giữa độ sâu ngập và D _{tán}	78

Hình 3.5. Biểu đồ quan hệ giữa độ sâu ngập và H _{vn}	78
Hình 3.6. Biểu đồ quan hệ giữa độ sâu ngập và H _{đc}	78
Hình 3.7. Biểu đồ quan hệ giữa độ sâu ngập và mật độ cây tràm	78
Hình 3.8. Biểu đồ quan hệ giữa độ sâu ngập và tỷ lệ cây tốt	78
Hình 3.9. Giải tích xác định sinh khối ngoài thực địa	80
Hình 3.10. Biểu đồ quan hệ giữa độ sâu ngập và trữ lượng rừng.....	83
Hình 3.11. Biểu đồ quan hệ giữa độ sâu ngập và trữ lượng TB năm	83
Hình 3.12. Lượng tăng sinh khối trung bình theo 3 mức ngập ở mức 95%.....	85
Hình 3.13. Biểu đồ quan hệ giữa độ sâu ngập và SKV _k	85
Hình 3.14. Biểu đồ quan hệ giữa độ sâu ngập và SKG _{kvk}	85
Hình 3.15. Biểu đồ quan hệ giữa độ sâu ngập và SKC _k	86
Hình 3.16. Biểu đồ quan hệ giữa độ sâu ngập và SKL _k	86
Hình 3.17. Biểu đồ quan hệ giữa độ sâu ngập và TSK.....	86
Hình 3.18. Biểu đồ quan hệ giữa độ sâu ngập và sinh khối TB năm	86
Hình 3.19. Phân khu phương án 1	92
Hình 3.20. Phân khu phương án 2	92
Hình 3.21. Biểu đồ cao độ trung bình các khu theo PA chọn	95
Hình 3.22. Biểu đồ phân bố diện tích theo cao độ các khu	96
Hình 3.23. Minh họa diện tích theo MN với nguy cơ cháy rừng cao 0%	98
Hình 3.24. Bản đồ phân bố diện tích theo MN tương ứng với nguy cơ cháy rừng cao 0%	98
Hình 3.25. Minh họa diện tích theo MN với nguy cơ cháy rừng cao 20%	100
Hình 3.26. Bản đồ phân bố diện tích theo MN tương ứng với nguy cơ cháy rừng cao 20%	100
Hình 3.27. Bản đồ đề xuất phân bố DT theo sinh cảnh ngập nước hợp lý.....	106
Hình 3.28. Sơ đồ đề xuất bố trí hệ thống công trình.....	120
Hình 3.29. Bản vẽ 3D công trình cống tiêu, cống lấy nước	127
Hình 3.30. Bản vẽ 3D công trình đập tràn.....	127

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1.1. Phân bố diện tích theo cao độ vùng lõi ở VQG trước cháy rừng	7
Bảng 1.2. Phân bố diện tích theo cao độ vùng lõi của VQG sau cháy rừng	9
Bảng 1.3. Nhiệt độ trung bình tháng nhiều năm	14
Bảng 1.4. Đặc trưng độ ẩm tháng trung bình nhiều năm	14
Bảng 1.5. Đặc trưng bốc hơi tháng đo bằng ống piche trung bình nhiều năm	15
Bảng 1.6. Lượng mưa, số ngày mưa bình quân nhiều năm	15
Bảng 1.7. Tóm tắt đặc điểm bảy tuyến thủy văn trong VQG U Minh Thượng	26
Bảng 1.8. Tóm tắt đặc điểm bảy tuyến thủy văn trong VQG U Minh Thượng	33
Bảng 1.9. Hệ động thực vật ở VQG UMT trước khi cháy rừng	40
Bảng 1.10. Hệ động thực vật ở VQG UMT sau khi cháy đến năm 2009	41
Bảng 1.11. Cao độ đặc trưng các khu quản lý nước theo quy hoạch	45
Bảng 2.1. Cao độ địa hình ứng với mức ngập nước điều tra đo đạc lâm sinh	55
Bảng 2.2. Hệ số dòng chảy ϕ	73
Bảng 3.1. Bảng tổng hợp các chỉ tiêu sinh trưởng rừng tràm nguyên sinh	75
Bảng 3.2. Tổng hợp kết quả điều tra lâm sinh rừng tràm	77
Bảng 3.3. Hệ số chuyển đổi sinh khối khô/tươi	79
Bảng 3.4. Các chỉ tiêu sinh khối 16 cây tiêu chuẩn rừng tràm tái sinh	79
Bảng 3.5. Tương quan giữa $D_{1,3}$ và sinh khối các bộ phận qua các hàm hồi quy	80
Bảng 3.6. Trữ lượng rừng tràm tái sinh ở các mức độ ngập khác nhau	82
Bảng 3.7. Sinh khối rừng tràm tái sinh ở các mức độ ngập khác nhau	84
Bảng 3.8. So sánh các phương án phân chia khu với nhau và với quy hoạch	92
Bảng 3.9. Phân bố cao độ từng khu theo PA chọn	95
Bảng 3.10. Phân bố diện tích theo cao độ vùng lõi ở VQG theo PA chọn	95
Bảng 3.11. Phân bố diện tích theo cao độ mực nước H0% vào tháng 4	97
Bảng 3.12. Phân bố diện tích theo cao độ mực nước H20% vào tháng 4	99
Bảng 3.13. Các thông số tương ứng với tỷ lệ diện tích ngập nước đề xuất	103
Bảng 3.14. Mực nước đề xuất kiểm soát cho các khu và diện tích tương ứng	105

Bảng 3.15. Mức nước các tháng mùa khô theo mức nước hao trung bình	108
Bảng 3.16. Mức nước cần tích trữ lại từng khu chưa kể nước hao ở VQG	109
Bảng 3.17. Mức nước hao theo thời gian trong mùa mưa ở VQG.....	110
Bảng 3.18. Mức nước cần tích theo thời đoạn, có kể nước hao từng khu (m)	112
Bảng 3.19. Lượng mưa theo thời gian tích nước vào cuối mùa mưa với các tần suất mưa thiết kế (mm)	113
Bảng 3.20. Chế độ nước hợp lý đề xuất cho từng khu theo thời gian trong năm cho năm ít nước.....	117
Bảng 3.21. Lượng mưa 1, 3, 5, 7 ngày lớn nhất trạm RGiá với các tần suất..	121
Bảng 3.22. Lượng mưa 1, 3, 5, 7 ngày lớn nhất trạm Rạch Giá ứng với các năm xuất hiện	121
Bảng 3.23. Tổng lượng lũ, lưu lượng lũ tại các Khu ứng với mưa năm 2003	123
Bảng 3.24. Đề xuất bố trí kích thước các cống tiêu và cống lấy nước	124
Bảng 3.25. Đề xuất bố trí kích thước đường tràn.....	126
Bảng 3.26. Đề xuất đặt cao trình ngưỡng tràn theo thời gian với năm ít nước	129

PHỤ LỤC

Phụ lục 1: Bản đồ độ dày tầng than bùn sau cháy rừng	146
Phụ lục 2: Hệ thống công trình, kênh và bờ bao của VQG UMT năm 2012..	147
Phụ lục 3: Tổng hợp các kênh rạch vùng lõi VQG	148
Phụ lục 4: Tổng hợp các kênh rạch trong vùng đệm và rừng nhỏ	149
Phụ lục 5: Ba khu quản lý nước từ năm 2010-2016 ở VQG UMT	151
Phụ lục 6: Phân bố diện tích theo cao độ ở các khu của VQG (2010-2016) ..	152
Phụ lục 7: Vị trí thước đo, tuyến đo nước trong VQG từ tháng 5/1999÷5/2000	153
Phụ lục 8: Mặt cắt địa hình của các tuyến đo thủy văn.....	153
Phụ lục 9: Bản đồ hiện trạng rừng vùng lõi VQG UMT trước khi cháy rừng	154
Phụ lục 10: Bản đồ hiện trạng rừng vùng lõi VQG U Minh Thượng sau cháy rừng, tháng 5/2002	155
Phụ lục 11: Bản đồ hiện trạng rừng vùng lõi VQG UMT năm 2006	156

Phụ lục 12: Bản đồ thảm thực vật vùng lõi VQG UMT năm 2011	157
Phụ lục 13: Kết quả số đọc mực nước trong VQG từ 5/1999÷5/2000	158
Phụ lục 14: Mực nước trong vùng lõi VQG từ năm 2003-2009.....	158
Phụ lục 15: Kết quả số đọc mực nước trong VQG từ 2010-2014	159
Phụ lục 16: Vị trí thước đo mực nước trong VQG từ năm 2002-2015.....	160
Phụ lục 17: Tọa độ các ô tiêu chuẩn khảo sát đo đặc lâm sinh rừng	161
Phụ lục 18: Phân bố diện tích theo cao độ vùng lõi ở VQG theo quy hoạch .	162
Phụ lục 19: Kết quả tính toán lượng mưa tháng trạm Rạch Giá ứng với các tần suất mưa thiết kế (mm)	163
Phụ lục 20: Quy hoạch các phân khu chức năng ở VQG U Minh Thượng	164
Phụ lục 21: Đường tần suất lượng mưa 1 ngày lớn nhất trạm Rạch Giá	165
Phụ lục 22: Đường tần suất lượng mưa 3 ngày lớn nhất trạm Rạch Giá	166
Phụ lục 23: Đường tần suất lượng mưa 5 ngày lớn nhất trạm Rạch Giá	167
Phụ lục 24: Đường tần suất lượng mưa 7 ngày lớn nhất trạm Rạch Giá	168
Phụ lục 25: Mô phỏng 3D công trình cống tiêu, cống lấy nước	169
Phụ lục 26: Mô phỏng 3D công trình đập tràn.....	170
Phụ lục 27: Điều tra đặc trưng lâm sinh rừng tràm tái sinh ở VQG UMT	171
Phụ lục 28: Bảng tổng hợp lượng mưa trung bình ngày tháng 8, 9, 10 trạm Rạch Giá (chuỗi 31 năm, từ năm 1985-2015).....	172
Phụ lục 29: Bảng thống kê tổng lượng mưa tháng và năm trạm Rạch Giá (từ 1985-2015)	173
Phụ lục 30: Biểu đồ lượng mưa trung bình ngày tháng 8 trạm Rạch Giá theo chuỗi số liệu 31 năm, từ năm 1985-2015.....	175
Phụ lục 31: Biểu đồ lượng mưa trung bình ngày tháng 9 trạm Rạch Giá theo chuỗi số liệu 31 năm, từ năm 1985-2015	176
Phụ lục 32: Biểu đồ lượng mưa trung bình ngày tháng 10 trạm Rạch Giá theo chuỗi số liệu 31 năm, từ năm 1985-2015.....	177
Phụ lục 33: Kết quả so sánh ANOVA giữa mức ngập nước và tổng sinh khối rừng tràm VQG U Minh Thượng	178

DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT

<u>Tên viết tắt</u>	<u>Tên đầy đủ</u>
BĐCM	Bán đảo Cà Mau
CARE	Cooperative for American Remittances to Europe
DT	Diện tích
ĐBSCL	Đồng bằng sông Cửu Long
ĐNN	Đất ngập nước
GIS	Hệ thống thông tin địa lý
IUCN	Liên minh Bảo tồn Thiên nhiên Quốc tế
KTTV	Khí tượng thủy văn
MN	Mực nước
nnk	Nhiều người khác
NN&PTNT	Nông nghiệp và Phát triển nông thôn
OTC	Ô tiêu chuẩn
PA	Phương án
NXB	Nhà xuất bản
QCVN	Quy chuẩn Việt Nam
QPTL	Quy phạm thủy lợi
TB	Trung bình
VPCP	Văn phòng Chính phủ
UMT	U Minh Thượng
VQG	Vườn Quốc gia
WWF	Quỹ Quốc tế bảo tồn thiên nhiên

KÝ HIỆU, THUẬT NGỮ KHOA HỌC

<u>Ký hiệu, thuật ngữ</u>	<u>Tên đầy đủ</u>
$D_{1,3}$ (cm)	Đường kính ngang ngực – Đ.kính thân cây tại 1,3m
$D_{tán}$ (m)	Đường kính tán
DBH _{bq} (cm)	Đường kính bình quân lâm phần
H_{dc} (m)	Chiều cao dưới cành
M (m ³ /ha)	Trữ lượng rừng

<u>Ký hiệu, thuật ngữ</u>	<u>Tên đầy đủ</u>
N (cây/ha)	Mật độ rừng
$k=p/P$	Hệ số chuyển đổi sinh khối khô/tươi
R	Hệ số tương quan
SD	Độ lệch chuẩn
SKGkv (kg/ha)	Sinh khối gỗ không vỏ
SKGkvt (kg/ha)	Sinh khối gỗ không vỏ tươi
SKGkvk (kg/ha)	Sinh khối gỗ không vỏ khô
SKCt (kg/ha)	Sinh khối cành tươi
SKCk (kg/ha)	Sinh khối cành khô
SKLt (kg/ha)	Sinh khối lá tươi
SKLk (kg/ha)	Sinh khối lá khô
SKTt (kg/ha)	Sinh khối thân tươi
SKTk (kg/ha)	Sinh khối thân khô
SKVt (kg/ha)	Sinh khối vỏ tươi
SKVk (kg/ha)	Sinh khối vỏ khô
TSKt (kg/ha)	Tổng sinh khối tươi
TSKk (kg/ha)	Tổng sinh khối khô
H_p (mm)	Lượng mưa ngày lớn nhất ứng với tần suất thiết kế
H_{vn} (m)	Chiều cao vút ngọn
$\bar{H}$ (m)	Chiều cao bình quân
$\bar{H}_{max}$ (cm)	Mức nước trung bình nhiều năm cao nhất
$\bar{H}_{min}$ (cm)	Mức nước trung bình nhiều năm thấp nhất
$\bar{H}_{tb}$ (cm)	Mức nước trung bình nhiều năm
$\bar{h}_{th}$ (cm)	Mức nước trung bình tháng
$\bar{H}_{th}$ (cm)	Mức nước trung bình tháng nhiều năm
$H_{n.ngam}$ (cm)	Mức nước ngầm
$S_{kh.ngap}$ (ha)	Diện tích không ngập
S_{ngap} (ha)	Diện tích ngập
$S_{ng.mua}$ (ha)	Diện tích ngập theo mùa
$T_{kh.ngap}$ (tháng)	Thời gian không ngập
T_{ngap} (tháng)	Thời gian ngập

<u>Ký hiệu, thuật ngữ</u>	<u>Tên đầy đủ</u>
Z (cm)	Cao độ
$Z_{\max}$ (cm)	Cao độ địa hình cao nhất
$Z_{\min}$ (cm)	Cao độ địa hình thấp nhất
Z_{tb} (cm)	Cao độ địa hình trung bình
$Z_{t.tb}$ (cm)	Cao độ địa hình trung bình tuyến đo
X_p (mm)	Lượng mưa theo tần suất
X_{tb} (mm)	Lượng mưa trung bình
K_p	Hệ số mô đuyên theo tần suất
Φ_p	Hệ số phụ thuộc C_v , C_s theo đường Pearson III
C_v	Hệ số phân tán
C_s	Hệ số thiên lệch
W (m ³)	Tổng lượng nước
Q_i (m ³ /s)	Lưu lượng lũ trong đợt lũ kéo dài từ thời điểm t_1 tới t_2
t_1, t_2	Thời gian tại thời điểm thứ nhất và thứ 2
Q_p (m ³ /s)	Lưu lượng lũ trong đợt lũ theo tần suất P
H_p (mm)	Lượng mưa ngày lớn nhất ứng với tần suất
φ	Hệ số dòng chảy lũ
F (km ²)	Diện tích lưu vực
Q_C (m ³ /s)	Lưu lượng qua cống
μ	Hệ số lưu lượng
ω_d (m ²)	Tiết diện cống ở cửa vào
H_o (m)	Cột nước thượng lưu
h_h (m)	Độ sâu hạ lưu
Q (m ³ /s)	Lưu lượng cần tiêu
g	Gia tốc trọng trường
m	Hệ số lưu lượng
B (m)	Chiều dài đường tràn
$B_{t.toán}$ (m)	Chiều dài đường tràn tính toán
$B_{đ.xuất}$ (m)	Chiều dài đường tràn đề xuất lựa chọn thiết kế

MỞ ĐẦU

0.1 SỰ CẦN THIẾT NGHIÊN CỨU CỦA LUẬN ÁN

Các khu bảo tồn thiên nhiên như các vườn Quốc gia (VQG), rừng ngập nước ven biển thường là những vùng nhạy cảm về các biến động môi trường nên thường được các Quốc gia trên thế giới rất quan tâm, xây dựng chiến lược quản lý, sử dụng và bảo vệ nghiêm ngặt. Việt Nam cũng rất quan tâm tới việc bảo vệ các khu rừng nguyên sinh, bảo vệ nguồn gen đa dạng và quý hiếm, qua đó nhiều khu VQG và các khu dự trữ sinh quyển đã được thiết lập trên cả nước, điển hình như các VQG U Minh Thượng, U Minh Hạ, Tràm Chim, khu dự trữ sinh quyển Đất Mũi (vùng đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL)), Cát Tiên, Cát Bà, Bạch Mã, Cúc Phương... (miền Trung và miền Bắc).

Trong các hệ sinh thái rừng ngập nước ở ĐBSCL thì chỉ còn duy nhất hệ sinh thái rừng U Minh, đặc biệt là U Minh Thượng có những đặc điểm của rừng nguyên sinh phát triển cực đỉnh, đó là các ưu hợp rừng tràm hỗn giao và rừng tràm thuần loại trên đất than bùn. Các đầm lầy và các sinh cảnh thực vật với các tuyến kênh - đê nằm xen kẽ, rải rác tạo nên những khu cư trú thích hợp cho một số loài động vật hoang dã. [27]

Tháng 3/2002 đã xảy ra cháy trong vùng lõi của VQG U Minh Thượng với tổng diện tích bị cháy là 3.212 ha. Vùng lõi là nơi tập trung của nhiều loài thực vật và động vật, trong đó có một số loài đặc hữu. Tại khu vực bị cháy, cây tràm (*Melaleuca cajuputi*) là cây gỗ chính có tuổi từ 15 đến trên 40 năm bị cháy và thiệt hại nặng nề, hầu hết các loài thực vật đã bị thiêu rụi [33]. Việc khôi phục hệ sinh thái rừng tràm được các cơ quan từ Trung ương đến địa phương rất quan tâm, chỉ đạo thực hiện. Đã có nhiều các nghiên cứu, dự án đầu tư xây dựng nhằm phát triển rừng được thực hiện. Tuy nhiên, do đặc điểm tự nhiên của khu vực có thời tiết khô hạn kéo dài, đất rừng nhiều than bùn là vật liệu dễ cháy nên rừng luôn bị đe dọa và tiềm ẩn nguy cơ cháy rừng cao.

Từ sau cháy rừng đến nay, do quản lý chế độ nước khu rừng tràm chưa hợp lý, mực nước duy trì ở mức cao trong thời gian dài để phòng chống cháy rừng đã làm thay đổi dần sinh cảnh, hệ sinh thái dưới tán rừng thay đổi làm ảnh hưởng không nhỏ tới sinh trưởng của cây tràm. Sự tái sinh và phát triển của cây tràm, đặc biệt là cây tràm non ở khu vực bị cháy phụ thuộc nhiều vào một số yếu tố môi trường như độ sâu và thời gian ngập nước, độ dày lớp than bùn v.v... Trong đó, độ sâu và thời gian ngập nước được xác định là một trong các yếu tố đóng vai trò quan trọng nhất. [36]

Do đó, nhiệm vụ quản lý nước là rất quan trọng trong việc phát triển hệ sinh thái rừng tràm ở VQG sau cháy rừng. Quản lý nước là thực hiện chuỗi hành động kiểm soát nước ở mức hợp lý nhằm tạo điều kiện thích hợp cho sự phát triển của các loài động, thực vật. Quản lý nước không những giúp cho cây tràm và các loài cây khác trong hệ sinh thái sinh trưởng và phát triển bình thường mà phải đáp ứng được tiêu chí phòng cháy, chữa cháy rừng và duy trì phù hợp các sinh cảnh. [32], [36]

Nghiên cứu quá trình hình thành và phát triển của rừng tràm, đặc biệt sau đợt cháy rừng cho thấy không thể bảo vệ tốt VQG U Minh Thượng nếu không làm tốt công tác quản lý nước. Từ đó dẫn đến việc thực hiện đề tài *“Nghiên cứu, đề xuất chế độ nước hợp lý để phát triển rừng tràm tái sinh VQG U Minh Thượng”* là điều rất cần thiết trong thời điểm hiện nay.

0.2 MỤC TIÊU, ĐỐI TƯỢNG VÀ PHẠM VI NGHIÊN CỨU

a) Mục tiêu nghiên cứu

- Đánh giá được tình hình sinh trưởng của rừng tràm tái sinh ở các mức độ ngập nước khác nhau từ sau khi cháy rừng đến nay ở VQG.
- Xác định được chế độ nước hợp lý nhằm phát triển rừng tràm tái sinh và chống cháy rừng ở VQG.
- Đề xuất được giải pháp quản lý nước phù hợp cho vùng lõi của VQG.

b) *Đối tượng nghiên cứu*

Đối tượng nghiên cứu của luận án là chế độ nước phù hợp cho phát triển rừng trầm tái sinh sau cháy rừng ở VQG U Minh Thượng.

c) *Phạm vi nghiên cứu*

Phạm vi nghiên cứu của luận án là khu vực rừng trầm tái sinh có diện tích bị cháy năm 2002 là 3.212 ha, nằm trong khu vực vùng lõi có diện tích 8.003 ha của VQG U Minh Thượng.

0.3 CÁCH TIẾP CẬN CỦA LUẬN ÁN

- Tiếp cận qua thực tiễn quản lý rừng trầm hiện nay của VQG U Minh Thượng một cách có hệ thống, nhiều mặt và tổng hợp;
- Tiếp cận kế thừa các kết quả khoa học kỹ thuật, cơ sở dữ liệu đã có trong và ngoài nước, dữ liệu trực tiếp từ VQG một cách chọn lọc;
- Tiếp cận qua các phương pháp quản lý chế độ nước trên nguyên tắc lợi dụng tổng hợp, phù hợp nhằm phát triển bền vững.

0.4 Ý NGHĨA KHOA HỌC VÀ THỰC TIỄN CỦA LUẬN ÁN

a) *Ý nghĩa khoa học*

Ý nghĩa khoa học của luận án là giải quyết được vấn đề chính về chế độ nước và môi trường hệ sinh thái trên vùng đất than bùn ngập nước theo mùa đặc trưng. Kết quả nghiên cứu góp phần bảo vệ và phát triển bền vững rừng trầm ở VQG U Minh Thượng:

- Phân tích và làm rõ chế độ thủy văn, nguồn nước ảnh hưởng đến sinh trưởng và phát triển của rừng trầm nói chung và rừng trầm tái sinh nói riêng trên vùng đất than bùn.
- Vận dụng lý thuyết phân tích hệ thống trong nghiên cứu, xác định chế độ nước hợp lý trên cơ sở nghiên cứu các yếu tố như: hệ sinh thái đất ngập nước (các dạng sinh cảnh), hệ sinh thái rừng trầm (các hệ thực vật

và động vật), sinh trưởng và phát triển của cây tràm (là loài cây chính của VQG), bảo tồn, phòng chống cháy rừng,... Từ đó, đã giải quyết được về mặt khoa học bài toán thực tiễn về chế độ nước cho VQG với các mức độ ngập và thời gian ngập nước khác nhau trong năm.

- Vận dụng lý thuyết về kỹ thuật tài nguyên nước, hệ thống công trình thủy lợi phục vụ cho công tác quản lý nước nhằm bảo vệ và phát triển rừng. Đây là điểm khác so với các công trình thủy lợi truyền thống trước đây chủ yếu là điều tiết nước phục vụ cho sản xuất nông nghiệp.

b) Ý nghĩa thực tiễn

Trải qua nhiều năm, từ khi xảy ra cháy rừng đến nay, VQG U Minh Thượng thực hiện công tác quản lý nước ở mức cao, làm suy thoái rừng tràm ở những nơi có địa hình thấp và hạn chế khả năng tái sinh của rừng.

Kết quả nghiên cứu của luận án đưa ra một phần hiện trạng thực tế về môi trường sinh thái, đặc điểm lâm sinh học của rừng tràm giúp cho các nhà quản lý có thêm thông tin trong phát triển bền vững ở VQG.

Kết quả của luận án đề xuất chế độ nước hợp lý, đề xuất hệ thống công trình thủy lợi điều tiết chế độ nước trên cơ sở xem xét hiện trạng hệ thống công trình hiện có, điều kiện tự nhiên, định hướng quy hoạch phát triển của VQG đã được phê duyệt. Giúp các nhà tư vấn có thêm dữ liệu, thông tin trong quản lý nước phù hợp với thực tiễn của VQG hiện nay.

Bên cạnh việc ứng dụng thực tiễn phân tích hệ thống trong xây dựng và quản lý hệ thống công trình điều tiết nước cho VQG U Minh Thượng, vẫn còn khá nhiều các vùng đất ngập nước (ĐNN) tự nhiên và nhân tạo khác tương tự trong khu vực ĐBSCL có thể tham khảo nghiên cứu này phục vụ cho quản lý và phát triển rừng như các VQG U Minh Hạ, Tràm Chim, Sân chim Bạc Liêu,...

0.5 NHỮNG ĐÓNG GÓP MỚI CỦA LUẬN ÁN

Xác định được chế độ nước hợp lý để phát triển rừng tràm tái sinh trên đất than bùn ở VQG U Minh Thượng làm cơ sở để điều tiết chế độ nước hợp lý. Kết quả được mô phỏng bằng bản đồ trực quan "*Phân bố diện tích theo sinh cảnh ngập nước phù hợp*".

Lựa chọn được những thời điểm bắt đầu tích nước phù hợp để có được chế độ nước hợp lý trong cả năm, trên cơ sở tính toán tài nguyên nước từ mưa với các tần suất mưa khác nhau. Thời điểm tích nước được xác định hàng năm là khoảng từ ngày 11/9 cho năm ít nước (tần suất 75%), khoảng từ ngày 1/10 cho năm nước trung bình (tần suất 50%) và khoảng từ ngày 21/10 cho năm nhiều nước (tần suất 25%). Bước đầu đề xuất được giải pháp quản lý nước phù hợp để phát triển vùng lõi rừng tràm ở VQG U Minh Thượng.

Kết quả nghiên cứu của luận án về quản lý chế độ nước hợp lý cho rừng tràm tái sinh ở VQG U Minh Thượng đã đưa vấn đề điều tiết nước cho rừng tràm các VQG khu vực Nam bộ lên mức độ cao hơn để giải quyết tốt môi trường sinh thái cho hệ sinh thái rừng tràm phát triển và phòng tránh cháy rừng vào thời kỳ mùa khô.

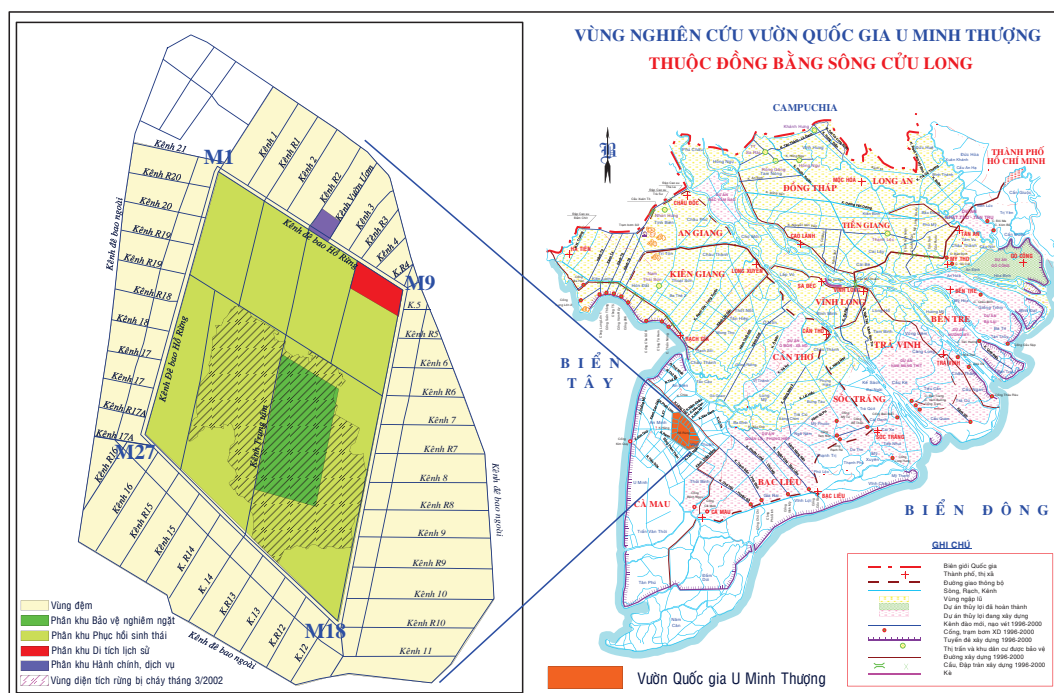
CHƯƠNG 1

TỔNG QUAN CÁC KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU CÓ LIÊN QUAN ĐẾN ĐỀ TÀI LUẬN ÁN

1.1 ĐẶC ĐIỂM TỰ NHIÊN

1.1.1 Vị trí địa lý

VQG U Minh Thượng có diện tích 21.107 ha gồm vùng lõi 8.003 ha, vùng đệm 13.069 ha và một phần diện tích đê kẹp giữa vùng lõi và vùng đệm 35 ha, trên địa bàn hai xã An Minh Bắc và Minh Thuận huyện U Minh Thượng tỉnh Kiên Giang, nằm về phía Tây của vùng bán đảo Cà Mau.



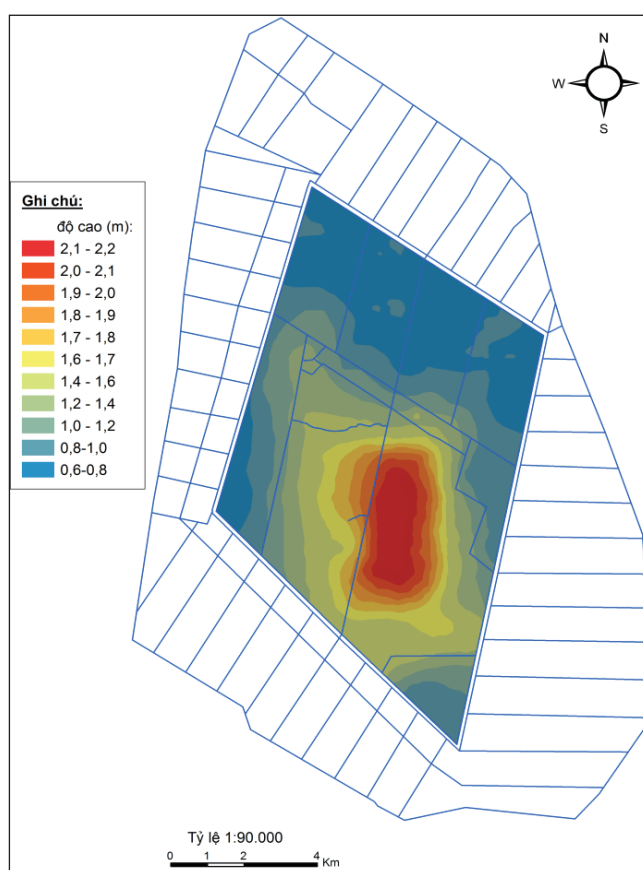
Hình 1.1. Vị trí vùng nghiên cứu VQG U Minh Thượng thuộc ĐBSCL

1.1.2 Điều kiện địa hình

Khu vực U Minh Thượng có địa hình thấp và khá bằng phẳng, bị chia cắt nhiều bởi hệ thống kênh rạch. VQG nằm ở trung tâm của vùng U Minh

Thượng, chênh lệch độ cao giữa các khu vực $\leq 1,5\text{m}$. Tổng quát địa hình vùng lõi của VQG như sau:

- Trước khi xảy ra vụ cháy rừng năm 2002, phân bố độ cao có dạng gò hình “mai rùa”, dốc từ trong ra ngoài. Cao nhất ở trung tâm phía Nam và thấp nhất ở các trảng nước phía Bắc, phân bố cao độ từ $0,6 \div 2,2\text{m}$ so với mực nước biển (Hình 1.2, Hình 1.3), số liệu bố diện tích theo cao độ trong Bảng 1.1.



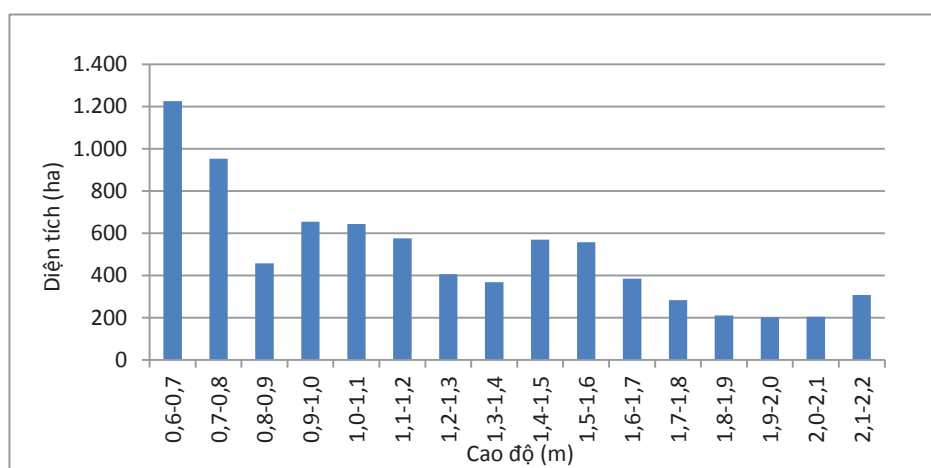
Hình 1.2. Phân bố độ cao vùng lõi của VQG trước cháy rừng

Bảng 1.1. Phân bố diện tích theo cao độ vùng lõi ở VQG trước cháy rừng

STT	Lớp cao độ (m)	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)	Cao độ TB Z_{tb} (m)
1	0,6-0,7	1.225	15,3	1,33
2	0,7-0,8	952	11,9	
3	0,8-0,9	458	5,7	

4	0,9-1,0	654	8,2
5	1,0-1,1	643	8,0
6	1,1-1,2	576	7,2
7	1,2-1,3	406	5,1
8	1,3-1,4	368	4,6
9	1,4-1,5	570	7,1
10	1,5-1,6	558	7,0
11	1,6-1,7	384	4,8
12	1,7-1,8	283	3,5
13	1,8-1,9	211	2,6
14	1,9-2,0	202	2,5
15	2,0-2,1	205	2,6
16	2,1-2,2	308	3,8
	Tổng	8.003	100%

(Nguồn: Tính toán từ bản đồ nguồn xây dựng lại của VQG U Minh Thượng, 2002)



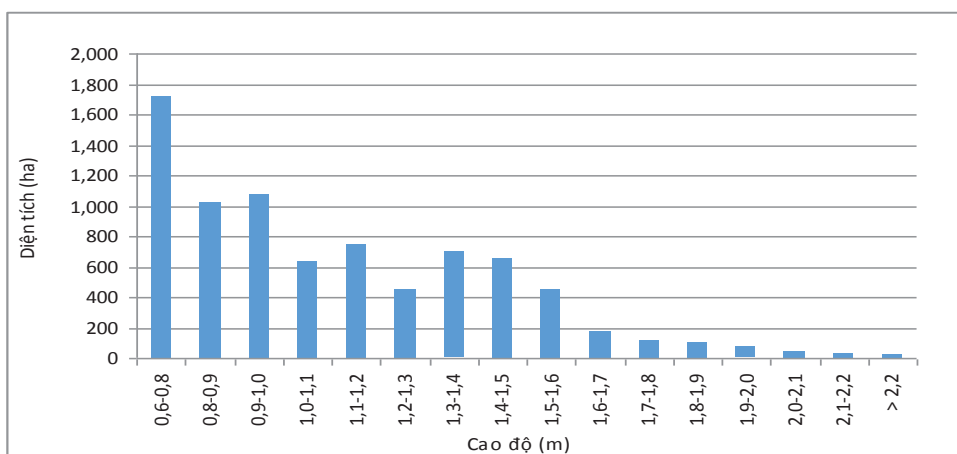
Hình 1.3. Phân bố diện tích theo cao độ vùng lõi của VQG U Minh Thượng trước cháy rừng tháng 3/2002

- Cháy rừng đã làm giảm độ cao của lớp than bùn, làm thay đổi địa hình (xem Hình 1.4). Ở nhiều nơi lớp than bùn bị cháy hoàn toàn đến lớp đất sét. Phân bố độ cao địa hình hiện nay không đều, khu vực trung tâm có địa hình cao và thấp xem kẽ nhau nhưng nhìn chung ở phía Nam cao hơn ở phía Bắc. Phân bố diện tích của vùng lõi của VQG theo độ cao địa hình được nêu trong Bảng 1.2.

Bảng 1.2. Phân bố diện tích theo cao độ vùng lõi của VQG sau cháy rừng

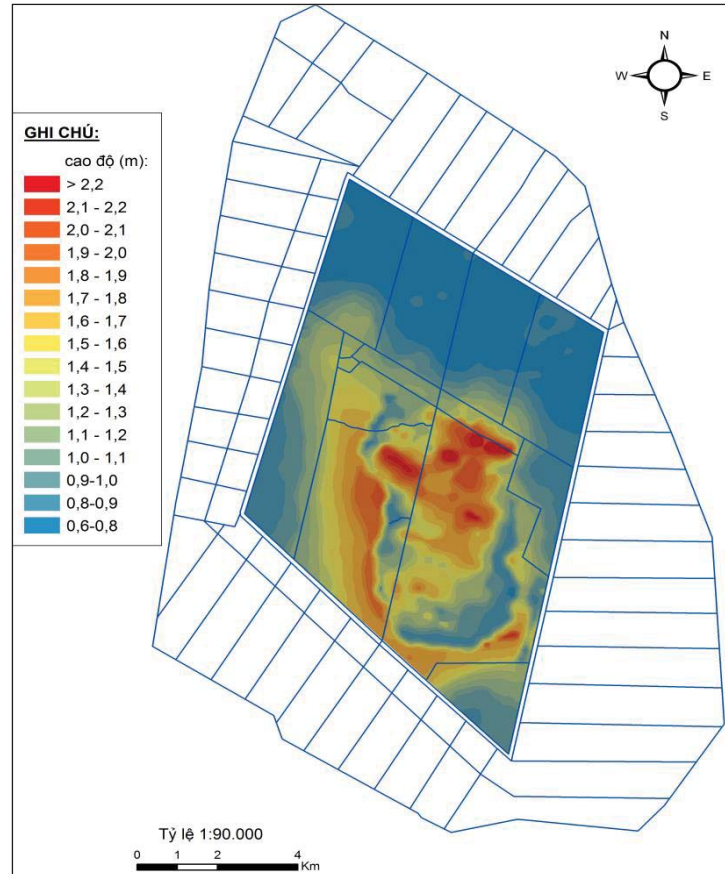
STT	Lớp cao độ (m)	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)	Cao độ TB Z_{tb} (m)
1	0,6-0,7	1.011	12,6	1,05
2	0,7-0,8	707	18,8	
3	0,8-0,9	1.008	12,6	
4	0,9-1,0	1.094	13,7	
5	1,0-1,1	531	6,6	
6	1,1-1,2	860	10,7	
7	1,2-1,3	450	5,6	
8	1,3-1,4	694	8,7	
9	1,4-1,5	731	9,1	
10	1,5-1,6	372	4,6	
11	1,6-1,7	167	2,1	
12	1,7-1,8	122	1,5	
13	1,8-1,9	109	1,4	
14	1,9-2,0	59	0,7	
15	2,0-2,1	38	0,5	
16	2,1-2,2	33	0,4	
17	> 2,2	17	0,2	
	Tổng	8.003	100%	

(Nguồn: Tính toán từ bản đồ nguồn xây dựng lại của VQG U Minh Thượng, 2010)



Hình 1.4. Phân bố diện tích theo cao độ vùng lõi của VQG U Minh Thượng sau cháy rừng

Diện tích vùng lõi của VQG chủ yếu ở độ cao $\leq 1,0\text{m}$ chiếm đến $\approx 48\%$, diện tích có độ cao trên $1,6\text{m}$ chỉ chiếm $\approx 7\%$.



Hình 1.5. Phân bố độ cao vùng lõi của VQG sau cháy rừng

1.1.3 Đặc điểm thổ nhưỡng của rừng tràm

Thổ nhưỡng vùng nghiên cứu được hình thành do quá trình bồi đắp phù sa lấn biển của hệ thống sông Cửu Long, song song với quá trình bồi lắng phù sa, nâng dần độ cao mặt đất là quá trình tích tụ xác thực vật của thảm thực vật rừng Sát và rừng Hậu sát; phân huỷ trong điều kiện ngập nước và yếm khí. Đất của VQG phân thành 2 nhóm đất chính là đất than bùn và đất phèn [3]:

Đất than bùn: trước khi cháy rừng diện tích đất than bùn toàn VQG vào khoảng 4.000 ha, trữ lượng ước tính khoảng 40 triệu m^3 . Trong đó phân bố tập trung khoảng 3.000 ha dọc 2 bên kênh trung tâm, còn lại 1.000 ha phân bố

phân tán. Đây là vùng than bùn có diện tích và trữ lượng lớn nhất ở ĐBSCL và Việt Nam hiện nay. Sau cháy rừng, diện tích khu vực bị cháy là 3.212 ha (Phụ lục 1. Bản đồ độ dày tầng than bùn sau cháy rừng), đất đai khu vực bị cháy có 2 dạng chính:

- Đất không có than bùn 1.106 ha gồm đất sét và đất than bùn đã cháy triệt để dạng “da quy”.
- Đất có than bùn là 2.106ha, độ cao lớp than bùn dao động từ 20÷150cm được chia làm 4 dạng gồm: Đất than bùn mỏng (từ 0÷<30cm) là 646 ha; Đất than bùn trung bình (từ 30÷<60cm) là 546 ha; Đất than bùn dày (từ 60÷<90cm) là 657 ha; và Đất than bùn rất dày (≥ 90 cm) là 257 ha.

Đất phèn: Địa hình các khu này thấp hơn vùng đất có than bùn từ 30÷50cm; tầng mùn mỏng từ 3÷5cm.

Theo kết quả phân tích mẫu đất sau cháy rừng của Phân Viện Khoa học Lâm nghiệp Nam bộ được thể hiện trong [33] như sau:

a) Hình thái phẫu diện đất:

Hình thái đất rừng tràm sau cháy rừng có thể chia thành 2 loại: còn than bùn và hết than bùn.

- Khi cháy rừng lớp than bùn không bị cháy hoàn toàn. Tùy theo từng khu vực mà lớp than bùn bị cháy nhiều hay ít khác nhau.
- Ở một số nơi lớp than bùn mỏng và đã bị rút nước lâu ngày trở nên khô kiệt đã bị cháy hoàn toàn, làm lộ đất sét lên mặt đất.

Hình thái phẫu diện đất rừng tràm trước và sau cháy được thể hiện ở Hình 1.6 và Hình 1.7.

b) Tính chất của những tầng đất chính:

Kết quả khảo sát được mô tả khái quát qua các đặc trưng phẫu diện đất ở khu vực rừng bị cháy như sau:

- *Tro của thảm thực vật và tro than bùn sau khi cháy*: Trên mặt đất sau khi cháy, lớp tro dày từ 5÷10cm. Kết quả phân tích cho thấy tro có phản ứng kiềm (pH: 8,40), độ mặn khá cao (EC: 4,5mS/cm), hàm lượng Fe^{+3} , SO_4^{-2} hoà tan và tổng số đều cao (Fe^{+3} : 17,2mg/100g, SO_4^{-2} hoà tan : 0,45%, SO_4^{-2} tổng số : 1,45%).
- *Tầng than bùn*: Có thể chia hình thái than bùn ở U Minh làm hai loại, than bùn đen ở dưới sâu và than bùn nâu xốp nhẹ ở phần trên. Kết quả phân tích cho thấy dung dịch nước của than bùn có phản ứng a xít (pH than bùn đen là 4,20, pH than bùn nâu là 4,05), độ mặn của than bùn (EC:1,16) và hàm lượng lân dễ tiêu thấp (P_2O_5 than bùn đen là 3,2mg/100g và P_2O_5 than bùn nâu là 4,3mg/100g).
- *Tầng phèn (Bj)*: có hai dạng khác nhau là đất phèn hoạt động trên đầm lầy than bùn và đất phèn hoạt động trên các mẫu chất của lạch triều cổ.
- *Tầng Bg (tầng B bị glây hoá)*: Tầng này xuất hiện trong đất phù sa glây, ở U Minh đất phù sa glây thường phân bố ở địa hình trung bình đến cao, thảm thực vật thường là cây thân gỗ và sậy.
- *Tầng chứa vật liệu sinh phèn (tầng Cp)*: Tầng này còn gọi là tầng sét chứa khoáng pyrite (FeS_2) - vật liệu sinh phèn, hoặc gọi là tầng sunfit. Vùng U Minh có hai loại mẫu chất chứa vật liệu sinh phèn, mẫu chất đầm lầy than bùn nằm sát lớp than bùn và mẫu chất đầm lầy lạch triều. Tầng chứa vật liệu sinh phèn nằm sát dưới lớp than bùn.
- *Tầng Cg (tầng C bị glây hoá)*: Tầng này nằm sâu dưới tầng Cp và chứa rất ít khoáng pyrite, phổ biến ở độ sâu 1,7÷2,1m. Đặc điểm của tầng Cg là chứa một lượng vỏ sò, thành phần cấp hạt là bột sét và cát mịn. Kết quả phân tích cho thấy dung dịch đất có phản ứng trung tính đến hơi kiềm (pH:7,89), độ mặn thấp (EC: 0,72mS/cm), hàm lượng Clo, Sunphát đều thấp (Cl: 0,05%, SO_4^{-2} : 0,06% và SO_4 tổng số: 1,05%). Đây là

điều cần chú ý khi xem xét các điều kiện cải tạo hệ thống kênh mương.

Nhìn chung, sau cháy rừng có hai quá trình biến đổi tính chất đất phèn hóa và mặn hóa diễn ra. Tuy nhiên, kết quả khảo sát và phân tích cho thấy những biến đổi đó không lớn và chưa ảnh hưởng nghiêm trọng đến môi trường đất khu vực U Minh.



(Nguồn: Phạm Trọng Thịnh, 2005)

Hình 1.6. Đất dưới rừng tràm chưa bị cháy (trái) và mặt lớp than bùn sau cháy rừng 1 năm (phải)



(Nguồn: Phạm Trọng Thịnh, 2005)

Hình 1.7. Phẫu diện đất dưới rừng tràm sau cháy ở nơi còn than bùn (trái) và ở nơi không còn than bùn (phải)

1.1.4 Đặc điểm khí hậu, thời tiết

Vùng nghiên cứu chịu ảnh hưởng của khí hậu nhiệt đới gió mùa. Một năm có 2 mùa rõ rệt, mùa mưa bắt đầu từ tháng V đến tháng XI ảnh hưởng của gió Tây – Nam mang nhiều hơi nước mát mẻ, mùa khô bắt đầu từ tháng XII đến tháng IV năm sau, hướng gió chính Đông – Bắc và Đông tạo thời tiết nắng, nóng, khô hanh. Vùng nghiên cứu không có trạm đo khí hậu, thời tiết nhiều năm nên sử dụng tài liệu của trạm đo gần nhất tại trạm Rạch Giá (cách U Minh Thượng về phía Bắc $\approx 30\text{km}$ theo đường “chim bay”) để đánh giá. Theo tài liệu từ Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam bộ thống kê trong 10 năm (1990÷1999), đặc trưng khí hậu khu vực như sau:

- Chế độ nhiệt: Do địa hình tương đối bằng phẳng, mặt đệm không có sự khác biệt đáng kể, nhiệt độ trung bình năm ít thay đổi ($2^{\circ}\text{C} \div 3^{\circ}\text{C}$). Tháng có nhiệt độ cao nhất là tháng IV, thấp nhất là tháng I.

Bảng 1.3. Nhiệt độ trung bình tháng nhiều năm

Tháng	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Năm
$T_{\max} (^{\circ}\text{C})$	30,8	32,2	33,1	33,7	32,2	30,5	29,9	28,6	29,8	30,4	30,4	29,1	31,1
$T_{\min} (^{\circ}\text{C})$	21,7	21,1	23,6	25,0	25,7	25,7	25,5	25,3	25,5	25,1	24,4	23,1	24,4
$T_{bq} (^{\circ}\text{C})$	26,0	26,3	27,9	28,9	28,8	28,2	28,0	27,7	27,7	27,7	26,7	25,8	27,5

(Nguồn: Đài KTTV khu vực Nam bộ, 2000)

- Chế độ ẩm: Độ ẩm không khí trung bình hàng năm 82,5%, phân làm 2 mùa rõ rệt.

Bảng 1.4. Đặc trưng độ ẩm tháng trung bình nhiều năm

Tháng	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Năm
$U_{bq} (\%)$	77,9	75,7	77,2	78,6	84,0	85,4	86,0	85,6	85,5	85,5	82,8	85,5	82,5
$U_{\max} (\%)$	93,0	93,0	93,0	92,0	93,0	94,0	93,0	94,0	93,0	94,0	92,0	94,0	94,0
$U_{\min} (\%)$	52,0	49,0	51,0	54,0	64,0	72,0	74,0	75,0	71,0	67,0	64,0	57,0	57,0

(Nguồn: Đài KTTV khu vực Nam bộ, 2000)

- Chế độ bốc hơi: Vùng nghiên cứu ven biển, gió mạnh, nắng nóng quanh năm nên lượng bốc hơi hàng năm khá cao, trung bình là 1.230mm.

Bảng 1.5. Đặc trưng bốc hơi tháng đo bằng ống piche trung bình nhiều năm

Tháng	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Năm
Bốc hơi (mm)	108	120	140	129	99	105	93	99	99	74	76	90	1230

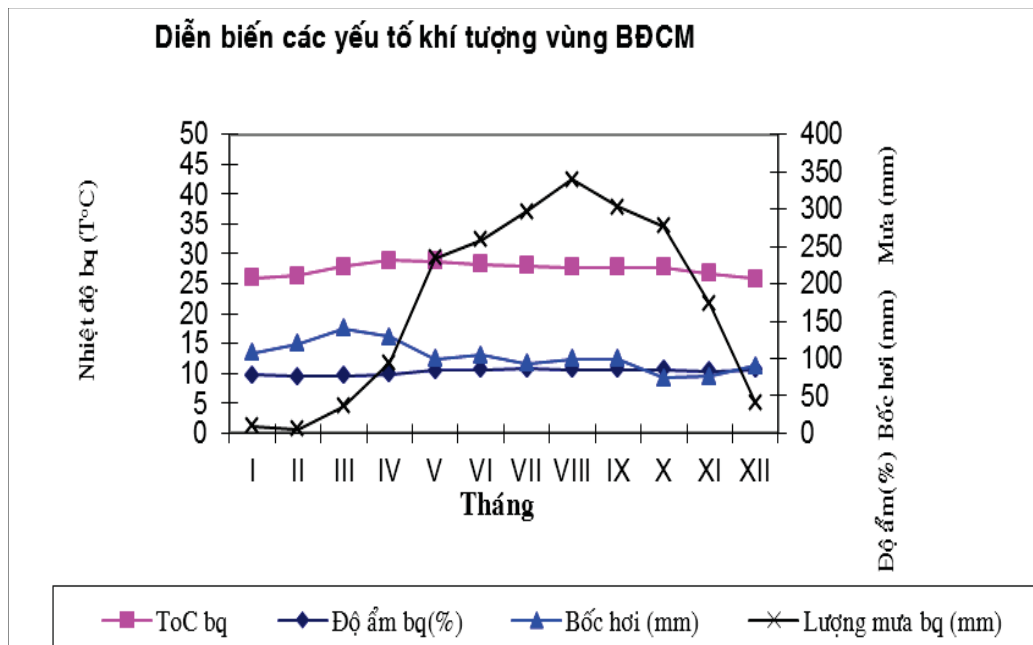
(Nguồn: Đài KTTV khu vực Nam bộ, 2000)

- Chế độ mưa: Lượng mưa ở vùng nghiên cứu tương đối lớn nhưng phân bố không đều theo không gian và thời gian. Mùa mưa chiếm khoảng 80 - 90% tổng lượng mưa cả năm. Mùa khô lượng mưa rất thấp, có tháng hầu như không mưa. Đường đẳng trị mưa năm trong vùng thể hiện trên Hình 1.9.

Bảng 1.6. Lượng mưa, số ngày mưa bình quân nhiều năm

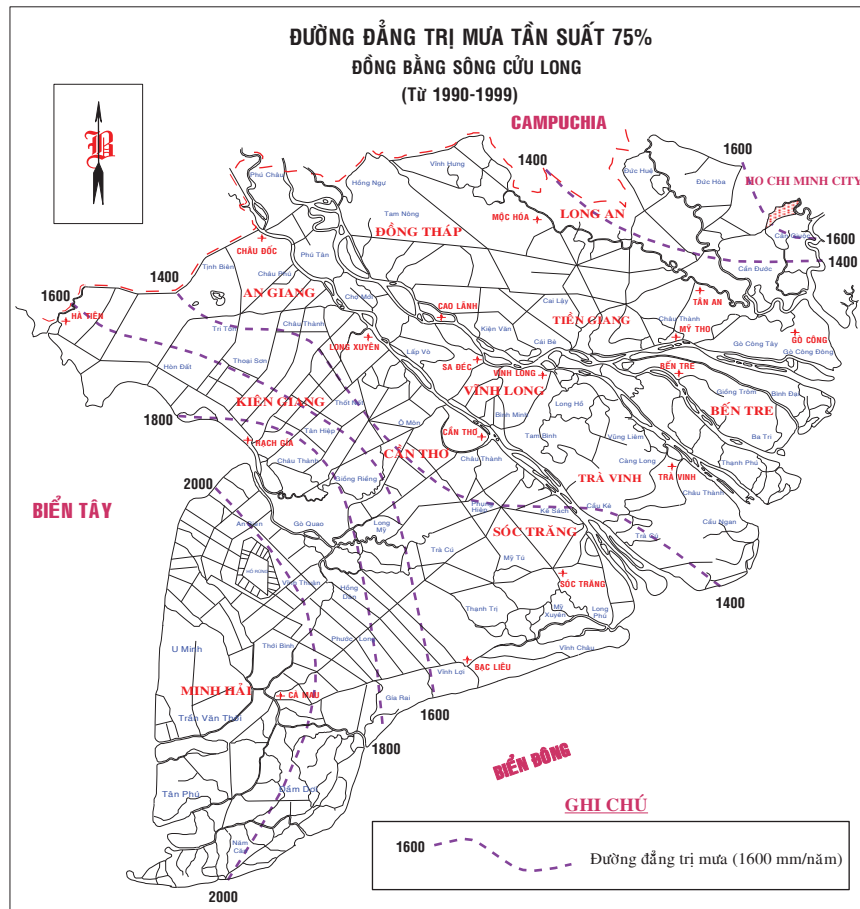
Tháng	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Năm
Xbq (mm)	10	6	36	94	234	259	296	339	303	277	173	41	2.068
Số ngày mưa (ngày)	2	1	3	7	15	16	19	18	18	17	12	4	132

(Nguồn: Đài KTTV khu vực Nam bộ, 2000)



(Nguồn: Đài KTTV khu vực Nam bộ, 2000)

Hình 1.8. Diễn biến các yếu tố khí tượng vùng BĐCM



(Nguồn: Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, 2000)

Hình 1.9. Đường đẳng trị mưa tần suất 75% vùng ĐBSCL

1.1.5 Chế độ thủy văn, thủy triều

Theo các tài liệu [20] [26] [36] [38], VQG U Minh Thượng là khu vực được bao kín bởi hệ thống đê bao trong và đê bao ngoài. Đê bao cũng là đường ranh giới giữa vùng lõi và vùng đệm của VQG. Nguồn nước cung cấp chính cho vùng được xác định là từ mưa. Chế độ thủy văn khu vực được điều tiết vào các thời điểm trong năm thông qua hệ thống cống, đập và trạm bơm có sẵn ở trong VQG. Đặc điểm vùng thủy văn nằm trong phạm vi từng ô riêng biệt (từng Khu) và có hệ thống đê bao cùng cống ngăn không liên quan với chế độ thủy văn của các sông - kênh phía ngoài, do đó khu vực vùng lõi VQG không bị ảnh hưởng bởi thủy triều. Vì vậy chế độ thủy văn ở VQG U Minh Thượng là chế độ thủy văn nội đồng.

Chế độ thủy triều trên hệ thống kênh rạch khu vực ngoài VQG U Minh Thượng thuộc vùng ven biển Tây Nam Bộ thuộc chế độ nhật triều không đều từ dải ven bờ biển mũi Cà Mau đến Hà Tiên với biên độ triều khoảng 0,8-1,2m. Chế độ nhật triều không đều là hầu hết các ngày trong tháng (một lần triều lên và một lần triều xuống) và một số ít ngày là bán nhật triều. [27]

1.1.6 Nhận xét

Vùng nghiên cứu nằm trong khu vực nhiệt đới gió mùa với nền nhiệt cao suốt các tháng trong năm. Lượng mưa phân bố không đều rõ rệt trong năm tạo ra 5 tháng mùa khô và 7 tháng mùa mưa làm cho lượng bốc hơi mùa khô cũng cao hơn mùa mưa, chế độ thủy văn nội đồng và không bị tác động của thủy triều. Từ đặc điểm khí hậu, thời tiết, thủy văn trong điều kiện địa hình thấp – trũng đã hình thành nên hệ sinh thái đất rừng đặc trưng ngập nước theo mùa. Cây tràm là một trong những loài đặc trưng của vùng cũng thích nghi với điều kiện ngập nước theo mùa, hình thành nên hệ sinh thái rừng tràm ở VQG U Minh Thượng. Mùa khô kéo dài với đặc điểm đất rừng nhiều than bùn tiềm ẩn nguy cơ xảy ra cháy rừng cao.

1.2 HỆ THỐNG CÔNG TRÌNH ĐIỀU TIẾT NƯỚC

1.2.1 Hệ thống đê và kênh

Hệ thống công trình quản lý nước ở VQG U Minh Thượng được đầu tư xây dựng qua nhiều thời kỳ. Bao gồm hệ thống đê và kênh bao khép kín, một số cống tiêu nước dưới đê, các đê bao và các kênh trong vùng lõi. Ngoài ra, để điều tiết nước giữa các khu vực, một số đập ngăn tạm cũng được đắp trên kênh bao và kênh trong vùng lõi và một trạm bơm để bơm bổ sung nước từ ngoài vào khi cần thiết (Phụ lục 2). [36], [38]

a) Đê và kênh ở vùng lõi

Hệ thống đê và kênh bao quanh vùng lõi có tổng chiều dài $\approx 38\text{km}$ tạo thành một đa giác bốn cạnh dạng gần hình thoi. Theo quy trình vận hành điều

tiết nước hiện nay thì đê bao trong không bị nước tràn qua kể cả lúc tích nước cao nhất, nó có nhiệm vụ giữ nước để cung cấp cho mùa khô đồng thời là đường giao thông phục vụ công tác quản lý. Hệ thống kênh bao nằm bên trong và kẹp sát đê bao có nhiệm vụ trữ và giữ nước để cung cấp cho mùa khô. Kênh ở VQG được chia thành 2 loại là kênh chính và kênh nhánh. Các kênh chính gồm kênh bao quanh VQG và hai kênh trung tâm. Giữa các kênh chính có một số kênh nhánh, nó có thể nối hai kênh chính, nhưng cũng có thể xuất phát từ một kênh chính và đi sâu vào trong rừng (Phụ lục 3). Số lượng kênh trong vùng lõi VQG không nhiều nhưng được liên thông với nhau và liên thông với các trảng nước nhằm đảm bảo thoát nước nhanh. Đây là yếu tố góp phần quan trọng vào duy trì sinh cảnh và sinh thái rừng tràm.

b) Đê và kênh ở vùng đệm

Vùng đệm VQG U Minh Thượng là rừng sản xuất được giao đất một phần cho các hộ dân để trồng rừng và thu hoạch sản phẩm từ trồng rừng. Hệ thống kênh, rạch vùng đệm khá nhiều (Phụ lục 4), bao gồm một kênh bao ngoài (có bờ bao kín và cống phía ngoài) và các kênh nối giữa kênh bao ngoài và kênh bao trong (cũng có bờ bao kín và cống phía trong).

1.2.2 Hệ thống cống tiêu nước

Ngoài 1 cống hộp ở ngay cống chính của VQG được điều khiển bằng điện, còn có 10 cống các loại được đóng mở bằng thủ công phục vụ điều tiết nước [36], [38]. Một số nhận xét về đặc điểm của hệ thống cống như sau:

- Hiện tại chỉ có 3 cống hộp hoạt động bình thường, trong đó: có 1 cống ở ngay cống chính - nơi thấp nhất của VQG với kích thước 4x5m được xem là công trình quan trọng và đã cải thiện đáng kể năng lực tiêu nước của vùng; có 2 cống hộp kích thước 2x3m. Có 8 cống tròn nhỏ đường kính 1,0m ít khi được sử dụng vì việc đóng mở cống rất khó khăn.

- Theo Ban quản lý VQG, các cống được đánh giá là không đủ năng lực tiêu nước nên gây tình trạng ngập nước hết năm này sang năm khác.
- Không có cống điều tiết nước giữa các khu bên trong VQG nên không thuận tiện cho giữ nước nhiều bậc. Ngoài ra hiện nay VQG đang thiếu công trình cung cấp nước cho sản xuất ở vùng đệm. Nước được giữ lại trong VQG cũng có thể được xem là nguồn cung cấp cho canh tác nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản khi cần thiết ở các vùng lân cận.



(Nguồn: Ban Quản
lý VQG U Minh
Thượng, 2012)

Hình 1.10. Cống ở ngay cống chính, đầu kênh dọc trung tâm ở VQG

1.2.3 Các trạm bơm

Hiện tại toàn VQG có 2 trạm bơm điện trên trục kênh chính, nhưng cả hai đều rất ít hoạt động [36], [38]:

- Trạm bơm điện số 1 công suất $2.500\text{m}^3/\text{giờ}$, ngay cạnh cống tiêu nước bên cống chính trên tuyến đê bao trong. Trong khi cống tiêu làm nhiệm vụ tiêu nước từ trong VQG ra ngoài khi mực nước trong rừng cao, thì trạm bơm nước thực hiện vai trò bơm nước từ ngoài vùng đệm vào trong VQG khi thiếu nước. Nhiệm vụ của trạm bơm là giữ mực nước đủ cao trong rừng để duy trì môi trường sinh thái và phòng chống cháy rừng. Tuy nhiên, từ năm 2003 đến nay rừng được tích đủ nước đến cuối mùa mưa và duy trì kéo dài sang mùa khô nên trạm bơm số 1 hầu như không hoạt động (chỉ thỉnh thoảng hoạt động để duy tu).

- Trạm bơm điện số 2 công suất $250\text{m}^3/\text{giờ}$, trên kênh trực dọc, gần hồ Hoa Mai. Thực hiện nhiệm vụ bơm nước từ khu phía Bắc về phía Nam, hay từ khu A và khu B có địa hình thấp hơn vào khu C có địa hình cao hơn. Trạm bơm này cũng hầu như không hoạt động, chỉ duy trì ở đó để chống cháy rừng khi cần thiết. Một bên vai đập của trạm bơm hiện đang được đào trống thành kênh thông nước giữa các khu và phục vụ giao thông thủy quản lý rừng.



Hình 1.11. Trạm bơm ngay cổng chính và trạm bơm khu vực trung tâm

1.2.4 Nhận xét

VQG U Minh Thượng có hệ thống đê bao khép kín có khả năng ngăn mặn xâm nhập vào mùa khô và trữ nước ngọt vào mùa mưa. Các tuyến kênh trong vùng lõi ở VQG không nhiều nhưng được đánh giá là đủ khả năng chuyển nước khi cần tiêu nước vào mùa mưa và cấp nước cho phòng chống cháy rừng khi cần thiết. Các cống tiêu nước nằm trên tuyến đê bao được đánh giá là không đủ năng lực tiêu nước kịp thời vào mùa mưa. Đây là một phần nguyên nhân làm cho VQG bị ngập nước kéo dài. Các trạm bơm được đánh giá có vai trò rất quan trọng trong công tác quản lý nước ở VQG, nhưng chúng chưa được khai thác hợp lý trong thời gian vừa qua. Hệ thống công trình ở VQG được đánh giá chưa hoàn thiện nên không có sự phối hợp hoạt động điều tiết nước đồng bộ, dẫn đến mực nước luôn ở mức cao trong rừng.

1.3 QUẢN LÝ NƯỚC Ở VQG U MINH THƯỢNG

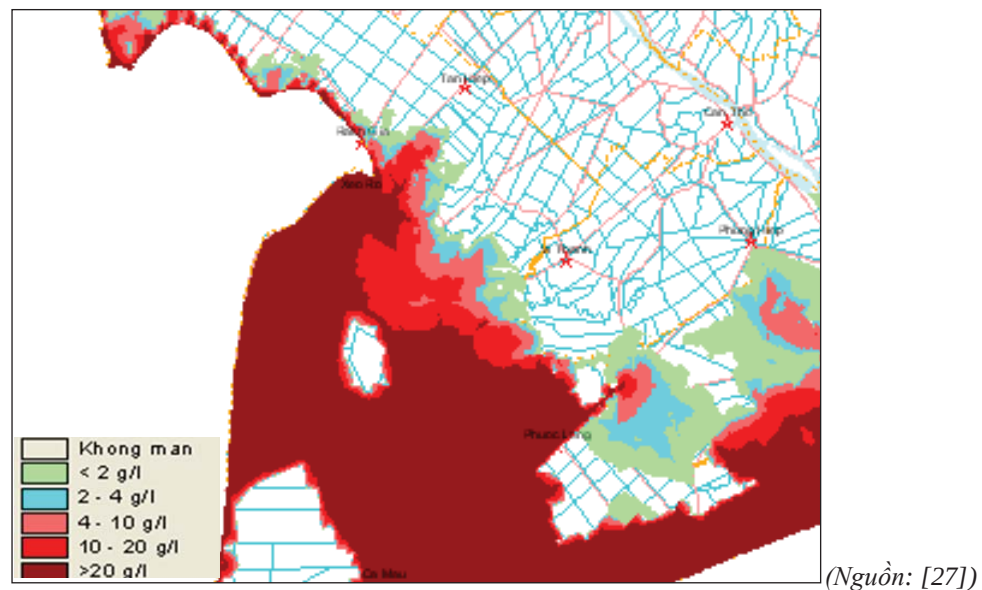
1.3.1 Nguồn nước đến

VQG U Minh Thượng là khu vực được khép kín bởi hệ thống công trình thủy lợi, nguồn nước cung cấp chính là nước mưa. Chế độ thủy văn được điều tiết ở các thời điểm trong năm bằng các công trình cống, đập, trạm bơm trên hệ thống đê bao trong, đê bao ngoài:

- Vào tháng 1 mực nước trong vùng lõi giảm dần và thấp nhất vào tháng 2 và tháng 3 (trùng với thời kỳ lượng mưa thấp nhất trong năm).
- Từ tháng 4, do bắt đầu có mưa nên mực nước trong rừng tăng dần và tới tháng 12 dừng ở mức độ khá cao cho.
- Cuối mùa mưa, nước được trữ lại để phòng chống cháy rừng cho mùa khô, cung cấp nước tưới và sinh hoạt cho người dân vùng đệm.

Hàng năm, từ cuối tháng 11 trở đi do lượng mưa giảm nhanh chóng trên toàn vùng nên không có đủ nước ngọt bổ sung, thủy triều hoạt động mạnh trở lại, nước mặn có điều kiện xâm nhập sâu vào các kênh, rạch ngoài vùng đệm làm cho toàn khu vực bị nhiễm mặn vào mùa khô. Giải pháp trữ nước ngọt nội vùng trong VQG là cần thiết và duy nhất hiện nay để đảm bảo nước ngọt cho sinh thái rừng phát triển.

Cho đến nay, đã có nhiều các nghiên cứu về tài nguyên nước ở VQG U Minh Thượng và vùng phụ cận. Một trong những nghiên cứu gần đây nhất [27] cho thấy vào mùa mưa lượng nước từ sông Hậu về không nhiều, tài nguyên nước ngọt chủ yếu từ mưa nội vùng. Mùa mưa có lượng mưa lớn nên nước mặt khá phong phú. Mùa khô nguồn nước ngọt khan hiếm, lượng mưa thấp, nước từ thượng nguồn đến rất nhỏ không đủ đáp ứng theo nhu cầu dùng nước. Kết quả mô phỏng xâm nhập mặn cho thấy toàn vùng bên ngoài VQG bị nhiễm mặn vào mùa khô, ngoại trừ khu vực vùng lõi không bị nhiễm mặn do có hệ thống đê bao kín (xem Hình 1.12).



Hình 1.12. Mô phỏng xâm nhập mặn vào tháng 4 ở vùng nghiên cứu

Nhận xét: Nước ngọt phục vụ cho sinh trưởng, phát triển và phòng chống cháy rừng được xác định chủ yếu từ nước mưa nội vùng. Vì vậy, giải pháp trữ nước ngọt trong VQG là rất cần thiết và là biện pháp chủ yếu.

1.3.2 Hoạt động quản lý nước

Trước năm 2002, VQG U Minh Thượng không quản lý điều tiết chế độ nước như hiện nay mà để cho rừng phát triển thuận theo tự nhiên. Đầu mùa khô, các đập tạm được dựng lên để ngăn nước mặn xâm nhập. Kết quả số đọc mực nước ở trung tâm VQG (tại vị trí số 3) thấp nhất là 87cm (tháng 3), cao nhất là 154cm (tháng 6) và trung bình là 132cm (thể hiện trong bảng Phụ lục 13 và vị trí đo đạc thể hiện trên hình Phụ lục 7).

Từ năm 2002÷2009, quản lý nước là một bậc (một mực nước giống nhau) mặc dù VQG được phân làm 3 khu (khu A, khu B và khu C), toàn vùng lõi là một khu lớn. Kết quả số đọc mực nước ở trung tâm của VQG (tại vị trí Hc, gần vị trí số 3) thấp nhất là 103cm (tháng 5), cao nhất là 140cm (tháng 12) và trung bình là 117cm (thể hiện trong bảng Phụ lục 14 và vị trí đo đạc thể hiện trên hình Phụ lục 16).

Từ năm 2010 ÷ hiện tại, quản lý nước theo cao độ địa hình với hệ thống kênh và đê bao đã có, quản lý nước theo các khu khác nhau: khu A, B và C (hình Phụ lục 5). Sau khi phân chia các khu, kết quả thống kê diện tích theo cao độ ở 3 khu của VQG được nêu trong bảng Phụ lục 6. Kết quả số đọc mực nước cao nhất khu A và B là 119cm, khu C là 151cm; mực nước thấp nhất khu A và B là 63cm, khu C là 117cm (bảng Phụ lục 15) và vị trí đo đạc tại 3 điểm riêng biệt thể hiện trên hình Phụ lục 16. Số liệu cao độ địa hình cho thấy, khu A và khu B phân bố diện tích chủ yếu ở cao độ dưới 1,2m, còn khu C phân bố cao độ địa hình chủ yếu trong khoảng rất rộng từ 0,8m đến 2,0m. Cao độ địa hình trung bình khu A là 0,83 m, khu B là 0,83m và khu C là 1,22m. Như vậy, hai khu A và B có cao độ địa hình gần tương tự nhau và thấp hơn khu C trung bình $\approx 0,4\text{m}$.

Nhận xét: Hoạt động quản lý nước trong vùng lõi VQG thời gian từ năm 2010 đến nay đã có một số biến chuyển qua việc phân làm 3 khu riêng biệt để quản lý. Do địa hình không đồng đều và giai đoạn 2002-2009 quản lý nước một bậc ở mức cao làm một số vùng địa hình thấp bị ngập sâu nên Ban quản lý VQG đã từng bước phân khu theo cao độ để quản lý nước. Khu A và khu B có cao độ địa hình trung bình thấp nhất VQG được tách riêng để quản lý nước làm tăng khả năng phục hồi sinh thái của rừng tràm.

1.3.3 Đánh giá thực trạng quản lý nước

1.3.3.1 Phương pháp đánh giá

Tài liệu mực nước được thu thập từ Ban quản lý VQG U Minh Thượng [3], [20], [32], [38] được chia làm 3 thời kỳ khác nhau: Trước khi xảy ra cháy rừng tháng 3/2002; Sau khi xảy ra cháy rừng đến hết năm 2009; Từ năm 2010 đến năm 2016. Kết quả thu thập là mực nước trung bình tháng $\bar{h}_{th}$ (cm) theo thời gian. Số liệu được tính chuyển qua mức so sánh là cao độ quốc gia tại trạm Hòn Dấu.

a) Mức nước mặt

Mức nước mặt theo tháng được thống kê qua 3 thời kỳ và tính toán xác định các thông số đặc trưng thời đoạn: mức nước trung bình năm thời đoạn $\bar{H}_{\text{nam}}$ (cm), mức nước trung bình tháng thời đoạn cao nhất $\bar{H}_{\text{max}}$ (cm), mức nước trung bình tháng thời đoạn thấp nhất $\bar{H}_{\text{min}}$ (cm), mức nước trung bình từng tháng trong năm trong thời đoạn $\bar{H}_{\text{th}}$ (cm).

So sánh các giá trị mức nước đặc trưng với cao độ địa hình cao nhất Z_{max} (cm), cao độ địa hình thấp nhất Z_{min} (cm), cao độ địa hình trung bình Z_{tb} (cm), và diện tích tương ứng với các mức cao độ để tìm ra các thông số:

- Diện tích không ngập nước quanh năm trong thời đoạn $S_{\text{kh.ngap}}$ (ha), tương ứng với sinh cảnh không ngập là phần diện tích có cao độ $> \bar{H}_{\text{max}}$.
- Diện tích ngập nước quanh năm trong thời đoạn nghiên cứu S_{ngap} (ha), tương ứng với sinh cảnh ngập nước quanh năm là phần diện tích có cao độ tự nhiên $< \bar{H}_{\text{min}}$.
- Diện tích ngập nước theo mùa trong thời đoạn nghiên cứu $S_{\text{ng.mua}}$ (ha), tương ứng với sinh cảnh ngập nước theo mùa là phần diện tích có cao độ trong khoảng từ $\bar{H}_{\text{max}} \div \bar{H}_{\text{min}}$.
- Thời gian mức nước dưới cao độ trung bình – thời gian không ngập trung bình trong năm $T_{\text{kh.ngap}}$ (tháng), tương ứng với $\bar{H}_{\text{th}}$ (cm) $< Z_{\text{tb}}$ (cm).

Từ các số liệu đặc trưng của từng thời đoạn quản lý nước ($\bar{H}_{\text{td}}$, $\bar{H}_{\text{max}}$, $\bar{H}_{\text{min}}$, $S_{\text{kh.ngap}}$, S_{ngap} , $S_{\text{ng.mua}}$, $T_{\text{kh.ngap}}$, T_{ngap}) so sánh chúng với nhau và gắn với đặc điểm sinh trưởng, hệ sinh thái của rừng tràm với các mức độ ngập nước qua các thời kỳ khác nhau để đưa ra mức nước phù hợp.

b) Mức nước ngầm

Mức nước ngầm $H_{\text{n.ngam}}$ (cm) được đo đạc theo 7 tuyến ở nhiều vị trí trong VQG từ tháng 5/1999 đến tháng 5/2000. Xác định mức nước ngầm trung bình từng tuyến theo thời gian $\bar{H}_{\text{n.ngam}}$ (cm), so sánh với diễn biến mực

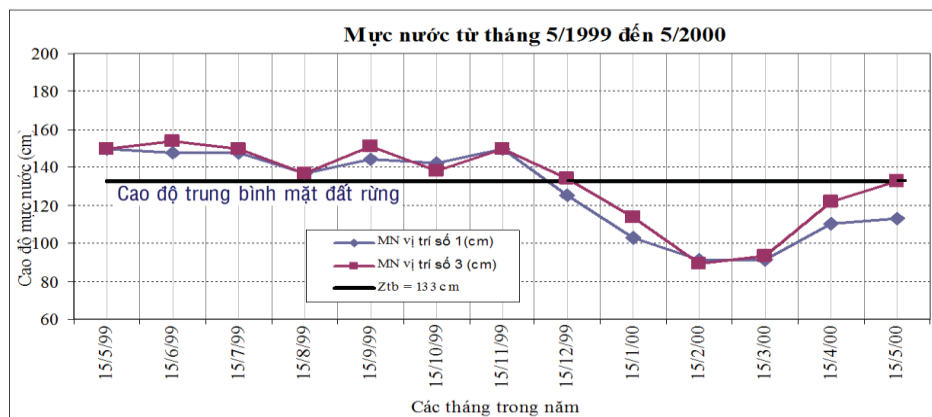
nước mặt trung bình từng tháng trên kênh $\bar{H}_{tb}$ (cm), so sánh với cao độ địa hình mặt đất rừng từng tuyến đo $Z_{t.tb}$ (cm), gắn thêm với đặc điểm đất đai và thảm phủ để tìm ra mối quan hệ với mực nước trên kênh.

1.3.3.2 Quản lý nước trước năm 2002

a) Đánh giá số đọc mực nước trên kênh

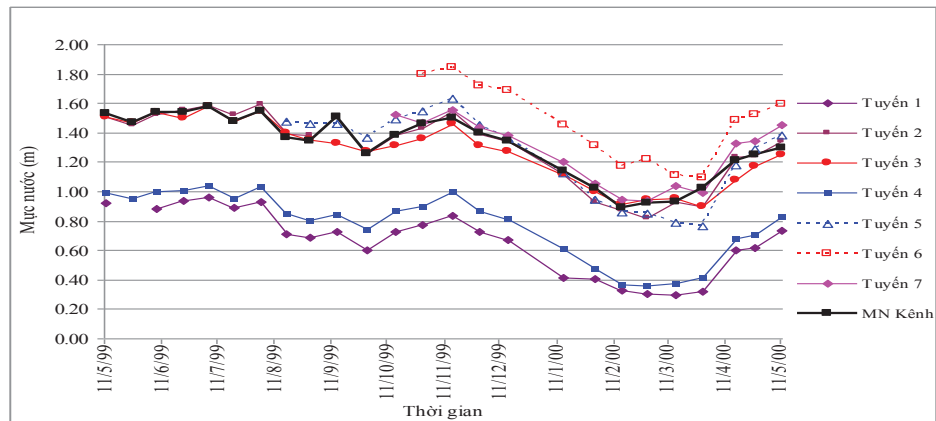
Chọn số đọc mực nước đại diện tại điểm đầu tuyến số 3 trên kênh trung tâm và tuyến số 1 trên kênh bờ bao (xem trong bảng Phụ lục 13, vị trí theo hình Phụ lục 7), ta có diễn biến mực nước theo thời gian (xem Hình 1.13).

- Số đọc thước nước của 2 điểm khác nhau (ở trung tâm và trên kênh bao) trong VQG cùng thời điểm gần bằng nhau.
- Mực nước cao nhất là $\bar{H}_{max}=154\text{cm}$ (tháng 6/1999) tương ứng với 1.820 ha ($\approx 22\%$ diện tích) không bị ngập quanh năm.
- Mực nước thấp nhất $\bar{H}_{min}=87\text{cm}$ (tháng 2/2000) tương ứng với 2.375 ha ($\approx 30\%$ diện tích) VQG bị ngập nước quanh năm.
- Như vậy sẽ có 3.808 ha ($\approx 48\%$ diện tích) VQG bị ngập nước theo mùa.
- Mực nước trung bình năm $\bar{H}_{nam} = 132\text{cm}$ gần ngang bằng với cao độ trung bình mặt đất rừng vùng lõi VQG thời điểm này là $Z_{tb} = 133\text{cm}$.
- Thời gian mực nước dưới cao độ trung bình là 6 tháng (khoảng từ đầu tháng 12 đến tháng 5).



Hình 1.13. Biểu đồ mực nước ở VQG từ tháng 5/1999 – 5/2000

- b) Đánh giá số đọc mực nước ngầm các tuyến đo (xem Hình 1.14, vị trí đo đạc theo hình Phụ lục 7)
- Ở khu vực trung tâm, nơi địa hình cao, cây rừng phát triển tốt, lớp than bùn dày >60cm (các tuyến 5, 6, 7) mực nước ngầm trong rừng chênh lệch so với mực nước trên kênh <30cm và luôn có xu thế cao hơn hoặc ngang bằng mực nước trên kênh.
 - Ở khu vực có địa hình trung bình, cây rừng phát triển trung bình, lớp than bùn trung bình 30-60cm (các tuyến 2, 3) mực nước ngầm trong rừng chênh lệch so với trên kênh rất ít (<10cm), lúc trên, lúc dưới và có thể coi là ngang bằng nhau.
 - Ở những khu vực ven có địa hình thấp, cây rừng ít phát triển, không có than bùn hoặc than bùn rất mỏng (các tuyến 1, 4) mực nước ngầm trong rừng chênh lệch so với mực nước trên kênh khá cao ≈ 50 cm, và có xu thế thấp hơn mực nước trên kênh mặc dù cao độ mặt đất thấp, trũng.



(Nguồn: Tổ chức CARE và VQG U Minh Thượng[3])

Hình 1.14. Biểu đồ diễn biến MN ngầm và MN trên kênh các tuyến đo

Bảng 1.7. Tóm tắt đặc điểm bảy tuyến thủy văn trong VQG U Minh Thượng

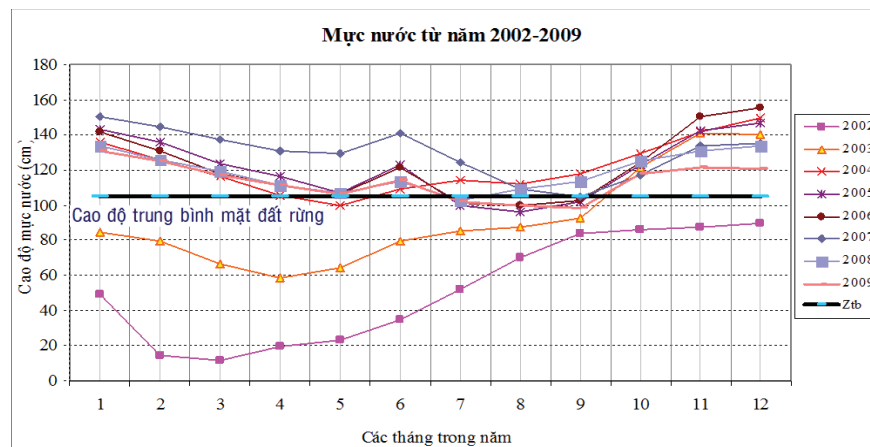
Tuyến đo	Kênh nối liền với đầu tuyến	Cao độ tuyến		Chiều dài tuyến đo (m)	Số ống đo trong tuyến
		Cao độ TB	Mức		
1	Kênh bờ bao trong	0,85	Thấp	273,3	14
2	Kênh trung tâm	1,64	Cao	236,8	14

3	Kênh trung tâm	1,28	Tr. bình	307,8	13
4	Kênh bờ bao trong	0,88	Thấp	269,1	14
5	Kênh trung tâm	1,78	Cao	174,2	8
6	Kênh trung tâm	1,90	Cao	189,8	9
7	Kênh trung tâm	1,75	Cao	213,9	10

(Nguồn: Tổ chức CARE và VQG U Minh Thượng)

1.3.3.3 Quản lý nước từ năm 2002-2009

Cao độ trung bình vùng lõi VQG sau cháy rừng giảm xuống là +1,05m. Kết quả đo đặc mực nước theo cao độ quốc gia được thể hiện trên biểu đồ Hình 1.15 (xem bảng kết quả trong Phụ lục 14, vị trí đo đạc hình Phụ lục 16).



Hình 1.15. Biểu đồ MN ở vùng lõi VQG giai đoạn từ năm 2002 – 2009

- Phân tích, đánh giá về quản lý nước ở VQG năm 2002: Tháng 3/2002 xảy ra cháy rừng, số liệu bất thường nên không đưa vào phân tích chung.
- Phân tích, đánh giá về quản lý nước giai đoạn từ năm 2003÷2009:
 - Mực nước cao nhất là $\bar{H}_{\max}=140\text{cm}$ (tháng 12) tương ứng với 1.648 ha ($\approx 21\%$ diện tích) không bị ngập quanh năm.
 - Mực nước thấp nhất $\bar{H}_{\min}=103\text{cm}$ (tháng 5) tương ứng với 3.979 ha ($\approx 50\%$ diện tích) VQG bị ngập nước quanh năm.
 - Như vậy sẽ có 2.376 ha ($\approx 29\%$ diện tích) VQG bị ngập nước theo mùa.
 - Mực nước trung bình năm $\bar{H}_{\text{nam}}=117\text{cm}$ cao hơn cao độ trung bình mặt

đất rừng vùng lõi VQG thời điểm này là $Z_{tb} = 105\text{cm}$ là 12cm. Đây là mức bị ngập trung bình khá cao.

- Thời gian mực nước dưới cao độ trung bình là 4 tháng (tháng 5, 7, 8, 9), nhưng mức độ thấp hơn rất nhỏ, chỉ là 1-2cm nên có thể coi mực nước thấp nhất ngang cao độ trung bình, tương ứng không có tháng nào rõ rệt mực nước dưới cao độ trung bình.

1.3.3.4 Quản lý nước từ năm 2010-2014

Từ năm 2010 VQG chia thành 3 khu A, B và C với cao độ khu A và B gần như nhau nên giữ nước làm 2 bậc: bậc 1 là khu C (cao hơn) và bậc 2 là khu A+B (thấp hơn). Chọn đại diện khu A để phân tích. Số đọc thước nước được nêu trong bảng Phụ lục 15, vị trí đo đạc theo hình Phụ lục 16.



Hình 1.16. Khảo sát mực nước trên kênh và ống đo nước ngầm trong VQG

a) Quản lý nước khu A và B

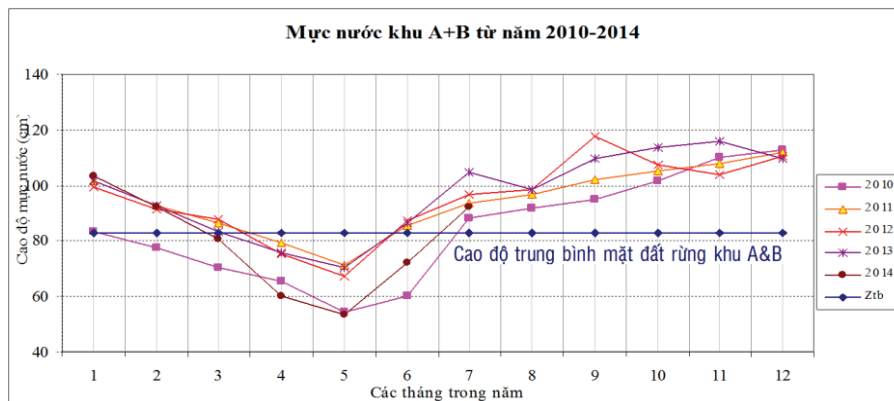
Tổng diện tích khu A và B là 2.723 ha, có cao độ địa hình trung bình là +0,83m, thấp nhất là +0,68m và cao nhất là +1,37m (xem bảng Phụ lục 6).

Qua phân tích cho thấy:

- Mực nước cao nhất là $\bar{H}_{\max} = 111\text{cm}$ (tháng 12) tương ứng với 188 ha ($\approx 7\%$ diện tích) không bị ngập quanh năm.
- Mực nước thấp nhất $\bar{H}_{\min} = 63\text{cm}$ (tháng 5) tương ứng với 0 ha (0% diện tích) VQG bị ngập nước quanh năm.

- Như vậy sẽ có 2.535 ha ($\approx 93\%$ diện tích) VQG bị ngập nước theo mùa.
- Mức nước trung bình năm $\bar{H}_{\text{nam}} = 92\text{cm}$ cao hơn cao độ trung bình mặt đất rừng của khu A&B là $Z_{\text{tb}} = 83\text{cm}$ là 9cm. Tương ứng với 2.156 ha ($\approx 79\%$ diện tích) bị ngập. Đây là mức bị ngập trung bình rất cao.
- Thời gian mực nước dưới cao độ trung bình là 3,5 tháng (từ giữa tháng 3 đến tháng 6).

Phân khu quản lý nước bước đầu đã phát huy hiệu quả. Nhìn lại suốt thời gian dài từ năm 2003÷2009 mặc dù khu A và B không bị cháy trước đó nhưng bị ngập sâu hoàn toàn trong nước, thì từ năm 2010 đến nay đã được phục hồi và tái sinh trở lại. Tuy nhiên, mức phục hồi vẫn chưa cao vì mực nước trung bình còn rất cao và thời gian ngập còn dài.



Hình 1.17. Mức nước ở VQG khu A&B giai đoạn từ 2010 – 2014

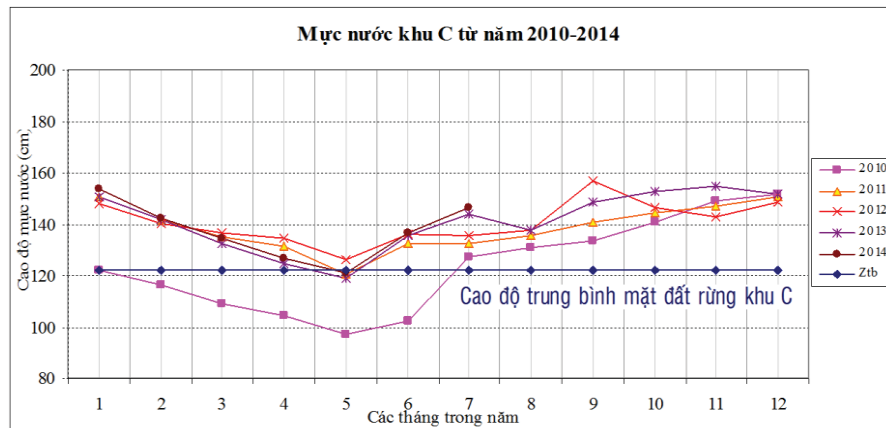
b) Quản lý nước khu C

Tổng diện tích khu C là 5.280 ha, có cao độ địa hình trung bình cao nhất vùng lõi VQG là +1,22m (xem Phụ lục 6). Cao độ không đều và mức độ chênh lệch lớn. Kết quả phân tích số liệu thực đo quản lý nước cho thấy:

- Mực nước cao nhất là $\bar{H}_{\text{max}} = 151\text{cm}$ (tháng 12) tương ứng với 880 ha ($\approx 17\%$ diện tích) không ngập quanh năm.
- Mực nước thấp nhất $\bar{H}_{\text{min}} = 117\text{cm}$ (tháng 5) tương ứng với 2.337 ha ($\approx 44\%$ diện tích) VQG bị ngập nước quanh năm.

- Như vậy sẽ có 2.063 ha ($\approx 39\%$ diện tích) VQG bị ngập nước theo mùa.
- Mức nước trung bình năm $\bar{H}_{\text{nam}} = 137\text{cm}$ cao hơn cao độ trung bình mặt đất rừng của khu C là $Z_{\text{tb}} = 122\text{cm}$ là 15cm. Đây là mức bị ngập trung bình rất cao.
- Thời gian mực nước dưới cao độ trung bình theo biểu đồ Hình 1.18 là 1 tháng (tháng 5).

Đối với khu C, phân khu để quản lý nước từ năm 2010 đến nay có một số biến chuyển tích cực nhưng không nhiều, chưa rõ rệt. Diện tích bị ngập quanh năm vẫn lớn, thời gian ngập nước trung bình vẫn kéo dài.



Hình 1.18. Mực nước ở VQG khu C giai đoạn từ 2010 – 2014

1.3.3.5 Nhận xét, đánh giá chung về quản lý nước

Quản lý chế độ nước trong VQG từ năm 2002 đến nay có nhiều thay đổi so với trước khi xảy ra cháy rừng và mực nước ở mức cao hơn nhiều. Thể hiện rõ nhất qua diện tích bị ngập nước quanh năm tăng từ 30% giai đoạn trước khi xảy ra cháy rừng lên 50% trong giai đoạn từ năm 2003-2009 và duy trì ở mức 44% (khu C) trong giai đoạn từ năm 2010-2015. Thời gian mực nước dưới cao độ trung bình là 6 tháng giai đoạn trước khi xảy ra cháy rừng thì sau khi xảy ra cháy rừng hầu như không có thời gian mực nước dưới cao độ trung bình.

1.3.4 Xác định mực nước hao trong rừng tràm

Kết quả thực nghiệm từ tài liệu tham khảo [18] tại VQG U Minh Thượng đã xác định được mực nước hao trong rừng tràm vào 5 tháng mùa khô. Do không có tài liệu đo đạc về lượng nước hao trong thời điểm mùa mưa nên sử dụng tính tương quan và suy luận theo đặc điểm tự nhiên của khu vực có đặc trưng bốc hơi tháng đo bằng ống piche. Lượng bốc hơi trung bình 5 tháng mùa khô là 3,91mm/ngày và trung bình 7 tháng mùa mưa là 3,07mm/ngày, bằng 78% lượng bốc hơi trung bình ngày của mùa khô (từ số liệu đặc điểm tự nhiên của khu vực nghiên cứu, được tính toán theo kết quả đặc trưng bốc hơi nêu trong Bảng 1.5). Coi lượng nước rò rỉ theo ngày không thay đổi khi hệ thống công trình không thay đổi. Kết quả tính quy đổi lượng nước thất thoát tương ứng với 49 ngày mùa mưa trên diện tích 8.003 ha là: lượng nước thoát hơi khỏi lá ở tán tầng cây cao 3.036.201m³; lượng nước thoát hơi khỏi lá cây bụi thảm tươi 4.834.493m³; lượng bốc hơi khỏi lớp thảm khô và mặt đất 1.296.005m³; Lượng nước bốc hơi mặt nước tự do 469.608m³; Lượng nước rò rỉ qua đê bao 1.211.627m³.

Từ cách tính lượng nước hao hụt theo công thức (1.1), tính toán ra lượng nước hao hụt trong mùa mưa trung bình sẽ là 2,77mm/ngày (Chưa tính lượng mưa), trong đó lượng rò rỉ tính toán được chiếm tỷ lệ $\approx 11\%$.

1.4 CÁC NGHIÊN CỨU LIÊN QUAN ĐẾN CHẾ ĐỘ NƯỚC VÀ MÔI TRƯỜNG SINH THÁI

1.4.1 Các nghiên cứu trong nước

ĐBSCL có tổng diện tích tự nhiên phần đất liền ≈ 4 triệu ha, gần 90% tổng diện tích được coi là đất ngập nước, trên thực tế đây là vùng đồng bằng đất ngập nước điển hình của vùng hạ lưu sông Mê-kông. Hai hệ sinh thái rừng tiêu biểu đã hình thành trên các vùng đất ngập nước của ĐBSCL là hệ sinh thái rừng ngập mặn và hệ sinh thái rừng tràm [36]. Rừng tràm tự nhiên còn lại

chủ yếu tập trung tại các VQG U Minh Thượng, U Minh Hạ, Tràm Chim, Khu bảo tồn thiên nhiên Vồ Dơi, Vườn chim Bạc Liêu, và một số nơi khác thuộc khu vực bán đảo Cà Mau.

a) Nghiên cứu của Hoàng Văn Thắng, Lê Diên Dực [30]

Nghiên cứu về sử dụng đất ngập nước được thể hiện trong tài liệu “*Hệ thống phân loại đất ngập nước Việt Nam*”, trên cơ sở các phân loại ĐNN của thế giới và các phân loại đất ngập nước ở Việt Nam trước đây của Lê Diên Dực (1989), Phan Nguyên Hồng và cs (1996), Nguyễn Chu Hồi (1999), Phan Liêu, Phân Viện điều tra Quy hoạch rừng Nam Bộ (1999), Vũ Trung Tạng (2004). Nhằm thống nhất các quan điểm phân hạng của nhiều chuyên gia và lĩnh vực khác nhau, cung cấp cơ sở khoa học cho việc nghiên cứu, quản lý và sử dụng bền vững đất ngập nước ở Việt Nam.

Kết quả đưa ra VQG U Minh Thượng có sinh cảnh chính là đồng cỏ và đầm lầy nội địa ngập nước theo mùa. Đây là nơi có mức độ phong phú về các loài khá cao. Có một số loài động, thực vật, chim nước quan trọng và quý hiếm. Các loại hình ĐNN ở VQG U Minh Thượng tương ứng với các sinh cảnh được phân theo quy định của IUCN (Xp, Ts, 1, 3) và của Việt Nam (A II 11, A II 16, B III 1, B IV 2):

- Các vùng đất than bùn có rừng; rừng đầm lầy trên đất than bùn (được phân loại là Xp hay A II 16).
- Các đầm/vũng nước ngọt có nước thường xuyên; các ao hồ; các đầm nước và đầm lầy trên đất vô cơ; có thảm thực vật nổi úng nước ít nhất trong phần lớn mùa sinh trưởng (được phân loại là Ts hay A II 11).
- Các đầm/ao nuôi thủy sản (phân loại là 1 hay B III 1).
- Đất được tưới tiêu, bao gồm các kênh mương tưới tiêu và các ruộng lúa (được phân loại là 3 hay B IV 2).

b) Nghiên cứu của tổ chức CARE [3]

Nghiên cứu của tổ chức CARE kết hợp cùng Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh Kiên Giang và Phân Viện Điều tra Quy hoạch rừng II (nay là Phân Viện Điều tra Quy hoạch rừng Nam bộ) là bộ số liệu nền cơ sở khá đầy đủ về hiện trạng sinh thái, môi trường, tài nguyên,... cho đến thời điểm đó của VQG. Thời gian thực hiện dự án từ năm 1998÷2002. Dự án nghiên cứu cả vùng đệm và vùng lõi. Các sản phẩm phải kể đến như sau:

- + Bộ bản đồ về địa hình (trước và sau khi xảy ra cháy rừng), bản đồ thảm thực vật - che phủ đất (12/1998), bản đồ sử dụng đất (12/1998), bản đồ hiện trạng cơ sở hạ tầng (9/2011), bản đồ đề xuất quy hoạch (9/2001), bản đồ khu vực bảo tồn (2001), bản đồ đất (2001), bản đồ vị trí khu vực cháy rừng và bản đồ diện tích cháy (4/2002), bản đồ hiện trạng VQG sau cháy (5/2002), bản đồ độ dày tầng than bùn sau cháy (5/2002), bản đồ diện tích cây tràm tái sinh tự nhiên sau cháy rừng (7/2002),...
- + Kết quả khảo sát, đo về các lĩnh vực môi trường đất, nước và than bùn cũng như môi trường sinh thái, đa dạng sinh học, lâm sinh ở VQG.
- + Số liệu kết quả khảo sát chế độ thủy văn lần đầu ở VQG được thực hiện từ tháng 5/2009 đến tháng 5/2000, tiến hành khảo sát đo đạc tại 7 tuyến vuông góc với kênh có cao độ khác nhau từ kênh vào trong rừng tự nhiên (xem hình Phụ lục 7 về vị trí thước đo - tuyến đo nước và hình Phụ lục 8 về mặt cắt địa hình của các tuyến đo). Bao gồm số đọc thước đo mực nước trên kênh và mực nước ngầm.

Bảng 1.8. Tóm tắt đặc điểm bảy tuyến thủy văn trong VQG U Minh Thượng

Tuyến đo	Kênh nối liền với đầu tuyến	Cao độ tuyến		Chiều dài tuyến đo (m)	Số ống đo trong tuyến
		Cao độ TB	Mức		
1	Kênh bờ bao trong	0,85	Thấp	273,3	14

2	Kênh trung tâm	1,64	Cao	236,8	14
3	Kênh trung tâm	1,28	Tr. bình	307,8	13
4	Kênh bờ bao trong	0,88	Thấp	269,1	14
5	Kênh trung tâm	1,78	Cao	174,2	8
6	Kênh trung tâm	1,90	Cao	189,8	9
7	Kênh trung tâm	1,75	Cao	213,9	10

(Nguồn: Tổ chức CARE và VQG U Minh Thượng[3])

c) Nghiên cứu của Lê Minh Lộc [12]

Kết quả nghiên cứu về phương pháp đánh giá nhanh sinh khối và ảnh hưởng của độ sâu ngập lên sinh khối rừng tràm trên đất than bùn và đất phèn khu vực rừng U Minh Hạ tỉnh Cà Mau cho thấy: sinh khối của cây tràm và rừng tràm thay đổi không chỉ theo tuổi, mà còn theo độ sâu ngập.

Kết quả đã lựa chọn hàm mũ ($y = \text{Exp}(a + bx)$) để tính toán mối quan hệ giữa những bộ phận sinh khối với đường kính ngang ngực $D_{1,3}$ (đường kính thân cây cách mặt đất 1,3m) trên cơ sở tính toán dựng dựa theo 9 hàm hồi quy đơn mặc định trong phần mềm thống kê Statgraphics Plus Version 3.0 (hàm số mũ, hàm số nghịch đảo của y , hàm số nghịch đảo của x , hàm số 2 lần nghịch đảo của x , hàm số logarit của x , hàm số lũy thừa, hàm số căn bậc 2 của x , hàm số căn bậc 2 của y và hàm đa hợp).

Kết quả cho thấy sinh khối của cây cá thể và toàn bộ lâm phần rừng tràm đạt cao nhất trên độ sâu ngập thấp, kế đến là độ sâu ngập trung bình, cuối cùng là độ sâu ngập cao.

- Ở độ sâu ngập cao (>60cm), thời gian cây tràm bị ngập nước dài ngày hơn (>7 tháng/năm) nên đất bị yếm khí lâu ngày, ảnh hưởng đến sinh trưởng của cây tràm, đặc biệt là đến khả năng hấp thu dinh dưỡng của hệ rễ. Do đó cây tràm sẽ bị ức chế dẫn đến sinh trưởng kém hơn các loại ở độ sâu ngập thấp và ngập trung bình.

- So với độ sâu ngập thấp (<30cm) và trung bình (30÷60cm), mật độ rừng tràm trên độ sâu ngập cao (>60 cm) thưa hơn rất nhiều.
- Sự sai khác về sinh khối của cây tràm và toàn bộ lâm phần trên những kiểu độ sâu ngập chủ yếu là do sự sai khác về mật độ rừng.

d) Nghiên cứu của Phạm Xuân Quý [19]

Kết quả nghiên cứu về một số đặc điểm lâm học của rừng tràm trồng (*Melaleuca cajuputi*) ở ĐBSCL đã đưa ra một số kết quả:

- Sinh trưởng đường kính thân cây tràm trồng thay đổi rõ rệt theo tuổi. Mức tăng trưởng của đường kính đạt cao nhất ở tuổi 2. Tuổi 2 là thời kỳ chiều cao thân cây tràm trồng chuyển từ giai đoạn sinh trưởng nhanh sang giai đoạn sinh trưởng chậm.
- Sinh trưởng chiều cao thân cây tràm trồng thay đổi rõ rệt theo tuổi. Mức tăng trưởng của chiều cao thân cây đạt cao nhất ở tuổi 2. Tuổi 2 là thời kỳ chiều cao thân cây tràm trồng chuyển từ giai đoạn sinh trưởng nhanh sang giai đoạn sinh trưởng chậm.
- Tuổi 8 là thời điểm thể tích thân cây tràm trồng chuyển từ giai đoạn sinh trưởng nhanh sang giai đoạn sinh trưởng chậm. Tuổi thành thực số lượng của cây tràm trồng là 12 năm.
- Trữ lượng và năng suất rừng tràm trồng thay đổi tùy theo tuổi và đạt lớn nhất ở tuổi 4÷6. Đây là thời điểm trữ lượng rừng tràm trồng chuyển từ giai đoạn sinh trưởng nhanh sang giai đoạn sinh trưởng chậm.
- Tuổi thành thực số lượng của rừng tràm trồng xuất hiện ở tuổi 8÷12.
- Lượng tăng trưởng trung bình năm của tổng sinh khối tươi và tổng sinh khối khô cũng gia tăng dần theo tuổi và đều đạt lớn nhất ở cấp tuổi 6. Tuổi thành thực số lượng đối với tổng sinh khối tươi và tổng sinh khối khô của rừng tràm trồng ở ĐBSCL đều xuất hiện ở cấp tuổi 6.

e) Nghiên cứu của Phạm Trọng Thịnh [34]

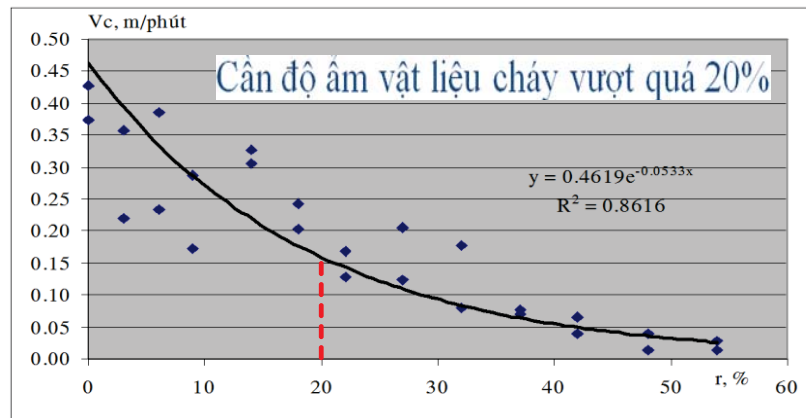
Nghiên cứu đã đánh giá ảnh hưởng của cháy rừng đối với VQG, bao gồm tác động lên lớp thảm thực vật, tác động lên các động vật hoang dã, tác động của cháy lên lớp than bùn, diễn biến môi trường đất – nước sau cháy, đánh giá chế độ thủy văn, nghiên cứu sự phục hồi của hệ động thực vật, đánh giá khả năng phục hồi của rừng tràm và đề ra các giải pháp phục hồi rừng, đặc biệt đã tiến hành thực nghiệm trồng rừng trên các vùng bị cháy có độ sâu ngập nước khác nhau. Kết quả cũng đã đưa ra đặc điểm môi trường đất, môi trường nước sau cháy rừng của khu vực bị cháy.

Kết quả đề xuất giải pháp phục hồi rừng tràm bằng quản lý điều tiết nước, đề xuất xây dựng 2 trạm bơm như đã có hiện nay; 4 cống hộp 2x3m (hiện đã xây dựng 3 cống, còn 1 cống chưa xây dựng); mở rộng kênh bao bề rộng đáy 6m, cao trình đáy -2,5m; củng cố và nâng cấp hệ thống bờ bao lên cao trình mặt đê +2,4m, bề rộng mặt đê 4m; nạo vét các kênh nhỏ.

Những tồn tại: Các công trình quản lý nước như đề xuất chưa có tính toán cụ thể về thủy văn, chế độ ngập để đưa ra lý do bố trí công trình, số lượng công trình, thông số kỹ thuật của công trình cũng như chưa xây dựng quy trình quản lý vận hành hệ thống công trình điều tiết nước theo từng giai đoạn trong năm.

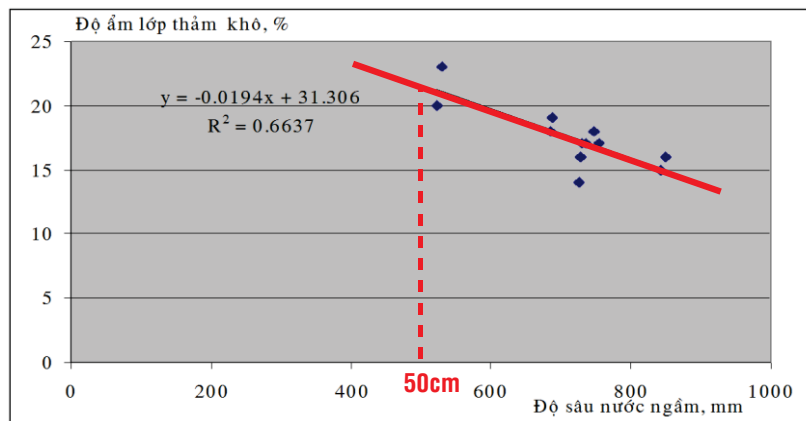
f) Nghiên cứu của Vương Văn Quỳnh [18]

Kết quả đã đưa ra mực nước an toàn (so với mặt đất rừng) cho phòng cháy rừng tràm ở VQG U Minh Thượng dựa vào đo đạc nghiên cứu thực nghiệm xây dựng “*Biểu đồ biểu diễn tốc độ bén lửa của vật liệu cháy phụ thuộc vào độ ẩm*”. Khuyến nghị để hạn chế khả năng lan tràn của đám cháy và dễ dàng dập tắt nó khi bùng phát cần duy trì độ ẩm của vật liệu cháy ở mức trên 20%, tương ứng với độ sâu mực nước ngầm dưới mặt than bùn vào thời điểm khô hạn nhất trong năm không quá 50cm (Hình 1.19 và Hình 1.20).



(Nguồn:[18])

Hình 1.19. Biểu đồ quan hệ tốc độ bén lửa của vật liệu cháy theo độ ẩm



(Nguồn:[18])

Hình 1.20. Độ ẩm vật liệu cháy phụ thuộc vào độ sâu mực nước ngấm

Kết quả đưa ra khi rút nước để duy trì sinh trưởng của rừng tràm phải chấp nhận một tỷ lệ diện tích nhất định có nguy cơ cháy vào thời kỳ khô hạn nhất nhưng không phải là nguy cơ cháy cao. Quản lý nước phải đảm bảo tỷ lệ diện tích rừng có nguy cơ cháy cao không vượt quá 20%. Cùng với các biện pháp phòng cháy chữa cháy khác, quản lý nước sẽ góp phần giảm xác suất xảy ra cháy rừng xuống khoảng 2-3%/năm nhưng không có nguy cơ cháy lớn.

Kết quả đưa ra công thức (1.1) tính toán thủy văn (mực nước hao) trong mùa khô điển hình từ nhiều số liệu khảo sát và đo đạc thực nghiệm hiện trường trong thời gian 49 ngày liên tục, từ 23/3/2003 đến 10/5/2003, là thời kỳ có nguy cơ cháy rừng cao ở U Minh Thượng. Kết quả đo đạc xác định các chỉ số: lượng mưa trong thời gian nghiên cứu ($R=9.525.030m^3$); lượng nước bơm vào trong thời gian nghiên cứu ($P=2.960.000m^3$); lượng nước thoát hơi

khối lá ở tán tầng cây cao ($E=3.868.450\text{m}^3$); lượng nước thoát hơi khối lá cây bụi thảm tươi ($S=6.159.669\text{m}^3$); Bốc hơi khối lớp thảm khô và mặt đất dưới tán thực vật ($K=1.651.251\text{m}^3$); Lượng nước bốc hơi mặt nước tự do ($D=598.332\text{m}^3$); Lượng nước rò rỉ qua đê bao ($I=1.211.627\text{m}^3$); Biến đổi trữ lượng nước thời gian nghiên cứu ($U=\pm 1.004.300\text{m}^3$). Kết quả đưa ra lượng bốc thoát hơi và rò rỉ trung bình 1 ngày trong mùa khô là $34,2\text{m}^3/\text{ha}/\text{ngày}$, tương đương với lớp nước dày $3,42\text{mm}/\text{ngày}$. Tính trung bình cho cả 5 tháng mùa khô tổng bề dày lớp nước bị bốc thoát hơi và rò rỉ sẽ là $51,4\text{ cm}$. Nếu trừ đi lượng mưa trung bình có được trong thời gian này là 196 mm thì mực nước giảm đi trong 5 tháng mùa khô là $\approx 32\text{cm}$.

$$R+P=E+S+K+D+I+U \quad (1.1)$$

Những tồn tại: Chưa đưa ra giải pháp phòng chống cháy rừng thông qua quản lý, điều tiết chế độ nước. Chưa có quy hoạch xây dựng, duy tu nâng cấp các công trình phòng chống cháy rừng.

g) Nghiên cứu của Vương Văn Quỳnh, Trần Văn Thắng [20]; Trần Quang Bảo [1]

Nghiên cứu phương án quản lý thủy văn dựa trên 3 tiêu chí: Yêu cầu quản lý nước cho sinh trưởng của cây tràm (theo kinh nghiệm của người dân); Yêu cầu quản lý nước cho bảo tồn đa dạng sinh học (quản lý nước để bảo tồn đa dạng sinh học cần đảm bảo duy trì đồng thời những diện tích cạn nước quanh năm, những diện tích bán ngập nước và những diện tích luôn luôn có nước); Yêu cầu quản lý nước cho phòng cháy rừng tràm (sử dụng theo tiêu chí trong nghiên cứu của Vương Văn Quỳnh [18]).

Những hạn chế chưa được thực hiện:

- Chưa đưa ra được yêu cầu quản lý nước cho bảo tồn đa dạng sinh học với các tỷ lệ % cụ thể về diện tích ngập, bán ngập và không ngập theo không gian và thời gian trong năm cho VQG.
- Phân chia VQG U Minh Thượng thành 3 khu nhưng quản lý nước chỉ theo 2 bậc, chưa xem xét đầy đủ sự khác biệt cao độ các khu.

- Đề xuất bố trí thêm 5 cống điều tiết và đắp thêm 6 đập ngăn để giữ được nước trong mỗi khu nhưng không phân tích, tính toán đưa ra lý do cụ thể, thông số kỹ thuật, vị trí đặt, quản lý vận hành công trình.
- Sử dụng công thức (1.2) xác định mực nước tối đa cần giữ lại vào cuối mùa mưa mà chưa quan tâm đến tỷ lệ diện tích các sinh cảnh.

$$M_{\text{nntd}} = 0,310 \cdot (1 + \text{tyledat} - 0,2 \cdot \text{tyledat}) + H_{\text{md}} - 0,50 \quad (1.2)$$

- Sử dụng công thức (1.3) xác định độ cao mực nước hàng ngày khó tính toán, khó chính xác vì thông số đầu vào phải đo đạc liên tục (lượng bốc hơi và lượng mưa là biến ngẫu nhiên nên nó biến đổi bất thường và không theo chu kỳ ngày) nên chưa phù hợp.

$$H_{\text{nngayi}} = H_{\text{nngayi-1}} - (\text{lượng bốc hơi} - \text{lượng mưa}) \cdot (1 + \text{tyledat} - 0,2 \cdot \text{tyledat}) \quad (1.3)$$

- Kết quả đưa ra lịch điều tiết nước nhưng không có nhiệm vụ cụ thể của các công trình.
- Kết quả đưa ra phần mềm quản lý nước với nhiều biến số đo đạc thực tế và cập nhật thường xuyên như lượng mưa, lượng bốc hơi, rò rỉ... dẫn đến khó vận hành, làm giảm độ chính xác.
- Tất cả các tính toán về tài nguyên nước đều chưa xem xét đến tần suất mưa, năm mưa nhiều, năm mưa ít.

h) Nghiên cứu của Lương Văn Thanh, Phạm Văn Tùng [26]

Kết quả biên hội các tài liệu về VQG U Minh thượng đến năm 2009, tổng hợp về hệ sinh thái từ trước đến sau cháy rừng và đưa ra các so sánh:

- Hệ động thực vật ở VQG trước cháy rừng năm 2002:

Hệ thực vật với nhiều dạng sinh cảnh khác nhau như rừng tràm trên than bùn, rừng hỗn giao; đồng cỏ năng và đồng cỏ sậy; trảng trống ngập nước quanh năm của các loài sừng ma, bèo và bần bần. Hệ động vật với nhiều loài thú quý hiếm được ghi nhận trong sách đỏ thế giới như có 13 loài chim, 6 loài thú được nêu trong Sách đỏ Việt Nam 2000. (thể hiện trong Bảng 1.9 và

hình Phụ lục 9 Bản đồ vùng lõi VQG trước khi cháy rừng)

So sánh với các khu bảo tồn khác, thành phần loài thú của khu hệ thú ở VQG U Minh Thượng khá thấp, VQG Cát Tiên có 64 loài thú, Bạch Mã 55 loài, Cúc Phương 71 loài. Sự tương đối đơn giản về địa hình và kém phong phú về các dạng sinh cảnh, chỉ đơn thuần là rừng tràm, trảng sậy, trảng năng và trảng trống là lý do dẫn đến kém phong phú khu hệ thú vùng U Minh.

Một số loài thú trong VQG U Minh Thượng có giá trị bảo tồn rất quan trọng ở mức quốc gia và quốc tế như Rái cá lông mũi (*Lutra sumatrana*), Mèo cá (*Prionailurus viverrinus*), Cây giông đốm lớn (*Viverra megaspila*) và Sóc lử (*Callosciurus finlaysoni*). Những loài thú này tạo cho VQG một nguồn gen độc đáo và có giá trị cao trong bảo tồn.

Bảng 1.9. Hệ động thực vật ở VQG UMT trước khi cháy rừng

Nhóm đối tượng	Thành phần	Dữ liệu chính
Hệ thực vật	Quần xã thực vật	- <i>Rừng</i> (Rừng tràm trên than bùn, Rừng tràm trên đất sét, Rừng hỗn giao) - <i>Đồng cỏ</i> (Đồng cỏ chiếm ưu thế bởi sậy, và chiếm ưu thế bởi năng) - <i>Trảng trống</i> (Loài Súng ma, Loài Bèo, Loài Bồn bồn) - <i>Các rạch và kênh</i> (Các rạch tự nhiên, Kênh đào)
	Loài, họ	- <i>Thực vật tự nhiên</i>: 243 loài, thuộc 84 họ - <i>Cây trồng</i>: 220 loài, thuộc 69 họ
Hệ động vật	Chim	- Tổng số: 172 loài thuộc 42 họ (Trảng Năng: 83 loài; Trảng Trống: 79 loài; Trảng Sậy: 71 loài; Rừng Tràm: 56 loài) - Loài có tầm quan trọng trong bảo tồn: có 13 loài
	Côn trùng	- Tổng số: 172 loài thuộc 53 Họ 11 Bộ (Rừng Tràm thành thực: 50 loài, rừng Tràm non: 57 loài, Trảng trống: 53 loài, Trảng Sậy: 45 loài, diện tích đất canh tác: 112 loài. - Ghi nhận đầu tiên cho Việt Nam: 26 loài. - Loài bị đe dọa: Bộ ngựa và Cà cuống.
	Bướm	- Tổng số: 48 loài (Rừng tràm: 26 loài, trảng cỏ: 11 loài, các vùng trống: 7 loài, sinh cảnh khác: 20 loài). - Ghi nhận mới cho Việt Nam: <i>Hypolycaena theclodes</i>.
	Cá	- Tổng số: 37 loài (cá không kinh tế: 15 loài, loài cá kinh tế: 22 loài)
	Lưỡng cư & Bò sát	- Lưỡng cư: 7 loài thuộc 3 họ. - Bò sát: 34 loài thuộc 10 họ. - Cá sấu: không còn trong ít nhất 30 năm qua.
	Đoi	- Tổng số: 119 cá thể, thuộc 8 loài

	Thú	- Tổng số: 24 loài thuộc 10 họ và 7 bộ - Giá trị bảo tồn: 6 loài được nêu trong Sách đỏ Việt Nam 2000, 5 loài trong Sách đỏ IUCN 2000. - Danh sách các loài thú bị đe dọa: Tê tê (<i>Manis javanica</i>), Rái cá vuốt bé (<i>Aonyx cinerea</i>), Rái cá lông mũi (<i>Lutra sumatrana</i>), Cây giông (<i>Viverra zibetha</i>), Cây giông đốm lớn (<i>Viverra megaspila</i>), Cây hương (<i>Viverricula indica</i>), Mèo rừng (<i>Prionailurus bengalensis</i>), Mèo cá (<i>Prionailurus viverinus</i>)...
--	-----	---

(Nguồn: Tổng hợp từ tài liệu của tổ chức CARE và VQG U Minh Thượng [3], [26])

- Hệ động thực vật ở VQG sau cháy rừng năm 2002:

Kết quả điều tra và tổng hợp của nhóm nghiên cứu về môi trường sinh thái sau cháy rừng đến năm 2009 thể hiện trong Bảng 1.10; hình Phụ lục 10 “*Bản đồ vùng lõi VQG U Minh Thượng sau cháy rừng, tháng 5/2002*”; hình Phụ lục 11 “*Bản đồ vùng lõi VQG U Minh Thượng năm 2006*”; và hình Phụ lục 12 “*Bản đồ thảm thực vật vùng lõi VQG U Minh Thượng năm 2011*”.

Bảng 1.10. Hệ động thực vật ở VQG UMT sau khi cháy đến năm 2009

Nhóm đối tượng	Thành phần	Tài nguyên	Diễn biến tái sinh, phát triển	
Hệ thực vật	Tổng diện tích 8.038 ha - Trầm trên than bùn bị cháy: 2.001 ha - Trầm trên than bùn không bị cháy: 467 ha. - Trầm trên đất sét: 1.659 ha - Trảng cỏ (năng, sậy): 2.389 ha - Mặt nước trồng: 476 ha	Tài nguyên thực vật: có 250 loài. - Poaceae (họ cỏ): 42 loài; - Cyperaceae (họ cói): 28 loài; - Asteraceae (họ cúc): 12 loài; - Fabbaceae (họ đậu): 11 loài; - Rubiaceae (họ thiên thảo): 7 loài	12/2002	Năm 2009
			- Diện tích tái sinh: 2.141,3 ha; - Chiều cao cây tái sinh: gần 1m; - Mật độ cây tái sinh: hơn 100.000 cây/ha	- Diện tích tái sinh: 2.489,3 ha; - Chiều cao cây tái sinh trung bình: 5m; - Đường kính cây tái sinh ở các mức ngập nước: 0-50cm: 5,2cm 50-100cm: 4,3 cm >100cm: 3,8 cm - Mật độ cây tái sinh ở các mức ngập nước: (cây/ha) 0-50cm: 14.282 50-100cm: 11.200 >100cm: 8.700

Hệ động vật	- Dơi: 8 loài; - Chim: 188 loài; - Bò sát: 34 loài; - Côn trùng: 208 loài; - Lưỡng cư: 7 loài; - Thú: 46 loài; - Cá: 37 loài.	- Heo rừng đã trở lại 2 năm sau khi rừng bị cháy. - 9 loài gần bị đe dọa hoặc đang bị đe dọa trên toàn cầu: Đổng đổng (Cổ rắn - <i>Anhinga melanogaster</i>), Bồ nông chân xám (<i>Pelecanus philippensis</i>), Cò lạo Ấn Độ (<i>Mycteria leucocephala</i>), Già đầy Java (<i>Leptoptilos javanicus</i>), Quắm đầu đen (<i>Threskiornis melanocephalus</i>), Quắm đen (<i>Plegadis falcinellus</i>), Đại bàng đen (<i>Aquila clanga</i>), Diều cá đầu xám (<i>Ichthyophaga ichthyaetus</i>) và Rồng rộc vàng (<i>Ploceus hypoxanthus</i>). - Có tập hợp loài chim nước quý: Xít (<i>Porphyrio porphyrio</i>), Cốc (<i>Phalacrocorax niger</i>), Diệc lửa (<i>Ardea purpurea</i>), Quắm đen (<i>Plegadis falcinellus</i>). - Các loài thú quý hiếm có tên trong danh mục Sách đỏ Việt Nam – Phần động vật và sách đỏ thế giới (IUCN) ở VQG gồm: Tê tê (<i>Manis javanica</i>), Rái cá vuốt bé (<i>Aonyx cinerea</i>), Rái cá lông mũi (<i>Lutra sumatrana</i>), Cầy giông (<i>Viverra zibetha</i>), Cầy giông đốm lớn (<i>Viverra megaspila</i>), Cầy hương (<i>Viverricula indica</i>), Mèo rừng (<i>Prionailurus bengalensis</i>), Mèo cá (<i>Prionailurus viverinus</i>) Dơi chó tai ngắn (<i>Cynopterus branchyotis</i>), Dơi ngựa lớn (<i>Pteropus vampirus</i>)... - Lưỡng cư bò sát có 8 loài có tên trong danh mục các loài quý hiếm của Sách đỏ Việt Nam như: Trăn mốc (<i>Python molurus</i>); Rắn cạp nong (<i>Bulgarus fasciatus</i>); Rắn hổ mang (<i>Naja naja</i>); Rắn ráo trâu (<i>Ptyas mucosus</i>); Tắc kè (<i>Gekko gecko</i>); Rùa răng, Càng đước (<i>Hieremys annandalei</i>); Rùa ba gờ (<i>Malayemys subtrijuga</i>); Rùa hộp lưng đen (<i>Cuora amboinensis</i>).
-------------	---	---

(Nguồn: Lương Văn Thanh, Phạm Văn Tùng [26], [38])

Kết quả nghiên cứu đưa ra nhận xét: Ở một khía cạnh, cháy rừng đã làm gia tăng sự sinh trưởng và đa dạng sinh học của các loài động, thực vật. Hệ thực vật tăng từ 243 loài lên 250 loài; hệ động vật, chim tăng từ 172 loài lên 188 loài, thú từ 24 loài lên 46 loài. Nhưng không thể phủ nhận rằng đợt cháy rừng tháng 3/2002 vừa qua có hậu quả rất nghiêm trọng, diện tích vùng bị cháy 3.212 ha cũng là khu vực có lớp than bùn dày nhất VQG (xem hình Phụ lục 1) bị mất đi rất lớn mà phải hàng trăm năm mới có được, thảm thực vật khu vực bị cháy, đặc biệt là rừng tràm từ 15 đến 45 năm tuổi bị mất đi và phải có thời gian mới tái sinh trở lại,...



Hình 1.21. Hình ảnh rừng tràm ở VQG U Minh Thượng năm 2009

i) Nghiên cứu của Trần Văn Thắng [32]

- Kết quả nghiên cứu thông qua giải đoán ảnh vệ tinh SPOT5 (tháng 4 năm 2014) đưa ra 4 nhóm kiểu (14 kiểu) thảm thực vật khác nhau là:
 - + Rừng tràm (diện tích là 4.868 ha, chiếm 60,95%), có 4 kiểu thảm thực vật;
 - + Đồng cỏ ngập nước theo mùa (diện tích là 1.838,73 ha, chiếm 23,02%) có 4 kiểu thảm thực vật;
 - + Đầm lầy thực vật thủy sinh (diện tích là 1.184,10 ha, chiếm 14,82%) có 4 kiểu thảm thực vật;
 - + Và kênh rạch (diện tích là 96,21 ha, chiếm 1,2%) có 2 kiểu thảm thực vật.
- Kết quả so sánh biến thiên diện tích các kiểu thảm thực vật giữa các năm 2006, 2009, 2014 bên cạnh số liệu đo đạc về chế độ nước và đưa ra kết luận:
 - + Chế độ mực nước ảnh hưởng mạnh đến sự thay đổi thảm thực vật, mực nước ngập sâu và trong thời gian dài từ năm 2006 đến 2009 đã làm cho thực vật rừng tràm giảm 498,36 ha, đồng cỏ ngập nước theo mùa giảm 1.417,04 ha, đầm lầy thực vật thủy sinh tăng 1.885,4 ha.
 - + Thay đổi phương án quản lý nước năm 2010 đã làm cho thảm thực vật ở VQG U Minh Thượng phục hồi, hình thành 14 kiểu quần xã

thực vật đan xen tạo nên nhiều kiểu thảm thực vật đặc trưng của hệ sinh thái rừng tràm ngập nước theo mùa.

- + Diện tích mặt nước giảm do bị xâm lấn bởi các loài thực vật thủy sinh và thay thế bởi đồng cỏ ngập nước theo mùa.
- + Kiến nghị VQG U Minh Thượng quy hoạch quản lý nước thành 5 phân khu với các chế độ mực nước khác nhau theo tính toán cân bằng nước đảm bảo mục tiêu phòng cháy chữa cháy rừng và duy trì các giá trị đa dạng sinh học của rừng tràm trên đất than bùn.
- Những kết quả chưa được giải quyết:
 - + Quản lý chế độ nước ở mức cao từ năm 2003 đã làm suy thoái rừng tràm và đồng cỏ ngập nước theo mùa từ đây. Những vùng rừng có địa hình thấp không bị cháy bị suy giảm, bên cạnh một số diện tích rừng có địa hình cao ở khu vực bị cháy vẫn có tái sinh (diện tích thảm thực vật rừng bị suy thoái lớn hơn diện tích rừng được tái sinh sau khi cháy rừng). Kết quả đánh giá thảm thực vật từ năm 2006 đến năm 2009 chỉ là tiếp nối quá trình suy giảm thảm thực vật khi quản lý chế độ nước ở mức cao từ năm 2003 mà thôi.
 - + Quản lý chế độ nước từ năm 2010 đến 2015 đã làm cho thảm thực vật phục hồi, nhưng phục hồi được đến đâu (tiêu chí so sánh) thì chưa được đề cập.
 - + Mới chỉ đưa ra kiến nghị quy hoạch quản lý nước thành 5 phân khu với các chế độ mực nước khác nhau, chưa có lý luận cụ thể. Cần được nghiên cứu tiếp theo.

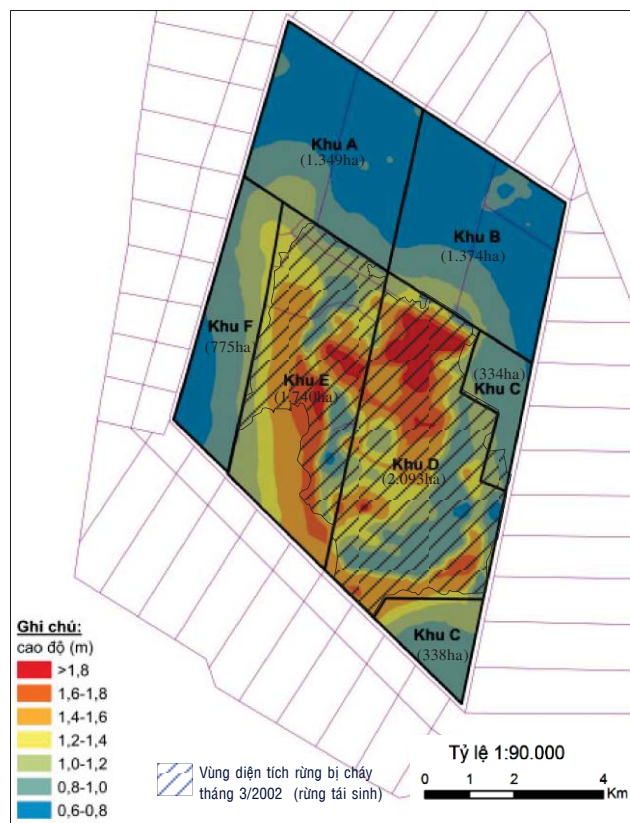
j) Nghiên cứu của Phạm Trọng Thịnh [36]

Kết quả nghiên cứu đã triển khai các nội dung theo yêu cầu của công tác quy hoạch rừng; đưa ra quy hoạch phân thành 5 khu chức năng: khu bảo vệ nghiêm ngặt, phục hồi sinh thái, di tích lịch sử, hành chính – dịch vụ và vùng đệm (xem hình Phụ lục 20).

Quy hoạch phân chia các khu quản lý nước thành 6 khu từ A đến F (thực chất là 7 khu vì khu C có 2 phần riêng biệt cách xa nhau) nhưng đề xuất quản lý nước sẽ được thực hiện theo 4 bậc nước theo Hình 1.22. Phân bố diện tích theo cao độ vùng lõi ở VQG U Minh Thượng theo quy hoạch thể hiện trong bảng Phụ lục 18.

Bảng 1.11. Cao độ đặc trưng các khu quản lý nước theo quy hoạch

Độ cao mặt đất	Khu A	Khu B	Khu C	Khu D	Khu E	Khu F
Lớn nhất (m)	1,20	1,37	1,71	2,29	2,21	1,41
Nhỏ nhất (m)	0,68	0,69	0,83	0,71	0,68	0,81
Trung bình (m)	0,83	0,83	1,02	1,46	1,34	1,00



((Nguồn: NCS xây dựng bản đồ từ tài liệu của VQG U Minh Thượng [36]))

Hình 1.22. Quy hoạch các khu quản lý nước ở VQG U Minh Thượng

- Kết quả quy hoạch:
 - + Khu D và khu E được xác định là khu có chức năng bảo vệ và phục hồi rừng tràm tự nhiên trên than bùn.

- + Khu A và khu B được tháo nước để phục hồi lại và trồng mới.
 - + Khu C và khu F được sử dụng làm nơi dự trữ nước tạm thời để đề phòng rủi ro cho khu D và khu E. Mức nước khu C ở mức cao hơn khu D khoảng 20cm.
 - + Mô hình quản lý nước 4 bậc theo 6 khu với khu D có địa hình cao nhất được giữ nước ở bậc I, khu E được giữ nước ở bậc II, hai khu A và B giữ nước ở bậc III, còn 2 khu C và F chuyển thành hồ chứa nước phòng cháy.
 - + Mô hình quản lý nước đảm bảo cho $\approx 80\%$ diện tích rừng tràm được phục hồi và phát triển, duy trì được diện tích cần thiết cho sinh cảnh cạn nước quanh năm và sinh cảnh ngập nước quanh năm.
- Những tồn tại:
- + Chưa đưa ra được giải pháp cụ thể và cách thức để quản lý vùng được cho là “*Phân khu bảo vệ nghiêm ngặt*” mà chỉ nằm trong khu D, đây là “*trái tim*” của VQG.
 - + Chưa đưa ra được chế độ nước cần điều tiết cho các khu, đặc biệt là khu D và khu E có chênh lệch cao độ lớn.
 - + Khu C có diện tích nhỏ là 672 ha, nhưng thực chất là 2 khu C1 (334 ha) và C2 (338 ha) nằm tách biệt, đường ranh giới dài, khó kiểm soát là chưa phù hợp.
 - + Khu C được đề xuất là hồ chứa dự trữ nước phòng chống cháy. Tạm coi là khi chuyển hết sang khu D với diện tích 2.093 ha thì mức nước khu D tăng được 6,4cm. Nước chuyển tự chảy từ khu C có địa hình thấp, trũng sang khu D có địa hình cao hơn nhiều là giải pháp không phải hợp lý.
 - + Đưa ra là $\approx 80\%$ diện tích rừng tràm được phục hồi chưa có tính toán. Diện tích này có được kiểm soát nguy cơ cháy hay không và

giải pháp cấp nước cụ thể cho từng khu như thế nào chưa có.

- + Chưa đưa giải pháp công trình thủy lợi điều tiết nước giữa các khu trong khi đang đề xuất quản lý nước của VQG theo bậc thang.
- + Khu F, cũng giống như đã phân tích về khu C, không nên duy trì mực nước cao ở khu này, tích nước ở mức cao làm hồ chứa là làm suy thoái sự sinh trưởng của rừng trồng tái sinh ở đây.

k) Nghiên cứu về sinh trưởng của cây tràm [2], [6], [15], [21], [39]

Khi nghiên cứu rừng tràm *cajuputi* ở khu vực U Minh (Cà Mau), Phùng Trung Ngân và Châu Quang Hiền (1987) [15] đã chỉ ra rằng, lượng tăng trưởng thường xuyên hàng năm có thể đạt $0,7 \div 1,0\text{m}$ về chiều cao; $0,6 \div 0,7\text{cm}$ về đường kính và $8 \div 10\text{m}^3/\text{ha}/\text{năm}$ về trữ lượng. Những khảo sát của Viện điều tra quy hoạch rừng (1994) [39] cho thấy, lượng tăng trưởng bình quân hàng năm của rừng tràm *cajuputi* ở đồng bằng sông Cửu Long trong 4 năm đầu là $1,0\text{cm}$ về đường kính và $1,0\text{m}$ về chiều cao; còn từ 5 đến 8 tuổi tương ứng là $0,9\text{cm}$ và $0,8\text{m}$.

Hồ Văn Phúc (1999) [21] cho rằng, thời gian ngập nước trong năm có ảnh hưởng tuyến tính đến tăng trưởng chiều cao thân cây tràm *cajuputi*.

Nguyễn thanh Bình (2007) [2] đưa ra nhu cầu về độ ẩm của đất và khả năng chịu ngập úng của cây tràm, cho rằng cây tràm: sinh trưởng tốt trong điều kiện đất ẩm, không bị ngập nước quanh năm và sinh trưởng mạnh trong mùa mưa; sinh trưởng tương đối bình thường, trên đất phèn ngập nước nông dưới 50 cm và thời gian ngập không dài quá 5- 6 tháng; sinh trưởng bắt đầu bị ức chế, nơi đất phèn ngập nước sâu đến 71cm và kéo dài ≥ 8 tháng trong một năm; sinh trưởng bị ảnh hưởng rõ rệt nơi đất ngập nước quanh năm và ngập nước tương đối sâu. Như vậy tràm có biên độ sinh thái rộng với môi trường nước và là một loài cây chịu được trên đất ngập úng, kéo dài tới 6-8 tháng. Nó là loài cây rừng có thể sống chung với lũ lụt ở ĐBSCL.

Phạm Thế Dũng và Vũ Đình Hưởng (2010) [6] đã sử dụng hàm số mũ có dạng $Y=a \cdot D^b$ để xây dựng những mô hình sinh khối tươi và sinh khối khô của các bộ phận trên mặt đất của cây tràm *cajuputi*.

1.4.2 Các nghiên cứu ở nước ngoài

Từ những năm đầu thế kỷ XX người ta đã nghiên cứu và bắt đầu phân loại đất ngập nước dựa vào dạng sống của thực vật và chế độ thủy văn. Việc phân loại dựa vào chức năng có thể thấy được môi trường đặc biệt là thủy động học của các vùng ĐNN. Các hệ thống phân loại theo sinh thái học cung cấp các thông tin cơ sở cho việc quản lý và bảo tồn sinh vật và có tác dụng so sánh rộng giữa các dạng ĐNN. Các yếu tố địa mạo, thủy văn, chất lượng nước có sự kết hợp chặt chẽ giữa sự khác nhau về mặt khí hậu và địa chất giữa các vùng cung cấp cơ sở chắc chắn để phân biệt các lớp ĐNN về mặt sinh thái. Thực vật thường được sử dụng như là một thuộc tính quan trọng của ĐNN, đồng thời thực vật cũng phản ánh một cách rõ nhất những yếu tố nêu trên và những thuộc tính khác khi xem xét. Cho đến nay trên thế giới có các hệ thống phân loại ĐNN của Hoa kỳ, Australia, Canada, Công ước Ramsar, IUCN, Ủy hội sông Mê Kông.

Richard B. Primarck [22] nghiên cứu về “*Cơ sở sinh học bảo tồn*”, trong đó đề cập đến sinh học bảo tồn và đa dạng sinh học, những mối đe dọa đối với đa dạng sinh học, bảo tồn ở cấp quần thể và loài, ở cấp quần xã, bảo tồn và phát triển bền vững. Rất nhiều những tính chất kỳ thú của đa dạng sinh học chỉ được thể hiện trong môi trường tự nhiên. Sự đa dạng loài thể hiện tính thích ứng về phương diện tiến hóa và phương diện sinh thái học của một loài nào đó với môi trường sống nhất định. Sự đa dạng về loài cung cấp cho con người nguồn tài nguyên phong phú để lựa chọn. Terborgh (1976) và Janzen (1986), trích dẫn lại từ [22] nghiên cứu cho rằng trong những quần xã sinh học, có một số loài có vai trò quyết định khả năng tồn tại phát triển của một

số lớn những loài khác. Bởi vậy, bảo tồn những loài chủ yếu phải là giải pháp ưu tiên hàng đầu cho các nỗ lực bảo tồn vì nếu như loài chủ yếu bị mất đi, sẽ kéo theo hàng loạt các loài khác lệ thuộc cũng bị mất đi theo.

Markus Schmidt, Helge Torgersen, Astrid Kuffner và nnk [16] nghiên cứu trình bày “*Quan điểm toàn cầu về đa dạng sinh học*”, một trong những biện pháp bảo vệ đa dạng sinh học từng thành công trong quá khứ là bảo vệ các khu tự nhiên vẫn còn lưu giữ được tính sơ khai của chúng, giảm thiểu việc mất đi các khu tự nhiên. Liên minh Bảo tồn Thiên nhiên Quốc tế (IUCN 1984, 1985, 1994), trích dẫn lại từ [16] trên quan điểm một vùng đất đã được bảo vệ thì cần phải có những quyết định cho phép con người được tác động lên đó đến mức nào, từ đó đã xây dựng một hệ thống phân loại các khu bảo tồn, trong đó định rõ các mức độ sử dụng từ nhỏ đến lớn, chia làm 8 mức độ với các tiêu chí và chế độ quản lý riêng: khu bảo tồn thiên nhiên nghiêm ngặt; VQG; các công trình quốc gia; các khu quản lý nơi cư trú của động vật hoang dã; các khu bảo tồn cảnh quan; các khu dự trữ tài nguyên; các khu sinh học tự nhiên; và các khu quản lý đa năng.

Những nghiên cứu về đặc điểm phân bố và sinh thái của cây tràm *cajuputi*: Theo Doran, J.C. và Gunn, B.V. (1994) [45], tràm *cajuputi* phân bố tự nhiên ở miền Bắc nước Úc và Papua New Guinea. Tuy nhiên, loài cây này cũng phân bố rộng rãi trong khu vực Đông Nam Á như Indonesia, Malaysia, Myanma, Thailand, Việt Nam và India. Trong tự nhiên, tràm *cajuputi* mọc chủ yếu ở các miền duyên hải của vùng nhiệt đới nóng ẩm với nhiệt độ trung bình cao nhất vào tháng nóng nhất là 31-33°C; nhiệt độ trung bình thấp nhất vào tháng lạnh nhất là 17-22°C. Về độ cao, tràm *cajuputi* phân bố từ gần biển đến khoảng 200m so với mặt biển. Nó sống tốt nhất ở những vùng đầm lầy ven biển; trong đó đất được hình thành từ phù sa bồi tụ, giàu hữu cơ, khả năng tiêu nước kém, độ màu mỡ thấp, nhiều axit sunphat. Trong các đầm lầy, tràm

cajuputi cùng với các loài *M. Leucadendra* (tràm lá dài), *Barringtonia actangula* (lộc vừng), *Lophostemon suaveolens* (thực vật họ Đào kim nương) và *Nauclea orientalis* (Gáo vàng - là một loài thực vật thuộc họ Thiến thảo) hình thành rừng thưa hỗn hợp hay rừng gỗ. Ở những vùng ít lầy hơn, nó sống chung với một số loài như khuynh diệp, xiêm gai và các loài *M. dealbata* S.T. Blake, *M. saligna* Schau và *M. viridiflora* Sol. ex Gaertner [42] [45] [46].

Những nghiên cứu của Andriesse (Dẫn theo [49]) cho thấy, tổng diện tích vùng đất than bùn ở Đông Nam Á ước tính khoảng 25 – 30 triệu ha, chiếm 60% đất than bùn toàn cầu. Đặc điểm của đất than bùn ở Đông Nam Á là chúng được bao phủ bởi rừng đầm lầy than bùn – đó là một hệ sinh thái có chức năng điều hòa nước, kiểm soát ngập úng, điều hòa dòng chảy và cải thiện tính chất của đất và nước. Đây cũng là một khu vực dự trữ cacbon rất lớn [23], [51], [52], [53], [54], [55], [56].

Những nghiên cứu về cấu trúc và sinh trưởng rừng tràm *cajuputi*: Theo Smathi (2000) [57], [58], tăng trưởng trung bình về trữ lượng của rừng tràm *cajuputi* tự nhiên ở Thailand là 10,3 (m³/ha/năm).

Những nghiên cứu về ảnh hưởng của môi trường đến sinh trưởng của rừng tràm *cajuputi* cũng đã được một số tác giả quan tâm. Khi nghiên cứu rừng tràm *cajuputi* trồng ở vùng đầm lầy Thailand, Yamanoshita Takashi (2001)[59] nhận thấy tăng trưởng chiều cao của tràm *cajuputi* trong mùa ngập nước lớn hơn so với mùa khô.

Những nghiên cứu về sinh khối rừng tràm *cajuputi* cũng thu hút sự chú ý của nhiều nhà lâm học. Theo Takeshi (2001) [60], tổng sinh khối khô (kg/cây) của cây tràm có thể được xác định theo mô hình $W = 0,062 \cdot (D^2H)^{0,91}$; còn sinh khối thân khô có dạng $Y = 0,026 \cdot (D^2H)^{0,91}$. Sau này, Wuthipol Hoamuangkeaw (2002) [52], [53] cũng đã ứng dụng mô hình của Takeshi để tính sinh khối cho rừng tràm *cajuputi* của Thailand.

1.5 NHẬN XÉT PHÂN TỔNG QUAN

Cao độ địa hình trung bình trong vùng lõi của VQG cao hơn xung quanh khu vực và nằm trong vùng ảnh hưởng của thủy triều là lợi thế cho VQG trong việc lợi dụng thủy triều để tiêu thoát lượng nước dư thừa, gây ngập úng trong mùa mưa, nhưng cũng là điểm bất lợi khi cần phải tích trữ nước cho mùa khô kéo dài.

Sau cháy rừng, một phần than bùn đã bị cháy làm thay đổi cao độ địa hình và thay đổi tính chất đất, nhưng đánh giá kết quả thí nghiệm tính chất đất cho thấy những biến đổi đó không lớn và chưa ảnh hưởng nghiêm trọng đến môi trường đất khu vực U Minh. Cao độ địa hình thay đổi không đều và chênh lệch cao độ giữa các khu vực lớn là điều kiện khó khăn cho công tác quản lý và điều tiết chế độ nước, đặc biệt là vào mùa khô hầu như không có mưa lại kèm theo lượng bốc hơi lớn, làm nhu cầu nước tăng cao hơn.

Đã phân tích làm rõ thực trạng quản lý nước ở VQG U Minh Thượng từ trước khi xảy ra cháy rừng cho đến nay, trải qua 3 thời kỳ: trước khi xảy ra cháy rừng tháng 3/2002; từ sau khi xảy ra cháy rừng đến năm 2009; và từ năm 2010 đến 2015. Kết quả phân tích cho thấy quản lý nước từ sau khi xảy ra cháy rừng ở mức rất cao. Chế độ nước đã làm thay đổi tỷ lệ diện tích ngập nước tương ứng với các sinh cảnh ngập nước quanh năm chiếm ưu thế, sinh cảnh ngập nước theo mùa bị thu hẹp và thời gian ngập nước trung bình trong năm tăng lên.

Đã có nhiều các nghiên cứu liên quan đến chế độ nước và môi trường sinh thái ở VQG U Minh Thượng. Nghiên cứu của tổ chức CARE là bộ số liệu khá đầy đủ về thực trạng VQG trước khi cháy rừng xảy ra. Nghiên cứu của Lê Minh Lộc đi vào phương pháp đánh giá nhanh sinh khối và ảnh hưởng của độ sâu ngập lên sinh khối rừng tràm trên đất than bùn và đất phèn nhưng

chưa đưa ra được chế độ nước cho rừng tràm ở U Minh phát triển. Một số các nghiên cứu của Vương Văn Quỳnh, Trần Văn Thắng, Trần Quang Bảo, Phạm Trọng Thịnh và nnk đề cập đến chế độ nước phục vụ cho phòng chống cháy rừng nhưng đều chưa đi đến cuối cùng hoặc chưa thỏa đáng: chưa đưa ra được mực nước hợp lý cho từng khu trong VQG theo thời gian; chưa đưa ra giải pháp quản lý và điều tiết chế độ nước hợp lý. Một số nghiên cứu đã đề xuất hệ thống công trình phục vụ quản lý và điều tiết chế độ nước nhưng chưa trình bày cụ thể cơ sở khoa học để xây dựng, bố trí vị trí, tính toán thông số kỹ thuật của các công trình. Từ đó, nghiên cứu sinh nhận thấy cần đi sâu nghiên cứu thêm để làm rõ hơn về chế độ nước cho rừng tràm tái sinh ở VQG U Minh Thượng, bao gồm: mực nước trong rừng theo không gian và thời gian trong năm; tài nguyên nước từ mưa đáp ứng theo yêu cầu nước; thời điểm trong năm bắt đầu tích trữ nguồn nước mưa và giới hạn tích nước; và hệ thống công trình cùng các giải pháp quản lý để điều tiết chế độ nước hợp lý.

CHƯƠNG 2

NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

Trên cơ sở thực trạng quản lý nước trong vùng lõi VQG U Minh Thượng ở mức cao trong thời gian dài (từ sau cháy rừng tháng 3/2002 đến nay), dẫn đến thảm thực vật và hệ sinh thái rừng tràm bị suy thoái. Từ đó, nhiệm vụ đặt ra là cần phải nghiên cứu nhằm phục hồi môi trường sinh thái rừng tràm như vốn có trước kia của nó, bảo vệ rừng trước nguy cơ cháy rừng. Các nội dung cần nghiên cứu của luận án:

- Nghiên cứu xác định mực nước hợp lý cho rừng tràm tái sinh theo không gian (từng khu trong VQG) và thời gian trong năm;
- Nghiên cứu tài nguyên nước từ mưa đáp ứng theo yêu cầu nước cho VQG trong năm;
- Nghiên cứu xác định các thời điểm trong năm bắt đầu tích trữ nguồn nước mưa để có được chế độ nước hợp lý;
- Nghiên cứu hệ thống công trình và các giải pháp quản lý để điều tiết chế độ nước hợp lý.

2.2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.2.1 Tổng quát các phương pháp

Phương pháp nghiên cứu là kết hợp giữa kết quả nghiên cứu điều tra hiện trường và nghiên cứu lý thuyết.

- Phân tích lý thuyết liên quan.
- Điều tra, khảo sát đo đạc các đặc trưng lâm sinh rừng.
- Xác suất thống kê.
- Sử dụng phần mềm toán học để xác định phương trình thực hiện.
- Phân tích hệ thống.

- Công bố, trao đổi thông tin khoa học liên quan nhằm tranh thủ các ý kiến đóng góp của các nhà khoa học, đồng nghiệp.

2.2.2 Nghiên cứu đặc điểm lâm sinh học của rừng tràm tái sinh ở VQG U Minh Thượng

2.2.2.1 Cơ sở khoa học điều tra đo đạc đặc điểm lâm sinh

a) Xác định mức ngập nước để điều tra đo đạc đặc điểm lâm sinh

Đặc điểm rừng tràm và hệ sinh thái của chúng ở VQG U Minh Thượng là ngập nước theo mùa. Do đó, mực nước trong rừng cũng biến thiên theo thời gian trong năm, tương ứng với 12 tháng có mực nước khác nhau. Vì vậy, lựa chọn mực nước trung bình tháng nhiều năm cao nhất làm cơ sở so sánh với cao độ địa hình ở VQG để xác định các mức độ ngập nước.

Mực nước trung bình tháng nhiều năm cao nhất giai đoạn 2003 đến 2009 là $\bar{H}_{\max}=140\text{cm}$ (tháng 12), so sánh với cao độ địa hình thấp nhất của VQG là $\approx 70\text{cm}$, chênh nhau 70cm.

Mực nước trung bình tháng nhiều năm cao nhất giai đoạn 2010 đến 2014 của khu C (khu vực rừng tái sinh) là $\bar{H}_{\max}=151\text{cm}$ (tháng 12), so sánh với cao độ địa hình thấp nhất của VQG là $\approx 70\text{cm}$, chênh nhau 81cm.

Trên cơ sở khoảng chênh lệch giữa mực nước cao nhất và cao độ địa hình thấp nhất trong giai đoạn từ sau cháy rừng tháng 3/2002 đến nay của khu vực rừng tràm tái sinh lần lượt là 70cm (giai đoạn 2003 đến 2009) và 81cm (giai đoạn 2010 đến 2014), nghiên cứu sinh chia ra làm 3 mức độ ảnh hưởng của ngập nước thấp là $0 \div < 30\text{cm}$; trung bình là $30 \div 60\text{cm}$; và cao là $> 60\text{cm}$, từ đó xác định mức thời gian và diện tích ngập nước tương ứng (xem Bảng 2.1).

- Về độ sâu ngập nước, theo [2] đặc điểm sinh học của cây tràm có thể chịu được ngập nước nông dưới 50cm và thời gian ngập không quá 5- 6 tháng; sinh trưởng bắt đầu bị ức chế nơi ngập sâu đến 71cm và kéo dài ≥ 8 tháng; sinh trưởng bị ảnh hưởng rõ rệt nơi ngập nước quanh năm.

Vậy việc phân làm 3 mức độ ảnh hưởng của ngập nước để khảo sát lâm sinh ($0 \div < 30\text{cm}$; $30 \div 60\text{cm}$; và $> 60\text{cm}$) có thể làm đại diện cho các mức ngập, phù hợp với đặc điểm sinh học của cây tràm về độ sâu ngập nước.

- Tính toán theo Bảng 1.2 và bảng Phụ lục 6, diện tích tương ứng với các mức độ ngập nước từng giai đoạn gần bằng nhau và đủ lớn so với tổng diện tích nên thuận lợi trong quá trình khảo sát lâm sinh.
- Xác định thời gian ngập nước từ điều tra (Bảng 2.1) và tính toán với mức độ sâu tương ứng lần lượt là: mức ngập thấp là $3 \div 4$ tháng/năm; mức ngập trung bình là $5 \div 7$ tháng/năm; và mức ngập cao là > 7 tháng/năm. Việc phân chia phù hợp với đặc điểm sinh học của cây tràm với thời gian chịu ngập tự nhiên thường từ 6-7 tháng/năm [1], [2], [20].

Cách chia làm 3 mức độ ngập nước như trên cũng đã được Lê Minh Lộc [12] thực hiện để đánh giá ảnh hưởng của độ sâu ngập nước lên sinh khối rừng tràm ở VQG U Minh Hạ; Lương Văn Thanh và cs [26] cùng sự phối hợp của Viện Khoa học Lâm nghiệp Nam Bộ thực hiện điều tra rừng năm 2009 tại VQG U Minh Thượng.

Bảng 2.1. Cao độ địa hình ứng với mức ngập nước điều tra đo đạc lâm sinh

STT	Mức độ ngập nước (cm)	Mức nước cao nhất của 2 giai đoạn (cm)	Giai đoạn 2003-2009			Giai đoạn 2010-2015			
			Khoảng cao độ địa hình toàn VQG (cm)	Diện tích tương ứng (ha)	Thời gian ngập nước TB (tháng/năm)	Khoảng cao độ địa hình Khu A&B (cm)	Khoảng cao độ địa hình Khu C (cm)	Diện tích tương ứng khu C (ha)	Thời gian ngập nước TB (tháng/năm)
1	< 0	140 và 151	> 140	1.648	0	Không khảo sát	> 151	880	0
2	$0 \div < 30$	140 và 151	$110 \div < 140$	2.004	$3 \div 4$		$121 \div < 151$	1.805	$4 \div 5$
3	$30 \div 60$	140 và 151	$80 \div 110$	2.633	$5 \div 7$		$91 \div 121$	1.884	$6 \div 8$
4	> 60	140 và 151	< 80	1.718	$8 \div 12$		< 91	711	$9 \div 12$
		CỘNG		8.003				5.280	

b) Xác định các chỉ tiêu lâm sinh

Theo Giang Văn Thắng [28], [29], trong Giáo trình “*Phương pháp điều tra rừng nhiệt đới*” và Giáo trình “*Điều tra rừng nâng cao*”, khoa học điều tra rừng đã được rất nhiều các nhà khoa học trên thế giới và trong nước nghiên cứu và bàn luận từ nhiều năm nay. Bên cạnh những nhiệm vụ chính, có 2 nhiệm vụ hàng đầu:

- Nhiệm vụ đầu tiên là phải nắm bắt được tình hình sinh trưởng, quy luật sinh trưởng và tăng trưởng cũng như khả năng sản xuất của rừng.
- Nhiệm vụ quan trọng thứ hai là quản lý theo dõi và tiến hành kiểm kê tài nguyên rừng.

Trong luận án này với nhiệm vụ tập trung vào thực hiện nghiên cứu “*nắm bắt được tình hình sinh trưởng, quy luật sinh trưởng và tăng trưởng cũng như khả năng sản xuất của rừng*”. Các chỉ tiêu cần phải thực hiện trong nghiên cứu như sau:

- Xác định ô mẫu (ô tiêu chuẩn - OTC); mật độ rừng; cây tiêu chuẩn; trữ lượng rừng; sinh khối rừng.
- Điều tra đo cây cá thể trong ô mẫu: xác định chiều cao cây bình quân; xác định đường kính tán bình quân ($D_{\text{tán}}$); xác định đường kính thân cây bình quân tại 1,3m ($D_{1,3}$).

2.2.2.2 Phương pháp nghiên cứu đặc điểm lâm sinh

a) Phân chia rừng trầm tái sinh theo độ sâu ngập nước

Để tạo thuận lợi cho việc thu thập dữ liệu lâm sinh, rừng trầm tái sinh được phân chia dựa theo những tiêu chuẩn và chỉ báo sau:

- Hiện trạng rừng trầm tái sinh: Chỉ tiêu này bao gồm vị trí, diện tích. Thông tin về hiện trạng rừng trầm được nhận biết sơ bộ trên bản đồ; sau đó làm chính xác tại thực địa.

- Độ sâu ngập: Dựa theo bản đồ địa hình sau cháy rừng của VQG U Minh Thượng và kết quả xác định khoảng cao độ tương ứng với 3 mức ngập nước: thấp, trung bình và cao (xem Bảng 2.1). Độ sâu ngập nước thấp là những nơi đất có độ ngập ứng với độ sâu $<30\text{cm}$, thời gian ngập từ $3\div 4$ tháng/năm; Độ sâu ngập nước trung bình là những nơi đất có độ ngập ứng với độ sâu $30\div 60\text{cm}$, thời gian ngập từ $5\div 7$ tháng/năm; Độ sâu ngập nước cao là những nơi có độ ngập ứng với độ sâu $>60\text{cm}$ và thời gian ngập kéo dài hơn 7 tháng/năm.

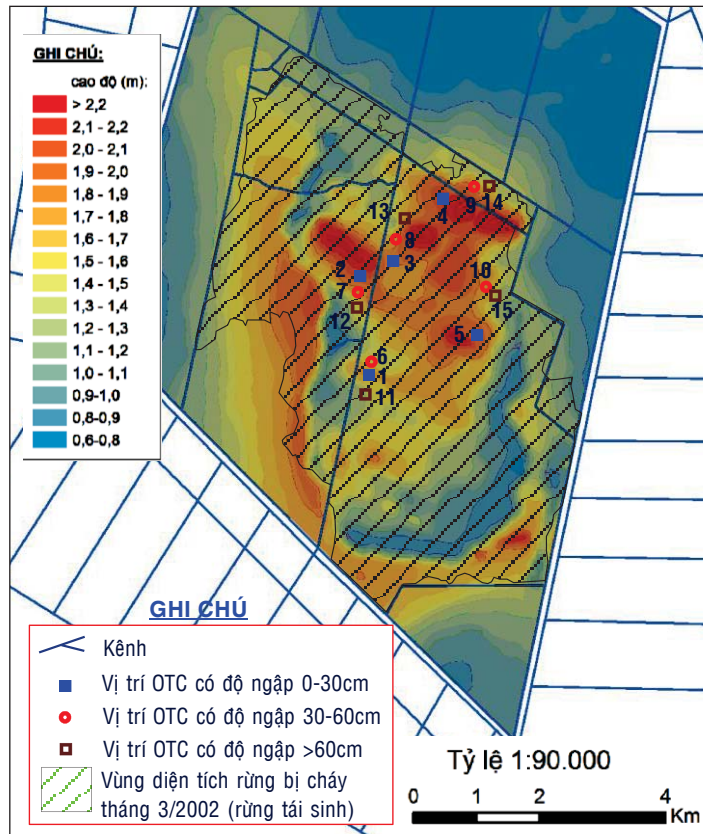
b) *Nghiên cứu đặc điểm lâm sinh học của rừng tràm*

➤ Xác định ô tiêu chuẩn:

Lựa chọn phương pháp điều tra rừng bằng ô điều tra tạm thời (đo đếm 1 lần). Chọn hình thức ô điều tra với diện tích cố định. Loại ô này có 3 hình dạng được quy định là hình chữ nhật, hình vuông và hình tròn với diện tích là 2500m^2 , 1000m^2 hay 500m^2 . Qua khảo sát thực tế nhận thấy cây tràm tái sinh trên vùng bị cháy từ năm 2002 của VQG U Minh Thượng là loại cây nhỏ so với các khu rừng nhiệt đới khác (như ở Tây nguyên và Đông Nam bộ), mật độ cây tràm tái sinh rất dày và khá đồng đều trên một đơn vị diện tích. Vì vậy, căn cứ vào điều kiện địa hình, địa thế cũng như diện tích của khu vực rừng tràm tái sinh, lựa chọn ô điều tra dạng hình chữ nhật với diện tích 500m^2 , kích thước $20\times 25\text{m}$.

Lựa chọn mật độ ô mẫu trong thực hiện điều tra rừng ở VQG U Minh Thượng là 15 ô mẫu, tương ứng với 3 mức ngập nước khác nhau sẽ có 5 ô mẫu cho một mức độ ngập nước. Khảo sát thực tế bố trí vị trí các ô mẫu rải đều trên toàn diện tích vùng rừng tái sinh, đại diện điển hình cho các khu vực, thể hiện trên Hình 2.1 và trong bảng tọa độ Phụ lục 17. Ghép với hình Phụ lục 1, bản đồ độ dày tầng than bùn sau cháy rừng thì cả 15 ô mẫu đều nằm trên đất than bùn.

Sử dụng khoan chuyên dụng trong khảo sát đất đai để xác định chiều dày tầng than bùn của từng ô. Khoan khảo sát tại 4 góc và điểm giao giữa hai đường chéo của ô tiêu chuẩn rồi tính trung bình chiều dày tầng than bùn.



Hình 2.1. Vị trí các ô tiêu chuẩn khảo sát đo đạc lâm sinh rừng

➤ Điều tra đo cây cá thể:

Có nhiều các chỉ tiêu trong điều tra rừng. Trong thực hiện điều tra rừng ở VQG U Minh Thượng phục vụ nghiên cứu của luận án lựa chọn điều tra một số các chỉ số cho cây cá thể.

- + Các chỉ số điều tra đo tất cả các cây trong một ô mẫu: đường kính thân cây tại 1,3m ($D_{1,3}$); chiều cao cây (H); đường kính tán ($D_{tán}$);
- + Các chỉ số điều tra đo cây tiêu chuẩn – cây giải tích trong ô mẫu: đường kính thân cây tại vị trí cách mặt đất 1,3m ($D_{1,3}$); chiều cao cây (H); đường kính tán ($D_{tán}$);
- + Sinh khối tươi: vỏ, gỗ không vỏ, cành nhánh, lá.

➤ Xác định chiều cao cây bình quân:

Chiều cao bình quân ô mẫu được xác định từ việc đo tất cả các chiều cao cây trong ô tiêu chuẩn rồi tính bằng công thức (2.1). Chiều cao bình quân của rừng tương ứng với mỗi mức ngập nước được xác định bằng việc tính toán chiều cao bình quân của các ô tiêu chuẩn trong mức ngập nước đó.

$$\overline{H} = \frac{\sum_{i=1}^n h_i}{n} \quad (2.1)$$

Trong đó: - $\overline{H}(m)$ là chiều cao cây bình quân của ô mẫu
 - $h_i(m)$ là chiều cao cây thứ i của ô mẫu (i thuộc miền n)
 - $n(cây)$ là tổng số cây của ô mẫu

➤ Xác định đường kính tán bình quân ($D_{tán}$):

Đường kính tán được biểu thị bằng hình chiếu cắt ngang của tán. Do hình chiếu của tán cây rừng ít khi là hình tròn, nên đo đường kính tán cây theo chiều dài nhất (max) và ngắn nhất (min), sau đó tính bằng trị số bình quân.

Đường kính tán bình quân trong rừng được xác định từ việc đo tất cả đường kính tán các cây trong rừng (qua từng ô mẫu), rồi tính bình quân.

➤ Xác định đường kính thân cây bình quân tại 1,3m ($D_{1,3}$):

Phương pháp tính này được thừa nhận rộng rãi trên thế giới, do bởi nhiều kết quả nghiên cứu đã khẳng định giữa đường kính $D_{1,3}$ và chiều cao H có mối tương quan thuận rất chặt chẽ với nhau; mặt khác đường kính $D_{1,3}$ dễ xác định với độ chính xác cao hơn so với việc đo chiều cao, vì vậy nó thường được lựa chọn làm chỉ tiêu để phân chia kích thước của cây rừng.

Trong mỗi mức độ ngập nước ở VQG U Minh Thượng, trên từng ô mẫu qua các đợt khảo sát thực tế nhận thấy cây tràm có mức độ đồng đều khá cao cả về đường kính và chiều cao vì được tái sinh cùng thời điểm. Đường kính bình quân được xác định từ việc đo tất cả các đường kính cây trong rừng

(qua từng ô mẫu), rồi tính bình quân.

➤ Xác định mật độ rừng:

Mật độ rừng N (cây/ha) là một chỉ tiêu điều tra quan trọng, nó liên quan trực tiếp tới nhiều các chỉ tiêu điều tra khác như số lượng cây n (cây), trữ lượng (m^3 /ha) của rừng. Mật độ rừng là chỉ tiêu cơ bản để xác định hầu hết các chỉ tiêu điều tra bình quân khác. Mật độ rừng tương ứng với mỗi mức ngập nước. Mật độ rừng được xác định bằng việc đo đếm số lượng các cây trong ô tiêu chuẩn, và tính bình quân số lượng cây trong các ô tiêu chuẩn đo đạc trong mức ngập đó, theo công thức:

$$N(\text{cây / ha}) = \frac{\sum_{i=1}^a n_{otci}}{a} ; \quad n_{otci}(\text{cây / ha}) = \frac{n_i}{s_i} \quad (2.2)$$

Trong đó: - N (cây/ha) là mật độ rừng

- n_{otci} (cây/ha) là mật độ cây của ô mẫu thứ i

- n_i (cây) là số cây của ô mẫu thứ i (i thuộc miền a)

- a (ô) là số ô mẫu; s_i (ha) là diện tích của ô mẫu thứ i

Bên cạnh xác định mật độ cây trong từng ô tiêu chuẩn còn đo đếm xác định tỷ lệ cây tốt, cây trung bình và cây xấu, từ đó tính tỷ lệ trung bình cho từng mức độ ngập nước.

➤ Xác định trữ lượng rừng (M):

Trữ lượng rừng là chỉ tiêu biểu thị về khả năng sản xuất gỗ của một loại hình rừng trên một điều kiện lập địa cụ thể và được tác động bằng các biện pháp kỹ thuật nhất định. Nếu coi thể tích bình quân của các cây trong rừng là $\bar{V}$, mật độ rừng được xác định theo số lượng cây là N thì trữ lượng rừng sẽ là:

$$M (m^3/ha) = N \cdot \bar{V} \quad (2.3)$$

$\bar{V}$ (m^3) được xác định từ chỉ số bình quân của các cây trên đơn vị diện tích, gọi là cây bình quân thể tích. Thông qua đường kính ngang ngực cây

bình quân $\bar{D}_{1,3}$ (m), chiều cao cây bình quân $\bar{H}$ (m) và hệ số hình số thân cây ngang ngực $f_{1,3}$ (theo Quyết định số 40/2009/BNN&PTNT của Bộ trưởng Bộ Nông nghiệp và PTNT, trong đó quy định hệ số hình số thân cây ngang ngực $f_{1,3}=0,45$ cho cây rừng tự nhiên), được xác định qua công thức:

$$\bar{V}(m^3) = \frac{\pi}{4} \cdot \bar{D}_{1,3}^2 \cdot \bar{H} \cdot f_{1,3} \quad (2.4)$$

➤ Xác định cây tiêu chuẩn:

Theo Giang Văn Thắng [29], cây tiêu chuẩn của ô mẫu (đối với rừng tự nhiên) được chọn là cây có các chỉ số gần nhất với các chỉ số trung bình của cây (cây bình quân) trong ô mẫu đó về: đường kính $D_{1,3}$, chiều cao vút ngọn (H_{vn}), chiều cao đến cành (H_{dc}), đường kính tán ($D_{tán}$),... Tổng số cây tiêu chuẩn được điều tra là 16 cây, trong đó:

- Đợt điều tra lần 1, NCS lựa chọn 10 cây tiêu chuẩn đại diện cho 3 mức ngập nước. Với mức ngập nước $0 \div < 30\text{cm}$ chọn 4 cây; mức ngập nước $30 \div 60\text{cm}$ chọn 3 cây; và mức ngập nước $> 60\text{cm}$ chọn 3 cây.
- Đợt điều tra lần 4, NCS lựa chọn số lượng 6 cây tiêu chuẩn đại diện cho 3 mức ngập nước. Với mỗi mức ngập chọn 2 cây điển hình.

c) Nghiên cứu sinh khối rừng tràm

VQG U Minh Thượng với loại cây gỗ đặc trưng là cây tràm, kiểu thảm thực vật đặc trưng ở rừng tràm (xem Bảng 1.9 và Bảng 1.10), điều kiện thực hiện,... lựa chọn phương pháp cân đo trực tiếp sinh khối trên cây tiêu chuẩn từ ô mẫu. Đây là phương pháp phổ biến và được xác định là phương pháp chính xác nhất [28]. Chọn phương pháp này cũng phù hợp và thống nhất với các nghiên cứu từ trước đến nay ở rừng tràm U Minh, như nghiên cứu của Trần Văn Thắng [32], Lê Minh Lộc [12],...

➤ Thu thập số liệu:

Có 15 ô mẫu đã được bố trí tương ứng với 3 mức ngập nước khác nhau (5 ô mẫu cho một mức độ ngập nước). Trong mỗi ô mẫu, sau khi thống kê chính xác mật độ, đo đạc $D_{1,3}$ (cm), H_{vn} (m), $D_{tán}$ (m) của từng cá thể cây

tràm, xác định các giá trị trung bình $\bar{D}_{1,3}$ (cm), $\bar{H}_{vn}$ (m), $\bar{D}_{tán}$ (m) của từng ô. Sau đó, lựa chọn 16 cây tiêu chuẩn (qua 2 đợt điều tra) phân bố đều theo các cấp thông số trung bình đặc trưng của từng ô mẫu để đo đặc sinh khối (tươi và khô).

- Phương pháp xác định sinh khối tươi ở ngoài rừng như sau:
 - + Sau khi chọn được cây tiêu chuẩn, cây tràm được chặt hạ sát gốc; vị trí gốc chặt cách mặt đất $5 \div 10$ cm.
 - + Trên mỗi cây tiêu chuẩn đã chặt hạ, sau khi đã đo $D_{1,3}$ cả vỏ, tiến hành phân chia sinh khối thành từng bộ phận riêng: thân, cành và lá.
 - + Cân đo từng bộ phận sinh khối: thân tươi - ký hiệu SKTt (kg); cành tươi - ký hiệu SKCt (kg); lá tươi - ký hiệu SKLt (kg) với độ chính xác đến 0,05kg. Sau đó cộng dồn những bộ phận sinh khối tươi để xác định tổng sinh khối tươi của các phần trên mặt đất của cây tràm, ký hiệu là TSKt (kg).
 - + Sau khi xác định sinh khối tươi, thu mẫu từng bộ phận sinh khối với mỗi loại 1 kg để dùng vào việc xác định sinh khối khô bằng máy sấy; trong đó ký hiệu tổng sinh khối khô là TSKk (kg); sinh khối thân khô là SKTk (kg); sinh khối cành khô là SKCk (kg); sinh khối lá khô là SKLk (kg).
- Phương pháp xác định sinh khối khô:
 - + Các mẫu sinh khối tươi của cây tràm được sấy ở nhiệt độ ban đầu 70°C và tăng dần lên đến 105°C .
 - + Cân đo sinh khối khô của cây Tràm với độ chính xác đến 0,05kg. Kết quả lần đo cuối cùng được ghi nhận sau khi sinh khối khô có giá trị không thay đổi. Tùy theo thành phần cụ thể, thời gian sấy khô biến động từ 12 – 36 giờ. Kế đến tính hệ số tỷ lệ giữa sinh khối khô (p (kg)) với sinh khối tươi (P (kg)) theo công thức $k = p/P$. Cuối

cùng tính sinh khối khô cho từng bộ phận của cây bằng cách nhân sinh khối tươi (P) của các bộ phận tương ứng với hệ số k, nghĩa là $p = P \cdot k$. Cộng các bộ phận được tổng sinh khối khô.

➤ Tính toán số liệu trong phòng:

Bước 1: Toàn bộ số liệu về sinh khối (tươi và khô) của những cây tiêu chuẩn đại diện cho từng cấp độ ngập nước khác nhau được tập hợp lại thành biểu theo từng bộ phận (thân, cành, lá) và toàn bộ phần trên mặt đất của cây tràm.

Bước 2: Trên mỗi mức độ ngập nước, từ số liệu về sinh khối tươi và $D_{1,3}$ cả vỏ của cây tràm, các mối quan hệ sau đây đã được xác lập: (1) giữa Tổng sinh khối và các thành phần sinh khối trên mặt đất (thân, cành, lá, vỏ) với đường kính ngang ngực ($D_{1,3}$); (2) giữa Tổng sinh khối tươi (TSKt) với Tổng sinh khối khô (TSKk). Những mối quan hệ chặt chẽ giữa các bộ phận sinh khối với $D_{1,3}$ được sử dụng để dự đoán sinh khối (thân, cành, lá và tổng số) dựa theo chỉ tiêu $D_{1,3}$ cả vỏ. Việc xác định mối quan hệ giữa các bộ phận sinh khối với $D_{1,3}$ được thực hiện theo các bước sau đây:

- Xây dựng ma trận tương quan giữa các chỉ tiêu sinh khối với $D_{1,3}$. Những chỉ tiêu sinh khối có mối quan hệ chặt chẽ với $D_{1,3}$ được sử dụng để xây dựng mô hình dự đoán sinh khối và lập biểu sinh khối cho rừng tràm ở từng mức độ ngập nước.
- Tìm kiếm các mô hình thống kê để dự đoán sinh khối từ $D_{1,3}$. Nguyên tắc chung trong việc chọn lựa mô hình dự đoán là: (1) mô hình mô tả tốt nhất quan hệ giữa biến phụ thuộc (sinh khối các bộ phận) với biến độc lập ($D_{1,3}$); (2) mô hình dễ tính toán hoặc đã có sẵn (mặc định) trong các phần mềm thống kê chuyên dùng; (3) hệ số tương quan cao nhất và tổng bình phương sai số là nhỏ nhất.

Theo nguyên tắc đã trình bày, mối quan hệ giữa những bộ phận sinh khối với $D_{1,3}$ được xây dựng dựa theo 8 hàm hồi quy đơn mặc định trong phần mềm thống kê Statgraphics Centurion XVII với y là hàm số, x là biến số, a và b là hằng số, các hàm thể hiện sau đây:

$$+ \text{Hàm số mũ:} \quad y = \text{Exp}(a + b.x) \quad (2.5)$$

$$+ \text{Hàm số nghịch đảo của } y: \quad y = 1/(a + b.x) \quad (2.6)$$

$$+ \text{Hàm số nghịch đảo của } x: \quad y = a + b/x \quad (2.7)$$

$$+ \text{Hàm số 2 lần nghịch đảo của } x: \quad y = 1/(a + b/x) \quad (2.8)$$

$$+ \text{Hàm số logarit của } x: \quad y = a + b.\ln x \quad (2.9)$$

$$+ \text{Hàm số lũy thừa:} \quad y = a.x^b \quad (2.10)$$

$$+ \text{Hàm số căn bậc 2 của } x: \quad y = a + b.\text{sqrt}(x) \quad (2.11)$$

$$+ \text{Hàm số căn bậc 2 của } y: \quad y = (a + b.x)^2 \quad (2.12)$$

Bước 3: Xây dựng biểu sinh khối của rừng tràm theo nguyên lý chung:

- Xây dựng biểu sinh khối của cây tràm tùy thuộc vào sự thay đổi $D_{1,3}$. Biểu sinh khối (tươi và khô) của cây tràm bao gồm tổng sinh khối (TSK) khô và tươi, sinh khối vỏ (SKV), sinh khối gỗ không vỏ (SKGkv), sinh khối cành (SKC) và sinh khối lá (SKL). Chúng được xây dựng từ các mối quan hệ chặt chẽ giữa TSK - $D_{1,3}$; giữa SKV - $D_{1,3}$; giữa SKGkv - $D_{1,3}$; giữa SKC - $D_{1,3}$; giữa SKC - $D_{1,3}$; giữa SKL - $D_{1,3}$.
- Sinh khối của rừng tràm tái sinh U Minh Thượng tương ứng với mỗi mức độ ngập nước được xác định cơ bản là đồng tuổi, phân bố số cây theo cấp đường kính (phân bố $N - D$) tuân theo luật chuẩn, nếu đã biết mật độ (N (cây/ha)) và đường kính bình quân lâm phần (DBH_{bq} (cm)), thì sinh khối toàn bộ quần thể cây tràm trên 1 ha bằng sinh khối của cây bình quân nhân với mật độ.

2.2.3 Nghiên cứu phương án quản lý nước

2.2.3.1 *Quản lý chế độ nước trên cơ sở mặt bằng hạ tầng hiện trạng*

Giữ nguyên mặt bằng hiện trạng với các cơ sở hạ tầng là hệ thống công trình hiện có, phân khu quản lý rừng như hiện trạng để tìm ra phương án quản lý chế độ nước hợp lý luôn là ưu tiên, vì mỗi thay đổi trong việc xây dựng ở các VQG đều phải có một lộ trình, kế hoạch và được sự chấp thuận của cơ quan có thẩm quyền, kèm theo đó là kinh phí đầu tư xây dựng.

Tuy nhiên, như đã phân tích trong luận án tại các mục 1.2 (Hệ thống công trình điều tiết nước), mục 1.3 (Quản lý nước ở VQG U Minh Thượng) thì VQG có hệ thống công trình chưa đáp ứng được yêu cầu điều tiết nước, không tiêu thoát kịp nước khi cần tiêu, không bổ sung kịp nước khi có nguy cơ cháy rừng,....

Trong giai đoạn từ sau khi xảy ra cháy rừng đến nay, VQG đã có những thay đổi về phân khu, thay đổi về quản lý và điều tiết chế độ nước nhưng đều chưa mang lại hiệu quả (thể hiện trong mục 1.3.3 của luận án về “Đánh giá thực trạng quản lý nước”). Vì vậy, cần có sự điều chỉnh lại phân khu và bổ sung hệ thống công trình phục vụ quản lý chế độ nước hợp lý hơn.

2.2.3.2 *Quản lý chế độ nước hợp lý trên cơ sở lựa chọn lại phương án phân khu và bổ sung công trình hạ tầng*

Phân lại khu quản lý rừng và bổ sung công trình hạ tầng phục vụ quản lý chế độ nước hợp lý là việc làm cần thiết trong gian đoạn tới ở VQG U Minh Thượng. Nhiệm vụ nhằm khắc phục những hạn chế mà hệ thống cơ sở hạ tầng hiện nay chưa đáp ứng được yêu cầu quản lý nước theo các tiêu chí đặt ra là đáp ứng cho sinh trưởng của cây tràm, yêu cầu bảo tồn đa dạng sinh học và phòng chống cháy rừng.

2.2.4 Nghiên cứu xác định chế độ nước hợp lý

2.2.4.1 Cơ sở khoa học xác định chế độ nước hợp lý

Xuất phát từ yêu cầu thực tế trong quản lý nước của VQG U Minh Thượng, chế độ nước được xác định cần đáp ứng được nhiều yêu cầu cụ thể:

- Quản lý nước cho sinh trưởng của cây tràm, là loài cây đặc trưng.
- Quản lý nước cho bảo tồn đa dạng sinh học (thông qua đa dạng sinh cảnh và bảo vệ lớp than bùn).
- Quản lý nước cho phòng chống cháy rừng.

a) Xác định chế độ nước cho sinh trưởng của cây tràm

Cây tràm là loài cây chịu được ngập nước nhưng không phải là loài cây ưa ngập nước do có hệ khí sinh phát triển mạnh. Nhờ vậy, chúng có khả năng chịu ngập nước trong thời gian nhất định và với một độ sâu nhất định. Khi nước ngập sâu trong thời gian dài thì các rễ chính chết dần do yếm khí, các rễ khí sinh không tiếp xúc được đến mặt đất nên phát triển kém, dần dần cây tràm bị vàng úa, đổ gãy. [20]

Kinh nghiệm của người dân cho thấy thời gian chịu ngập tự nhiên của cây tràm thường từ 6-7 tháng/năm. Còn mực nước ngập chịu đựng được của cây tràm tối đa là 40÷60cm. Nếu ngập sâu hơn các rễ khí sinh sẽ không tiếp cận được đến đất để hấp thụ dinh dưỡng và giữ vững cho thân cây. [20], [36]

Từ kết quả điều tra đặc điểm lâm sinh học của rừng tràm tái sinh đã thực hiện trong luận án cho thấy khả năng sinh trưởng và phát triển của cây tràm tái sinh giảm dần khi mực nước ngập tăng lên. Khi mức ngập <30cm và thời gian ngập <6 tháng trong một năm cho kết quả trữ lượng và sinh khối của rừng tràm cao nhất, cây tràm phát triển tốt nhất.

Từ đó đưa ra, quản lý nước cho sinh trưởng của cây tràm nên hướng tới mực nước ngập không vượt quá 40-60cm và thời gian ngập tối đa không quá 6 tháng/năm.

b) *Xác định chế độ nước cho bảo tồn đa dạng sinh học*

➤ Sinh cảnh:

Rừng tràm ở VQG U Minh Thượng là hệ sinh thái đất ngập nước điển hình, có mức độ đa dạng sinh học cao. Đa dạng sinh cảnh là yếu tố quan trọng bậc nhất cho bảo tồn đa dạng sinh học ở rừng tràm. Có 3 nhóm sinh cảnh chủ yếu là: (1) Những sinh cảnh cạn nước quanh năm để làm nơi trú ngụ cho các loài chim thú; (2) Những sinh cảnh ngập nước theo mùa để duy trì sự tồn tại ưu thế của tràm và những loài sinh vật theo đặc điểm của rừng ngập nước nhiễm phèn; và (3) Những sinh cảnh ngập nước quanh năm để bảo tồn và phát triển những loài cá và thủy sinh nói chung.

Quản lý nước để bảo tồn đa dạng sinh học cần đảm bảo duy trì đồng thời cả 3 nhóm sinh cảnh. Ưu tiên cho diện tích ngập nước theo mùa như một sinh cảnh chủ đạo vì đây là điều kiện tiên quyết đảm bảo ưu thế cạnh tranh của quần thể cây tràm trong diễn thế ở VQG [36]. Những nhóm sinh cảnh này là tiền đề đảm bảo sự tồn tại của những chuỗi và lưới thức ăn, những chu trình tuần hoàn vật chất và năng lượng cần thiết của rừng tràm.

Định hướng phát triển rừng tràm tiến tới nguyên sinh như trước khi xảy ra cháy rừng với các sinh cảnh vốn có trước kia của nó. Lấy tiêu chí như trước khi cháy rừng xảy ra để định hướng phát triển rừng tràm thì:

- + Sinh cảnh không ngập quanh năm khoảng $\approx 20\%$ diện tích;
- + Sinh cảnh ngập nước theo mùa khoảng $\approx 50\%$ diện tích;
- + Sinh cảnh ngập nước quanh năm khoảng $\approx 30\%$ diện tích;
- + Thời gian mực nước dưới cao độ trung bình là ≥ 6 tháng/năm.

➤ Than bùn:

Một trong những yếu tố ảnh hưởng mạnh đến sự tồn tại của đa dạng sinh học ở rừng tràm U Minh là lớp than bùn. Nó có vai trò cung cấp dinh

đưỡng và là giá thể cho phát triển quần thể cây tràm. Đây là nơi trú ngụ của nhiều loài động vật đất và động vật thủy sinh. Nó cũng tạo nên những nơi ở cao ráo thích hợp làm nơi cư trú của nhiều loài chim, thú và động vật rừng nói chung. Lớp than bùn còn có khả năng giữ nước và duy trì một thể năng nhất định ngăn cản quá trình hình thành phèn.

Tuy nhiên, lớp than bùn cũng chịu tác động mạnh của các thành phần khác. Nó sẽ bị phân hủy nhanh do quá trình ô xy hoá khi mực nước bị hạ thấp trong thời gian dài hoặc khi có các dòng nước mưa mang nhiều ô xy hoà tan thấm ngấm và di chuyển mạnh theo chiều ngang. Nó cũng sẽ bị mềm và nhão ra khi bị ngập nước quá mức hay mất đi nhanh chóng nếu bị cháy rừng.

Theo Jon Davies (2008), trích dẫn lại từ [20], để bảo vệ lớp than bùn như một nhân tố duy trì đa dạng sinh học rừng tràm, cần điều tiết nước để thời gian mực nước thấp hơn 30cm dưới mặt than bùn không kéo dài quá 3 tháng liên tục mỗi năm.

c) Xác định chế độ nước cho phòng chống cháy rừng

Rừng tràm có khối lượng vật liệu cháy rất lớn, ngoài lớp lá rụng và thảm khô hàng chục tấn một hecta, rừng tràm còn có lớp than bùn dày. Vào mùa khô hạn, trong điều kiện mất nước chúng có thể trở thành vật liệu cháy nguy hiểm, dễ bén lửa và trở thành cháy lớn. Tuy nhiên, chúng chỉ thực sự dễ cháy khi mực nước ngấm sâu. Khi mực nước ngấm nông, nước sẽ ngấm lên làm ẩm ướt than bùn và cành khô lá rụng, nhờ vậy, cháy rừng khó xảy ra. Kết quả nghiên cứu thực nghiệm từ tài liệu tham khảo [18] đưa ra khuyến nghị:

- Để hạn chế khả năng lan tràn của đám cháy và dễ dàng dập tắt nó khi bùng phát cần duy trì độ ẩm của vật liệu cháy ở mức trên 20%, tương ứng với độ sâu mực nước ngấm dưới mặt than bùn vào thời điểm khô hạn nhất trong năm không quá 50cm.

- Khi rút nước để duy trì sinh trưởng của rừng tràm phải chấp nhận một tỷ lệ diện tích nhất định có nguy cơ cháy vào thời kỳ khô hạn nhất nhưng không phải là nguy cơ cháy cao. Quản lý nước phải đảm bảo tỷ lệ diện tích rừng có nguy cơ cháy cao không vượt quá 20%. Cùng với các biện pháp phòng cháy chữa cháy khác, quản lý nước sẽ góp phần giảm xác suất xảy ra cháy rừng xuống khoảng 2-3% một năm.

Như vậy, mực nước ngầm thời điểm khô hạn nhất cần giữ ở khoảng cách mặt đất $\leq 50\text{cm}$ và phải đảm bảo tỷ lệ diện tích có nguy cơ cháy cao không vượt quá 20% diện tích của từng khu.

d) Lựa chọn số liệu tính toán thủy văn

Trong khu vực VQG U Minh Thượng không có trạm đo khí tượng thủy văn. Liên quan trực tiếp tới vùng nghiên cứu có các trạm khí tượng thuộc mạng lưới đo đạc của Tổng cục Khí tượng thủy văn như trạm Rạch Giá và trạm Cà Mau. Đây là những trạm đo cơ bản, số liệu liên tục có chất lượng số liệu đảm bảo tin cậy. Các số liệu khí tượng đo đạc như mưa, gió, bốc hơi,... Vị trí VQG U Minh Thượng nằm giữa hai trạm khí tượng, cách trạm Rạch Giá $\approx 46\text{km}$ và cách trạm Cà Mau $\approx 70\text{km}$ do đó lựa chọn sử dụng trạm khí tượng Rạch Giá với chuỗi số liệu 31 năm liên tục, từ năm 1985÷2015 làm trạm tính toán.

- Lựa chọn số liệu thống kê lượng mưa trung bình tháng của chuỗi số liệu tính cho lớp nước dòng chảy phục vụ tính toán khả năng tích nước;
- Lựa chọn số liệu thống kê lượng mưa 1, 3, 5, 7 ngày lớn nhất tính cho lưu lượng cần tiêu để bố trí kích thước các công trình.

2.2.4.2 Phương pháp nghiên cứu xác định chế độ nước hợp lý

a) Phân tích hệ thống

Sử dụng lý thuyết phân tích hệ thống trong phân tích, đánh giá với đối tượng nghiên cứu là một tổng thể gồm nhiều bộ phận, nhiều yếu tố có quan hệ

tương hỗ với nhau và với môi trường xung quanh một cách phức tạp. Phân tích hệ thống xem xét mỗi yếu tố trong mối tương quan và tác động qua lại của nó với các yếu tố khác và môi trường. Phân tích hệ thống trên quan điểm động tại nhiều thời điểm khác nhau. Các bước chính trong phân tích hệ thống:

- Tập hợp thông tin, các dữ liệu, các cơ sở khoa học liên quan có liên quan tới đối tượng sẽ được nghiên cứu: Đặc điểm điều kiện tự nhiên, khí hậu, thời tiết, địa hình, địa mạo, hệ thống công trình, lâm sinh học của rừng tràm, các cơ sở khoa học xác định chế độ nước,...
- Đặt bài toán:
 - + Xác định các mục tiêu có liên quan tới vấn đề cần nghiên cứu về chế độ nước.
 - + Định rõ các ranh giới trong nghiên cứu, các điều kiện ràng buộc của từng đối tượng trong xác định chế độ nước hợp lý.
 - + Xây dựng các tiêu chuẩn để đánh giá từng mục tiêu đề ra trong mối quan hệ ràng buộc với nhau.
 - + Bài toán có thể phải đặt nhiều lần các mục tiêu, tiêu chuẩn; lần sau là hiệu chỉnh lại của lần trước để đạt được các mục tiêu, tiêu chuẩn đúng và sát thực tế.
- Xác định, thiết kế các giải pháp có thể để đạt được mục tiêu.
- Dự kiến các tình huống, xu thế của hệ thống.
- Phân tích, đánh giá các giải pháp đã chọn.
- So sánh các giải pháp và xét kết quả đạt được.
- Trình bày các kết quả nghiên cứu dưới dạng tích hợp.

b) Phân tích thống kê trong thủy văn

Phương pháp tính lượng mưa ứng với các tần suất thiết kế theo đường Pearson III. Phương pháp này đã được viết thành phần mềm Pearson III – Tần suất – Quy hoạch thủy lợi và hiện được sử dụng rộng rãi. Do đó trong luận án

này sử dụng theo phần mềm đã viết. Nguyên tắc cơ bản trong tính toán:

- Chọn liệt số liệu mưa tháng của chuỗi số liệu mưa 31 năm (1985-2015) của trạm Rạch Giá và thống kê thành chuỗi dài liên tục.
- Tính tần suất kinh nghiệm $P(\%)$ theo công thức 2.13, trong đó m : số thứ tự của liệt sắp xếp từ lớn đến bé; n : tổng số năm quan trắc:

$$P = m/(n+1)*100\% \quad (2.13)$$

- Vẽ các điểm tần suất kinh nghiệm $X_p \sim P\%$ lên giấy tần suất
- Tính các thông số thống kê của đường tần suất lý luận: lượng mưa trung bình X_{tb} ; hệ số phân tán C_v ; hệ số thiên lệch C_s .
- Dựa vào các hệ số phân tán C_v , hệ số thiên lệch C_s để tra hệ số Φ_p tính ra được lượng mưa theo tần suất X_p theo công thức 2.14.

$$X_p = X_{tb} * K_p = X_{tb} * (1 + \Phi_p * C_v) \quad (2.14)$$

- Kiểm tra sự phù hợp giữa đường tần suất lý luận và đường tần suất kinh nghiệm bằng cách chấm quan hệ $X_p \sim P\%$ lên giấy tần suất, nối các điểm đó thành đường tần suất lý luận. Nếu đường tần suất lý luận phù hợp với điểm tần suất kinh nghiệm là được.

2.2.5 Nghiên cứu đề xuất hệ thống công trình và giải pháp quản lý điều tiết chế độ nước

2.2.5.1 Cơ sở khoa học đề xuất hệ thống công trình

Để phục vụ điều tiết chế độ nước hợp lý cho rừng tràm ở VQG U Minh Thượng như đã trình bày, bao gồm mức nước ngập và thời gian ngập phù hợp cho sự phát triển của cây tràm và hệ sinh thái cũng như tỷ lệ diện tích hợp lý cho các sinh cảnh cần có hệ thống công trình thủy lợi làm công cụ hỗ trợ. Các nhiệm vụ của hệ thống công trình bao gồm:

- Tiêu thoát lượng nước dư thừa vào mùa mưa để không xảy ra tình trạng ngập úng, ngập sâu dài ngày;

- Trữ nước trong các khu theo chế độ mực nước hợp lý để đảm bảo duy trì đầy đủ các sinh cảnh tự nhiên của rừng tràm ở VQG;
- Điều tiết nước giữa các khu hợp lý để đảm bảo cân bằng nước theo nhu cầu và bổ sung nước từ bên ngoài vào vùng lõi ở VQG khi cần thiết;
- Các công trình phải thân thiện với môi trường, hạn chế thay đổi cảnh quan sinh thái tự nhiên, không làm mất đi những đặc điểm sinh thái đặc trưng, dễ xây dựng, dễ quản lý vận hành kể cả vận hành bằng thủ công.
- Các công trình phải thuận tiện cho việc di chuyển, kiếm ăn đáp ứng điều kiện môi trường sống của các loài động vật trong hệ sinh thái.

2.2.5.2 Phương pháp tính toán thủy văn công trình

➤ Phương pháp xác định lưu lượng Q (m^3/s)

Do đặc điểm khu vực VQG U Minh Thượng có hệ thống đê bao xung quanh, do đó không bị ảnh hưởng bởi chế độ thủy văn bên ngoài và chế độ thủy triều từ biển Tây nên chế độ thủy văn khu vực là chế độ thủy văn nội đồng, chỉ hình thành dòng chảy từ mưa rào. Vì vậy tính lưu lượng tương ứng với lượng mưa thời đoạn 1, 3, 5, 7 ngày lớn nhất gây ngập úng cho khu vực.

Áp dụng theo QPTL C6-77 “*Quy phạm tính toán đặc trưng thủy văn thiết kế*”, quan hệ giữa tổng lượng $W(m^3)$ và lưu lượng Q (m^3/s) có dạng:

$$W = 86400 \sum_{t_1}^{t_2} Q_i \quad (2.15)$$

- + W : Là tổng lượng lũ đi qua một đơn vị nào đó trong một khoảng thời gian từ t_1 đến t_2 , m^3 ;
- + Q_i : lưu lượng lũ trong đợt lũ kéo dài từ thời điểm t_1 tới t_2 , (m^3/s);
- + t_1, t_2 : thời gian tại thời điểm thứ nhất và thứ 2.

➤ Cách xác định W (m^3)

Đối với khu vực VQG U Minh Thượng, các phân khu có diện tích lưu vực nhỏ từ $1 \div 50 km^2$, nguồn cung cấp nước khu vực là mưa, do đó dùng mưa

ngày để tính tổng lượng lũ theo công thức sau:

$$W_p = 10^3 H_p \cdot \varphi \cdot F \quad (10^6 \text{m}^3) \quad (2.16)$$

Từ công thức (2.1) suy ra cách tính lưu lượng

$$Q_p = \frac{W_p}{86400} \quad (2.17)$$

- + H_p : lượng mưa thời đoạn 1, 3, 5, 7 ngày lớn nhất ứng với các tần suất thiết kế, mm;
- + F : diện tích các phân khu, km^2 ;
- + φ : Hệ số dòng chảy lũ phụ thuộc vào loại đất khu vực, lượng mưa ngày thiết kế và diện tích lưu vực lấy theo $F > 100 \text{km}^2$ (tra Bảng 2.2)

Bảng 2.2. Hệ số dòng chảy φ

Cấp đất	Loại đất	Lượng mưa ngày H_p	Hệ số φ ứng với $F > 100 (\text{km}^2)$
IV	Đất cacbonit, đất đồi	<150	0,30
	đỏ, đất rừng màu gụ,	150 – 200	0,40
	đất xói bồi.	>200	0,50

(Nguồn: Theo Bảng 4.2 trong QPTL C6-77)

2.2.5.3 Phương pháp tính toán thủy lực xác định kích thước công trình

a) Xác định khẩu độ cống

Sử dụng giáo trình thủy lực do Trường Đại học Thủy lợi xuất bản năm 2005, áp dụng công thức tính lưu lượng qua cống (đối với cống chảy ngập). Công thức có dạng sau:

$$Q_C = \mu \cdot \omega_d \cdot \sqrt{2g(H_o - h_h)} \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad (2.18)$$

- + μ : Hệ số lưu lượng ($\mu = 0,65 \div 0,70$ lấy $\mu = 0,65$);
- + H_o : Cột nước thượng lưu (m);
- + h_h : Độ sâu hạ lưu (m);
- + ω_d : Tiết diện cống ở cửa vào (m^2);
- + g : Gia tốc trọng trường, ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$).

b) Xác định kích thước đường tràn

Sử dụng Quy phạm thủy lực đập tràn QP.TLC-8-76 của Bộ NN&PTNT (áp dụng với chế độ chảy tự do). Công thức có dạng sau:

$$Q = mB\sqrt{2g}H_o^{3/2} \rightarrow B = \frac{Q}{mH_o^{3/2}\sqrt{2g}} \quad (2.19)$$

+ Q: Lưu lượng cần tiêu tại các khu, (m³/s)

+ m: Hệ số lưu lượng, (m = 0,33)

+ B: Chiều dài đường tràn, (m)

+ H_o: Chiều cao cột nước tính từ mép đường tràn về phía thượng lưu, (m)

+ g: Gia tốc trọng trường (g = 9,81m/s²)

2.3 KẾT LUẬN CHƯƠNG 2

Phân tích đưa ra phương pháp nghiên cứu đặc điểm lâm học của rừng tràm ở các mức độ ngập nước khác nhau (ngập nông 0÷<30cm, ngập trung bình 30÷60cm và ngập sâu >60cm) từ số liệu điều tra rừng tràm tái sinh với các chỉ số: mật độ rừng; cây tiêu chuẩn; trữ lượng rừng; và sinh khối rừng.

Phân tích đưa ra phương pháp nghiên cứu xác định chế độ nước hợp lý bằng lý thuyết phân tích hệ thống và phân tích thống kê trong thủy văn với cơ sở khoa học được xác định là: chế độ nước cho sinh trưởng của cây tràm; chế độ nước cho bảo tồn đa dạng sinh học; và chế độ nước cho phòng chống cháy rừng.

Xác định các phương pháp nghiên cứu đề xuất hệ thống công trình và giải pháp quản lý, điều tiết chế độ nước. Hệ thống công trình thủy lợi làm công cụ hỗ trợ để đạt hiệu quả cao trong triển khai việc điều tiết chế độ nước hợp lý: tiêu thoát lượng nước dư thừa; trữ nước; điều tiết nước giữa các khu;... Kết quả đã đưa ra các phương pháp tính toán công trình theo quy phạm.

CHƯƠNG 3

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1 CÁC CHỈ TIÊU LÂM SINH CỦA RỪNG TRÀM TÁI SINH

3.1.1 Điều tra khu vực rừng tràm nguyên sinh tháng 4/2009

Số liệu điều tra từ 3 OTC điển hình tại vùng lõi rừng nguyên sinh không bị cháy có mức độ ngập nước thấp từ 0-30cm [26]. Kết quả các chỉ tiêu sinh trưởng rừng tràm trên nền đất than bùn dày được nêu trong Bảng 3.1.

Bảng 3.1. Bảng tổng hợp các chỉ tiêu sinh trưởng rừng tràm nguyên sinh

STT	Độ dày than bùn TB (cm)	Z_{tb} ô mẫu (cm)	$D_{1,3}$ ($\pm$ SD) (cm)	H_{vn} ($\pm$ SD) (m)	$D_{tán}$ ($\pm$ SD) (m)	N ($\pm$ SD) (cây/ha)	Tỷ lệ cây tốt (%)
1	105	+156	14,1($\pm$ 0,05)	12,0($\pm$ 0,20)	2,4($\pm$ 0,10)	4.000	70%
2	102	+165	12,1($\pm$ 0,40)	10,9($\pm$ 0,25)	2,3($\pm$ 0,05)	2.600	46%
3	97	+161	9,3($\pm$ 0,20)	11,0($\pm$ 0,20)	2,1($\pm$ 0,10)	4.200	79%
TB	101	161	11,8($\pm$ 2,4)	11,3($\pm$ 0,6)	2,3($\pm$ 0,15)	3.600($\pm$ 870)	65%

3.1.2 Điều tra rừng tràm tái sinh trên nền than bùn cháy triệt để

Theo số liệu thống kê của VQG U Minh Thượng, diện tích rừng tràm tái sinh trôi nổi trên nền than bùn cháy triệt để dạng “da quy” chỉ có khoảng 194 ha. Đây là diện tích bị ngập nước quanh năm, nơi đây cây tràm tái sinh rải rác và có đặc điểm khá đặc thù ở VQG. Quá trình tái sinh này xuất phát từ hạt tràm phát tán và trôi nổi trên các vật liệu phù du nầy mầm và sinh trưởng thành cây. Cây tràm trôi nổi trên các vật liệu phù du và không bám vào đất (kể cả khi mực nước thấp rễ cây cũng không chạm đất). Chỉ tiêu sinh trưởng về chiều cao của cây rất thấp, trung bình khoảng 1,2m. Đối tượng rừng dạng này không có trữ lượng và nó chỉ có ý nghĩa về mặt sinh thái môi trường.



Hình 3.1. Rừng tràm, rễ tái sinh trên vùng ngập nước sâu quanh năm

3.1.3 Điều tra rừng tràm tái sinh sau cháy rừng

3.1.3.1 Kết quả điều tra hiện trường rừng tràm tái sinh

Hiện trạng rừng tràm tái sinh có vị trí (Vùng diện tích rừng bị cháy tháng 3/2002) được thể hiện trên Hình 2.7 và hình Phụ lục 1. Diện tích rừng bị cháy được xác định là 3.212 ha trong vùng lõi của VQG [33].

Thực hiện điều tra rừng tràm tái sinh sau cháy rừng làm 4 đợt. Điều tra tại 15 ô tiêu chuẩn trên đất than bùn vào những thời điểm khác nhau:

- Đợt 1: Vào tháng 4/2009, khi rừng tràm tái sinh được 7 năm [26]
- Đợt 2: Vào tháng 4/2012, khi rừng tràm tái sinh được 10 năm
- Đợt 3: vào tháng 4/2014, khi rừng tràm tái sinh được 12 năm
- Đợt 4: Vào tháng 4/2016, khi rừng tràm tái sinh được 14 năm

Kết quả điều tra một số các chỉ tiêu sinh trưởng trong các ô mẫu và được tính toán đại diện cho rừng tràm tái sinh ở các mức ngập qua các lần điều tra, thể hiện trong Bảng 3.2.

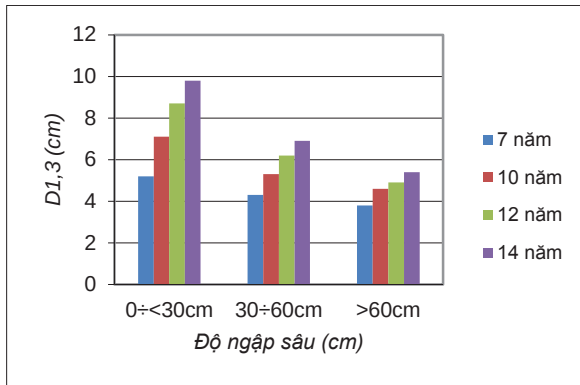


Hình 3.2. Khảo sát đo đạc lâm sinh rừng tràm tái sinh

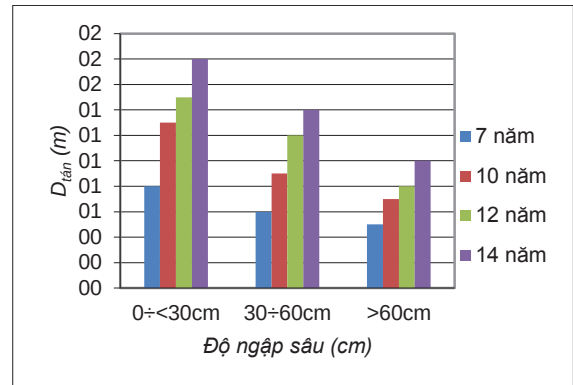
Bảng 3.2. Tổng hợp kết quả điều tra lâm sinh rừng tràm

STT	Mức nước ngập "max"	Độ dày than bùn (cm)	D _{1,3} (±SD) (cm)	D _{tán} (±SD) (m)	H _{vn} (±SD) (m)	H _{đc} (±SD) (m)	N (cây/ha)	Tỷ lệ cây tốt (%)
I.	Kết quả điều tra đợt 1, tháng 4/2009 khi rừng tràm tái sinh được 7 năm							
1.1	0÷<30cm	85	5,20 (±0,15)	0,80 (±0,025)	5,35 (±0,25)	3,40 (±0,2)	14.282	71%
1.2	30÷60cm	70	4,3 (±0,10)	0,60 (±0,05)	4,87 (±0,10)	2,80 (±0,2)	11.200	57%
1.3	>60cm	60	3,24 (±0,10)	0,50 (±0,010)	4,40 (±0,10)	2,60 (±0,10)	8.700	51%
	Trung bình	71,7	4,4 (±0,68)	0,63 (±0,15)	4,87 (±0,48)	2,93 (±0,42)	11.394	59,7%
II.	Kết quả điều tra đợt 2, tháng 4/2012 khi rừng tràm tái sinh được 10 năm							
2.1	0÷<30cm	90	7,10 (±0,50)	1,25 (±0,25)	8,10 (±0,60)	6,05 (±0,25)	9.862	68%
2.2	30÷60cm	71	5,30 (±0,20)	0,85 (±0,15)	5,75 (±0,65)	4,55 (±0,45)	9.575	60%
2.3	>60cm	62	4,60 (±0,40)	0,70 (±0,10)	5,05 (±0,25)	3,60 (±0,50)	9.125	45%
	Trung bình	74,3	5,67 (±1,29)	0,93 (±0,28)	6,30 (±1,60)	4,73 (±1,24)	9.521	57,7%
III.	Kết quả điều tra đợt 3, tháng 4/2014 khi rừng tràm tái sinh được 12 năm							
3.1	0÷<30cm	82	8,70 (±0,10)	1,50 (±0,10)	9,65 (±0,35)	7,10 (±0,20)	7.712	68%
3.2	30÷60cm	66	6,20 (±0,30)	1,20 (±0,20)	7,45 (±0,55)	5,25 (±0,25)	9.134	62%
3.3	>60cm	55	3,60 (±0,10)	0,80 (±0,20)	5,25 (±0,35)	4,05 (±0,35)	9.648	42%
	Trung bình	67,7	6,20 (±2,04)	1,17 (±0,35)	7,45 (±2,20)	5,46 (±1,55)	8.831	57,3%
IV.	Kết quả điều tra đợt 4, tháng 4/2016 khi rừng tràm tái sinh được 14 năm							
4.1	0÷<30cm	86	9,20 (±0,20)	1,75 (±0,25)	10,85 (±0,95)	7,85 (±0,25)	6.940	67%
4.2	30÷60cm	63	7,1 (±0,15)	1,40 (±0,20)	8,20 (±0,80)	6,25 (±0,75)	8.730	64%
4.3	>60cm	68	4,4 (±0,45)	0,95 (±0,25)	5,0 (±0,40)	4,34 (±0,65)	9.990	34%
	Trung bình	72,3	6,9 (±2,26)	1,37 (±0,40)	8,02 (±2,93)	6,15 (±1,76)	8.556	55,0%

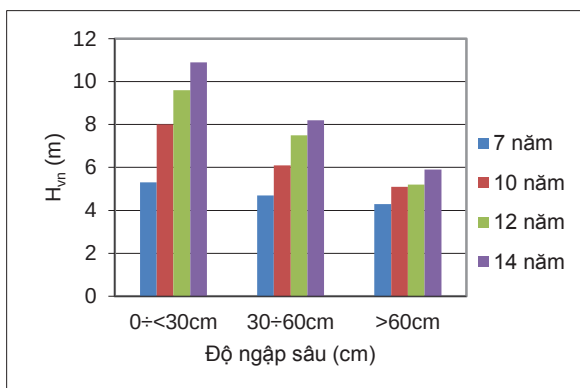
Kết quả điều tra rừng theo thời gian từ năm 2009-2016 được thể hiện qua biểu đồ quan hệ giữa 3 cấp độ sâu ngập nước với các chỉ tiêu sinh trưởng trong các ô mẫu trên các Hình 3.3 đến Hình 3.8.



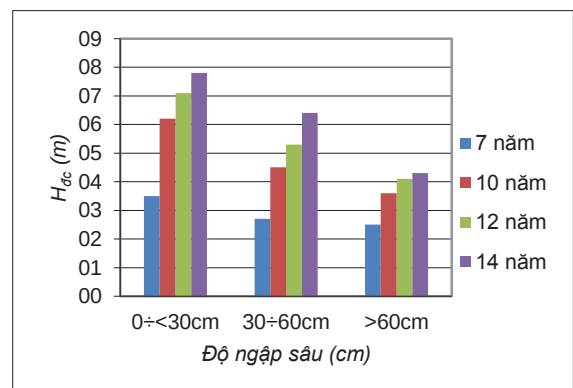
Hình 3.3. Biểu đồ quan hệ giữa độ sâu ngập và $D_{1,3}$



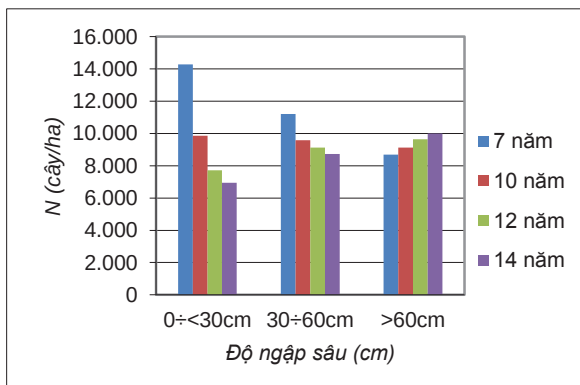
Hình 3.4. Biểu đồ quan hệ giữa độ sâu ngập và $D_{tán}$



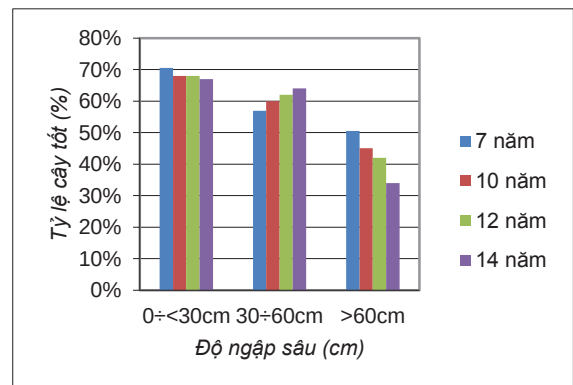
Hình 3.5. Biểu đồ quan hệ giữa độ sâu ngập và H_{vn}



Hình 3.6. Biểu đồ quan hệ giữa độ sâu ngập và $H_{đc}$



Hình 3.7. Biểu đồ quan hệ giữa độ sâu ngập và N



Hình 3.8. Biểu đồ quan hệ giữa độ sâu ngập và Tỷ lệ cây tốt (%)

ngập và mật độ cây tràm

sâu ngập và tỷ lệ cây tốt

Kết quả giải tích 16 cây tiêu chuẩn đại diện cho 3 mức độ ngập nước trong 15 ô mẫu về các chỉ tiêu sinh khối tương ứng với mỗi cấp độ đường kính $D_{1,3}$ được tổng hợp nêu trong Bảng 3.4. Kết quả xác định hệ số chuyển đổi sinh khối khô/tươi cho thấy, với cây tràm bộ phận gỗ không vỏ của cây có mức chuyển đổi cao nhất là 0,57% và thấp nhất là vỏ với giá trị 0,35%, số liệu nêu trong Bảng 3.3.

Bảng 3.3. Hệ số chuyển đổi sinh khối khô/tươi

Nội dung	Bộ phận của cây			
	Vỏ	Gỗ không vỏ	Cành	Lá
Hệ số chuyển đổi sinh khối khô/tươi	0,35	0,57	0,51	0,43

Bảng 3.4. Các chỉ tiêu sinh khối 16 cây tiêu chuẩn rừng tràm tái sinh

STT	$D_{1,3}$ (cm)	Sinh khối tươi (kg/cây)					Sinh khối khô (kg/cây)				
		TSKt	SKVt	SKGkvt	SKCt	SKLt	TSKk	SKVk	SKGkvk	SKCk	SKLk
1	2,6	3,20	1,27	1,40	0,30	0,22	1,48	0,47	0,77	0,15	0,09
2	3,1	3,33	1,39	1,49	0,27	0,19	1,57	0,50	0,86	0,13	0,08
3	3,5	4,57	1,94	1,95	0,40	0,27	2,12	0,68	1,11	0,21	0,12
4	3,7	5,63	2,23	2,85	0,34	0,21	2,72	0,78	1,68	0,17	0,09
5	4,2	5,42	2,21	2,53	0,44	0,24	2,52	0,75	1,44	0,22	0,11
6	4,5	6,33	2,49	2,91	0,55	0,38	2,92	0,87	1,63	0,26	0,16
7	4,8	6,67	2,69	3,35	0,38	0,26	3,15	0,94	1,91	0,19	0,11
8	5,0	6,65	2,82	2,90	0,52	0,41	3,08	0,96	1,68	0,27	0,17
9	5,1	6,69	2,71	3,00	0,55	0,43	3,13	0,95	1,71	0,28	0,19
10	5,4	7,48	3,00	3,51	0,65	0,33	3,49	1,02	2,00	0,33	0,14
11	5,5	8,27	3,20	3,82	0,75	0,50	3,90	1,12	2,18	0,39	0,21
12	6,2	10,14	3,57	4,85	1,08	0,64	4,76	1,32	2,62	0,54	0,28
13	7,1	12,65	4,62	5,79	1,45	0,80	5,90	1,57	3,24	0,74	0,35
14	8,8	16,60	6,03	7,65	1,83	1,09	7,90	2,05	4,36	0,99	0,50

15	9,5	18,85	6,71	8,49	2,27	1,38	9,16	2,35	5,01	1,18	0,62
16	10,4	21,99	7,67	10,05	2,56	1,72	10,71	2,76	5,83	1,38	0,74



Hình 3.9. Giải tích xác định sinh khối ngoài thực địa

Sử dụng phần mềm thống kê Statgraphics Centurion XVII với y là hàm số, x là biến số, a và b là hằng số. Xây dựng mối quan hệ giữa những bộ phận sinh khối với $D_{1,3}$ theo 8 hàm hồi quy, kết quả thể hiện trong Bảng 3.5.

Bảng 3.5. Tương quan giữa $D_{1,3}$ và sinh khối các bộ phận qua các hàm hồi quy

STT	Hàm hồi quy	Yếu tố thống kê	Tương quan giữa $D_{1,3}$ và các bộ phận sinh khối				
			TSKk	SKVk	SKGkvk	SKCk	SKLk
1	Hàm số mũ: $y = \text{Exp}(a+b.x)$	a	-0,107	-1,175	-0,683	-2,842	-3,333
		b	0,250	0,219	0,248	0,320	0,300
		R^2	0,968	0,970	0,946	0,932	0,905
		p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	Hàm số nghịch đảo của y : $y = 1/(a + b.x)$	a	0,688	2,182	1,228	7,603	13,125
		b	-0,066	-0,200	-0,114	-0,655	-1,768
		R^2	0,797	0,818	0,723	0,751	0,772
		p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3	Hàm số nghịch đảo của x : $y = a + b/x$	a	10,324	2,682	5,684	1,291	0,666
		b	-29,189	-7,194	-15,978	-3,995	-2,023
		R^2	0,718	0,744	0,731	0,650	0,631

		p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4	Hàm số 2 lần nghịch đảo của x: $y = 1/(a + b/x)$	a	-0,114	-0,231	-0,234	-1,617	-2,177
		b	2,090	6,266	3,916	25,117	41,290
		R ²	0,965	0,974	0,947	0,879	0,843
		p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5	Hàm số logarit của x: $y = a + b.Lnx$	a	-6,445	-1,430	-0,234	-1,617	-2,177
		b	6,516	1,594	3,916	25,117	41,290
		R ²	0,881	0,899	0,947	0,879	0,843
		p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
6	Hàm số lũy thừa: $y = \exp(a+b.Lnx)$	a	-1,106	-2,056	-1,690	-4,066	-4,464
		b	1,454	1,279	1,453	1,830	1,707
		R ²	0,989	0,984	0,969	0,927	0,909
		p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
7	Hàm số căn bậc 2 của x: $y = a + b.sqrt(x)$	a	-8,919	-2,025	-4,797	-1,396	-0,700
		b	5,690	1,387	3,092	0,802	0,409
		R ²	0,938	0,950	0,941	0,900	0,885
		p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
8	Hàm số căn bậc 2 của y: $y = (a + b.sqrt(x))^2$	a	-1,006	-0,334	-0,718	-0,617	-0,400
		b	1,289	0,600	0,947	0,539	0,373
		R ²	0,977	0,964	0,973	0,900	0,908
		p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Lựa chọn hàm có mối quan hệ tốt nhất (R^2 lớn nhất, p nhỏ nhất) trong 8 hàm hồi quy trong Bảng 3.5, hàm được chọn là dạng hàm số lũy thừa. Xác định được tương quan giữa đường kính $D_{1,3}$ và sinh khối các bộ phận của cây theo các phương trình triển khai từ (3.1) đến (3.5):

- Tương quan giữa $D_{1,3}(X)$ và tổng sinh khối khô (Y):

$$Y = \exp(-1,106 + 1,454.Ln(x)) \text{ với } R^2 = 0,989; p = 0,000 \quad (3.1)$$

- Tương quan giữa $D_{1,3}(X)$ và sinh khối vỏ (Y):

$$Y = \exp(-2,056 + 1,279.Ln(x)) \text{ với } R^2 = 0,984; p = 0,000 \quad (3.2)$$

- Tương quan giữa $D_{1,3}(X)$ và sinh khối gỗ không có vỏ (Y):

$$Y = \exp(-1,690 + 1,453 \cdot \ln(x)) \text{ với } R^2 = 0,969; p = 0,000 \quad (3.3)$$

- Tương quan giữa $D_{1,3}(X)$ và sinh khối cành (Y):

$$Y = \exp(-4,066 + 1,830 \cdot \ln(x)) \text{ với } R^2 = 0,927; p = 0,000 \quad (3.4)$$

- Tương quan giữa $D_{1,3}(X)$ và sinh khối lá của cây (Y):

$$Y = \exp(-4,464 + 1,707 \cdot \ln(x)) \text{ với } R^2 = 0,909; p = 0,000 \quad (3.5)$$

3.1.3.2 Kết quả tính toán trữ lượng rừng tràm tái sinh

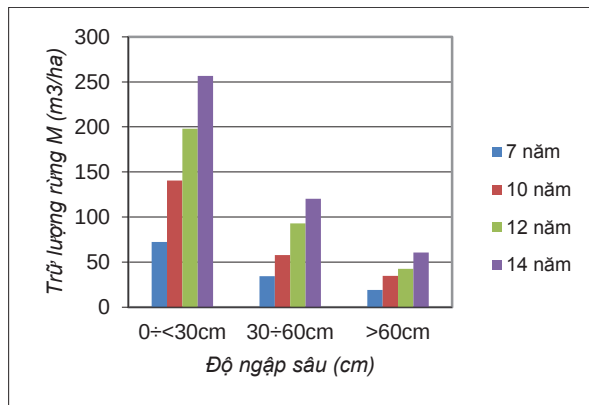
Áp dụng công thức (2.3) và (2.4) tính toán trữ lượng rừng tràm tái sinh qua các lần điều tra thông qua chỉ số thể tích bình quân của các cây trong rừng $\bar{V}$ và mật độ rừng N ; tính trữ lượng trung bình bằng tổng trữ lượng M (m^3/ha) chia đều cho số năm tái sinh của rừng, kết quả tính toán xem trong Bảng 3.6.

Bảng 3.6. Trữ lượng rừng tràm tái sinh ở các mức độ ngập khác nhau

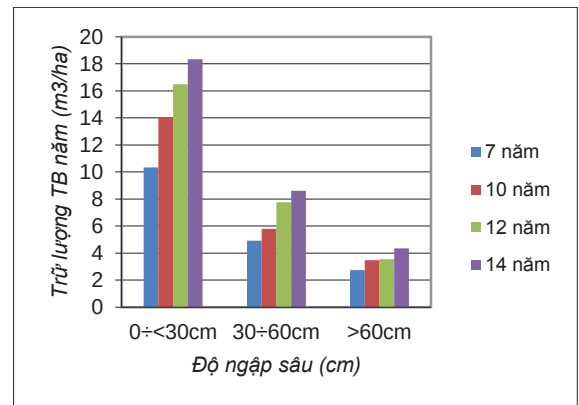
STT	Mức nước ngập (cm)	N (cây/ha)	$D_{1,3}$ (cm)	V (m^3)	M (m^3/ha)	TB năm ($m^3/ha/năm$)
I.	Kết quả tính toán trữ lượng rừng tràm tái sinh được 7 năm					
1.1	0÷<30cm	14.282	5,2	0,0051	72,30	10,33
1.2	30÷60cm	11.200	4,3	0,0031	34,38	4,91
1.3	>60cm	8.700	3,2	0,0016	13,87	1,98
	<i>Trung bình</i>	<i>11.394</i>	<i>4,2</i>	<i>0,0032</i>	<i>40,19</i>	<i>5,74</i>
II.	Kết quả tính toán trữ lượng rừng tràm tái sinh được 10 năm					
2.1	0÷<30cm	9.862	7,1	0,0142	140,49	14,05
2.2	30÷60cm	9.575	5,3	0,0061	57,96	5,80
2.3	>60cm	9.125	4,6	0,0038	34,79	3,48
	<i>Trung bình</i>	<i>9.521</i>	<i>5,7</i>	<i>0,0080</i>	<i>77,74</i>	<i>7,77</i>
III.	Kết quả tính toán trữ lượng rừng tràm tái sinh được 12 năm					
3.1	0÷<30cm	7.712	8,7	0,0257	197,95	16,50
3.2	30÷60cm	9.134	6,2	0,0102	93,02	7,75

3.3	>60cm	9.648	3,6	0,0023	22,33	1,86
	<i>Trung bình</i>	<i>8.701</i>	<i>6,2</i>	<i>0,0127</i>	<i>104,44</i>	<i>8,70</i>
IV.	Kết quả tính toán trữ lượng rừng tràm tái sinh được 14 năm					
4.1	0÷<30cm	6.940	9,2	0,0327	226,91	16,21
4.2	30÷60cm	8.730	7,1	0,0144	125,69	8,98
4.3	>60cm	9.990	4,4	0,0041	40,49	2,89
	<i>Trung bình</i>	<i>8.152</i>	<i>6,9</i>	<i>0,0170</i>	<i>131,03</i>	<i>9,36</i>

Biểu đồ quan hệ giữa 3 cấp độ sâu ngập nước với trữ lượng rừng M (m^3/ha) và tăng trữ lượng TB năm ($m^3/ha/năm$) theo thời gian từ năm 2009-2016 thông qua 4 lần điều tra được thể hiện qua biểu đồ quan hệ trên các Hình 3.10 và Hình 3.11 cho thấy lượng tăng trưởng trữ lượng của cấp ngập triều 0÷<30cm là cao nhất, kế đến là cấp ngập triều 30÷60cm và thấp nhất là cấp ngập triều > 60cm



Hình 3.10. Biểu đồ quan hệ giữa độ sâu ngập và trữ lượng rừng



Hình 3.11. Biểu đồ quan hệ giữa độ sâu ngập và trữ lượng TB năm

3.1.3.3 Kết quả tính toán sinh khối rừng tràm tái sinh

Tính toán sinh khối của cây phần trên mặt đất tương ứng với các mức ngập khác nhau qua các công thức tương quan từ (3.1) đến (3.5) gồm: Tổng sinh khối khô, sinh khối vỏ khô, sinh khối gỗ không có vỏ khô, sinh khối cành khô, sinh khối lá của cây khô. Kết hợp với mật độ của cây trong từng cấp

ngập nước có được tổng sinh khối của từng thành phần. Kết quả tính toán được nêu trong Bảng 3.7.

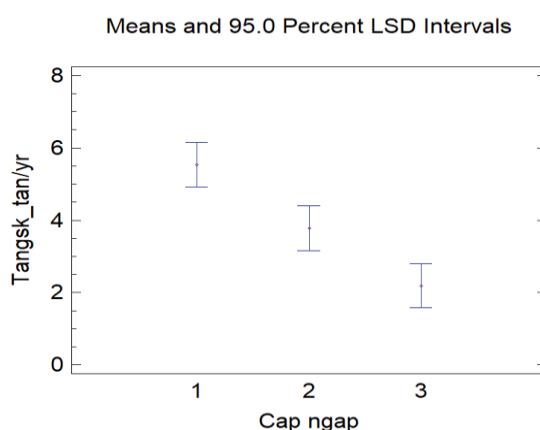
Bảng 3.7. Sinh khối rừng trầm tái sinh ở các mức độ ngập khác nhau

STT	Mức nước ngập (cm)	D _{1,3} (cm)	N (cây/ha)	SKVk (kg/ha)	SKGkvk (kg/ha)	SKCk (kg/ha)	SKLk (kg/ha)	TSKk (kg/ha)	TB năm (T/ha/năm)
I.	Kết quả tính toán sinh khối rừng trầm tái sinh được 7 năm								
1.1	0÷<30cm	5,2	14.282	15.054	28.919	5.003	2.744	51.955	7,42
1.2	30÷60cm	4,3	11.200	9.258	17.206	2.771	1.555	30.905	4,42
1.3	>60cm	3,2	8.700	5.007	8.859	1.282	745	15.906	2,27
	Tr. Bình	4,4	11.394	9.773	18.328	3.019	1.681	32.922	4,70
II.	Kết quả tính toán sinh khối rừng trầm tái sinh được 10 năm								
2.1	0÷<30cm	7,1	9.862	15.482	31.397	6.108	3.224	56.429	5,64
2.2	30÷60cm	5,3	9.575	10.341	19.932	3.473	1.900	35.810	3,58
2.3	>60cm	4,6	9.125	8.222	15.462	2.554	1.422	27.774	2,78
	Tr. Bình	5,7	9.521	11.348	22.264	4.045	2.182	40.005	4,00
III.	Kết quả tính toán sinh khối rừng trầm tái sinh được 12 năm								
3.1	0÷<30cm	8,7	7.712	15.700	32.986	6.929	3.566	59.301	4,94
3.2	30÷60cm	6,2	9.134	12.056	23.881	4.415	2.369	42.913	3,58
3.3	>60cm	3,6	9.648	6.241	11.219	1.681	966	20.146	1,68
	Tr. Bình	6,2	8.701	11.333	22.695	4.341	2.301	40.787	3,40
IV.	Kết quả tính toán sinh khối rừng trầm tái sinh được 14 năm								
4.1	0÷<30cm	9,2	6.940	15.207	32.271	6.927	3.540	58.020	4,14
4.2	30÷60cm	7,1	8.730	13.518	27.509	5.338	2.820	49.441	3,53
4.3	>60cm	4,4	9.990	8.529	15.921	2.588	1.449	28.598	2,04
	Tr. Bình	6,9	8.152	12.439	25.234	4.951	2.603	45.353	3.24

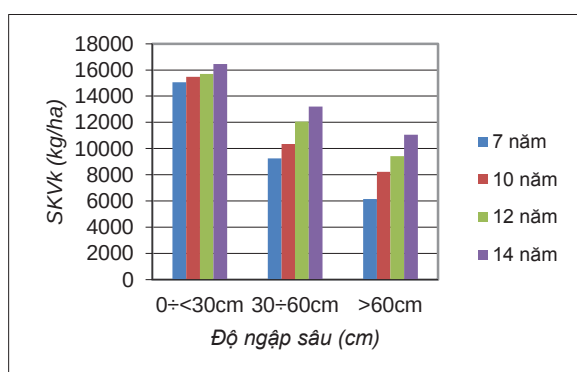
Kết quả tính toán cho thấy cây Trầm ngập nước ở 3 mức ngập cho thấy lượng tăng trưởng sinh khối giảm dần khi tuổi tăng Bảng 3.7. Mức ngập 1 có lượng tăng sinh khối trung bình.

Qua phân tích ANOVA cho thấy lượng tăng trưởng sinh khối trung bình/năm vào năm 7, 10, 12 và 14 thì thấy ở mức ngập có sự khác biệt ($P = 0,0018 < 0,05$), còn thời gian (theo năm) chưa có sự khác biệt ($P = 0,1478 > 0,05$) ở mức độ tin cậy 95%.

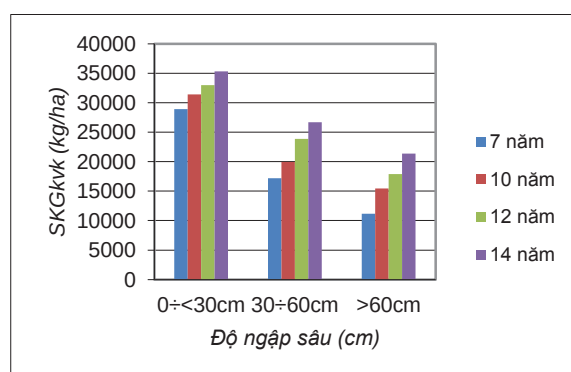
Lượng tăng sinh khối trung bình/năm ở các mức ngập khác nhau có sự khác biệt thống kê có ý nghĩa ở mức 95%. Theo Multi Range Test thì mức ngập 1 là cao nhất trung bình là 5,54 tấn/ha/năm biến động từ 4,66 – 6,41 tấn/ha/năm, kế đến là mức ngập 2 là 3,78 tấn/ha/năm và biến động từ 2,90 – 4,65 tấn/ha/năm và thấp nhất ở mức ngập 3 là 2,19 tấn/ha/năm và biến động từ 1,32 – 3,07 tấn/ha/năm (Phụ lục 33).



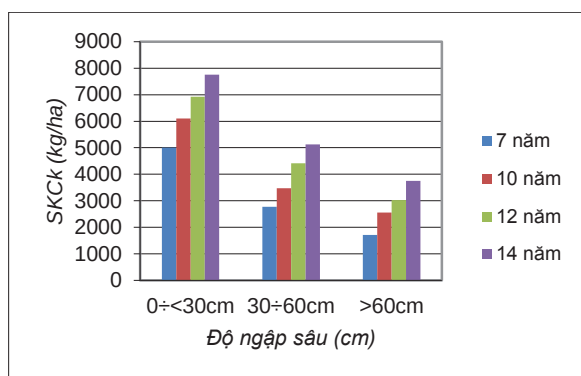
Hình 3.12. Lượng tăng sinh khối trung bình theo 3 mức ngập ở mức 95%



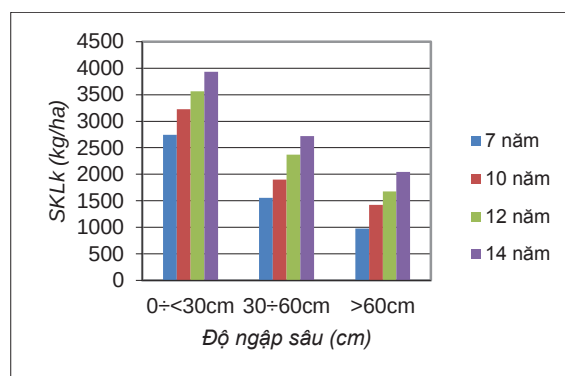
Hình 3.13. Biểu đồ quan hệ giữa độ sâu ngập và SKVk



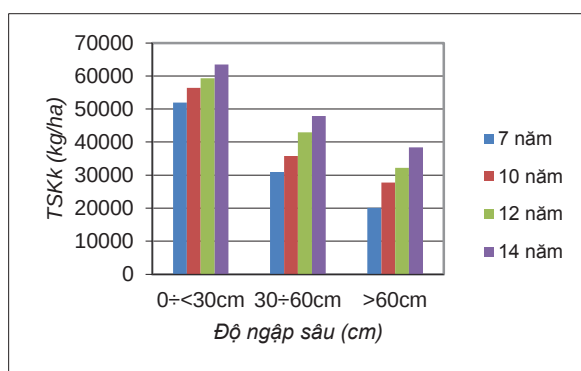
Hình 3.14. Biểu đồ quan hệ giữa độ sâu ngập và SKGkVk



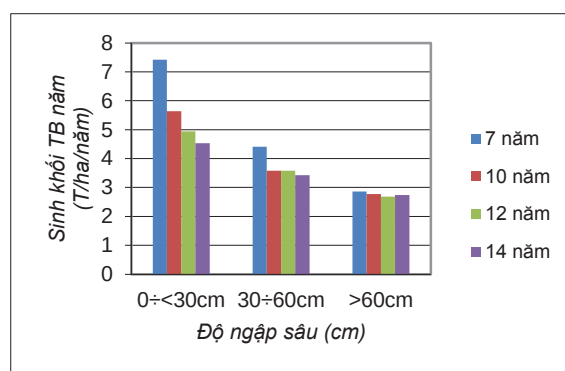
Hình 3.15. Biểu đồ quan hệ giữa độ sâu ngập và SKCk



Hình 3.16. Biểu đồ quan hệ giữa độ sâu ngập và SKLk



Hình 3.17. Biểu đồ quan hệ giữa độ sâu ngập và TSK



Hình 3.18. Biểu đồ quan hệ giữa độ sâu ngập và sinh khối TB năm

3.1.3.4 Nhận xét

➤ Nhận xét hiện trạng rừng thời điểm gần nhất:

Hiện trạng rừng thời điểm gần nhất điều tra được là tháng 4/2016, khi rừng tràm tái sinh được 14 năm nhận thấy:

- Sau 14 năm tái sinh, ở mức ngập nông (0÷<30cm) và thời gian ngập trong năm ngắn có một số chỉ tiêu sinh trưởng: đường kính $D_{1,3}$ lớn nhất, chiều rộng tán lớn nhất, chiều cao vút ngọn cao nhất, chiều cao đến cành cao nhất. Các chỉ tiêu đo đạc này tốt nhất trong 3 cấp ngập nước.
- Sau 14 năm tái sinh, mật độ cây ở mức ngập nông thấp nhất là 6.940 cây/ha, tăng dần ở các mức ngập cao hơn lên 9.990 cây/ha (ở mức ngập

>60cm). Xu thế chung là mật độ cây trong rừng tăng đến một ngưỡng nhất định tùy theo từng cấp ngập nước và thời gian tái sinh, sau đó có chiều hướng giảm khi cây càng lớn.

- Nếu so sánh các chỉ tiêu sinh trưởng của rừng tràm ở mức ngập nông sau 14 năm tái sinh với các chỉ tiêu sinh trưởng của rừng tràm nguyên sinh trong Bảng 3.1 thì nhận thấy sinh trưởng của rừng tràm tái sinh đang gần tiệm cận đến mức thấp của rừng tràm nguyên sinh.

➤ Nhận xét chung:

- Ở mức ngập nông từ $0 \div < 30\text{cm}$ có sinh trưởng đường kính, chiều cao và chiều rộng tán tốt nhất, giảm dần ở các mức ngập cao hơn qua cả 4 lần điều tra. (xem Bảng 3.2, Hình 3.3, Hình 3.4, Hình 3.5 và Hình 3.6)
- Mật độ cây tràm tái sinh ở rừng tràm tái sinh sau cháy rừng có diễn biến phức tạp (xem Bảng 3.2 và Hình 3.7). Chúng có quan hệ chặt chẽ với mức độ ngập nước và đường kính của cây. Qua 4 lần điều tra rừng ghi nhận:
 - + Ở mức ngập nông và ngập trung bình, mật độ cây tái sinh cao nhất khi rừng tràm tái sinh được 7 năm và giảm dần qua các năm tiếp theo đến khi rừng tràm tái sinh được 14 năm. Khi đó đường kính cây tăng từ 5,2cm lên 9,2cm và từ 3,3cm lên 7,1cm.
 - + Ở mức ngập sâu, mật độ cây tái sinh tăng dần theo thời gian từ 8.700 cây/ha khi rừng tràm tái sinh được 7 năm lên 9.990 cây/ha khi được 14 năm. Khi đó đường kính tăng từ 3,2cm lên 4,4cm.
 - + Mật độ cây tái sinh cao nhất khi rừng tràm tái sinh được 7 năm là 14.282 cây/ha tương ứng với mức ngập nông từ $0 \div 30\text{cm}$.
- Mức ngập nước càng cao thì tỷ lệ cây trung bình, cây xấu và đổ ngã càng nhiều, thể hiện rõ trên Bảng 3.2 và Hình 3.8. Trong tất cả các đợt khảo sát (4 đợt), tỷ lệ cây tốt tính theo % thấp nhất ở mức ngập >60cm, tăng lên ở mức ngập $30 \div 60\text{cm}$ và cao nhất ở mức ngập $0 \div < 30\text{cm}$.

- Qua bảng phân tích ANOVA, về lượng tăng trưởng sinh khối qua 4 năm 7, 10, 12 và 14 cho thấy ở mức ngập có sự khác biệt ($P = 0.0018 < 0.05$), còn thời gian chưa có sự khác biệt ($P = 0.1478 > 0.05$) ở mức độ tin cậy 95%. (xem Phụ lục 33)
- Về trữ lượng rừng trầm tái sinh (xem Bảng 3.6, Hình 3.10 và Hình 3.11): Ở độ ngập nông rừng trầm cho trữ lượng cao nhất và giảm dần ở các mức ngập cao hơn. Trữ lượng rừng tăng dần theo thời gian năm tái sinh. Trữ lượng trung bình thấp nhất là 40,19 m³/ha khi rừng trầm tái sinh được 7 năm và tăng lên là 131,03 m³/ha khi rừng trầm tái sinh được 14 năm.
- Về sinh khối rừng trầm tái sinh (xem Bảng 3.7, Hình 3.13 đến Hình 3.18). Ở độ ngập nông rừng trầm có sinh khối cao nhất và giảm dần ở các mức ngập cao hơn.
- Mức tăng trưởng sinh khối tính theo trung bình năm qua 4 đợt khảo sát cao nhất khi rừng trầm tái sinh được 7 năm là 4,70 T/ha/năm và giảm dần khi thời gian tái sinh tăng lên, thấp nhất khi rừng trầm tái sinh được 14 năm là 3,24 T/ha/năm (xem Bảng 3.7 và Hình 3.18).

Từ đánh giá trên chứng tỏ ảnh hưởng mạnh của mực nước ngập tới sinh trưởng của rừng trầm, mức ngập thấp (0-30cm) thì cây trầm tái sinh phát triển mạnh nhất. Các chỉ tiêu về sinh trưởng, trữ lượng và sinh khối của rừng trầm tái sinh qua các mức ngập thể hiện rõ điều này. Từ kết quả trên việc chọn mức độ ngập 0-30cm để điều tiết nước trong vùng theo thời gian trong năm.

3.2 PHÂN KHU PHỤC VỤ QUẢN LÝ NƯỚC CHO RỪNG TRẦM

3.2.1 Phân tích hiện trạng và quy hoạch phân khu

3.2.1.1 Phân tích hiện trạng phân khu

Rõ ràng việc phân chia làm 3 khu của VQG từ năm 2010 đến nay (diện tích khu A là 1.349 ha, khu B là 1.374 ha và khu C là 5.280 ha, bảng Phụ lục

6) là chưa đáp ứng được yêu cầu. Đây là một phần nguyên nhân làm cho việc quản lý nước ở VQG thời gian gần đây luôn ở mức cao và khó kiểm soát.

- Kết quả phân tích cho thấy phân khu C được phân vùng là chưa phù hợp: (1) diện tích khu này quá rộng, chiếm đến 66% diện tích toàn VQG; (2) cao độ địa hình trong khu C rất không đều, chênh lệch lớn với nơi cao nhất đến +2,2m còn nơi thấp nhất là +0,6m; (3) vì diện tích lớn và cao độ không đồng đều nên khó bố trí hệ thống công trình làm cho việc quản lý nước luôn ở mức cao.
- Hai khu A và B có diện tích nhỏ hơn và gần bằng nhau, có dạng hình thoi và được bao quanh bằng đê bao. Cao độ địa hình các khu có mức độ chênh cao không lớn, chênh lệch lớn nhất đạt 0,6m. Vị trí địa lý và các điều kiện địa hình, địa mạo khá thuận tiện trong quản lý điều tiết chế độ nước.

3.2.1.2 Phân tích quy hoạch phân khu

Như đã trình bày trong phần tổng quan, theo nghiên cứu của Phạm Trọng Thịnh [36], quy hoạch của VQG U Minh Thượng đến năm 2020 được phân làm 6 khu, có vị trí như trên Hình 1.22, thông số diện tích trong bảng Phụ lục 18.

a) Các khu A và khu B

Khu A và B (diện tích lần lượt là 1.349 ha và 1.374 ha, giống như cách phân khu hiện tại), trước khi cháy rừng xảy ra có sinh cảnh là rừng tràm ngập nước theo mùa. Mặc dù rừng không bị cháy nhưng từ khi xảy ra cháy rừng đến năm 2009, do quản lý nước ở mức cao trong khi địa hình thấp đã làm suy thoái rừng. Từ năm 2010 đến nay được điều tiết chế độ nước riêng nên rừng đã từng bước phục hồi và tái sinh trở lại.

b) Khu E

- Khu E (diện tích là 1.740 ha) có cao độ địa hình trung bình là 1,34m, cao nhất là 2,21m và thấp nhất là 0,68m (chênh cao tuyệt đối là 1,53m). Đây là khu vực bị cháy rừng năm 2002 nên tạo ra những vùng trũng cục bộ ở giữa xen lẫn các vùng cao. Mặc dù chênh cao tuyệt đối lớn nhưng nhìn chung thì khá đồng đều về cao độ ở khoảng 0,8÷1,6m.
- Khu E nằm giữa khu D ở trung tâm có cao độ địa hình trung bình cao nhất và khu F ở rìa ngoài có cao độ thấp hơn. Địa mạo dạng hình bình hành, giáp với kênh trục trung tâm. Khu E được đánh giá thuận lợi trong quản lý, điều tiết chế độ nước.
- Quản lý nước trong khu E sẽ tạo ra đầy đủ các sinh cảnh đặc trưng của hệ sinh thái rừng tràm, các sinh cảnh xen kẽ nhau do địa hình thay đổi, tạo cảm giác rất đa dạng, thu hút.

Đánh giá chung: Khu E có chênh lệch cao độ lớn, thể hiện nổi bật các sinh cảnh đặc trưng của hệ sinh thái rừng tràm với các vùng có diện tích không ngập, diện tích ngập theo mùa và diện tích ngập quanh năm, có giá trị bảo tồn cao. Khu E nằm giữa khu D cao nhất VQG và khu F thấp hơn nên được đánh giá là thuận lợi trong công tác quản lý, điều tiết chế độ nước.

c) Khu F

- Khu F (diện tích là 775 ha) có cao độ địa hình trung bình là 1,0m và thuộc vùng thấp trong VQG, cao độ địa hình nhất cao là 1,41m và thấp nhất là 0,81m (chênh cao tuyệt đối là 0,6m). Không nên duy trì mực nước cao ở khu này để phục vụ chống cháy rừng vì hiệu quả thấp, hiện trạng rừng tràm bị suy thoái vì tích nước ở mức cao lâu ngày. Khu F cần được phục hồi và tạo ra các sinh cảnh đa dạng hơn.
- Khu F cùng với khu E tạo nên sự đa dạng về sinh cảnh xen kẽ nhau và làm rộng thêm về không gian.

Đánh giá chung: Không cần phân lại khu F nhưng thay đổi quan điểm quản lý, điều tiết chế độ nước để đáp ứng tốt hơn cho sự bảo tồn và đa dạng sinh học.

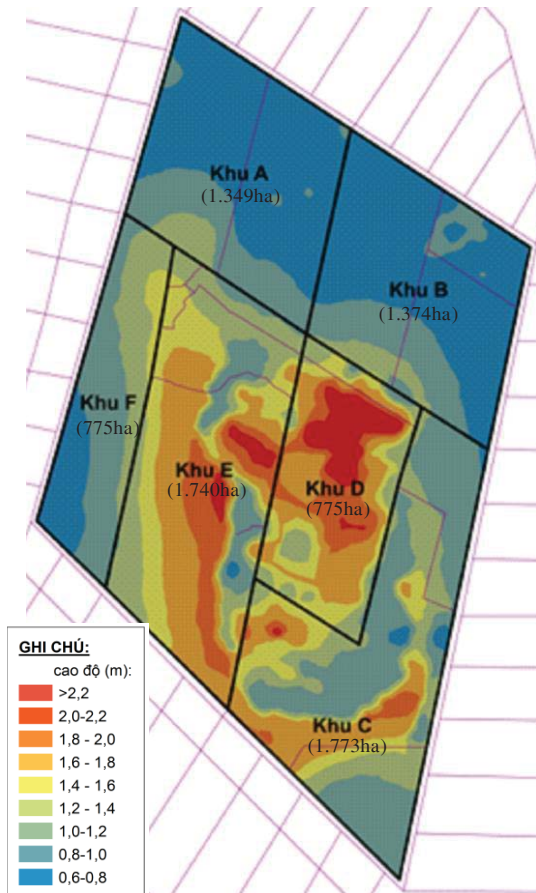
d) Khu C và khu D

Khu C và khu D (diện tích lần lượt là 672ha và 2.093ha) theo quy hoạch có một số bất cập, cần phân chia lại cho phù hợp hơn.

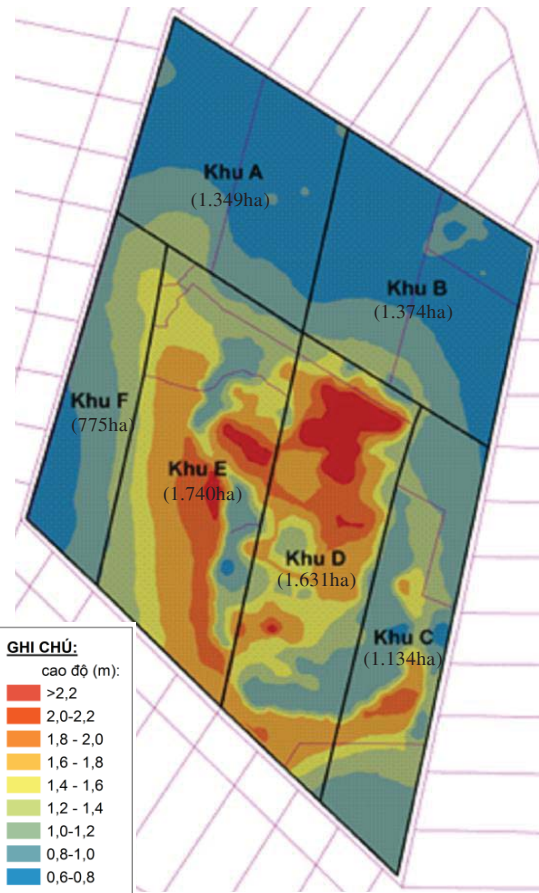
- Nên thu nhỏ khu D vào vùng trung tâm, bao trọn vùng bảo vệ nghiêm ngặt. Đây là nơi có địa hình cao nhất, cây tràm tái sinh phát triển tốt nhất của VQG, là nơi tập trung lớp than bùn dày còn sót lại sau cháy rừng để thuận tiện trong quản lý, điều tiết nước. Khi đó khu D có cao độ địa hình đồng đều hơn và được đánh giá là:
 - + Dễ dàng điều tiết chế độ nước đảm bảo cho sự tồn tại của than bùn;
 - + Dễ dàng điều tiết chế độ nước đảm bảo phòng chống cháy rừng;
 - + Dễ dàng điều tiết chế độ nước đảm bảo duy trì các sinh cảnh đặc trưng của rừng tràm.
- Nên mở rộng khu C theo quy hoạch và chuyển đổi chức năng từ khu trữ nước phòng cháy rừng sang khu phục hồi và tái sinh. Sau khi chuyển đổi chức năng và mở rộng diện tích phù hợp, khu C sẽ được đánh giá là:
 - + Thuận tiện trong quản lý nước khi nằm cạnh khu D và thấp dần ra phía ngoài;
 - + Cũng giống khu E, quản lý nước trong khu C sẽ tạo ra đầy đủ các sinh cảnh đặc trưng của hệ sinh thái rừng tràm, xen kẽ nhau tạo cảm giác rất đa dạng về sinh cảnh.

3.2.2 Lựa chọn phương án phân khu

Nghiên cứu sinh đưa ra 2 phương án phân khu C và D khác nhau so với quy hoạch như đã lập luận để lựa chọn phương án phù hợp hơn, thể hiện trên Hình 3.19 và Hình 3.20.



Hình 3.19. Phân khu phương án 1



Hình 3.20. Phân khu phương án 2

Nhận xét và so sánh ưu, nhược điểm của 2 phương án phân khu với nhau và khắc phục những hạn chế trong quy hoạch được nêu trong Bảng 3.8.

Bảng 3.8. So sánh các phương án phân chia khu vực với nhau và với quy hoạch

PHƯƠNG ÁN 1	PHƯƠNG ÁN 2
Diện tích các khu A, B, C, D, E và F lần lượt là: 1.349ha; 1.374ha; 1.773ha; 992ha; 1.740ha; và 775ha.(Bảng 3.10)	Diện tích các khu A, B, C, D, E và F lần lượt là: 1.349ha; 1.374ha; 1.134ha; 1.631ha; 1.740ha; và 775ha.

Khu D được phân tách riêng biệt, bao trọn phân khu bảo vệ nghiêm ngặt để thuận tiện trong quản lý.	Khu D cũng được phân tách riêng biệt, bao rộng hơn phân khu bảo vệ nghiêm ngặt. Quản lý khu này phức tạp hơn PA1.
Phân lại khu C và D để bảo vệ vùng tài nguyên than bùn một cách hiệu quả nhất bằng cách quản lý nước theo cao độ. Tách riêng vùng than bùn rất dày (khu D); dày, trung bình và mỏng (khu C) để thuận tiện quản lý phòng chống cháy rừng và bảo tồn than bùn.	Giống phương án 1, nhưng bảo vệ vùng than bùn dày khó khăn hơn do sự khác biệt về cao độ trong phân khu D lớn hơn.
Diện tích khu D thu nhỏ lại vừa phải (không quá nhỏ), trong khi địa hình cao và ở trung tâm nên dễ dàng kiểm soát chế độ nước, nếu dùng động lực cấp nước cũng nhanh và kịp thời hơn.	Diện tích khu D cũng được thu nhỏ lại vừa phải nhưng lớn hơn khoảng 1,5 lần diện tích trong PA1. Diện tích rộng hơn nên chắc chắn kiểm soát chế độ nước phòng cháy rừng khó khăn hơn, trong khi đây là vùng cần bảo vệ nghiêm ngặt.
Địa mạo khu C và D thuận hơn quy hoạch nhưng phải đào thêm một đoạn kênh để phân tách. Đây là điểm hạn chế so với quy hoạch vì theo quy định của Nhà nước, hạn chế tác động của con người vào những VQG.	Gần giống PA1, địa mạo khu C và D thuận hơn quy hoạch nhưng phải đào thêm một đoạn kênh để phân tách. Và cũng có những hạn chế tương tự.
Phải đào thêm một đoạn kênh trong VQG trong khi PA quy hoạch thì không cần.	Cũng phải đào thêm một đoạn kênh trong VQG trong khi PA quy hoạch thì không cần.
Diện tích khu C khá lớn nhưng liên tục. Ở địa hình thấp hơn khu D nên dễ kiểm soát chế độ nước.	Diện tích khu C vừa phải hơn PA1. Và cũng ở địa hình thấp hơn khu D nên dễ kiểm soát chế độ nước.

Khu C không còn là hồ chứa nước mà chuyển thành khu phục hồi sinh thái. Có sự đa dạng trong các sinh cảnh đặc trưng của VQG xen lẫn nhau.	Khu C cũng không còn là hồ chứa nước mà chuyển thành khu phục hồi sinh thái. Cũng có sự đa dạng trong các sinh cảnh đặc trưng.
Cách phân chia này sẽ có kèm theo giải pháp công trình thủy lợi điều tiết chế độ nước giữa các khu, và theo chủ quan sẽ thuận tiện hơn.	Cách phân chia này cũng có giải pháp công trình thủy lợi điều tiết chế độ nước, theo chủ quan của Nghiên cứu sinh không thuận lợi bằng PA1.

Lựa chọn phương án: Từ bảng nhận xét và so sánh trên, thấy rằng cả 2 phương án đều đã cải thiện được một số hạn chế mà quy hoạch gặp phải. Nếu so sánh 2 phương án thì phương án 1 có nhiều ưu điểm hơn, phù hợp hơn với điều kiện hiện tại. Chọn PA1 để tính toán chi tiết một số các thông số kỹ thuật đặc trưng phục vụ cho quản lý, điều tiết chế độ nước hợp lý nhằm phát triển rừng trồng tái sinh nói riêng và rừng trồng nói chung ở VQG U Minh Thượng.

3.3 TÍNH TOÁN XÁC ĐỊNH CHẾ ĐỘ NƯỚC HỢP LÝ THEO ĐIỀU CHỈNH PHÂN KHU

3.3.1 Tính toán phân bố diện tích theo cao độ phương án chọn

Khu A, B, E, F không thay đổi, chỉ có khu C và khu D điều chỉnh lại. Kết quả tính toán các thông số đặc trưng của từng khu được nêu trong Bảng 3.9. Phân bố diện tích theo cao độ từng khu được nêu trong Bảng 3.10.

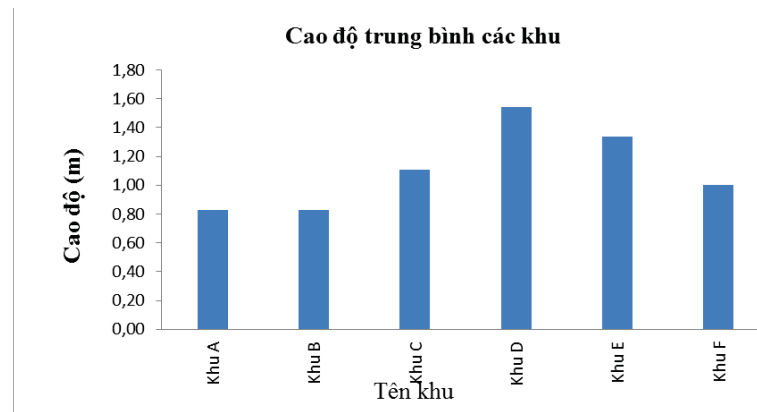
- Cao độ trung bình của khu C là 1,11m, mức chênh lệch cao độ tuyệt đối là 1,44m, nhưng thực tế diện tích khu C chủ yếu trong khoảng cao độ từ 0,8-1,6m, diện tích cao trên 1,6m và thấp dưới 0,8m chỉ là $\approx 5\%$. Như vậy mức chênh cao chỉ còn khoảng 0,8m.
- Cao độ trung bình của khu D là 1,54m, cao nhất toàn VQG, mức chênh lệch cao độ tuyệt đối là 1,1m, nhưng thực tế diện tích khu D chủ yếu

trong khoảng từ 1,2÷1,9m.

- Khu E có mức chênh lệch cao độ lớn nhất nhưng tỷ lệ diện tích theo cao độ chủ yếu từ 0,8÷1,6m là $\approx 97\%$, diện tích ngoài vùng cao độ chủ yếu chỉ là $\approx 3\%$.
- Khu F có mức chênh lệch cao độ nhỏ $\approx 0,6$ m, với cao độ trung bình là 1,0m, cao hơn khu A và B nhưng thấp hơn các khu còn lại trong VQG.

Bảng 3.9. Phân bố cao độ từng khu theo PA chọn

STT	Độ cao mặt đất	Khu A	Khu B	Khu C	Khu D	Khu E	Khu F
1	Lớn nhất (m)	1,20	1,37	2,15	2,29	2,21	1,41
2	Nhỏ nhất (m)	0,68	0,69	0,71	1,19	0,68	0,81
3	Trung bình (m)	0,83	0,83	1,11	1,54	1,34	1,00



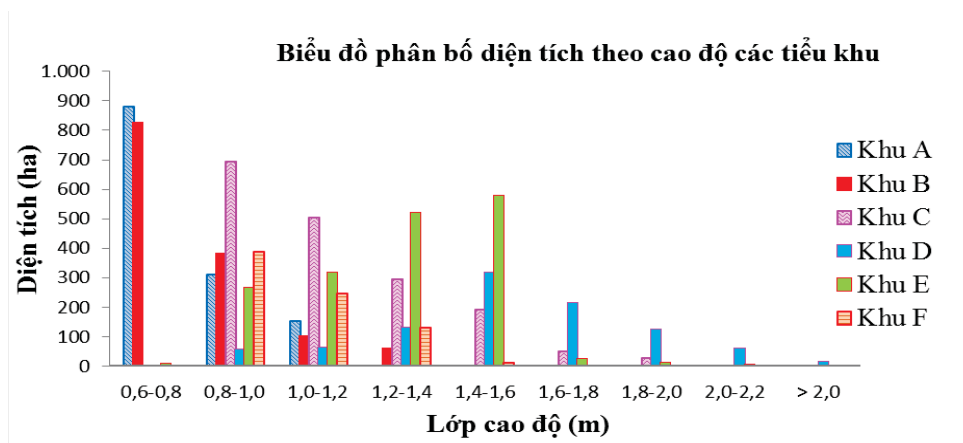
Hình 3.21. Biểu đồ cao độ trung bình các khu theo PA chọn

Bảng 3.10. Phân bố diện tích theo cao độ vùng lõi ở VQG theo PA chọn

TT	Lớp cao độ (m)	Khu A		Khu B		Khu C		Khu D		Khu E		Khu F		Tổng DT (ha)	%
		DT (ha)	%	DT (ha)	%	DT (ha)	%	DT (ha)	%	DT (ha)	%	DT (ha)	%		
1	0,6-0,7	468	35	543	40	0	0	0	0	0	0	0	0	1.011	13
2	0,7-0,8	412	31	283	21	4	0,2	0	0	8	0,5	0	0	707	9
3	0,8-0,9	164	12	224	16	295	17	3	0	133	8	189	24	1.008	13

4	0,9-1,0	148	11	160	12	398	22	55	6	135	8	198	26	1.094	14
5	1,0-1,1	64	5	55	4	154	9	30	3	152	9	76	10	531	7
6	1,1-1,2	88	7	48	3	351	20	35	4	168	10	170	22	860	11
7	1,2-1,3	4	0	38	3	160	9	46	5	116	7	86	11	450	6
8	1,3-1,4	1	0	23	2	135	8	86	9	404	23	45	6	694	9
9	1,4-1,5	0	0	0	0	124	7	185	19	411	24	11	1	731	9
10	1,5-1,6	0	0	0	0	68	4	135	14	169	10	0	0	372	5
11	1,6-1,7	0	0	0	0	33	2	118	12	16	1	0	0	167	2
12	1,7-1,8	0	0	0	0	16	1	97	10	9	1	0	0	122	2
13	1,8-1,9	0	0	0	0	20	1	81	8	8	0	0	0	109	1,4
14	1,9-2,0	0	0	0	0	9	1	46	5	4	0	0	0	59	0,7
15	2,0-2,1	0	0	0	0	3	0	32	3	3	0	0	0	38	0,5
16	2,1-2,2	0	0	0	0	3	0	28	3	2	0	0	0	33	0,4
17	> 2,2	0	0	0	0	0	0	15	2	2	0	0	0	17	0,2
	<i>Tổng</i>	1.349	17	1.374	17	1.773	22	992	12	1.740	22	775	10	8.003	100

Biểu đồ phân bố diện tích theo cao độ các khu vùng lõi ở VQG U Minh Thượng theo PA chọn được thể hiện trên Hình 3.22. Qua đó nhận thấy Khu A và Khu B có địa hình phổ biến thấp nhất VQG, chủ yếu là dưới +1,0 m và tương ứng với 88%; Địa hình cao nhất là Khu D rồi thấp dần sang 2 bên là Khu C và Khu E.



Hình 3.22. Biểu đồ phân bố diện tích theo cao độ các khu

3.3.2 Tính toán xác định mực nước hợp lý

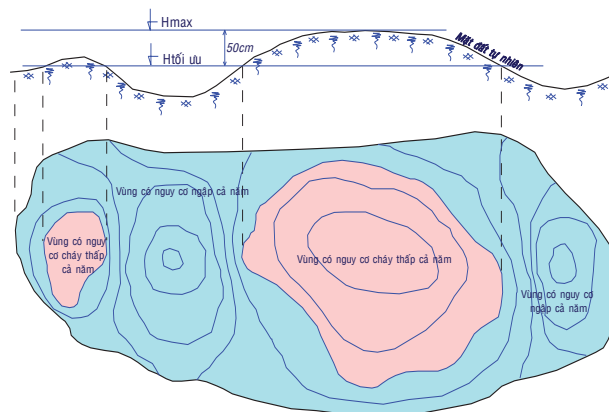
3.3.2.1 Xác định mực nước tương ứng với diện tích có nguy cơ cháy rừng cao là 0%

Mực nước tương ứng với diện tích có nguy cơ cháy rừng cao là 0% ($H_{0\%}$) là mực nước vào thời điểm khô hạn nhất trong năm (vào tháng 4) xuống sâu hơn mặt than bùn ở mức giới hạn 50cm để đảm bảo đủ độ ẩm cho đất rừng. Với giới hạn mực nước thấp hơn tối đa là 50cm, tương ứng với mực nước thấp nhất sẽ thấp hơn cao độ đất rừng nơi cao nhất ($Z_{\max}$) là 50cm, từ đó tính toán được một số các thông số và được thể hiện trong Bảng 3.11.

Bảng 3.11. Phân bố diện tích theo cao độ mực nước $H_{0\%}$ vào tháng 4

STT	Khu	$Z_{\max}(m)$	$H_{0\%}(m)$	Diện tích dưới MN		Diện tích trên MN		Tổng DT (ha)
				DT (ha)	%	DT (ha)	%	
1	Khu A	1,21	0,71	556	41	793	59	1.349
2	Khu B	1,37	0,87	983	72	391	28	1.374
3	Khu C	2,15	1,65	1.706	96	68	4	1.773
4	Khu D	2,29	1,79	780	79	212	21	992
5	Khu E	2,21	1,71	1.713	98	27	2	1.740
6	Khu F	1,41	0,91	209	27	566	73	775
	<i>Tổng cộng</i>			5.946	74	2.057	26	8.003

Nếu theo cách điều tiết chế độ nước tương ứng với diện tích có nguy cơ cháy rừng cao là 0%, thì mực nước ngầm sẽ thấp hơn mặt than bùn nơi cao nhất là 50cm vào cuối mùa khô. Khi đó toàn VQG sẽ có diện tích 5.946 ha (tương ứng với $\approx 74\%$) nằm dưới mực nước cần kiểm soát và có nguy cơ bị ngập cả năm (Xem bản đồ Hình 3.24).



Hình 3.23. Minh họa diện tích theo MN với nguy cơ cháy rừng cao 0%

So sánh với yêu cầu đảm bảo cho bảo tồn đa dạng sinh học theo sinh cảnh ngập nước quanh năm là $\approx 30\%$ thì tỷ lệ diện tích bị ngập lên tới $\approx 74\%$ là quá nhiều, không phù hợp, cần điều chỉnh lại mực nước.



Hình 3.24. Bản đồ phân bố diện tích theo MN tương ứng với nguy cơ cháy rừng cao 0%

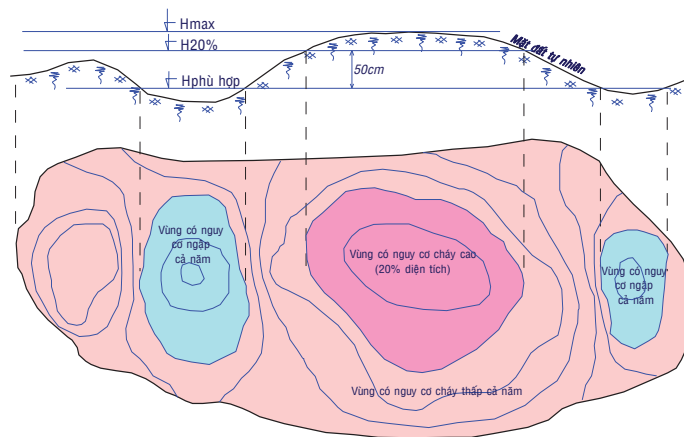
3.3.2.2 Xác định mực nước tương ứng với diện tích có nguy cơ cháy rừng cao là 20%

Mực nước vào thời điểm khô hạn nhất trong năm có diện tích nguy cơ cháy rừng cao tối đa là 20% diện tích của từng khu. Coi 20% diện tích là giới hạn cao nhất, tính ra được cao độ tương ứng $H_{20\%}$ của từng khu. Xác định vùng tiếp theo có mực nước thấp hơn đến 50cm là vùng có nguy cơ cháy thấp. Vùng cao hơn giới hạn có mực nước $<50\text{cm}$ sẽ là vùng có diện tích không ngập và ngập theo mùa, còn vùng thấp hơn sẽ có nguy cơ bị ngập nước quanh năm. Thể hiện minh họa trên Hình 3.25, kết quả tính toán trong Bảng 3.12.

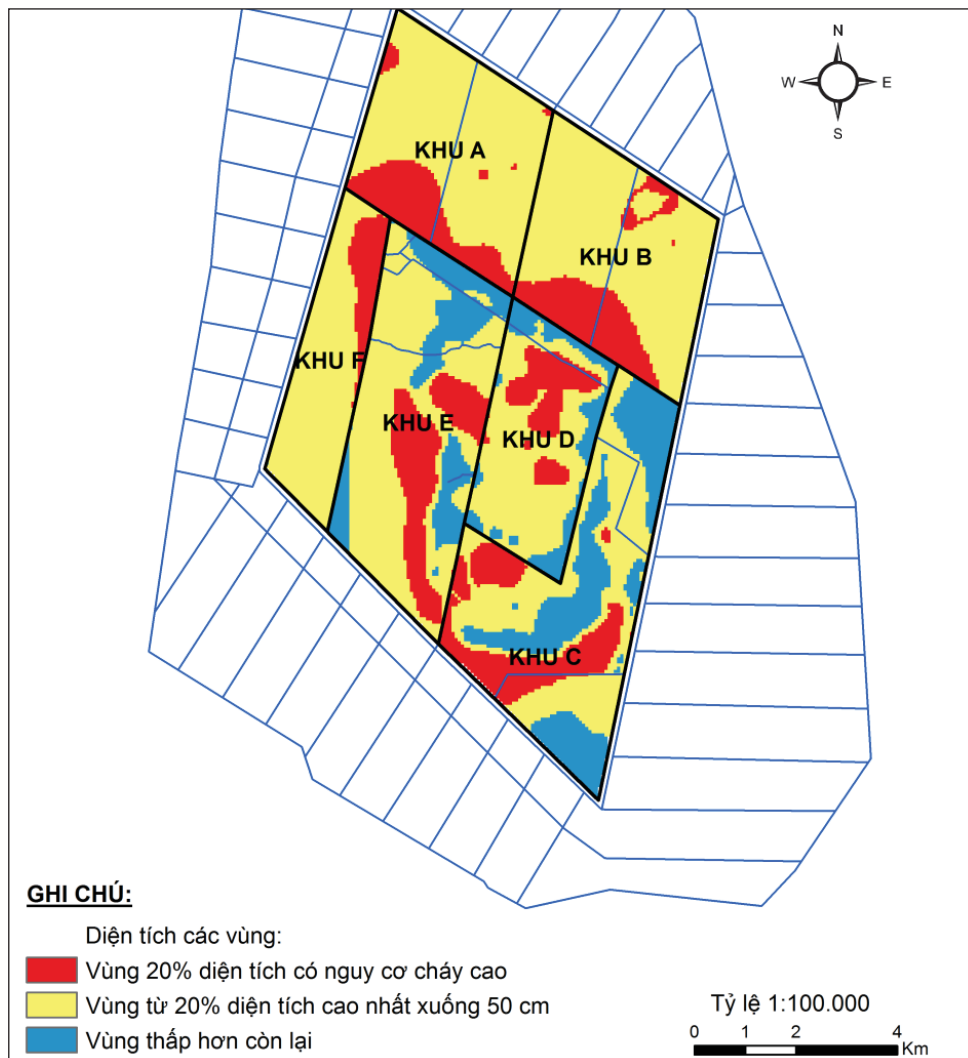
Bảng 3.12. Phân bố diện tích theo cao độ mực nước $H_{20\%}$ vào tháng 4

STT	Phân khu	$Z_{\max}$ (m)	$H_{20\%}$ (m)	Cao độ thấp hơn 50cm tính từ $H_{20\%}$ (m)	Diện tích (ha)			Tổng diện tích (ha)
					20% cao nhất	Từ vùng 20% cao nhất xuống 50cm	Vùng thấp hơn còn lại	
1	Khu A	1,21	0,92	0,42	270	1.079	0	1.349
2	Khu B	1,37	0,93	0,43	275	1.099	0	1.374
3	Khu C	2,15	1,34	0,84	355	1.296	122	1.773
4	Khu D	2,29	1,80	1,30	198	625	169	992
5	Khu E	2,21	1,47	0,97	348	1.157	236	1.740
6	Khu F	1,41	1,19	0,69	155	620	0	775
	<i>Cộng</i>				1.601	5.876	527	8.003

Từ các số liệu giới hạn về mực nước đề xuất trong Bảng 3.12 cho từng khu quản lý nước, căn cứ theo bản đồ địa hình của vùng lõi VQG xây dựng lên bản đồ phân bố diện tích theo cao độ mực nước tương ứng với nguy cơ cháy rừng cao là 20% vào tháng 4. Bản đồ nhằm xác định diện tích các sinh cảnh có thể xảy ra của VQG nếu kiểm soát mực nước khi diện tích có nguy cơ cháy rừng cao là 20% vào thời điểm khô hạn nhất trong năm (xem Hình 3.26).



Hình 3.25. Minh họa diện tích theo MN với nguy cơ cháy rừng cao 20%



Hình 3.26. Bản đồ phân bố diện tích theo MN tương ứng với nguy cơ cháy rừng cao 20%

Theo cách kiểm soát mực nước như đề xuất thì Khu A, B và F không có diện tích bị ngập quanh năm, cây tràm được phục hồi và tái sinh trở lại; Khu C có 122 ha ($\approx 7\%$ diện tích của khu) thấp hơn mực nước thấp nhất; Khu D có 169 ha ($\approx 17\%$ diện tích của khu) thấp hơn mực nước thấp nhất và khu E bị ngập 236 ha ($\approx 14\%$ diện tích của khu) thấp hơn mực nước thấp nhất. Tổng diện tích thấp hơn mực nước thấp nhất và có nguy cơ bị ngập quanh năm là 527 ha, tương ứng với $\approx 7\%$ diện tích toàn vùng lõi VQG.

So sánh với yêu cầu đảm bảo cho bảo tồn đa dạng sinh học theo sinh cảnh ngập nước quanh năm là $\approx 30\%$ thì tỷ lệ diện tích bị ngập chỉ có $\approx 7\%$ diện tích VQG là quá ít, không phù hợp và cần điều chỉnh lại mực nước. Cụ thể là cần nâng cao mức nước thấp nhất để đảm bảo điều kiện sinh cảnh ngập nước quanh năm phù hợp, khi đó diện tích có nguy cơ cháy cao sẽ giảm thấp hơn 20% diện tích VQG, tốt hơn trong quản lý phòng chống cháy rừng.

Từ kết quả tính toán về mực nước tương ứng với diện tích có nguy cơ cháy rừng cao là 0% có đến $\approx 74\%$ diện tích bị ngập nước quanh năm và kết quả tính toán về mực nước tương ứng với diện tích có nguy cơ cháy rừng cao là 20% chỉ có $\approx 7\%$ diện tích bị ngập nước quanh năm, trong khi yêu cầu đảm bảo cho bảo tồn đa dạng sinh học theo sinh cảnh ngập nước quanh năm phù hợp là $\approx 30\%$ diện tích vùng lõi VQG. Nhận thấy mực nước phù hợp vào thời điểm khô hạn nhất trong năm sẽ nằm ở khoảng giữa hai giá trị mực nước trên. Đây là một phần cơ sở để đưa ra đề xuất mực nước hợp lý vào thời điểm khô hạn nhất trong năm.

3.3.2.3 Đề xuất mực nước hợp lý vào thời điểm khô hạn nhất (tháng 4)

Vào tháng 4 là thời điểm mực nước trong rừng thấp nhất. Xem xét mực nước tương ứng với mức giới hạn khoảng $\approx 30\%$ diện tích của toàn vùng lõi VQG là sinh cảnh ngập nước quanh năm, nghiên cứu sinh phân tích và đưa ra mức độ ngập nước cho từng khu như sau:

- Nên lựa chọn chế độ nước để đảm bảo tất cả các khu đều có các dạng sinh cảnh khác nhau, từ đó tạo sự đồng đều và đa dạng cho toàn VQG;
- Mức độ tương quan tỷ lệ diện tích các dạng sinh cảnh của các khu không quá chênh lệch. Khi đó mật độ các dạng sinh cảnh sẽ xen kẽ, tương đối đồng đều trên toàn VQG tạo nên sự phong phú trên một không gian rộng hơn;
- Ưu tiên một số khu có địa hình thấp trũng, khó phục hồi như khu C và khu F sẽ có tỷ lệ diện tích ngập nước quanh năm nhiều hơn những khu khác;
- Lưu ý những khu có diện tích than bùn dày, cao độ mặt đất than bùn cao hơn (khu D và khu E) sẽ cần được bảo vệ lớp than bùn tốt hơn.

Đề xuất mức độ ngập nước cho từng khu như sau:

Từ các kết quả tính toán và phân tích đã trình bày NCS đề xuất chế độ quản lý độ ngập nước cho vùng lõi của VQG U Minh Thượng như sau:

- Khu A và B: Có địa hình ít thay đổi, nằm phía Bắc VQG. Hai khu này được đề xuất tỷ lệ diện tích ngập nước quanh năm cho mỗi khu là 25%;
- Khu C: Có địa hình thay đổi nhiều, nằm liền kề khu D có địa hình cao nhất. Vì vậy khu C nên có diện tích ngập nước quanh năm nhiều hơn để hỗ trợ cho các khu cao khi cần thiết, khi đó sẽ giảm mức độ rò rỉ nước từ cao xuống thấp do chênh lệch cột nước. Đề xuất tỷ lệ diện tích ngập nước quanh năm của khu C là 35%;
- Khu D: Có địa hình trung bình cao nhất, theo tính toán trong Bảng 3.12 với mức giới hạn 20% tổng diện tích có nguy cơ cháy cao thì tương ứng có 169 ha ($\approx 17\%$ diện tích) của khu D có nguy cơ ngập quanh năm. Khu này có nhiều than bùn dày, hiện trạng rừng tràm khá phát triển. Đề xuất tăng tỷ lệ diện tích ngập nước quanh năm lên là 25%;

- Khu E: Có địa hình trung bình khá cao, cũng theo tính toán trong Bảng 3.12 với mức giới hạn 20% tổng diện tích có nguy cơ cháy cao thì tương ứng có $\approx 14\%$ diện tích của khu có nguy cơ ngập quanh năm. Khu E cũng có nhiều khu vực địa hình cao, than bùn dày và nhiều khu vực hiện trạng rừng tràm khá phát triển. Đề xuất tăng tỷ lệ diện tích ngập nước quanh năm của khu lên là 25%;
- Khu F: Có địa hình thấp trũng, theo tiêu chí với mức giới hạn 20% tổng diện tích của khu có nguy cơ cháy cao thì tương ứng không có diện tích nguy cơ ngập quanh năm. Đây là vùng rừng hiện nay cây tràm đang bị suy thoái, cần phục hồi và tái sinh trở lại. Đề xuất tỷ lệ diện tích ngập nước quanh năm ở mức là 35%.

Từ các đề xuất về tỷ lệ diện tích ngập nước quanh năm của từng khu, tính ngược lại để xác định các thông số tương ứng cho từng khu: Diện tích ngập nước quanh năm; Mức nước thấp nhất cần kiểm soát; Diện tích có nguy cơ cháy cao và tỷ lệ. Kết quả được nêu trong Bảng 3.13.

Bảng 3.13. Các thông số tương ứng với tỷ lệ diện tích ngập nước đề xuất

STT	Phân khu	Tổng diện tích (ha)	Vùng có xu thế ngập quanh năm			Mức nước cao hơn mức kiểm soát 50cm (m)	Diện tích có nguy cơ cháy cao	
			Tỷ lệ đề xuất (%)	Diện tích tương ứng (ha)	MN tương ứng (m)		Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)
1	Khu A	1.349	25%	337	0,73	1,23	4	0,3%
2	Khu B	1.374	25%	344	0,73	1,23	50	4%
3	Khu C	1.773	35%	621	0,98	1,48	177	10%
4	Khu D	992	25%	248	1,39	1,89	129	13%
5	Khu E	1.740	25%	435	1,10	1,60	44	3%
6	Khu F	775	35%	271	0,94	1,44	7	1%
	<i>Cộng</i>	8.003	28%	2.256			410	5%

Nhận xét kết quả tính toán:

- Diện tích có nguy cơ cháy cao của từng khu < 20% diện tích của khu đó. Tổng diện tích có nguy cơ cháy cao là 410 ha, tương ứng với $\approx 5\%$ tổng diện tích vùng lõi của toàn VQG. So sánh với yêu cầu phòng chống cháy rừng là $\leq 20\%$ diện tích có nguy cơ cháy cao, nhận thấy diện tích ngập đề xuất đạt yêu cầu. Vậy cao trình mực nước tương ứng với diện tích ngập đề xuất vào tháng 4 đạt yêu cầu cho phòng chống cháy rừng.
- Tổng diện tích có xu thế ngập quanh năm là 2.256 ha, tương ứng với 28% tổng diện tích vùng lõi của toàn VQG. So sánh với yêu cầu đảm bảo cho bảo tồn đa dạng sinh học theo sinh cảnh ngập nước quanh năm là $\approx 30\%$ thì tỷ lệ diện tích bị ngập là 28%, đạt yêu cầu. Vậy cao trình mực nước tương ứng với diện tích ngập đề xuất vào tháng 4 đạt yêu cầu đảm bảo điều kiện sinh cảnh ngập nước quanh năm phù hợp.

3.3.2.4 Tính toán xác định mực nước trữ phù hợp vào cuối mùa mưa

Kết quả tính toán trong Bảng 3.13 đã xác định được mực nước phù hợp cho từng khu của VQG U Minh Thượng vào tháng 4. Tiếp theo cần xác định được mực nước cần trữ vào cuối mùa mưa để đảm bảo đến cuối mùa khô (qua 5 tháng mùa khô) mực nước đạt yêu cầu.

Theo kết quả nghiên cứu thực nghiệm của Vương Văn Quỳnh [18] về nước hao trong rừng tràm vào mùa khô. Mực nước hao trong 5 tháng mùa khô, từ tháng 12 đến tháng 4 năm sau là $\approx 32\text{cm}$ (bình quân là 6,4 cm/tháng).

So sánh kết quả nghiên cứu thực nghiệm về mực nước hao với số liệu đo đạc thực tế trung bình nhiều năm về mực nước ở VQG U Minh Thượng giữa tháng 12 và tháng 4 giai đoạn 2003÷2009 là 33cm; giai đoạn 2010÷2014 ở khu C là 35cm, thì kết quả nghiên cứu thực nghiệm này tương đối phù hợp và chấp nhận được.

Sử dụng kết quả nghiên cứu thực nghiệm xác định được mực nước trong các khu cần tích trữ vào cuối mùa mưa (ngày 30/11) thể hiện trong Bảng 3.14. Thời điểm cuối mùa mưa được xác định là thời điểm mực nước cao nhất trong năm trong quy trình điều tiết chế độ nước. Từ đó tính toán xác định được các thông số kỹ thuật kèm theo các giá trị mực nước: diện tích ngập nước quanh năm; diện tích không ngập nước quanh năm; diện tích ngập nước theo mùa; và tỷ lệ tương ứng.

Bảng 3.14. Mực nước đề xuất kiểm soát cho các khu và diện tích tương ứng

STT	Phân khu	Vùng có xu thế ngập quanh năm			Vùng có xu thế không ngập quanh năm			Vùng có xu thế ngập nước theo mùa			Tổng diện tích (ha)
		Mực nước tháng 4 (m)	DT ngập tương ứng (ha)	Tỷ lệ (%)	MN đến ngày 30/11 (m)	DT không ngập tương ứng (ha)	Tỷ lệ (%)	Mực nước (m)	DT ngập theo mùa (ha)	Tỷ lệ (%)	
1	Khu A	0,73	337	25%	1,05	125	9%	0,73-1,05	887	66%	1.349
2	Khu B	0,73	344	25%	1,05	137	10%	0,73-1,05	894	65%	1.374
3	Khu C	0,98	621	35%	1,30	411	23%	0,98-1,30	741	42%	1.773
4	Khu D	1,39	248	25%	1,71	289	29%	1,39-1,71	455	46%	992
5	Khu E	1,10	435	25%	1,42	542	31%	1,10-1,42	763	44%	1.740
6	Khu F	0,94	271	35%	1,26	90	12%	0,94-1,26	413	53%	775
	<i>Cộng</i>		2.256	28%		1.594	20%		4.153	52%	8.003

Nhận xét kết quả tính toán:

- Với mực nước cao nhất trong năm cần giữ lại vào cuối mùa mưa, tính toán được diện tích không ngập tương ứng cho toàn vùng lõi VQG là 1.594 ha ($\approx 20\%$ tổng diện tích vùng lõi). So sánh với yêu cầu đảm bảo cho bảo tồn đa dạng sinh học theo sinh cảnh không ngập nước quanh năm là $\approx 20\%$ thì tỷ lệ diện tích không bị ngập là 20%, đạt yêu cầu cao.
- Phần diện tích nằm giữa mực nước cao nhất và mực nước thấp nhất là

diện tích ngập nước theo mùa, được tính toán xác định là 4.153 ha ($\approx 52\%$ tổng diện tích vùng lõi). So sánh với yêu cầu đảm bảo cho bảo tồn đa dạng sinh học theo sinh cảnh ngập nước theo mùa là $\approx 50\%$ thì tỷ lệ diện tích ngập nước theo mùa tính toán là 52%, đạt yêu cầu.

Từ các số liệu về mực nước đề xuất kiểm soát cho các khu và diện tích tương ứng trong Bảng 3.14, căn cứ theo bản đồ địa hình của vùng lõi VQG, nghiên cứu sinh xây dựng lên bản đồ đề xuất phân bố diện tích theo sinh cảnh ngập nước hợp lý theo Hình 3.27.



Hình 3.27. Bản đồ đề xuất phân bố DT theo sinh cảnh ngập nước hợp lý
(Phù hợp với tiêu chí tự nhiên như trước khi cháy rừng xảy ra)

3.3.3 Nghiên cứu xác định chế độ nước hợp lý trong năm

Chế độ nước hợp lý là diễn biến mực nước theo thời gian trong năm của các khu đảm bảo đầy đủ các yêu cầu đặt ra. Với mực nước thấp nhất và mực nước cao nhất vào cuối mùa khô và cuối mùa mưa như tính toán đề xuất đã đạt được một số các yêu cầu. Nhưng còn một số các yêu cầu khác chưa được tính đến và cần xem xét thêm, nghiên cứu sinh xin nhắc lại:

- Mực nước ngập không vượt quá 40÷60cm và thời ngập tối đa không quá 6 tháng/năm. Hay nói cách khác, đảm bảo thời gian trong năm mực nước nằm dưới cao độ trung bình từng khu ≥ 6 tháng/năm, giống như thời điểm trước khi xảy ra cháy rừng;
- Mực nước thấp hơn 30cm dưới mặt than bùn không kéo dài quá 3 tháng liên tục mỗi năm.

3.3.3.1 Tính toán nguồn nước từ mưa

Muốn có được mực nước cần tích trữ trong các khu vào cuối mùa mưa như yêu cầu, cần xác định được nguồn nước đến theo thời gian. Từ đó mới đưa ra được kế hoạch sử dụng nước phù hợp.

Nguồn nước đến ở VQG U Minh Thượng được xác định là nước mưa. Căn cứ chuỗi số liệu mưa tháng 31 năm liên tục (1985÷2015) của trạm Rạch Giá, sử dụng phương pháp tính lượng mưa ứng với các tần suất thiết kế theo đường Pearson III. Kết quả tính toán xem trong bảng Phụ lục 19.

Nhận xét kết quả tính toán:

- Lượng mưa theo các tần suất trong năm thấp nhất vào tháng 1, tăng dần đến giữa mùa mưa (tháng 7, 8, 9, 10), sau đó giảm dần vào cuối năm.
- Mùa khô, từ tháng 12 đến tháng 4 năm sau có lượng mưa nhỏ.
- Mùa mưa có lượng mưa lớn và khá đều vào các tháng 7, 8, 9 và 10.
- Các trận mưa lớn trong năm (tương ứng với các tần suất nhỏ) tập trung nhiều hơn vào tháng 7 và giảm dần qua các tháng tiếp theo.

3.3.3.2 Đề xuất chế độ nước hợp lý

Để duy trì thời gian trong năm mực nước nằm dưới cao độ trung bình từng khu ≥ 6 tháng/năm theo yêu cầu đáp ứng tốt cho sinh trưởng của cây tràm, cần xác định được thời điểm bắt đầu có mực nước thấp hơn cao độ trung bình và thời điểm tối thiểu kết thúc sau 6 tháng.

a) Xác định thời điểm bắt đầu có mực nước thấp hơn cao độ trung bình

Với mực nước hao bình quân là 6,4 cm/tháng mùa khô [18], kiểm soát mực nước tháng 4 theo đề xuất (Bảng 3.14) ở các khu, tính toán ngược lại được mực nước từ tháng 12 đến tháng 4. Kết quả tính toán được nêu trong Bảng 3.15.

Bảng 3.15. Mực nước các tháng mùa khô theo mực nước hao trung bình

STT	Phân khu	Cao độ mặt đất TB (m)	Nước hao TB (m/tháng)	Tháng 4 (m)	Tháng 3 (m)	Tháng 2 (m)	Tháng 1 (m)
1	Khu A	0,83	0,064	0,73	0,79	0,86	0,92
2	Khu B	0,83	0,064	0,73	0,80	0,86	0,93
3	Khu C	1,11	0,064	0,98	1,04	1,11	1,17
4	Khu D	1,54	0,064	1,39	1,46	1,52	1,58
5	Khu E	1,34	0,064	1,10	1,17	1,23	1,30
6	Khu F	1,00	0,064	0,94	1,01	1,07	1,13

Nhận xét kết quả tính toán:

- So sánh cao độ mực nước với cao độ trung bình các khu nhận thấy chỉ có tháng 3 và tháng 4 đạt tiêu chí mực nước thấp hơn cao độ trung bình của khu.
- Như vậy, thời điểm bắt đầu có mực nước thấp hơn cao độ trung bình được xác định là khoảng 15/2. Tính ra thời điểm tối thiểu kết thúc sau 6 tháng là khoảng 15/8 hàng năm. Duy trì mực nước thấp hơn cao độ

trung bình càng dài hơn 6 tháng càng tốt cho sinh trưởng và phát triển của cây trà.

- b) Xác định mức nước cần tích của từng khu tính từ cao độ trung bình đến cao độ tương ứng mực nước cao nhất trong năm

Cuối của thời điểm duy trì mực nước dưới cao độ trung bình là mực nước ngang với cao độ trung bình. Thời điểm này được xác định sau ngày 15/8 hàng năm. Trong khoảng thời gian từ tháng 5, 6 trở đi, nước từ mưa đến khá nhiều và VQG sẽ phải dùng giải pháp tiêu nước để đến khi tích nước trở lại mực nước chỉ có thể dâng tối đa bằng cao độ trung bình từng khu. So sánh mực nước cao nhất cần tích và cao độ trung bình từng khu xác định được mức nước cần tích, được tính toán trong Bảng 3.16.

Có 5 mức nước cần tích tương ứng với 6 khu, đây là các mức nước mà lượng mưa cần đáp ứng (chưa kể nước hao do bốc hơi và rò rỉ). Tổng lượng nước cần tích bổ sung là 14,62 triệu m³.

Bảng 3.16. Mức nước cần tích trở lại từng khu chưa kể nước hao ở VQG

STT	Phân khu	Cao độ mặt đất TB - Mực nước trước khi tích bổ sung (m)	Mực nước đến ngày 30/11 (m)	Mức nước cần tích bổ sung (m)	Diện tích các khu (ha)	Lượng nước cần tích bổ sung (triệu m ³)
1	Khu A	0,83	1,05	0,22	1.349	2,97
2	Khu B	0,83	1,05	0,22	1.374	3,08
3	Khu C	1,11	1,30	0,19	1.773	3,38
4	Khu D	1,54	1,71	0,17	992	1,70
5	Khu E	1,34	1,42	0,08	1.740	1,46
6	Khu F	1,00	1,26	0,26	775	2,03
	<i>Cộng</i>				8.003	14,62

c) Xác định mức nước hao theo thời gian trong mùa mưa

Mức nước hao trong mùa mưa trung bình là 2,77 mm/ngày (Chưa tính lượng mưa). Xác định mức nước hao theo thời gian tích nước để làm cơ sở xác định thời điểm tích nước phù hợp. Tính toán đặt ra các thời điểm tích nước khác nhau từ ngày 1/9 đến 30/11 xác định được mức nước hao theo thời gian, được nêu trong Bảng 3.17.

Bảng 3.17. Mức nước hao theo thời gian trong mùa mưa ở VQG

STT	Thời gian tích nước	Số ngày	Nước hao theo ngày (mm/ngày)	Nước hao thời đoạn (mm)
1	1/9÷30/11	91	2,77	252
2	11/9÷30/11	81	2,77	224
3	16/9÷30/11	76	2,77	210
4	21/9÷30/11	71	2,77	196
5	26/9÷30/11	66	2,77	183
6	1/10÷30/11	61	2,77	169
7	6/10÷30/11	56	2,77	155
8	11/10÷30/11	51	2,77	141
9	16/10÷30/11	46	2,77	127
10	21/10÷30/11	41	2,77	113
12	26/10÷30/11	36	2,77	100
13	1/11÷30/11	30	2,77	83

d) Xác định mức nước cần tích và lượng mưa theo thời đoạn tích nước

Từ mức nước hao theo thời đoạn và nhu cầu mức nước cần tích của từng khu tính từ cao độ trung bình đến cao độ tương ứng mức nước cao nhất trong năm, xác định được các mức nước cần tích theo thời đoạn ($H_{\text{thời đoạn}}$) của

từng khu trong VQG theo thời gian từ ngày 1/9 đến ngày 30/11 theo công thức 3.6. Kết quả được nêu trong Bảng 3.18.

$$H_{\text{thoi doan}} = \text{Mức nước cần tích bổ sung} + \text{Nước hao thời đoạn} \quad (3.6)$$

Từ tài liệu tính toán tài nguyên nước từ mưa theo các tần suất nhận thấy tháng 9, 10 lượng mưa phân phối khá đều trong tháng (xem Phụ lục 28, 29, 30, 31). Nếu coi lượng mưa trong tháng 9, 10 là đều theo thời gian, tính theo số ngày tích nước có được lượng mưa theo thời gian tích nước vào cuối mùa mưa ($H_{\text{mua thoi doan}}$) với các tần suất mưa thiết kế theo công thức 3.7. Lượng mưa thời đoạn theo tháng được tính trong Phụ lục 3.19. Kết quả tính lượng mưa thời đoạn theo ngày (theo thời gian tích nước) được nêu trong Bảng 3.19.

$$H_{\text{mua thoi doan}} = \Sigma(H_{\text{mua tháng } i}).(\text{số ngày tích nước tháng } i)/(\text{số ngày trong tháng } i) \quad (3.7)$$

Bảng 3.18. Mức nước cần tích theo thời đoạn, có kể nước hao từng khu (m)

STT	Phân khu	Mức nước cần tích theo thời đoạn, có kể nước hao (m)											
		1/9÷30/11	11/9÷30/11	16/9÷30/11	21/9÷30/11	26/9÷30/11	1/10÷30/11	6/10÷30/11	11/10÷30/11	16/10÷30/11	21/10÷30/11	26/10÷30/11	1/11÷30/11
1	Khu A	0,472	0,444	0,430	0,416	0,402	0,389	0,375	0,361	0,347	0,333	0,319	0,303
2	Khu B	0,476	0,448	0,434	0,420	0,407	0,393	0,379	0,365	0,351	0,337	0,324	0,307
3	Khu C	0,443	0,415	0,401	0,387	0,373	0,360	0,346	0,332	0,318	0,304	0,290	0,274
4	Khu D	0,424	0,396	0,382	0,368	0,354	0,341	0,327	0,313	0,299	0,285	0,271	0,255
5	Khu E	0,336	0,308	0,294	0,281	0,267	0,253	0,239	0,225	0,211	0,198	0,184	0,167
6	Khu F	0,513	0,486	0,472	0,458	0,444	0,430	0,416	0,403	0,389	0,375	0,361	0,345

Bảng 3.19. Lượng mưa theo thời gian tích nước vào cuối mùa mưa với các tần suất mưa thiết kế (mm)

(Lượng mưa thời đoạn theo tháng được tính trong Phụ lục 28, Phụ lục 29 với chuỗi số liệu mưa ngày trạm Rạch Giá, từ năm 1985-2015)

STT	Tần suất P (%)	Mức nước từ mưa theo thời gian tích nước (mm)														
		1/9÷30/11	11/9÷30/11	16/9÷30/11	21/9÷30/11	26/9÷30/11	1/10÷30/11	6/10÷30/11	11/10÷30/11	16/10÷30/11	21/10÷30/11	26/10÷30/11	1/11÷30/11			
1	0,5%	1.862	1.635	1.522	1.409	1.295	1.182	1.073	963	854	745	653	526			
2	1%	1.730	1.518	1.412	1.306	1.200	1.094	992	891	789	687	586	484			
3	2%	1.593	1.396	1.298	1.200	1.101	1.003	909	816	722	628	535	441			
4	3%	1.510	1.323	1.229	1.135	1.042	948	859	770	682	593	504	415			
5	5%	1.402	1.227	1.140	1.052	965	877	794	712	629	546	464	381			
6	10%	1.243	1.086	1.008	930	851	773	700	626	553	479	406	332			
7	20%	1.066	930	862	794	726	658	595	531	468	404	341	277			
8	25%	1.003	874	810	746	681	617	557	497	438	378	319	258			
9	30%	948	826	765	704	643	582	525	468	412	355	298	241			
10	40%	854	743	688	632	577	521	470	418	367	315	264	212			
11	50%	771	670	620	569	519	468	421	374	328	281	234	187			
12	60%	693	601	556	510	464	418	376	333	291	248	206	163			
13	70%	613	532	491	450	409	368	330	292	254	216	177	139			
14	75%	572	495	457	419	380	342	306	270	234	199	163	127			
15	80%	527	456	421	387	350	314	281	247	214	181	147	114			
16	85%	478	413	382	348	316	283	253	222	191	161	130	99			
17	90%	424	362	333	304	276	247	220	192	165	137	110	82			
18	95%	339	292	268	245	221	198	175	152	128	105	82	59			
19	100%	70	68	67	66	65	63	57	50	43	36	29	22			

e) Xác định thời điểm tích nước và tần suất mưa thiết kế tương ứng

Theo Quy phạm thủy lợi QP.TL.C-6-77 quy ước:

- + Năm ít nước là năm ứng với tần suất mưa thiết kế 75% (trong 100 năm sẽ xuất hiện 75 năm).
- + Năm nước trung bình là năm ứng với tần suất mưa thiết kế 50% (trong 100 năm sẽ xuất hiện 50 năm);
- + Năm nhiều nước là năm ứng với tần suất mưa thiết kế 25% (nghĩa là trong 100 năm sẽ xuất hiện 25 năm);

➤ *Xác định thời điểm tích nước cho năm ít nước:*

Với bài toán tích nước, để đảm bảo an toàn chọn năm ít nước ứng với tần suất 75% để tính toán thời điểm tích nước. Lựa chọn số liệu thống kê lượng mưa trung bình tháng của chuỗi số liệu tính cho lớp nước dòng chảy phục vụ tính toán khả năng tích nước.

Theo kết quả tính toán mức nước cần tích theo thời đoạn có kể nước hao trong Bảng 3.18, mức nước cần tích bổ sung trong các khu ở từng thời đoạn chênh lệch nhau không nhiều. Để thuận tiện trong quản lý, vận hành hệ thống nên lựa chọn cùng một thời điểm bắt đầu tích nước ở các khu. Kết quả tính toán trong Bảng 3.19 cho một số lựa chọn về thời gian tích nước tương ứng với các tần suất mưa thiết kế.

Ghép nhu cầu cần tích nước với khả năng đáp ứng nguồn nước từ mưa. Ứng với khu có nhu cầu tích nước cao nhất theo tần suất mưa 75%, xác định được thời gian tích nước từ ngày 11/9÷30/11. Thời điểm bắt đầu tích nước từ ngày 11/9 hàng năm. Khi đó có kết quả:

- Tần suất mưa thiết kế đáp ứng nguồn nước với khu F có nhu cầu cao nhất là $\approx 75\%$, tương ứng với mực nước có thể tích được 495 mm (cao hơn nhu cầu cần tích là 472 mm). Như vậy trong 100 năm sẽ có 25 năm khu F thiếu nước và phải bổ sung;

- Tần suất mưa thiết kế đáp ứng nguồn nước với khu A và khu B là $\approx 80\%$, tương ứng với mực nước có thể tích được 45 mm (cao hơn nhu cầu cần tích là 444mm và 448mm). Như vậy trong 100 năm sẽ có 20 năm khu A&B thiếu nước và phải bổ sung;
- Tần suất mưa thiết kế đáp ứng nguồn nước với khu C và khu D là $\approx 85\%$, tương ứng với mực nước có thể tích được 413mm (ngang bằng nhu cầu cần tích là 415mm và 396mm). Như vậy trong 100 năm sẽ có 15 năm khu C&D thiếu nước và phải bổ sung;
- Tần suất mưa thiết kế đáp ứng nguồn nước với khu E là $\approx 90\%$, tương ứng với mực nước có thể tích được 362mm (cao hơn nhu cầu cần tích là 308 mm). Như vậy trong 100 năm sẽ có 10 năm khu E thiếu nước và phải bổ sung.

➤ *Xác định thời điểm tích nước cho năm nước trung bình:*

Từ kết quả tính toán mức nước cần tích theo thời đoạn có kể nước hao trong Bảng 3.18, ghép với kết quả tính toán lượng mưa theo thời gian trong Bảng 3.19, xác định được khoảng thời gian tích nước tương ứng với năm có lượng mưa trung bình có tần suất mưa thiết kế 50% là từ ngày 1/10÷30/11. Thời điểm bắt đầu tích nước từ ngày 1/10 hàng năm. Khi đó có kết quả:

- Tần suất mưa thiết kế đáp ứng nguồn nước với khu F có nhu cầu cao nhất là $\approx 50\%$, tương ứng với mực nước có thể tích được 468 mm (cao hơn nhu cầu cần tích là 430mm);
- Tần suất mưa thiết kế đáp ứng nguồn nước với khu A, khu B và khu C là $\approx 60\%$, tương ứng với mực nước có thể tích được 418 mm (cao hơn nhu cầu cần tích là 389mm, 393mm và 360mm);
- Tần suất mưa thiết kế đáp ứng nguồn nước với khu D là $\approx 75\%$, tương ứng với mực nước có thể tích được 342mm (ngang bằng nhu cầu cần tích là 341mm);

- Tần suất mưa thiết kế đáp ứng nguồn nước với khu E là $\approx 85\%$, tương ứng với mực nước có thể tích được 283mm (cao hơn nhu cầu cần tích là 253mm).

➤ *Xác định thời điểm tích nước cho năm nhiều nước:*

Tương tự như xác định thời điểm tích nước cho năm ít nước và năm nước trung bình. Từ kết quả tính toán mức nước cần tích theo thời đoạn trong Bảng 3.18 và kết quả tính toán lượng mưa theo thời gian trong Bảng 3.19 cho kết quả thời gian cần tích đảm bảo đủ nhu cầu nước là từ ngày 21/10÷30/11.

Nhận xét kết quả tính toán:

- Thời điểm bắt đầu tích nước hàng năm được chọn là khoảng từ ngày 11/9 cho năm ít nước, khoảng từ ngày 1/10 cho năm nước trung bình và khoảng từ ngày 21/10 cho năm nhiều nước. Khi đó thời gian mực nước trong năm dưới cao độ trung bình là $\approx 7\div 8,5$ tháng, đạt yêu cầu.
- Hai khu quan trọng nhất là khu D và khu E (có than bùn dày và cây tràm tái sinh phát triển mạnh nhất trong VQG) có mức đảm bảo nguồn nước cao nhất.
- Khu F có mức đảm bảo nguồn nước thấp hơn nhưng là khu có địa hình thấp trũng với diện tích khá nhỏ. Phần lớn nước thấm thất thoát từ khu E liền kề có địa hình cao hơn và diện tích lớn hơn sẽ chuyển qua khu F. Lượng nước thấm này chưa được tính toán cụ thể nhưng chắc chắn sẽ làm tăng cao hơn mức đảm bảo cho khu F. Ngoài ra, nếu theo cách đề xuất kiểm soát mực nước đã chọn thì vùng có nguy cơ cháy cao của khu F chỉ là 1% càng làm cho khu F an toàn hơn trong phòng chống cháy rừng.
- Hai khu A và B có địa hình thấp với phần lớn diện tích có cao độ $\leq 1,0\text{m}$. Nếu theo cách đề xuất kiểm soát mực nước đã chọn thì vùng có nguy cơ cháy cao chỉ có lần lượt là 0% và 4%. Như vậy những năm

thiếu nước ít không cần bổ sung nước vẫn đảm bảo an toàn.

Trong trường hợp các năm thời tiết cực đoan có lượng mưa rất thấp, tương ứng với tần suất mưa $\geq 90\%$. Nếu có thể dự báo được thì quản lý nước ở vùng lõi VQG nên chủ động tăng thời gian bắt đầu tích nước sớm lên vào đầu tháng 9. Thời gian không ngập nước để cây tràm có khả năng phục hồi và tái sinh vẫn đảm bảo $\approx 6,5$ tháng.

Trong một điều kiện khác, lượng nước rò rỉ chiếm đến $\approx 11\%$ lượng nước hao. Nếu duy tu, bảo dưỡng hệ thống đê bao thường xuyên sẽ hạn chế thấp nhất lượng nước rò rỉ nước qua thân đê và qua công trình điều tiết. Khi đó hiệu quả hoạt động của hệ thống công trình tăng lên, có thể chậm thời gian bắt đầu tích nước lại và kéo dài hơn thời gian không ngập nước.

f) Đề xuất chế độ nước hợp lý cho từng khu

Tổng hợp các kết quả tính toán, phân tích và đánh giá nghiên cứu sinh đưa ra đề xuất chế độ nước hợp lý cho từng khu của VQG U Minh Thượng tại một số mốc thời gian quan trọng trong năm được nêu trong Bảng 3.20.

Bảng 3.20. Chế độ nước hợp lý đề xuất cho từng khu theo thời gian trong năm cho năm ít nước

STT	Mức nước (m)	Ngày/tháng							
		31/1	28/2	31/3	30/4	30/4-11/9	11/9	30/11	31/12
1	Mức nước khu A	0,92	0,86	0,79	0,73	0,73-0,83	0,83	1,05	0,99
2	Mức nước khu B	0,93	0,86	0,80	0,73	0,73-0,83	0,83	1,05	0,99
3	Mức nước khu C	1,17	1,11	1,04	0,98	0,98-1,11	1,11	1,30	1,24
4	Mức nước khu D	1,58	1,52	1,46	1,39	1,39-1,54	1,54	1,71	1,65
5	Mức nước khu E	1,30	1,23	1,17	1,10	1,10-1,34	1,34	1,42	1,36
6	Mức nước khu F	1,13	1,07	1,01	0,94	0,94-1,00	1,00	1,26	1,20

Ghi chú: - Với năm nước trung bình, ngày 11/9 thay bằng ngày 1/10

- Với năm nhiều nước, ngày 11/9 thay bằng ngày 21/10

3.4 ĐỀ XUẤT HỆ THỐNG CÔNG TRÌNH

3.4.1 Bố trí hệ thống công trình

a) Xác định hình thức các công trình

Theo nhiệm vụ quản lý nước cho khu vực theo mùa trong năm NCS đề xuất một số nhóm công trình như sau:

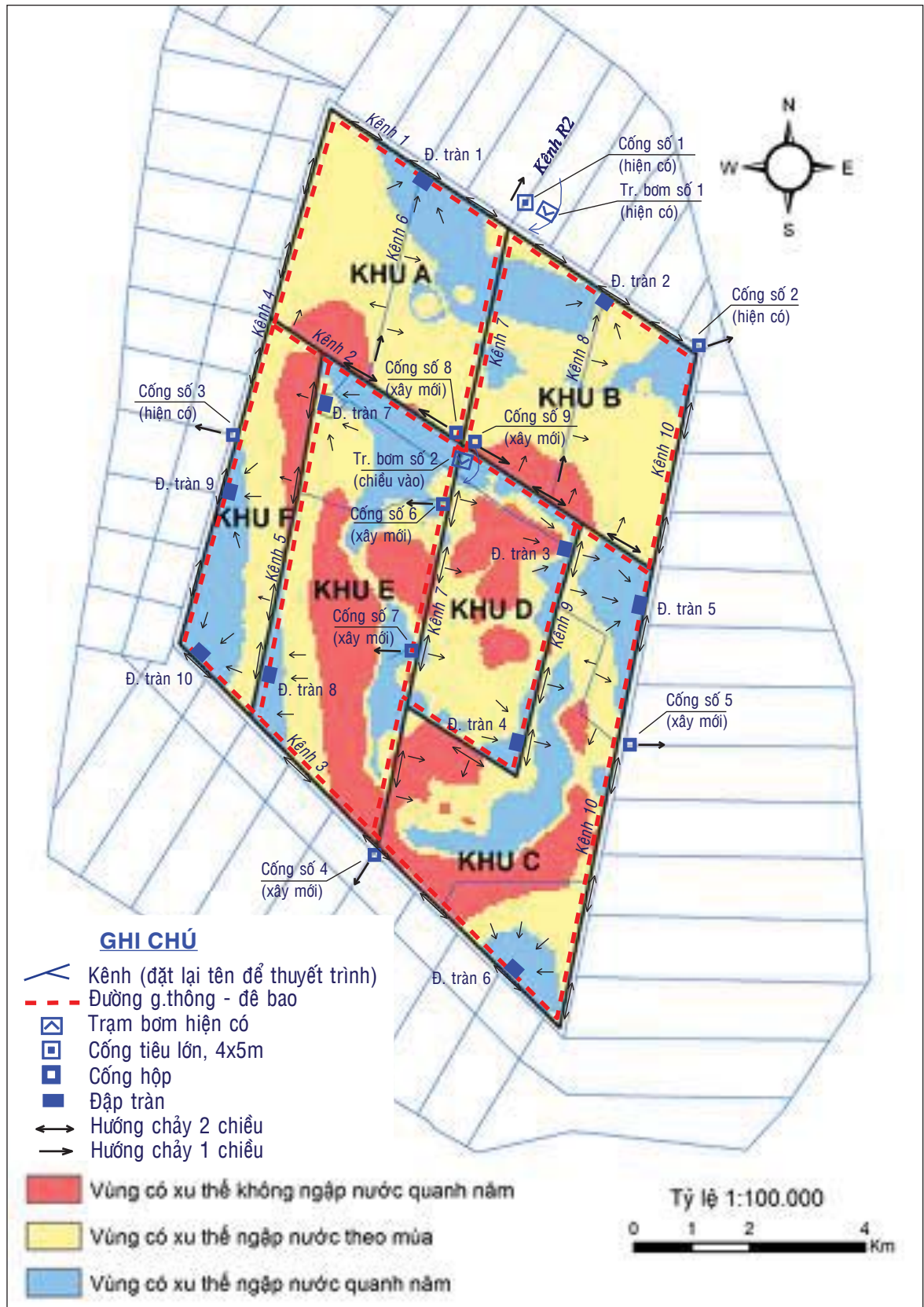
- *Công trình tiêu thoát nước:* Có rất nhiều loại công trình tiêu thoát nước, mỗi loại đều có những ưu và nhược điểm riêng. Tuy nhiên, căn cứ vào đặc điểm cần tiêu nước của VQG là tiêu nước từ nơi có địa hình cao, mực nước cao xuống nơi có địa hình thấp và mực nước thấp hơn. Lựa chọn hình thức công trình có thể tiêu nước tự chảy để đơn giản hóa trong quá trình vận hành cũng như hạn chế kinh phí xây dựng, từ đó đi đến các lựa chọn:
 - + Những vị trí có đường dẫn nước, đáy sâu lựa chọn công trình cống tiêu để có khả năng tiêu nhanh, tiêu công suất lớn bằng tự chảy;
 - + Những vị trí không có đường dẫn nước mà là các vùng trũng tập trung nước lựa chọn công trình đập tràn, khi đó sẽ không tạo ra dòng chảy mạnh, xói sâu làm ảnh hưởng đến rừng và lớp than bùn.
- *Công trình trữ nước:*
 - + Đê bao là công trình trữ nước truyền thống và hiệu quả ở VQG.
 - + Đập tràn có ngưỡng điều tiết ngay trên tuyến đê, vừa làm đường giao thông vừa là đập tràn kết hợp.
- *Công trình điều tiết nước giữa các khu:*
 - + Điều tiết nước giữa các khu bằng tự chảy từ nơi có địa hình cao sang nơi có địa hình thấp thông qua hệ thống cống và đập tràn.
 - + Bổ sung nước từ nơi có địa hình thấp sang nơi có địa hình cao sử dụng trạm bơm điện hiện có của VQG.

- *Công trình bổ sung nước từ bên ngoài:* Sử dụng trạm bơm điện số 1 hiện có công suất $2.500\text{m}^3/\text{giờ}$, ngay công chính với nhiệm vụ là bổ sung nước từ bên ngoài vào vùng lõi VQG trong trường hợp mực nước phía bên trong rừng hạ thấp so với yêu cầu cũng như phòng chống cháy rừng.

b) Xác định vị trí các công trình

Bố trí hệ thống công trình ở những vị trí phù hợp nhất nhằm thực hiện được các nhiệm vụ đã đề ra, thể hiện trên Hình 3.28.

- *Tuyến đê bao và tuyến kênh:* Bố trí tuyến đê bao phân tách từng khu trong VQG để quản lý nước, sử dụng tối đa tuyến đê hiện có.
- *Cống tiêu thoát từ vùng lõi của VQG ra vùng đệm:* Hiện toàn VQG có 3 cống hộp tiêu thoát (cống số 1, 2, 3) đang hoạt động. Theo đánh giá công suất hoạt động của 3 cống không đủ năng lực tiêu thoát. Vì vậy đề xuất bố trí thêm 2 cống hộp (cống số 4 và số 5), vị trí nằm ở phía Tây và phía Nam của VQG, nơi chưa có cống tiêu.
- *Cống lấy nước:* Trong nội vùng lõi VQG chưa có cống, đề xuất bố trí thêm: 2 cống lấy nước cho khu E; 01 cống lấy nước cho khu A; và 01 cống lấy nước cho khu B. Các cống lấy nước bằng tự chảy.
- *Đập tràn (kết hợp đường giao thông với ngưỡng tràn có thể điều chỉnh):* Đập tràn là công trình điều tiết nước hiện chưa có ở VQG. Lựa chọn những vùng có xu thế ngập nước quanh năm để bố trí đập tràn sẽ tránh tạo ra dòng chảy mặt mạnh làm ảnh hưởng tới lớp than bùn. Ngưỡng tràn thấp nhất bằng với cao trình mực nước ngày 30/4 và ngưỡng tràn cao nhất bằng với mực nước tính toán ngày 30/11 các khu.
- *Trạm bơm điện:* Hiện tại VQG có 2 trạm bơm điện ở các vị trí phù hợp và không cần bố trí thêm.



Hình 3.28. Sơ đồ đề xuất bố trí hệ thống công trình

3.4.2 Tính toán thủy văn công trình

Căn cứ vào số liệu mưa 1, 3, 5, 7 ngày lớn nhất của chuỗi số liệu 31 năm trạm Rạch Giá từ năm 1985-2015, tính theo đường tần suất Pearson III được lượng mưa ứng với các tần suất, kết quả được nêu trong Bảng 3.21 và đường tần suất trên hình Phụ lục 21, 22, 23, 24.

Bảng 3.21. Lượng mưa 1, 3, 5, 7 ngày lớn nhất trạm Rạch Giá với các tần suất
(Đơn vị: mm)

P%	4	5	10	25	50	75	90
X1 ngày max	202	195	175	144	115	90	72
X3 ngày max	281,3	271,9	245,2	206,4	171,4	144,3	126,0
X5 ngày max	357,8	345,4	310,2	259,4	214,0	179,2	155,9
X7 ngày max	449,8	431,5	380,2	307,7	245,2	199,7	171,5

Tương ứng với chuỗi số liệu 31 năm trạm Rạch Giá và so sánh với đường tần suất xác định được một số năm điển hình xuất hiện mưa lớn nhất tương ứng với tần suất như Bảng 3.22.

Bảng 3.22. Lượng mưa 1, 3, 5, 7 ngày lớn nhất trạm Rạch Giá ứng với các năm xuất hiện

(Đơn vị: mm)								
Mưa 1 ngày max	X1 max	220.3	197.7	186.7	185	171.5	164.3	153.9
	Năm xuất hiện	1991	2003	2000	1988	1990	1985	2001
	P%	2%	5%	8%	8%	10%	20%	22%
Mưa 3 ngày max	X3 max	283.7	258.2	258.0	255.6	219.3	213.2	209.3
	Năm xuất hiện	2003	1991	2015	1996	2008	1986	2000
	P%	4.0%	7.0%	7.0%	8.0%	19.0%	20.0%	25.0%
Mưa 5 ngày	X5 max	410.2	310.0	300.0	276.4	273.2	270.8	264.8
	Năm xuất hiện	2003	1996	1991	1986	2000	2011	2015

max	P%	1.3%	10.0%	15.0%	19.0%	20.0%	21.0%	24.0%
Mưa 7	X7 max	487.4	471.8	365.3	324.8	321.0	312.3	292.0
ngày	Năm xuất hiện	2003	1991	1996	1986	1988	1985	2015
max	P%	2.5%	2.8%	15.0%	20.0%	22.0%	24.0%	30.0%

Theo Bảng 3.22 thấy lượng mưa 1 ngày lớn nhất xuất hiện trong chuỗi 31 năm là năm 1991 với $X_{1 \text{ ngàymax } 1991} = 220,3\text{mm}$, tương ứng với tần suất xuất hiện khoảng 2%; lượng mưa 3, 5, 7 ngày lớn nhất ứng với năm xuất hiện 2003 tương ứng $X_{3 \text{ ngàymax } 2003} = 283,7\text{mm}$; $X_{5 \text{ ngàymax } 2003} = 410,2\text{mm}$ và $X_{7 \text{ ngàymax } 2003} = 487,4\text{mm}$ tương ứng với tần suất xuất hiện lần lượt là 4%; 1,3% và 2,5%.

Theo tính chất bao của nhóm các ngày mưa lớn nhất (tính chất trận mưa 1 ngày max nằm trong trận mưa 3 ngày max, trận mưa 3 ngày max nằm trong trận mưa 5 ngày max, trận mưa 5 ngày max nằm trong trận mưa 7 ngày max). Với chuỗi số liệu trên thì mưa 1 ngày lớn nhất xuất hiện vào năm 1999 tương ứng với tần suất khoảng 2% sẽ gây ngập úng cho khu vực, tuy nhiên do tính chất của mưa tiêu thì các trận mưa dài ngày sẽ nguy hiểm hơn các trận mưa ngắn ngày. Với đặc tính cây tràm chịu được ngập cao và thời gian ngập kéo dài lâu hơn các cây khác trong nông nghiệp nên nghiên cứu sinh lựa chọn trận mưa 03 ngày max năm 2003 (tương ứng với tần suất xuất hiện mưa khoảng 4%) làm trận mưa điển hình gây ra ngập úng cho khu vực, trên cơ sở đó tính lưu lượng lũ từ đó bố trí kích thước công trình.

Độ sâu lớp nước là tổng lượng nước chia cho diện tích lưu vực, tính toán được tại các phân khu ứng với mưa 3 ngày max năm 2003 là 0,085m.

Thông số đầu vào:

- Lượng mưa 3 ngày lớn nhất năm 2003 là $X_{3 \text{ ngày max } 2003} = 283,7\text{mm}$.
- Đất khu vực là đất cấp IV: Đất cacbonit, đất rừng màu nâu.

- Hệ số dòng chảy ϕ ứng với diện tích trên 100km^2 và cấp đất cấp IV, chọn $\phi = 0,3$.

Thay các thông số trên vào công thức (2.16) và (2.17) cho kết quả Bảng 3.23 dưới đây.

Bảng 3.23. Tổng lượng lũ, lưu lượng lũ tại các Khu ứng với mưa năm 2003

P%	Khu A	Khu B	Khu C	Khu D	Khu E	Khu F
F, km^2	13,49	13,74	17,52	9,93	17,36	7,82
H ₂₀₀₃ , m	0,92	0,92	1,20	1,63	1,43	1,09
W _{năm2003} , m^3	1.148.134	1.169.411	1.491.127	845.142	1.477.510	665.560
Q _{năm2003} , m^3/s	13,29	13,53	19,70	9,78	17,10	13,40

- + H₂₀₀₃: cao độ mực nước năm 2003, m. (H₂₀₀₃ = Cao độ trung bình tại các phân khu + độ sâu lớp dòng chảy)
- + Cao độ trung bình tại các phân khu. (xem Bảng 3.8)
- + Độ sâu lớp dòng chảy 0.085m.

3.4.3 Tính toán thủy lực xác định kích thước công trình

a) Xác định khẩu độ cống

Tại các khu A & B hiện đã có cống thủy lợi ở đầu kênh nên chủ động điều tiết được lượng nước trong mùa mưa và mùa khô; tại các khu C, D, E và F hiện chưa có cống tiêu thoát nước nên cần bổ sung cống tiêu khu vực này. Căn cứ vào lưu lượng nước cần tiêu thoát mưa 3 ngày max năm 2003 (Bảng 3.23), tính toán khẩu độ cống tiêu số 4 và số 5 tại các khu E và C để tiêu thoát nước giữa vùng lõi với vùng đệm. Áp dụng công thức (2.18) tính lưu lượng qua cống để tính toán:

Tính toán với chênh lệch mực nước thượng – hạ lưu (H_o-h_h)

- + H_o: là mực nước cần tiêu thoát ứng với mưa năm 2003, m

+ h_h : độ sâu mực nước hạ lưu, tính bất lợi nhất là mực nước triều max khu vực biển Tây $h_h = 1,0\text{m}$. [27]

- Tính toán kích thước cống tiêu số 4: Cống tiêu số 4 được đặt giữa khu C và E, coi như thuộc khu E tương ứng với mực nước cần tiêu thoát nước năm 2003 là $H = 1,43\text{m}$. (Bảng 3.23)

$$H - h_h = 1,43 - 1,0 = 0,43 \text{ m}$$

Giả thiết kích thước cống: $B \times H = 3 \times 4\text{m} \rightarrow \omega_d = b_d \times h_d = 3 \times 4 = 12 \text{ m}^2$

Kết quả: $Q_{CT4} = 0,65 \times 12 \cdot \text{Sqrt}(2 \times 9,81 \times 0,43) = 22,6 \text{ m}^3/\text{s} > Q_{\text{khu E}} = 17,1 \text{ m}^3/\text{s}$
 $\rightarrow$ đạt yêu cầu cần tiêu $\rightarrow$ kích thước cống tiêu số 4 là $3 \times 4\text{m}$.

- Tính toán kích thước cống tiêu số 5: Cống tiêu số 5 được đặt khu C, tương ứng mực nước cần tiêu năm 2003 là $\rightarrow H = 1,2\text{m}$. (Bảng 3.23)

$$H - h_h = 1,2 - 1,0 = 0,2\text{m}$$

Giả thiết kích thước cống: $B \times H = 4 \times 4\text{m} \rightarrow \omega_d = b_d \times h_d = 4 \times 4 = 16 \text{ m}^2$

Kết quả: $Q_{CT5} = 0,65 \times 16 \cdot \text{Sqrt}(2 \times 9,81 \times 0,18) = 20,6 \text{ m}^3/\text{s} > Q_{yc} = 19,70 \text{ m}^3/\text{s} \rightarrow$ đạt yêu cầu cần tiêu $\rightarrow$ kích thước cống tiêu số 5 là $4 \times 4\text{m}$.

- Tính toán kích thước cống lấy nước số 6, 7, 8, 9:

Qua khảo sát thực tế hiện trạng, để đảm bảo cấp nước vào các khu khi cần thiết chỉ cần bố trí cống hộp kích thước $2 \times 3\text{m}$.

Bảng 3.24. Đề xuất bố trí kích thước các cống tiêu và cống lấy nước

STT	Nội dung	Kích thước BxH (m)	Ghi chú
I	CỐNG TIÊU		
1	Cống số 1	4x5	Hiện đã có
2	Cống số 2	2x3	Hiện đã có
3	Cống số 3	2x3	Hiện đã có
4	Cống số 4	3x4	Bổ sung mới

5	Cổng số 5	4x4	<i>Bổ sung mới</i>
II	CỔNG LẤY NƯỚC		
1	Cổng số 6	2x3	<i>Bổ sung mới</i>
2	Cổng số 7	2x3	<i>Bổ sung mới</i>
3	Cổng số 8	2x3	<i>Bổ sung mới</i>
4	Cổng số 9	2x3	<i>Bổ sung mới</i>

b) Xác định kích thước đập tràn

Khi thiết kế đường tràn, theo Quy phạm thiết kế cần chú ý một số điểm sau:

- Chiều sâu mực nước tràn trên mặt đường không được quá mức 0,5m đối với ô tô; 0,7m đối với xe xích và 0,4m đối với xe thô sơ;
- Trên đường tràn phải bố trí hệ thống cọc tiêu để báo phạm vi phần xe chạy và cọc thủy chỉ để báo mực nước ngập;
- Độ dốc mái taluy đường tràn quy định là 1:1 ÷ 1:5 thượng lưu và 1:3 ÷ 1:5 ở hạ lưu;
- Mái taluy và mặt tràn phải đảm bảo không bị xói lở, chiều rộng gia cố đối với mái thượng lưu là 2,0÷5,0m; mái hạ lưu 2,5÷4m lần vận tốc nước chảy.
- Đường tràn dạng tự do có điều tiết, các thời điểm điều tiết nước trong năm thể hiện trong Bảng 3.20;
- H_0 được xác định bằng mực nước hao trong 5 tháng mùa khô, từ tháng 12 đến tháng 4 năm sau là $\approx 32\text{cm}$ [18], và được đề xuất trong Bảng 3.20 về chế độ nước hợp lý từng khu theo thời gian trong năm.

Áp dụng công thức (2.19) theo Quy phạm thủy lực đập tràn QP.TLC-8-76 của Bộ NN&PTNT để tính bề rộng đường tràn cần tiêu hết lượng nước các khu. Kết quả tính toán nêu trong Bảng 3.25.

Bảng 3.25. Đề xuất bố trí kích thước đường tràn

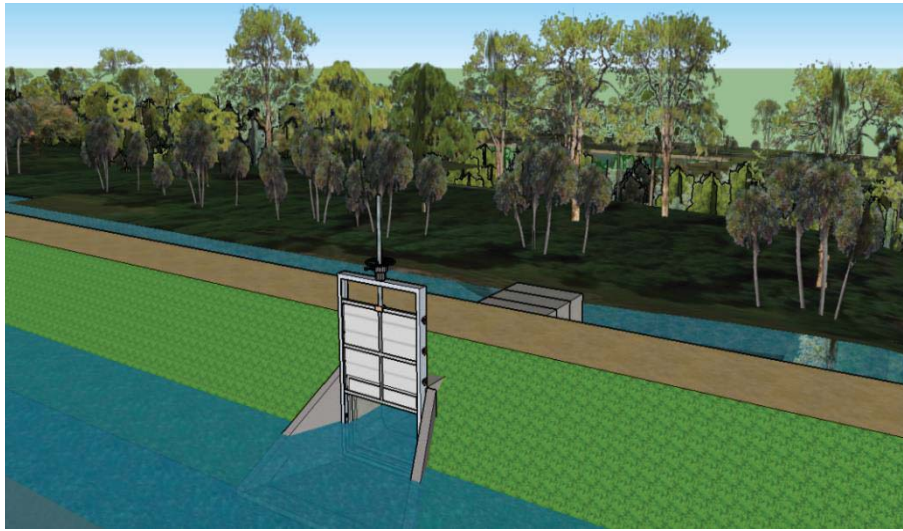
TT	Phân khu	Vị trí đặt tràn	H_o (m)	Q (m ³ /s)	$B_{t.toán}$ (m)	$B_{đ.xuất}$ (m)
1	Khu A	Đường tràn 1	0,32	13,3	50,7	50
2	Khu B	Đường tràn 2	0,32	13,5	51,6	52
3	Khu C	Đường tràn 5	0,32	9,9	37,6	38
		Đường tràn 6	0,32	9,9	37,6	38
4	Khu D	Đường tràn 3	0,32	4,9	18,7	20
		Đường tràn 4	0,32	4,9	18,7	20
5	Khu E	Đường tràn 7	0,32	8,6	32,6	33
		Đường tràn 8	0,32	8,6	32,6	33
6	Khu F	Đường tràn 9	0,32	6,7	25,6	26
		Đường tràn 10	0,32	6,7	25,6	26

+ $B_{t.toán}$: chiều dài đường tràn tính toán để thoát hết lưu lượng cần thoát, m.

+ $B_{đ.xuất}$: chiều dài tràn đề xuất lựa chọn thiết kế, m.

3.4.4 Bản vẽ kỹ thuật các công trình đặc trưng

- Công trình cống truyền thống có cửa van được đóng - mở bằng thủ công (thuận tiện cho quản lý vận hành ở VQG U Minh Thượng), nằm dưới tuyến đê bao quanh các khu và đê bao quanh vùng lõi được thể hiện trên Hình 3.29 (xem thêm hình Phụ lục 25);
- Công trình đập tràn (có thể giao thông trên mặt tràn) kết hợp với cửa van tràn có thể điều chỉnh để điều tiết chế độ nước được thể hiện trên Hình 3.30 (xem thêm hình trong Phụ lục 26).
- Các công trình đề xuất là cống và đập tràn đều khá thân thiện với môi trường, ít ảnh hưởng đến cảnh quan tự nhiên xung quanh.



Hình 3.29. Bản vẽ 3D công trình công tiêu, cống lấy nước



Hình 3.30. Bản vẽ 3D công trình đập tràn

3.5 GIẢI PHÁP QUẢN LÝ, ĐIỀU TIẾT CHẾ ĐỘ NƯỚC HỢP LÝ

3.5.1 Quy trình vận hành, quản lý điều tiết nước

a) Hoạt động tích nước và tiêu nước

- Khu A và khu B hoạt động độc lập với nhau và với các khu khác trong VQG. Nước mưa được tích trong khu A và khu B. Khi mực nước cao hơn ngưỡng tràn sẽ tự động tràn, tiêu nước cho khu A và khu B qua đập tràn 1 và đập tràn 2 trực tiếp ra kênh 1 (kênh bao trong);

- Khu D cao hơn khu C và có mối quan hệ với nhau. Nước được tích trong khu D. Khi mực nước cao hơn ngưỡng đập tràn 3&4 sẽ tự động tràn, tiêu nước cho khu D vào kênh 9 rồi phân phối đều vào khu C. Khi mực nước trong khu C cao hơn ngưỡng đập tràn 5&6 sẽ tự động tràn, tiêu nước cho khu C ra kênh 10 (kênh bao trong);
- Tương tự, Khu E cao hơn khu F và có mối quan hệ với nhau. Nước được tích trong khu E. Khi mực nước cao hơn ngưỡng đập tràn 7&8 sẽ tự động tràn, tiêu nước cho khu E vào kênh 5 rồi phân phối đều vào khu F. Khi mực nước trong khu F cao hơn ngưỡng đập tràn 9&10 sẽ tự động tràn, tiêu nước cho khu F ra kênh 4 (kênh bao trong);
- Nước từ kênh bao trong được tiêu ra vùng đệm qua các cống số 1, 2, 3, 4 và 5.

b) Hoạt động cấp nước bổ sung

- Trạm bơm số 1 bơm nước từ ngoài vào kênh dọc trung tâm phía Bắc trong vùng lõi VQG làm mực nước kênh dâng cao. Theo tài liệu tham khảo [27] thời gian bơm bổ sung được xác định trong khoảng từ ngày 1/11 đến ngày 31/12 hàng năm khi nguồn nước trên kênh rạch khu vực ngoài VQG còn phong phú và chưa bị nhiễm mặn. Ở trong VQG, cần mở cống số 8 và số 9 để lấy nước bổ sung vào khu A và khu B bằng tự chảy khi cần thiết (khu A, B có địa hình thấp nhất vùng lõi VQG);
- Khi có nước bổ sung từ bên ngoài VQG vào kênh dọc trung tâm, trạm bơm số 2 sẽ bơm nước từ kênh dọc trung tâm phía Bắc sang kênh dọc trung tâm phía Nam ở giữa khu D và khu E. Ưu tiên bổ sung nước cho khu E trước bằng mở cống số 6&7, nước sẽ từ kênh trục dọc chảy vào rạch tự nhiên vào bụng hồ của khu E. Khi khu E đủ nước sẽ tự tràn qua đập tràn 7&8 qua khu F. Trường hợp muốn bổ sung nước cho khu D và khu C, cần đóng cống số 6&7. Nước tự tràn vào khu D qua kênh trục dọc do không có bờ bao. Khi mực nước trong khu D đủ sẽ tự tràn vào

khu C qua đập tràn 3&4 vào kênh 9 rồi tự phân phối cho khu C qua suốt chiều dài kênh 9 do không có bờ bao.

3.5.2 Lịch trình hoạt động của hệ thống công trình

Hoạt động quan trọng nhất của hệ thống công trình là xác định được thời gian đặt cao trình ngưỡng tràn để đạt được chế độ nước hợp lý. Trong đó, tích đủ nước vào cuối mùa mưa trong các khu là mục tiêu đầu tiên hướng đến.

Theo kết quả tính toán tài nguyên nước từ mưa (Phụ lục 19), lượng mưa tháng 8 và tháng 9 gần bằng nhau. Với tần suất 75% có được lượng mưa $\approx 230\text{mm/tháng}$. Vậy, để tích nước từ mực nước thấp nhất đến cao độ trung bình của từng khu chỉ cần tích trong thời gian tối đa là 1 tháng vào thời điểm giữa mùa mưa.

Từ Bảng 3.20 về đề xuất chế độ nước hợp lý cho từng Khu trong VQG, đưa ra được lịch trình hoạt động của của hệ thống công trình đập tràn, thể hiện trong Bảng 3.26.

Bảng 3.26. Đề xuất đặt cao trình ngưỡng tràn theo thời gian với năm ít nước (Để có được mực nước hợp lý trong từng Khu ở vùng lõi VQG)

STT	Ngưỡng tràn	Đề xuất đặt cao trình ngưỡng tràn (m)		
		Thấp nhất - ngày 30/4	Ngang với cao độ TB - ngày 15/8	Cao nhất - ngày 11/9
1	Cao trình ngưỡng tràn khu A	0,73	0,83	1,05
2	Cao trình ngưỡng tràn khu B	0,73	0,83	1,05
3	Cao trình ngưỡng tràn khu C	0,98	1,11	1,30
4	Cao trình ngưỡng tràn khu D	1,39	1,54	1,71
5	Cao trình ngưỡng tràn khu E	1,10	1,34	1,42
6	Cao trình ngưỡng tràn khu F	0,94	1,00	1,26

Ghi chú: - Với năm nước trung bình, ngày 11/9 thay bằng ngày 1/10

- Với năm nhiều nước, ngày 11/9 thay bằng ngày 21/10

Trường hợp những năm có lượng mưa rất thấp tương ứng với tần suất mưa $\geq 90\%$ mà có thể dự báo được thì tăng thời gian tích nước lên đầu tháng 9. Hay nói cách khác tăng thời gian đặt cao trình ngưỡng tràn theo Bảng 3.26 sớm thêm 10 ngày.

Trường hợp những năm có lượng mưa rất thấp mà không thể dự báo được. Ngay từ đầu tháng 11, khi nguồn nước trên hệ thống kênh rạch ngoài VQG còn phong phú và chưa bị nhiễm mặn, cần bơm bổ sung nước vào trong vùng lõi VQG. Thời gian bơm bổ sung chỉ nên kéo dài đến hết tháng 12, qua tháng 1 toàn vùng ngoài VQG bị nhiễm mặn.

Hoạt động của các công tiêu và công lấy nước cần tuân thủ theo quy trình vận hành, quản lý điều tiết nước. Chúng không có lịch trình cụ thể như thời gian đặt cao trình ngưỡng tràn, nhưng sẽ hoạt động theo yêu cầu tại từng thời điểm.

3.6 KẾT LUẬN CHƯƠNG 3

Phân tích đặc điểm lâm sinh học của rừng tràm tái sinh qua số liệu điều tra rừng ở 3 mức độ ngập nước khác nhau theo thời gian 4 đợt điều tra và có được kết quả: mực nước ngập ảnh hưởng mạnh tới sinh trưởng của rừng tràm; mức ngập càng thấp thì cây tràm tái sinh phát triển càng tốt, qua đó khả năng sinh trưởng, trữ lượng và sinh khối của rừng càng cao.

Kết quả đã chọn được phương án phân khu, chia VQG thành 6 khu riêng biệt. Phân tách các vùng có địa hình cao, than bùn dày và rừng tràm phát triển tốt (khu D, E) riêng để bảo vệ trước nguy cơ cháy rừng. Phân tách các vùng có địa hình thấp – trũng (khu A, B, C, F) riêng để quản lý nước giúp cho rừng tràm có điều kiện phục hồi sinh thái.

Kết quả tính toán đưa ra "Bản đồ đề xuất phân bố diện tích theo sinh cảnh ngập nước hợp lý" để đề xuất áp dụng cho VQG với cách tiếp cận trực

quan thông qua bản đồ GIS hay ảnh vệ tinh có được. Bản đồ là công cụ thuận tiện hỗ trợ cho công tác quản lý theo dõi chế độ nước ở VQG sau này.

Kết quả đã tính toán đưa ra được "Chế độ nước hợp lý đề xuất cho từng khu theo thời gian trong năm" cho VQG U Minh Thượng, với một số lưu ý nhấn mạnh:

- Thời gian bắt đầu tích trữ nguồn nước từ mưa trong VQG là khoảng từ ngày 11/9 cho năm ít nước (tần suất 75%), khoảng từ ngày 1/10 cho năm nước trung bình (tần suất 50%) và khoảng từ ngày 21/10 cho năm nhiều nước (tần suất 25%).
- Mức nước cao nhất trong năm là thời điểm cuối mùa mưa, cần đạt được vào ngày 30/11 hàng năm.
- Mức nước thấp nhất trong năm là thời điểm cuối mùa khô, cần đạt được vào ngày 30/4 hàng năm.

Nghiên cứu đã đề xuất hệ thống công trình bằng việc phân tích xác định nhiệm vụ của từng loại công trình và đi đến lựa chọn được hình thức các công trình, bố trí vị trí các công trình phù hợp cho từng khu cũng như toàn VQG.

- Công trình tiêu thoát nước từ vùng lõi ra vùng đệm VQG là sử dụng cống tiêu nước bằng tự chảy, được đề xuất từ cống số 1 đến số 5, bố trí đều xung quanh VQG để tăng khả năng tiêu thoát kịp thời.
- Công trình điều tiết nước (kết hợp cả tích nước và tiêu nước) được lựa chọn là đập tràn có cửa van thay đổi ngưỡng và có thể kết hợp giao thông trên mặt tràn. Các đập tràn được đề xuất từ số 1 đến số 10 tại những vùng trũng tập trung nước của các khu để tăng khả năng thoát nước khi cần.
- Công trình trữ nước đê bao, cũng là đường phân chia các khu quản lý nước, được ưu tiên sử dụng tối đa các tuyến đê bao hiện có của VQG.
- Cống lấy nước được đặt ở đầu kênh lấy nước, vừa có nhiệm vụ lấy

nước vừa kết hợp tuyến giao thông thủy. Được đề xuất thêm 4 cống là cống số 6 và số 7 cho khu E, số 8 cho khu A và số 9 cho khu B.

- Công trình bổ sung nước từ bên ngoài sử dụng hai trạm bơm hiện có.

Đã đưa ra được quy trình vận hành, quản lý điều tiết nước trong các hoạt động tích nước và tiêu nước của từng khu. Đưa ra hoạt động cấp nước bổ sung với việc lợi dụng điều kiện tự nhiên chuyển nước từ khu có địa hình cao sang khu có địa hình thấp, chuyển nước từ khu cần tích ít nước sang khu cần tích nhiều nước (khu D sang khu C và khu E sang khu F,...).

Xây dựng được lịch trình hoạt động của một số công trình chính như thời gian đặt cao trình ngưỡng tràn để tích nước cũng như tiêu nước, đáp ứng được yêu cầu mực nước phù hợp cho từng khu. Trong đó, ba thời điểm cần quan tâm là: cao trình ngưỡng tràn thấp nhất từng khu - ngày 30/4; cao trình ngưỡng tràn tương ứng cao độ trung bình từng khu - ngày 15/8; và cao trình ngưỡng tràn cao nhất từng khu cho năm ít nước - ngày 11/9, cho năm nước trung bình - ngày 1/10, cho năm nhiều nước - ngày 21/10.

Kết quả đã tính toán đưa ra được các thông số kỹ thuật của các công trình. Xây dựng lên các bản vẽ kỹ thuật 3D mô phỏng công trình, trên cơ sở các công trình đã đề xuất để tham khảo ứng dụng vào thực tiễn, bao gồm hai loại là công trình cống và đập tràn.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết luận:

1) Kết quả nghiên cứu của luận án đã chỉ rõ sau cháy rừng, VQG U Minh Thượng có nhiều thay đổi lớn. Giải pháp giữ nước ở mức cao để chống cháy rừng thời gian qua đã làm cho hệ sinh thái rừng tràm thay đổi. Hoàn cảnh rừng ngập nước nhiễm phèn chuyên dần và có biểu hiện đặc điểm của hệ sinh thái hồ và đầm lầy.

2) Kết quả khảo sát, đánh giá sinh trưởng và phát triển của rừng tràm tái sinh cho thấy rõ ảnh hưởng mạnh của mực nước ngập tới sinh trưởng của rừng tràm.

- Ở mức độ ngập nông từ 0÷30cm, sinh trưởng đường kính, chiều cao ở rừng tràm tái sinh cao nhất và giảm dần ở các mức ngập cao hơn.
- Mật độ cây tràm tái sinh ở rừng tràm tái sinh sau cháy rừng có quan hệ chặt chẽ với mức độ ngập nước và đường kính của cây. Khi đường kính tăng đến một mức độ thì mật độ cây có xu thế giảm. Mật độ cây tái sinh cao nhất khi rừng tràm tái sinh được 7 năm và tương ứng với mức ngập nông từ 0÷30cm.
- Trữ lượng rừng tràm tăng dần theo thời gian và tỷ lệ nghịch với mức độ ngập nước.
- Sinh khối rừng tràm tái sinh cao nhất ở mức độ ngập nông từ 0÷30cm và giảm dần ở các mức ngập cao hơn. Sự khác biệt về sinh khối của rừng tràm tái sinh giữa các mức ngập nước thể hiện rõ theo thời gian cao nhất sau 7 năm, giảm dần và ít biến động sau 14 năm.

3) Kết quả xác định được mực nước hợp lý đề xuất kiểm soát cho rừng tràm của các tiểu Khu vùng lõi VQG U Minh Thượng theo thời gian trong

năm. Các thời điểm kiểm soát mực nước là: mực nước cao nhất vào cuối mùa mưa đảm bảo sinh cảnh không ngập nước quanh năm $\approx 20\%$ tổng diện tích; mực nước thấp nhất vào cuối mùa khô đảm bảo sinh cảnh ngập nước quanh năm $\approx 30\%$ tổng diện tích. Kiểm soát theo mực nước hợp lý tương ứng với $\approx 5\%$ diện tích vùng lõi VQG có nguy cơ cháy cao. Kết quả đã xây dựng được bản đồ đề xuất phân bố diện tích theo sinh cảnh ngập nước hợp lý cho vùng lõi VQG, từ đó có thể ứng dụng công nghệ GIS, ảnh vệ tinh để quản lý chế độ nước hợp lý.

4) Xác định được chế độ quản lý nước hợp lý cho từng khu đảm bảo đáp ứng các yêu cầu đề ra: (i) chế độ nước phù hợp cho sinh trưởng của cây tràm; (ii) chế độ nước phù hợp cho bảo tồn đa dạng sinh học, bao gồm tạo ra các sinh cảnh phù hợp và bảo vệ lớp than bùn; và (iii) chế độ nước phù hợp cho phòng chống cháy rừng. Tính toán được tài nguyên nước từ mưa với các tần suất, tính toán được khả năng đáp ứng nhu cầu nước và mực nước cần tích cho từng thời đoạn đảm bảo ≥ 6 tháng/năm để cây tràm tái sinh phát triển tốt, xác định được thời điểm tích nước tương ứng với tần suất mưa thiết kế theo năm thủy văn. Thời điểm tích nước được xác định hàng năm là khoảng từ ngày 11/9 cho năm ít nước (tần suất 75%), khoảng từ ngày 1/10 cho năm nước trung bình (tần suất 50%) và khoảng từ ngày 21/10 cho năm nhiều nước (tần suất 25%). Trong những năm rất hạn hán có thể dự báo được cần tăng thời gian tích nước lên ngày 1/9, nếu không dự báo được mà lượng nước cần tích bị thiếu hụt vào cuối mùa mưa thì phải bơm bổ sung nước từ bên ngoài vào, thời gian bơm bổ sung được xác định trong khoảng từ ngày 1/11 đến ngày 31/12. Mực nước cao nhất từng khu trong năm là thời điểm cuối mùa mưa, cần đạt được vào ngày 30/11 hàng năm. Mực nước thấp nhất từng khu trong năm là thời điểm cuối mùa khô, cần đạt được vào ngày 30/4 hàng năm.

5) Đã đề xuất hệ thống công trình thủy lợi để quản lý và điều tiết chế độ

nước trong vùng lõi VQG U Minh Thượng với các nhiệm vụ: tiêu thoát lượng nước dư thừa, trữ nước, điều tiết nước, bổ sung nước. Các công trình được lựa chọn dễ dàng xây dựng, dễ quản lý vận hành, thân thiện với môi trường, ít làm thay đổi cảnh quan môi trường sinh thái tự nhiên. Đưa ra được quy trình vận hành, quản lý điều tiết nước trong các hoạt động tích nước và tiêu nước của từng khu. Xây dựng được lịch trình hoạt động của một số công trình chính như thời gian đặt cao trình ngưỡng tràn đáp ứng được yêu cầu mực nước phù hợp cho từng khu. Xây dựng lên các bản vẽ kỹ thuật mô phỏng công trình làm cơ sở tham khảo ứng dụng vào thực tiễn.

Kiến nghị:

Kết quả nghiên cứu của luận án cần phát triển thêm nghiên cứu lượng nước thất thoát trong VQG vào mùa mưa với việc thay đổi về nhiệt độ, độ ẩm không khí, thảm thực vật, lượng bốc hơi, lượng mưa, mực nước,... so với mùa khô để có thể áp dụng chính xác hơn trong các tính toán mực nước. Từ đó xác định thời điểm lựa chọn bắt đầu tích nước trong mùa mưa chính xác hơn.

Nghiên cứu thêm các giải pháp phòng chống cháy rừng khác mà luận án chưa được đề cập, lồng ghép giữa việc quản lý chế độ nước hợp lý với các mức nước đề xuất cho các khu đã trình bày và các giải pháp phòng chống cháy rừng để bảo vệ VQG trước các nguy cơ cháy rừng có thể xảy ra.

Các đề xuất về hệ thống công trình thủy lợi: vị trí, hình thức, kích thước, quy trình quản lý vận hành,... cần được tham khảo, xem xét và tính toán thiết kế chi tiết để đưa vào ứng dụng trong thực tiễn quản lý chế độ nước ở VQG.

Một số kết quả nghiên cứu của luận án có thể tham khảo, làm tài liệu tính toán và quản lý nước cho các VQG có tính chất tương tự. Ngoài ra, có thể làm tài liệu tham khảo và giảng dạy cho sinh viên về khai thác và quản lý nguồn nước.

CÔNG TRÌNH CÔNG BỐ CỦA TÁC GIẢ

1. Phạm Văn Tùng, Thái Thành Lượm (2013), *Những giải pháp chiến lược để giải quyết nhu cầu nước từ các vùng ngập mặn ven biển và các vùng biển đảo trong mùa khô ở Việt Nam*, Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, tháng 12/2013.
2. Phạm Văn Tùng, Thái Thành Lượm, Lê Việt Khải (2013), *Nghiên cứu sự tái sinh của rừng tràm trong điều kiện biến đổi thủy văn trên các loại đất khác nhau tại Vườn Quốc gia U Minh Thượng*, Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, tháng 12/2013.
3. Phạm Văn Tùng, Lương văn Thanh (2016), *Quản lý nước ở Vườn Quốc gia U Minh Thượng từ sau khi xảy ra cháy rừng tháng 3/2002 đến nay và những tác động đến hệ sinh thái rừng*, Tuyển tập Khoa học công nghệ Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam năm 2016.
4. Phạm Văn Tùng (2016), *Đặc điểm lâm sinh học của rừng tràm tái sinh ở Vườn Quốc gia U Minh Thượng từ sau khi xảy ra cháy rừng tháng 3/2002 đến nay*, Tuyển tập Khoa học công nghệ Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam năm 2016.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

A. TIẾNG VIỆT

- [1]. Trần Quang Bảo, Vương Văn Quỳnh, Thái Thành Lượm, Bế Minh Châu, Trần Văn Thắng, Phạm Văn Duẩn, Bùi Thị Minh Nguyệt, Vũ Tiến Thịnh (2012), *Nghiên cứu chế độ ngập nước thích hợp đảm bảo phòng chống cháy và duy trì sự phát triển rừng tràm ở hai VQG U Minh Thượng và U Minh Hạ*, Đề tài Khoa học công nghệ cấp Nhà nước Mã số: KC08.24, Bộ Khoa học và Công nghệ, Hà Nội.
- [2]. Nguyễn Thanh Bình, Phạm Thế Dũng, Kiều Tuấn Đạt (2007), *Nghiên cứu thực trạng phát triển rừng tràm ở ĐBSCL, giải pháp khắc phục suy thoái rừng*, Phân Viện Nghiên cứu Khoa học Lâm nghiệp nam Bộ.
- [3]. Tổ chức CARE Quốc tế tại Việt nam (2002), *Dự án phát triển cộng đồng và bảo tồn thiên nhiên Vườn quốc gia U Minh Thượng*.
- [4]. Lê Diên Dực (2012), *Đất ngập nước Các nguyên lý và sử dụng bền vững*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
- [5]. Nguyễn Huy Dũng, Vũ Văn Dũng (2007), *Bảo tồn đa dạng sinh học ở Việt Nam- mối liên hệ với Phát triển bền vững và biến đổi khí hậu*, Viện Điều tra quy hoạch rừng, Hội thảo chuyên đề về Đa dạng sinh học và Biến đổi khí hậu, Hà Nội.
- [6]. Phạm Thế Dũng, Vũ Đình Hương (2010), *Sinh khối và giá trị năng lượng rừng tràm ở Long An*, Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn.
- [7]. Gill Shepherd và Lý Minh Đăng (2008), *Tổng quan về áp dụng tiếp cận hệ sinh thái vào các khu đất ngập nước tại Việt Nam*, Liên minh bảo tồn thiên nhiên Quốc tế (IUCN).
- [8]. Thái Đình Hòe (1995), *Biện pháp thủy lợi vùng ven biển chịu ảnh*

hưởng của thủy triều, Trường Đại học thủy lợi Hà Nội.

- [9]. Trần Thị Kim Hồng, Nguyễn Bình Long, Dương Văn Ni, Nguyễn Văn Bé (2015), *Khảo sát thực địa sự sinh trưởng của cây tràm ở các độ dày than bùn VQG U Minh Hạ, Cà Mau*, Tạp chí Khoa học trường Đại học Cần Thơ, Tp. Cần Thơ.
- [10]. Hà Văn Khôi (2001), *Quy hoạch và quản lý nguồn nước*, Trường Đại học thủy lợi Hà Nội.
- [11]. Hà Văn Khôi, Nguyễn Văn Tường, Dương Văn Tiễn (2002), *Thủy văn công trình*, Trường Đại học thủy lợi Hà Nội.
- [12]. Lê Minh Lộc (2005), *Nghiên cứu phương pháp đánh giá nhanh sinh khối và ảnh hưởng của độ sâu ngập lên sinh khối rừng tràm trên đất than bùn và đất phèn khu vực U Minh Hạ, Cà Mau*, Luận văn Thạc sĩ, Trường Đại học Cần Thơ, Tp. Cần Thơ.
- [13]. Thái Thành Lượm (1996), *Nghiên cứu một số giải pháp kỹ thuật lâm sinh làm cơ sở đề xuất biện pháp nâng cao sản lượng rừng tràm (Melaleuca cajuputi Powell) trên vùng tứ giác Long Xuyên*, Luận án tiến sĩ khoa học nông nghiệp, Viện khoa học lâm nghiệp Việt Nam.
- [14]. Mai Trọng Nhuận, Trần Hồng Hà, Nguyễn Chí Thành, Lê Thanh Bình, Hoàng Văn Thắng, Phạm Đình Việt Hồng (2005), *Tổng quan hiện trạng đất ngập nước Việt Nam sau 15 năm thực hiện công ước Ramsar*, Cục Bảo vệ môi trường Việt Nam.
- [15]. Phùng Trung Ngân và Châu Quang Hiền (1987), *Rừng ngập nước ở Việt Nam*, NXB. Giáo dục.
- [16]. Markus Schmidt, Helge Torgersen, Astrid Kuffner và nnk (2012), *Quan điểm toàn cầu về đa dạng sinh học*.
- [17]. Trần Viết Ôn, Lê Thị Nguyên (2012), *Tương tác giữa đất – nước và thực vật*, Trường Đại học thủy lợi Hà Nội.

- [18]. Vương Văn Quỳnh, Lê Sĩ Việt, Trần Tuyết Hằng, Bế Minh Châu, Trần Quang Bảo, Đỗ Đức Bảo, Phạm Thế Dũng, Thái Thành Lượm, Trần Văn Thắng (2005), *Nghiên cứu các giải pháp phòng chống và khắc phục hậu quả cháy rừng cho vùng U Minh và Tây Nguyên*, Đề tài thuộc chương trình Khoa học và Công nghệ cấp Nhà nước, Mã số: KC 08.24, Bộ Khoa học và Công nghệ, Hà Nội.
- [19]. Phạm Xuân Quý (2010), *Nghiên cứu một số đặc điểm lâm học của rừng tràm (Melaleuca Cajuputi Powell) trồng ở ĐBSCL*, Luận án tiến sĩ nông nghiệp.
- [20]. Vương Văn Quỳnh, Trần Văn Thắng (2010), *Quản lý nước cho phòng cháy và bảo tồn rừng ở VQG U Minh Thượng*, Vườn Quốc gia U Minh Thượng.
- [21]. Hồ Văn Phúc (1999), *Báo cáo kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của độ ngập nước đến sức sản xuất và khả năng xảy ra cháy rừng, đối với rừng U Minh tỉnh Kiên Giang*, Sở nông nghiệp và phát triển nông thôn tỉnh Kiên Giang.
- [22]. Richard B. Primarck (1999), *Cơ sở sinh học bảo tồn*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [23]. Phan Minh Sáng, Lưu Cảnh Trung (2006), *Hấp thụ carbon, cảm nang lâm nghiệp*, Cục phát triển lâm nghiệp Việt Nam.
- [24]. Lê Sâm (2006), *Thủy nông ở đồng bằng sông Cửu Long*, Nhà Xuất bản Nông Nghiệp, Hà Nội.
- [25]. Viện Điều tra quy hoạch rừng (1994), *Sổ tay điều tra quy hoạch rừng*.
- [26]. Lương Văn Thanh, Phạm Văn Tùng (2011), *Biên hội, đánh giá tổng quan sinh thái VQG U Minh Thượng và đề xuất giải pháp bảo tồn*, Đề tài Khoa học công nghệ, Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Kiên Giang.
- [27]. Lương Văn Thanh, Phạm Văn Tùng (2010), *Quy hoạch tài nguyên*

nước mặt phục vụ phát triển kinh tế - xã hội giai đoạn 2010 – 2020 và định hướng đến năm 2030 của tỉnh Kiên Giang, có tính đến tác động của biến đổi khí hậu, Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Kiên Giang.

- [28]. Giang Văn Thắng (2003), *Phương pháp điều tra rừng nhiệt đới*, Trường Đại học Nông Lâm, Tp. Hồ Chí Minh.
- [29]. Giang Văn Thắng (2015), *Điều tra rừng nâng cao*, Bài giảng dành cho cao học, Trường Đại học Lâm nghiệp Việt Nam.
- [30]. Hoàng Văn Thắng, Lê Diên Dục (2006), *Hệ thống phân loại đất ngập nước Việt Nam*, Cục bảo vệ môi trường, Chương trình bảo tồn đa dạng sinh học vùng đất ngập nước sông Mê Kông.
- [31]. Trần Văn Thắng (2014), *Nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của chế độ ngập nước đến đất than bùn ở VQG U Minh Thượng*, Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, tháng 12/2014.
- [32]. Trần Văn Thắng (2016), *Ảnh hưởng của chế độ ngập nước đến thảm thực vật ở VQG U Minh Thượng*, Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, tháng 3/2016.
- [33]. Phạm Trọng Thịnh, Nguyễn Chí Thành, Thái Thành Lượm, Nguyễn Văn Đệ, Nguyễn Ngọc Anh (2002), *Nghiên cứu diễn biến tái sinh tự nhiên rừng tràm và đề xuất các phương thức phục hồi rừng sau trận cháy rừng tháng 3 năm 2002 tại VQG U Minh Thượng tỉnh Kiên Giang*, Phân Viện Điều tra Quy hoạch Rừng Nam bộ, Tp. Hồ Chí Minh.
- [34]. Phạm Trọng Thịnh, Nguyễn Chí Thành, Thái Thành Lượm, Nguyễn Văn Đệ, Nguyễn Ngọc Anh (2005), *Nghiên cứu các giải pháp phục hồi rừng tràm sau cháy ở VQG U Minh Thượng*, Phân Viện Điều tra Quy hoạch Rừng Nam bộ, Đề tài Khoa học Công nghệ, Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn.
- [35]. Phạm Trọng Thịnh, Nguyễn Chí Thành, Nguyễn Ngọc Anh, Đoàn

- Cảnh, Nguyễn Văn Đệ, Lê Đình Thủy, Trần Triết (2005), *VQG U Minh Thượng, sự phục hồi sau cháy rừng mùa khô năm 2002*, Nhà xuất bản nông nghiệp, Hà Nội.
- [36]. Phạm Trọng Thịnh, Trương Công Khanh, Trần Văn Thắng, Phạm Quốc Dân (2015), *Quy hoạch bảo tồn và phát triển bền vững VQG U Minh Thượng, tỉnh Kiên Giang đến năm 2020*, Phân Viện Điều Tra Quy Hoạch Rừng Nam Bộ, Tp. Hồ Chí Minh.
- [37]. Phạm Văn Tùng, Thái Thành Lượm (2013), *Sự tái sinh của rừng tràm trong điều kiện biến đổi thủy văn trên các loại đất khác nhau tại VQG U Minh Thượng*, Tạp chí ngành Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, tháng 12/2013.
- [38]. VQG U Minh Thượng (2003-2010), *Dự án đầu tư, khôi phục, bảo vệ và phát triển VQG U Minh Thượng*, Ủy ban nhân dân tỉnh Kiên Giang.
- [39]. Viện Điều tra quy hoạch rừng (1994), *Sổ tay điều tra quy hoạch rừng*.

B. TIẾNG ANH

- [40]. *Biodiversity in a Wetland Ecosystem*, <http://nationalgeographic.org/activity/biodiversity-in-wetland-ecosystem/>.
- [41]. Da Binh Tran (2015), *A study of the carbon stocks of Melaleuca forests in the coastal regions of Southern Vietnam and South East Queensland Australia*, The University of Queensland, Australia.
- [42]. CAB, Information (2006), *Melaleuca cajuputi*.
- [43]. Davies J. and Gordon Claridge (1993), *Wetland Benefits The Potential for Wetland to Support and Maintain Development*, Asia Wetland Bureau, International Waterfowl, Wetlands Research Bureau and Wetlands for the Americas.
- [44]. Department of the Environment, Australian Government (2016), *Wet-*

lands and biodiversity.

- [45]. Doran, J.C., and Gunn , B.V. (1994), Exploring the genetic resources of tropical melaleucas. *FAO Forest Genetic Resources Information*, 22, 12-24.
- [46]. Doran, J.C. (1999), *Cajuput Oil Csiro Forestry and Forest Products, Canberra, Australia*, Copyright. OPA(Overseas Publishers Association) N.V. Published by license under the Harwood Academic Publishers imprint, part of The Gordon and Breach Publishing Group.
- [47]. Pham The Dung, Kieu Tuan Dat, Vu Dinh Huong (2009), *General Assessment of Silviculture Technology on Melaleuca Plantation on Acid Sulphate Soils in Thanh Hoa Station*, Forest Science Sub-Institute South of Vietnam.
- [48]. Joao S. de Queiroz, Daniel Griswold, Nguyen Duc Tu and Patrick Hall (2013), *Vietnam Tropical Forest and Biodiversity Assessment*, USAID, from the American People.
- [49]. Hankaew, C. (2003), *Integraed Management Plan on Peat Swamp Forest, Southern Thailand*, Environmental and Natural Resources Research Center, Rangsit University, Thailand.
- [50]. Nguyen Chu Hoi, Phan Nguyen Hong, Le Dien Duc, Nguyen Khac Kinh (1996), *Vietnam – National Wetland Conservation And Management Stractegy – Status, Utinization, Conservation and Management*, Workshop Proceedings.
- [51]. Hankaew, C. (2003). *Integraed Management Plan on Peat Swamp Forest, Southern Thailand*, Environmental and Natural Resources Research Center, Rangsit University, Thailand.
- [52]. Hoamuangkaew, W. (2002), Demand for *Melaleuca cajuputi* Powell of Villagers Residing Around Toe Daeng Swamp Forest, Narathiwat

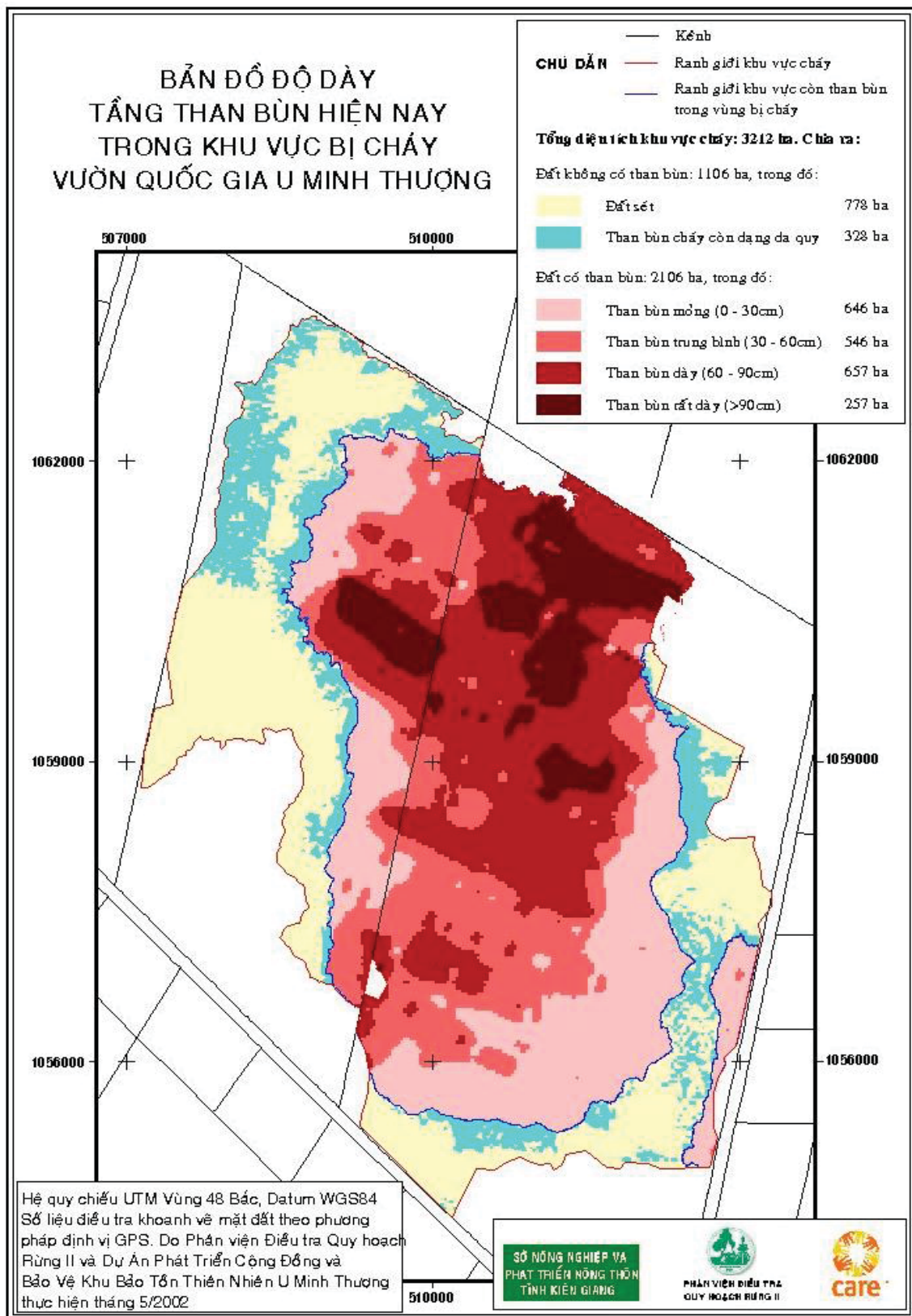
- Province, *Proceeding of The First Thai –Biomass Utilization Symposium*, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok, Thailand. PP 62-90.
- [53]. Hoamuangkaew, W. (2002), Finacial Analysis of *Melaleuca cajuputi* Reforestation in Toe Daeng Peat Swamp Forest, Narathiwat Province, *Proceeding of The First Thai –Biomass Utilization Symposium*, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok, Thailand. PP 91-20.
- [54]. SATO, S.K. Kungsuwan, W. Lotkhom and N. Laemsak (2002), Cement Bonded Products Properties from *Melaleuca*, Study on Concrete Block Properties, *Proceeding of The First Thai –Biomass Utilization Symposium*, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok, Thailand. PP 139-145.
- [55]. M. SATO, S.K. Kungsuwan, W. Lotkhom and N. Laemsak (2002), Cement Bonded Products Properties from *Melaleuca*, Study on Concrete Block Properties, *Proceeding of The First Thai –Biomass Utilization Symposium*, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok, Thailand. PP 146-150.
- [56]. Nakabayashi, K (Japan International Cooperation Agency, Tokyo); Nguyen, N.T; Thompson, J; Fujita, K. (2001), Effect of embankment on growth and mineral uptake of *Melaleuca cajuputi* Powell under acid sulphate soil condition, *Soil Science and Plant Nutrition* , Vol. 47, No.4. pp. 711-725. ISSN 0038-0768 CODEN SSPN.
- [57]. Smathi, C. (1985). *The Analysis of Net Primary Production of Melaleuca cajuputi in Narathiwat Peatswamp Forest*. Master Thesis Kasetsart University, Bangkok Thailand.
- [58]. Smathi, C. (2000), *The Distribution of Melaleuca in Narathiwat Peat-swamp*. 4p. (Unpublished; in Thai).
- [59]. Takashi Yamanoshita, Tanit Nuyim, Masaya Masumori, Takeshi

- Tange, Katsumi Kojima, Hisayoshi Yagi, Satohiko Sasaki (2001), Growth response of *Melaleuca cajuputi* to flooding in a tropical peat swamp, *Journal of Forest Research, Springer Japan*, ISSN – 1341-6979 (Print) 1610-7403, Volume 6, Number 3/August, 2001.
- [60]. Takashi Yamanoshita, Tanit Nuyim, Takeshi Tange, Katsumi Kojima, Hisayoshi Yagi, Satohiko Sasaki (2001), Biomass Production of *Melaleuca cajuputi* Forest Degraded Peat Swamp of Southern Thailand, *Silvicultural Research Report 2001*.
- [61]. William J, Mitsch – Sames G. Gosselink (1986) *Wetland*, Van Nostrand Reinhold, New York, USA.

PHẦN PHỤ LỤC

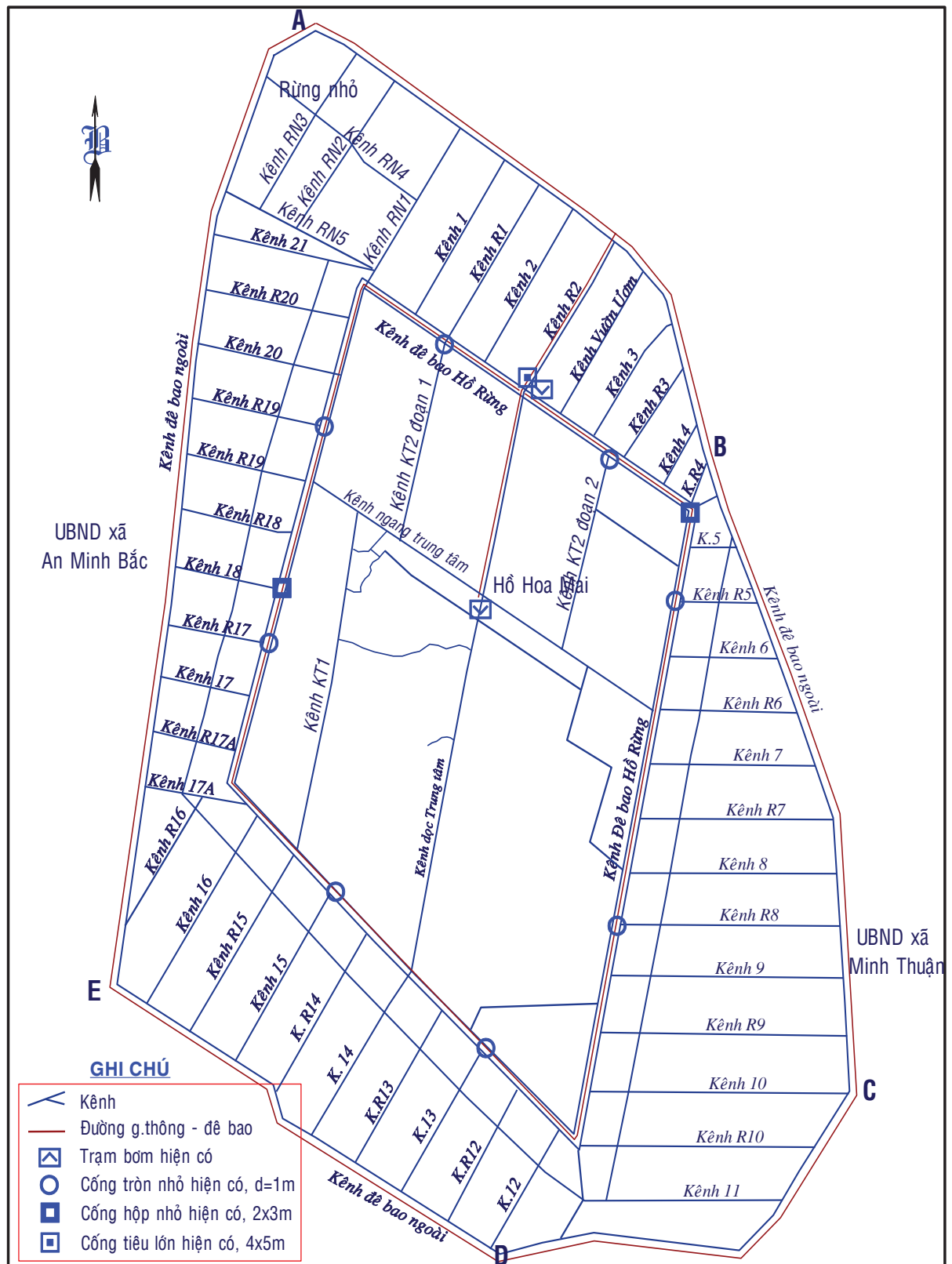
- 1. Các bảng biểu tổng hợp**
- 2. Các sơ đồ, bản đồ, hình ảnh**
- 3. Các kết quả tính toán**

Phụ lục 1: Bản đồ độ dày tầng than bùn sau cháy rừng



(Nguồn: Ban Quản lý VQG U Minh Thượng, xây dựng tháng 5/2002)

Phụ lục 2: Hệ thống công trình, kênh và bờ bao của VQG UMT năm 2012



(Nguồn: NCS xây dựng từ tài liệu của VQG U Minh Thượng)

Phụ lục 3: Tổng hợp các kênh rạch vùng lõi VQG
(Cao trình tính theo cao độ quốc gia)

STT	Tên kênh	Dài (m)	Rộng TB (m)	Z _{đáy} (m)
1	Kênh bao trong (đê dọc kênh, b=4m, Z _{đỉnh} =+2,5m)	38.000	12	-2,5
2	Kênh ngang trung tâm hay kênh 19 nối dài (đê dọc kênh, b=4m, Z _{đỉnh} =+2,5m)	7.969	20	-2,5
3	Kênh dọc trung tâm đoạn từ cầu KT2 đến hồ Hoa Mai (đê dọc kênh, b=4m, Z _{đỉnh} =+2,5m)	3.557	20	-2,5
4	Kênh dọc trung tâm đoạn từ hồ Hoa Mai đến kênh 14 (đê dọc kênh, b=4m, Z _{đỉnh} =+2,5m)	7.215	20	-2,5
5	Kênh KT2 đoạn 1 (đê dọc kênh, b=4m, Z _{đỉnh} =+2,5m)	3.720	15	-2,5
6	Kênh KT2 đoạn 2 (đê dọc kênh, b=4m, Z _{đỉnh} =+2,5m)	3.680	15	-2,5
7	Kênh KT1 (đê dọc kênh, b=4m, Z _{đỉnh} =+2,5m)	6.396	15	-2,5

(Nguồn: Ban quản lý VQG U Minh Thượng, 2010)

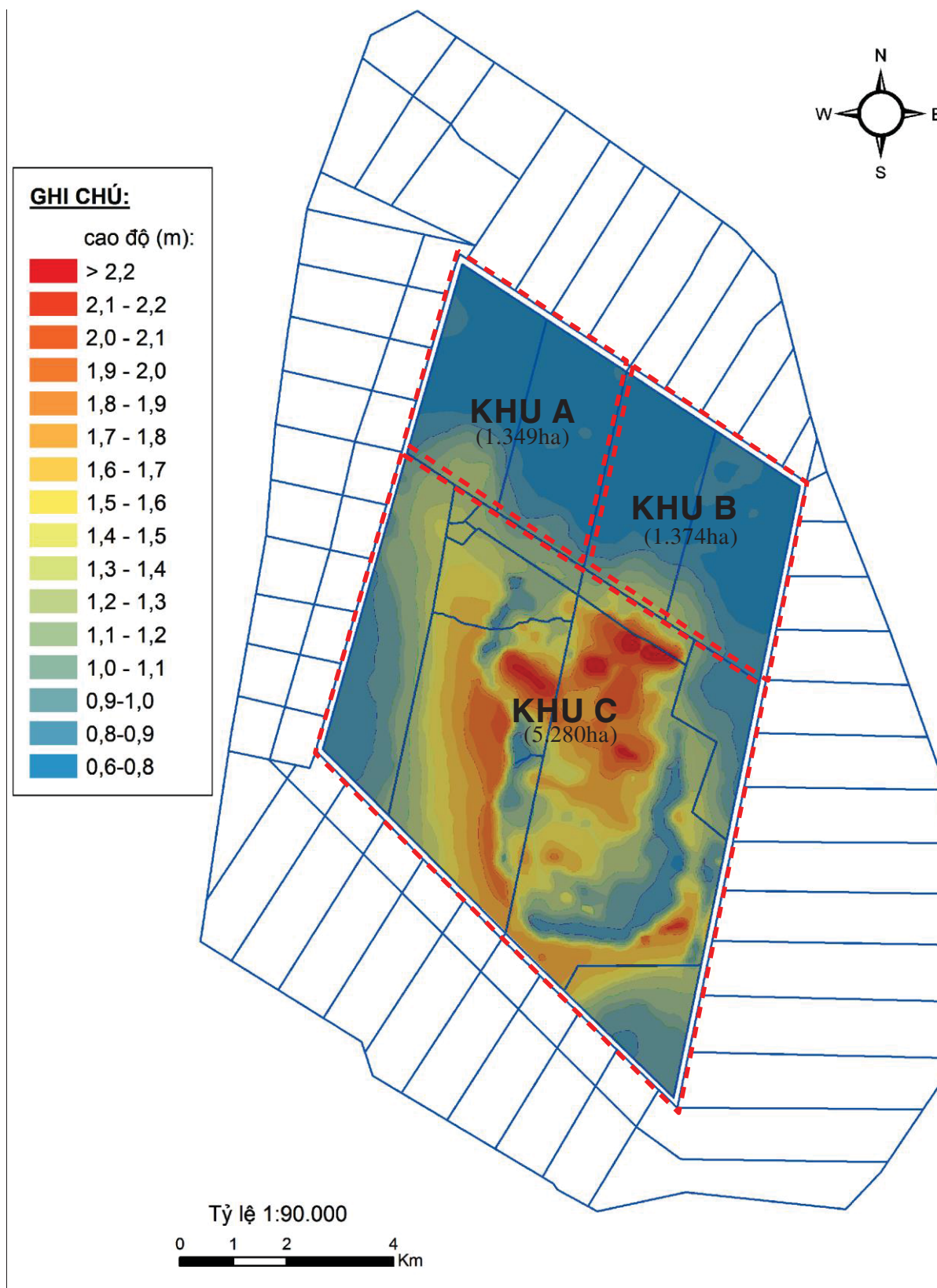
Phụ lục 4: Tổng hợp các kênh rạch trong vùng đệm và rừng nhỏ
(Cao trình tính theo cao độ quốc gia)

STT	Tên kênh	Dài (m)	Rộng TB (m)	Z _{đáy} (m)
I	Kênh ở vùng đệm			
1	Kênh 1	3.364	12	-2,5
2	Kênh R1	3.332	10	-2,5
3	Kênh 2	3.290	14	-2,5
4	Kênh R2	3.238	10	-2,5
5	Kênh vườn ươm	3.208	14	-2,5
6	Kênh 3	2.615	8	-2,5
7	Kênh R3	1.986	12	-2,5
8	Kênh 4	1.093	6	-2,5
9	Kênh R4	818	8	-2,5
10	Kênh 5	917	12	-2,5
11	Kênh R5	1.527	8	-2,5
12	Kênh 6	2.139	12	-2,5
13	Kênh R6	2.704	8	-2,5
14	Kênh 7	3.248	12	-2,5
15	Kênh R7	3.769	12	-2,5
16	Kênh 8	4.033	12	-2,5
17	Kênh R8	4.282	10	-2,5
18	Kênh 9	4.537	12	-2,5
19	Kênh R9	4.819	12	-2,5
20	Kênh 10	5.072	14	-2,5
21	Kênh R10	4.605	10	-2,5
22	Kênh 11	3.981	12	-2,5
23	Kênh 12	2.536	12	-2,5
24	Kênh R12	2.774	14	-2,5
25	Kênh 13	3.004	12	-2,5
26	Kênh R13	3.214	12	-2,5
27	Kênh 14	3.471	12	-2,5

STT	Tên kênh	Dài (m)	Rộng TB (m)	Z _{đáy} (m)
28	Kênh R14	3.399	10	-2,5
29	Kênh 15	3.543	10	-2,5
30	Kênh R15	3.775	6	-2,5
31	Kênh 16	4.010	10	-2,5
32	Kênh R16	3.019	10	-2,5
33	Kênh 17A	1.916	10	-2,5
34	Kênh R17A	1.695	10	-2,5
35	Kênh 17	1.800	10	-2,5
36	Kênh R17	1.900	8	-2,5
37	Kênh 18	2.031	10	-2,5
38	Kênh R18	2.233	8	-2,5
39	Kênh 19	2.416	10	-2,5
40	Kênh R19	2.586	8	-2,5
41	Kênh 20	2.700	12	-2,5
42	Kênh R20	2.840	8	-2,5
43	Kênh 21	3.090	12	-2,5
II	Kênh ở rừng nhỏ			
44	Kênh 1	3.355	8	-2,5
45	Kênh 2	3.334	8	-2,5
46	Kênh 3	3.407	8	-2,5
47	Kênh 4	3.674	8	-2,5
48	Kênh 5	3.216	8	-2,5
III	Kênh đê bao ngoài			
49	Kênh đê bao ngoài (đoạn A-B)	11.531	10	-2,5
50	Kênh đê bao ngoài (đoạn B-C)	12.051	10	-2,5
51	Kênh đê bao ngoài (đoạn C-D)	8.246	10	-2,5
52	Kênh đê bao ngoài (đoạn D-E)	9.135	10	-2,5
53	Kênh đê bao ngoài (đoạn E-A)	18.334	10	-2,5

(Nguồn: Ban quản lý VQG U Minh Thượng, 2010)

Phụ lục 5: Ba khu quản lý nước từ năm 2010-2016 ở VQG UMT

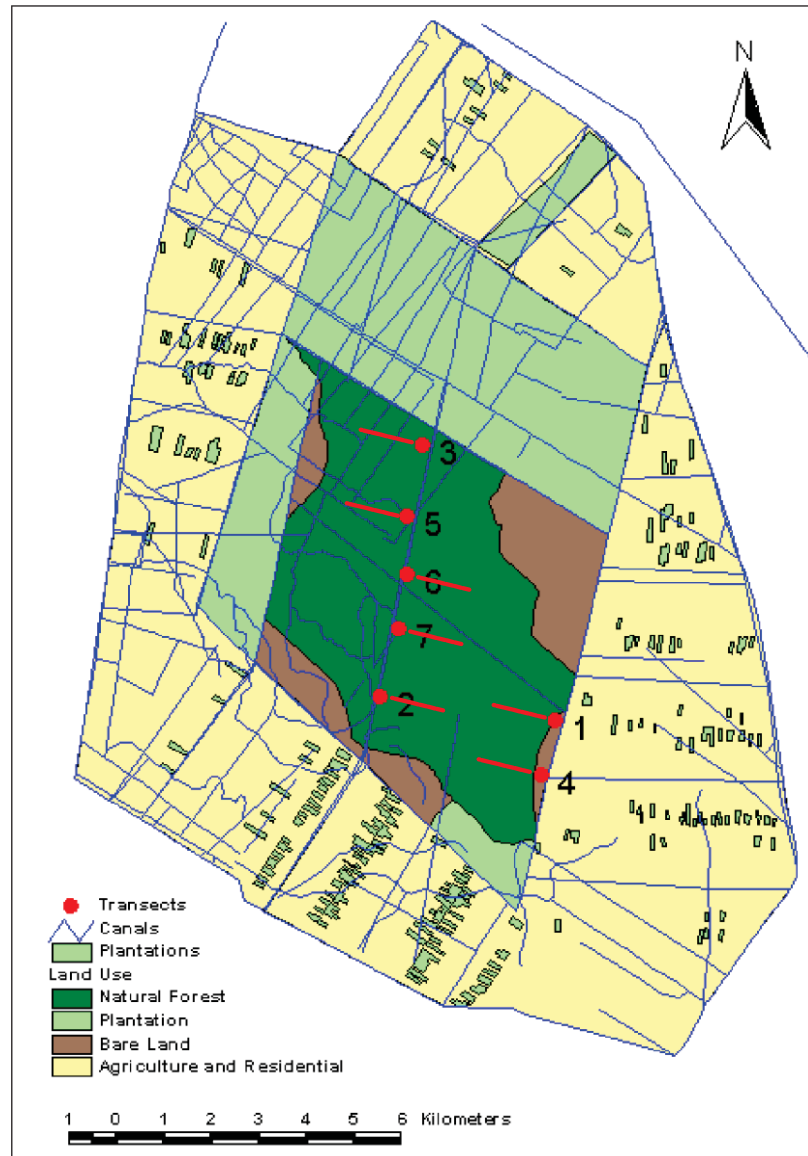


Phụ lục 6: Phân bố diện tích theo cao độ ở các khu của VQG (2010-2016)
(Cao trình tính theo cao độ quốc gia)

STT	Lớp cao độ (m)	Khu A			Khu B			Khu C			Tổng DT (ha)
		DT (ha)	%	Z _{tb} (m)	DT (ha)	%	Z _{tb} (m)	DT (ha)	%	Z _{tb} (m)	
1	0,6-0,8	880	65,2	0,83	826	60,1	0,83	12	0,2	1,22	1.718
2	0,8-0,9	164	12,2		224	16,3		620	11,7		1.008
3	0,9-1,0	148	11,0		160	11,6		786	14,9		1.094
4	1,0-1,1	64	4,7		55	4,0		412	7,8		531
5	1,1-1,2	88	6,5		48	3,5		724	13,7		860
6	1,2-1,3	4	0,3		38	2,8		408	7,7		450
7	1,3-1,4	1	0,1		23	1,7		670	12,7		694
8	1,4-1,5	0	0,0		0	0,0		731	13,8		731
9	1,5-1,6	0	0,0		0	0,0		372	7,0		372
10	1,6-1,7	0	0,0		0	0,0		167	3,2		167
11	1,7-1,8	0	0,0		0	0,0		122	2,3		122
12	1,8-1,9	0	0,0		0	0,0		109	2,1		109
13	1,9-2,0	0	0,0		0	0,0		59	1,1		59
14	2,0-2,1	0	0,0		0	0,0		38	0,7		38
15	2,1-2,2	0	0,0		0	0,0		33	0,6		33
16	> 2,2	0	0,0		0	0,0		17	0,3		17
	<i>Tổng</i>	1.349	17		1.374	17		5.280	66		8.003

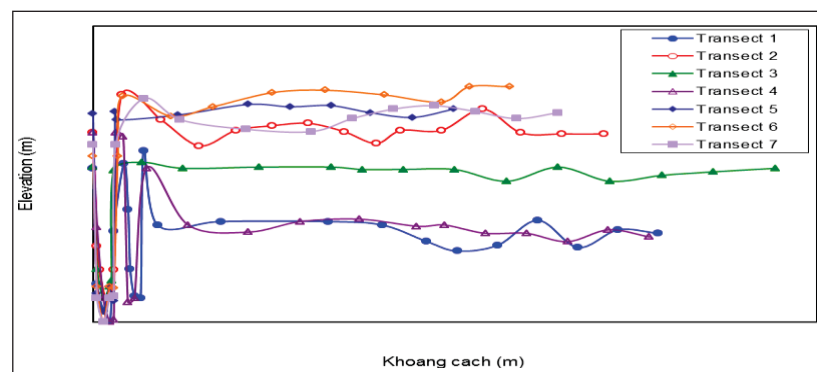
(Nguồn: Đo đạc từ bản đồ của VQG U Minh Thượng, XD năm 2010)

Phụ lục 7: Vị trí thước đo, tuyến đo nước trong VQG từ tháng 5/1999÷5/2000



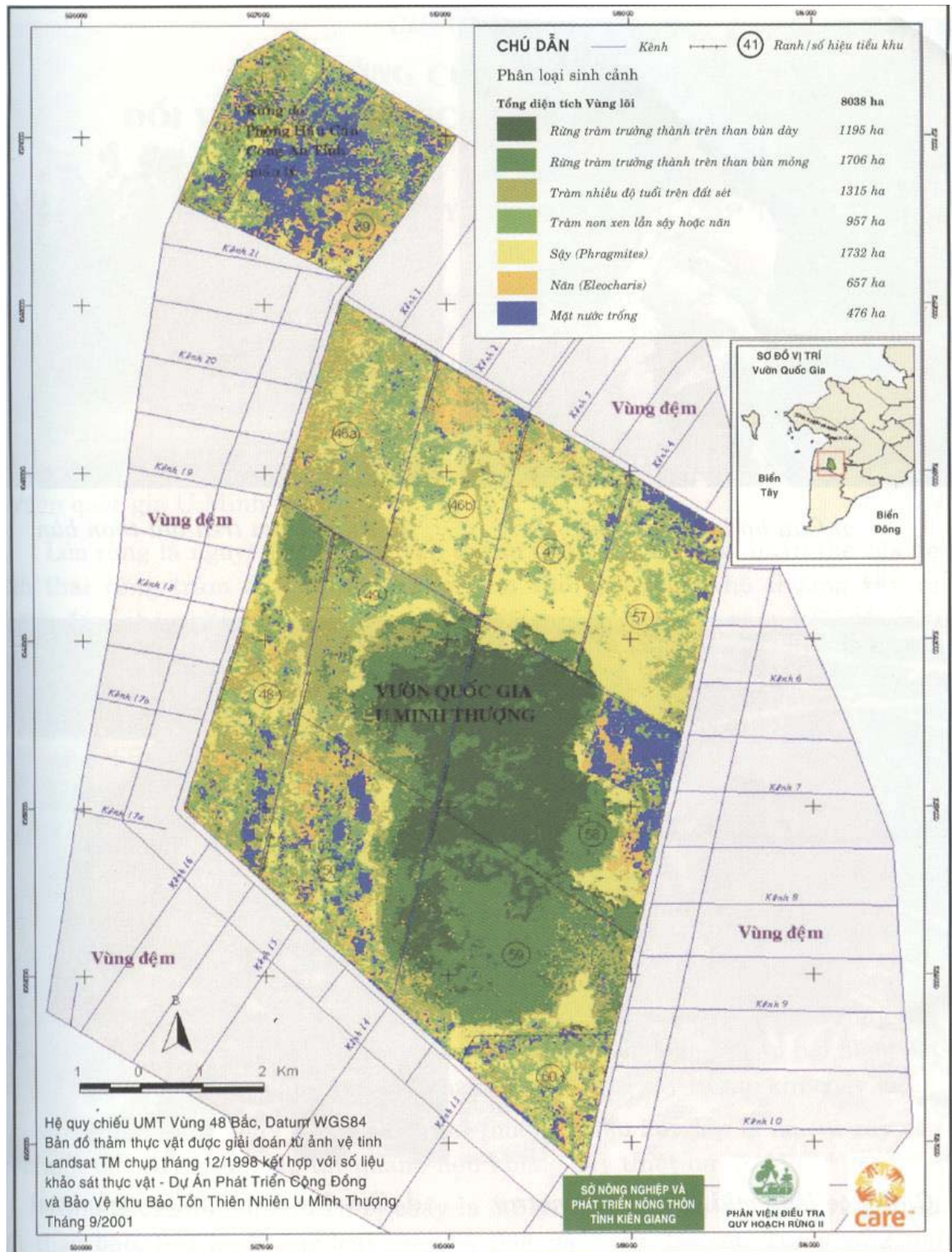
(Nguồn: Tổ chức CARE và VQG U Minh Thượng)

Phụ lục 8: Mặt cắt địa hình của các tuyến đo thủy văn



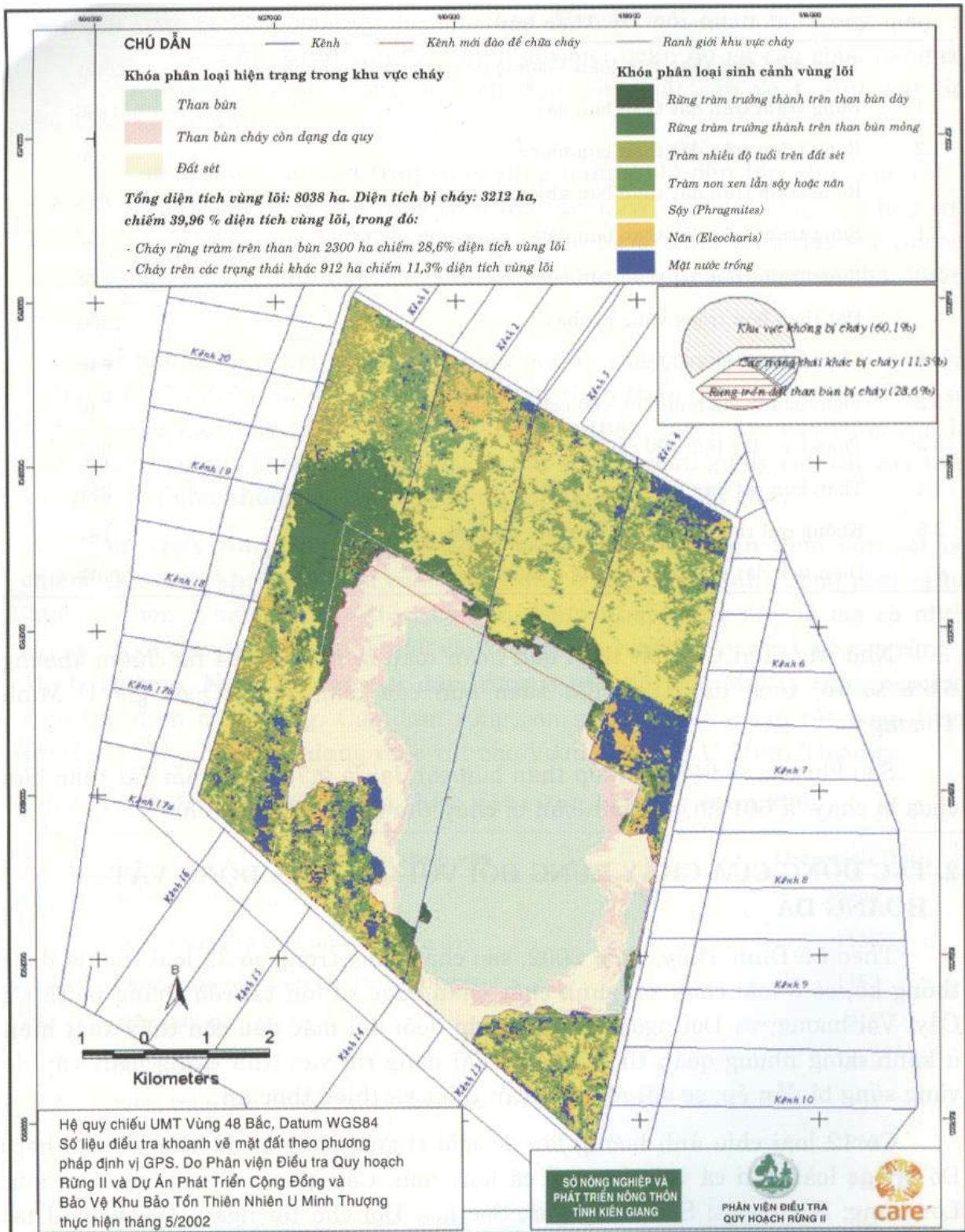
(Nguồn: Tổ chức CARE và VQG U Minh Thượng)

Phụ lục 9: Bản đồ hiện trạng rừng vùng lõi VQG UMT trước khi cháy rừng



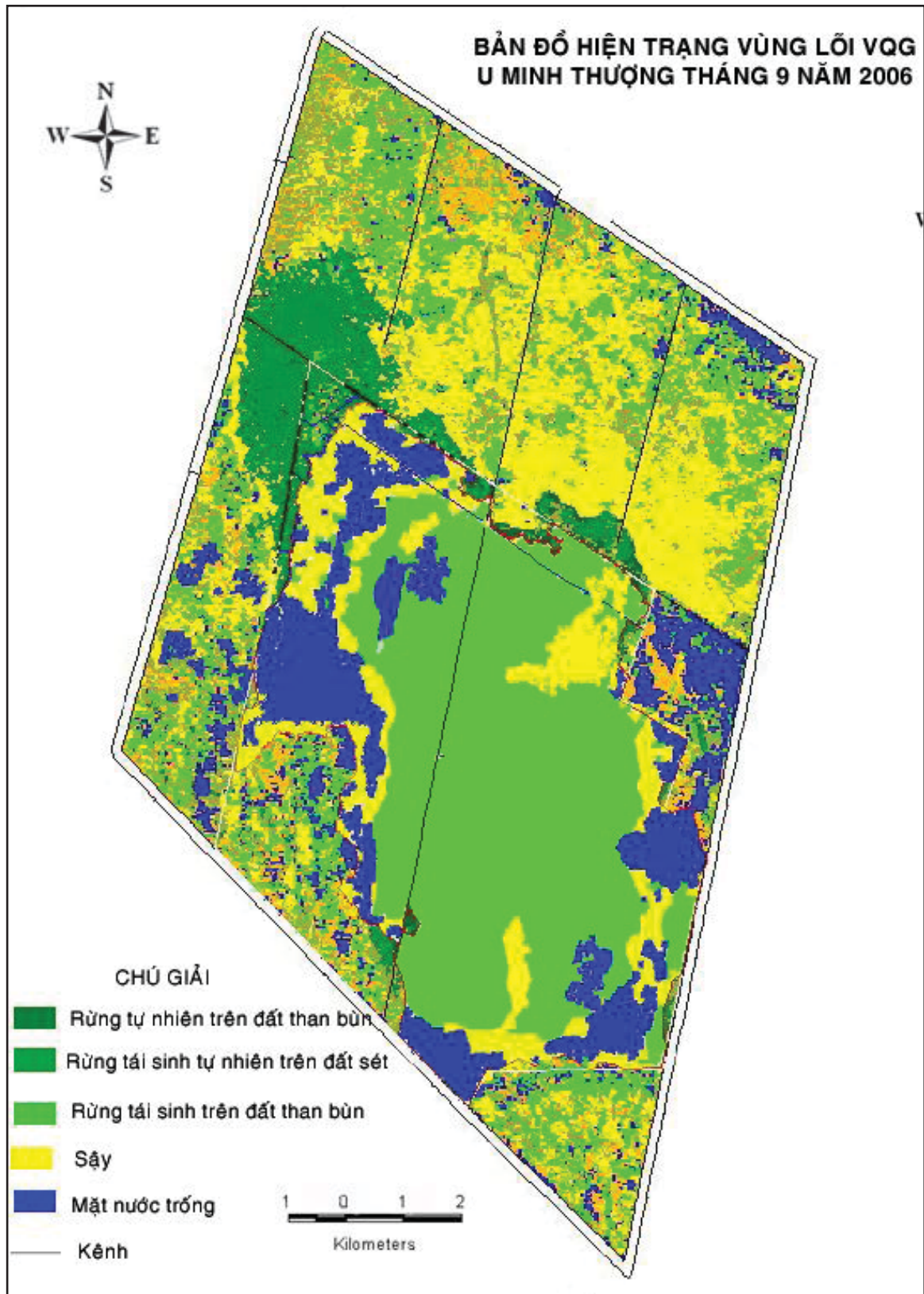
(Nguồn: Ban Quản lý VQG U Minh Thượng, tổ chức CARE tháng 9/2001)

Phụ lục 10: Bản đồ hiện trạng rừng vùng lõi VQG U Minh Thượng sau cháy rừng, tháng 5/2002



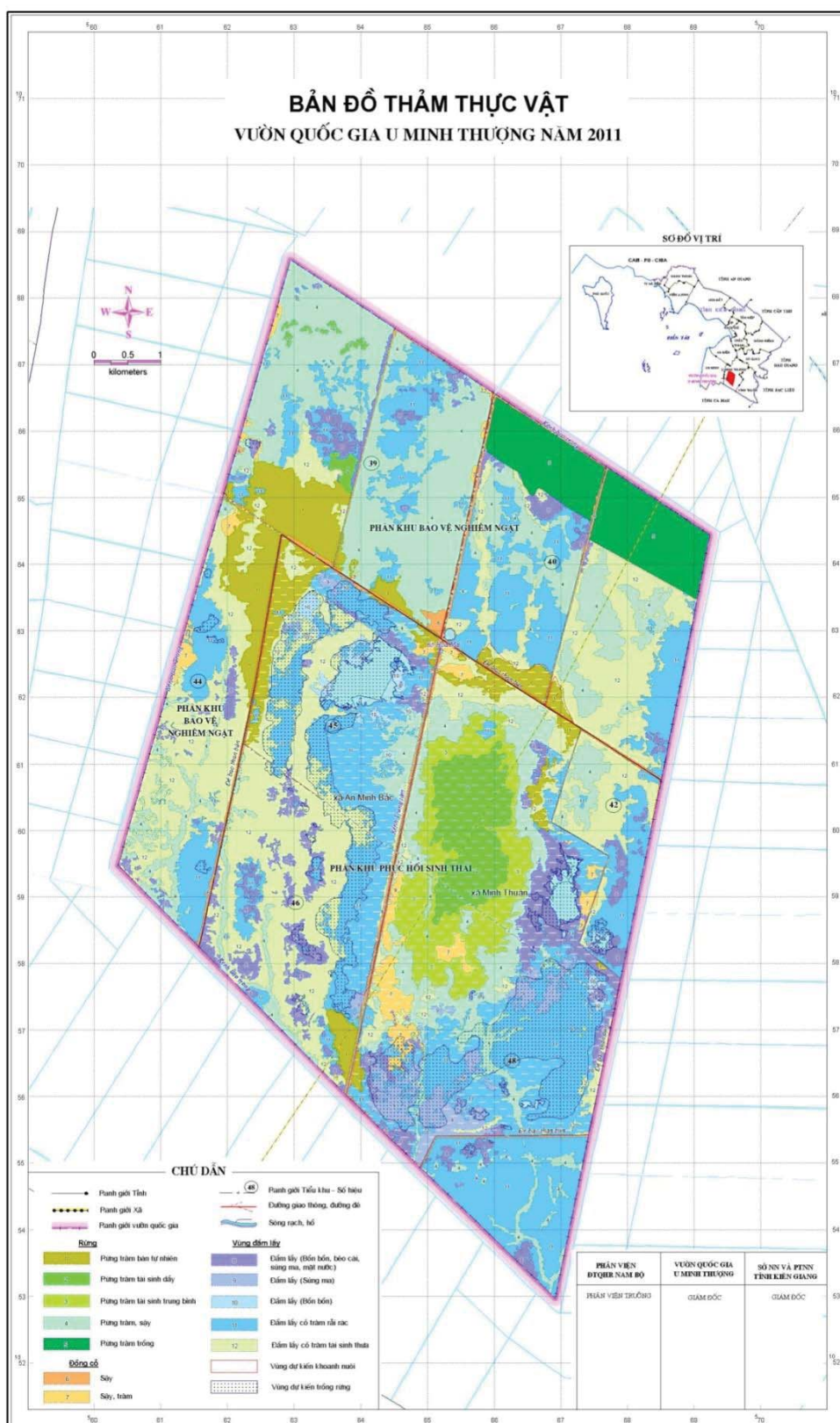
(Nguồn: Ban Quản lý VQG U Minh Thượng, tổ chức CARE tháng 5/2002 - sau cháy rừng)

Phụ lục 11: Bản đồ hiện trạng rừng vùng lõi VQG UMT năm 2006



(Nguồn: Ban Quản lý VQG U Minh Thượng)

Phụ lục 12: Bản đồ thảm thực vật vùng lõi VQG UMT năm 2011



(Nguồn: Ban Quản lý VQG U Minh Thượng)

Phụ lục 13: Kết quả số đọc mực nước trong VQG từ 5/1999÷5/2000

(Mực nước tính theo cao độ quốc gia, vị trí theo hình Phụ lục 7)

Thời gian đo	15/5/99	15/6/99	15/7/99	15/8/99	15/9/99	15/10/99	15/11/99
MN vị trí số 1 (cm)	150	148	148	137	144	142	150
MN vị trí số 3 (cm)	150	154	150	137	151	138	150
Thời gian đo	15/12/99	15/1/00	15/2/00	15/3/00	15/4/00	15/5/00	TB
MN vị trí số 1 (cm)	125	103	91	91	110	113	127
MN vị trí số 3 (cm)	134	114	87	93	122	133	132

(Nguồn: Tổ chức CARE và VQG U Minh Thượng)

Phụ lục 14: Mực nước trong vùng lõi VQG từ năm 2003-2009

(Mực nước tính theo cao độ quốc gia, đơn vị: cm)

Tháng	Năm							Trung bình
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
Tháng 1	85	136	143	141	150	134	131	131
Tháng 2	79	126	136	131	145	126	125	124
Tháng 3	67	116	123	118	138	120	117	114
Tháng 4	58	106	116	112	131	111	112	107
Tháng 5	65	100	107	107	130	107	106	103
Tháng 6	79	110	123	121	141	114	115	115
Tháng 7	85	114	100	101	124	103	102	104
Tháng 8	88	112	96	100	109	109	100	102
Tháng 9	93	118	102	103	105	113	98	104
Tháng 10	121	130	123	124	117	125	118	123
Tháng 11	141	142	143	151	134	131	122	137
Tháng 12	140	150	147	155	136	134	121	140
TB năm	92	121	122	122	130	119	114	117
Chênh lệch MN th. 12 với th. 4 năm sau	35	25	31	20	23	19		25
Chênh lệch MN Max và Min	83	50	51	55	45	31	33	38

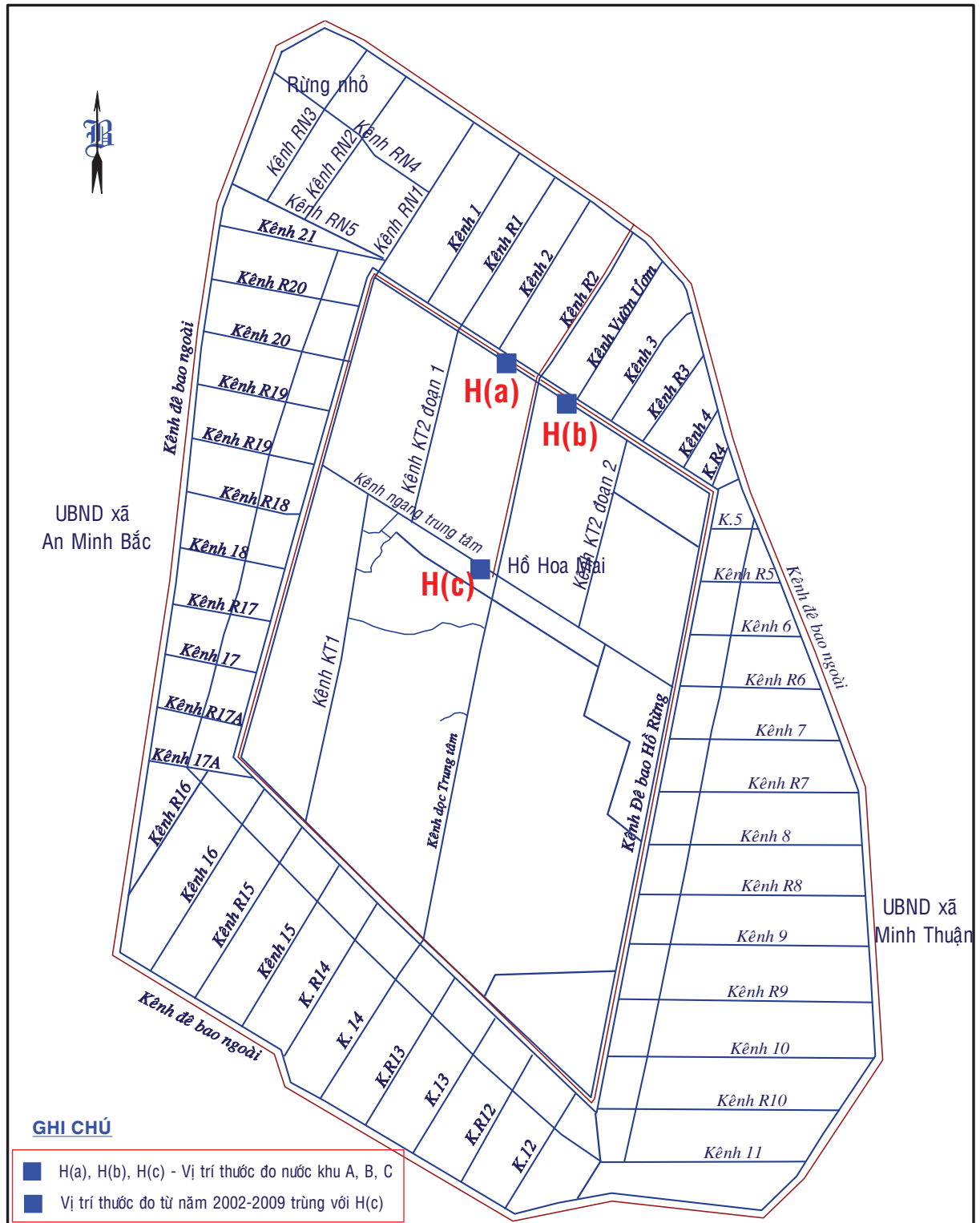
(Nguồn: VQG U Minh Thượng)

Phụ lục 15: Kết quả số đọc mực nước trong VQG từ 2010-2014
(Mực nước tính theo cao độ quốc gia, vị trí đo đạc theo hình Phụ lục 7)

Tháng	Mực nước Khu A, B (cm)						Mực nước Khu C (cm)						Chênh lệch TB
	2010	2011	2012	2013	2014	TB	2010	2011	2012	2013	2014	TB	
Tháng 1	83	102	99	101	104	98	122	151	148	150	154	145	47
Tháng 2	77	93	92	93	92	89	116	142	141	142	142	136	47
Tháng 3	70	86	88	83	81	82	109	135	137	132	135	130	48
Tháng 4	66	79	75	76	60	71	105	131	134	125	127	124	53
Tháng 5	54	71	67	70	53	63	97	120	126	119	121	117	54
Tháng 6	60	86	87	86	72	78	102	133	136	135	137	129	50
Tháng 7	88	93	97	105	92	95	127	132	136	144	146	137	42
Tháng 8	92	97	99	99		96	131	136	138	138		135	39
Tháng 9	95	102	118	110		106	134	141	157	149		145	39
Tháng 10	102	105	108	114		107	141	144	147	153		146	39
Tháng 11	110	108	104	116		109	149	147	143	155		148	39
Tháng 12	113	112	110	110		111	152	151	148	152		151	40
TB năm	84	94	95	97	79	92	124	139	141	141	137	137	45
Chênh lệch MN th. 12 với th. 4 năm sau	33	37	35	49		40	20	16	24	25		26	
Chênh lệch MN Max và Min	58	40	51	46	50	48	54	30	31	36	33	34	15

(Nguồn: VQG U Minh Thượng)

Phụ lục 16: Vị trí thước đo mực nước trong VQG từ năm 2002-2015



(Nguồn: Ban quản lý VQG U Minh Thượng)

Phụ lục 17: Tọa độ các ô tiêu chuẩn khảo sát đo đặc lâm sinh rừng
(Thể hiện trên Hình 2.7 Vị trí các ô tiêu chuẩn khảo sát đo đặc lâm sinh rừng)

STT	Tên ô tiêu chuẩn	Mức độ ngập nước (cm)	Tọa độ địa lý (điểm giữa của ô tiêu chuẩn)
1	OTC 1	0÷30 cm	9°34'51.20"N và 105° 5'25.30"E
2	OTC 2	0÷30 cm	9°35'33.74"N và 105° 5'22.32"E
3	OTC 3	0÷30 cm	9°35'46.78"N và 105° 5'41.09"E
4	OTC 4	0÷30 cm	9°36'7.55"N và 105° 5'57.73"E
5	OTC 5	0÷30 cm	9°34'52.16"N và 105° 6'29.09"E
6	OTC 6	30÷60 cm	9°35'0.82"N và 105° 5'28.37"E
7	OTC 7	30÷60 cm	9°35'28.20"N và 105° 5'21.84"E
8	OTC 8	30÷60 cm	9°35'41.28"N và 105° 5'38.59"E
9	OTC 9	30÷60 cm	9°36'6.67"N và 105° 6'17.01"E
10	OTC 10	30÷60 cm	9°35'8.23"N và 105° 6'25.77"E
11	OTC 11	>60 cm	9°34'42.24"N và 105° 5'23.89"E
12	OTC 12	>60 cm	9°35'24.18"N và 105° 5'21.52"E
13	OTC 13	>60 cm	9°35'52.92"N và 105° 5'44.70"E
14	OTC 14	>60 cm	9°36'11.46"N và 105° 6'24.17"E
15	OTC 15	>60 cm	9°35'3.32"N và 105° 6'28.26"E

Phụ lục 18: Phân bố diện tích theo cao độ vùng lõi ở VQG theo quy hoạch

STT	Lớp cao độ (m)	Khu A		Khu B		Khu C		Khu D		Khu E		Khu F		Tổng DT (ha)
		DT (ha)	%	DT (ha)	%	DT (ha)	%	DT (ha)	%	DT (ha)	%	DT (ha)	%	
1	0,6-0,8	880	65	826	60	0	0	4	0	8	0	0	0	1.718
2	0,8-0,9	164	12	224	16	211	31	130	6	133	8	189	24	1.025
3	0,9-1,0	148	11	160	12	106	16	145	7	135	8	198	26	1.077
4	1,0-1,1	64	5	55	4	95	14	123	6	152	9	76	10	638
5	1,1-1,2	88	7	48	3	73	11	134	6	168	10	170	22	753
6	1,2-1,3	4	0	38	3	72	11	188	9	116	7	86	11	450
7	1,3-1,4	1	0	23	2	51	8	203	10	404	23	45	6	694
8	1,4-1,5	0	0	0	0	18	3	199	10	411	24	11	1	655
9	1,5-1,6	0	0	0	0	29	4	201	10	169	10	0	0	448
10	1,6-1,7	0	0	0	0	12	2	130	6	16	1	0	0	167
11	1,7-1,8	0	0	0	0	5	1	190	9	9	1	0	0	122
12	1,8-1,9	0	0	0	0	0	0	127	6	8	0	0	0	89
13	1,9-2,0	0	0	0	0	0	0	147	7	4	0	0	0	79
14	2,0-2,1	0	0	0	0	0	0	85	4	3	0	0	0	38
15	2,1-2,2	0	0	0	0	0	0	70	3	2	0	0	0	33
16	> 2,2	0	0	0	0	0	0	17	1	2	0	0	0	17
	Tổng	1.349	17	1.374	17	672	8	2.093	26	1.740	22	775	10	8.003

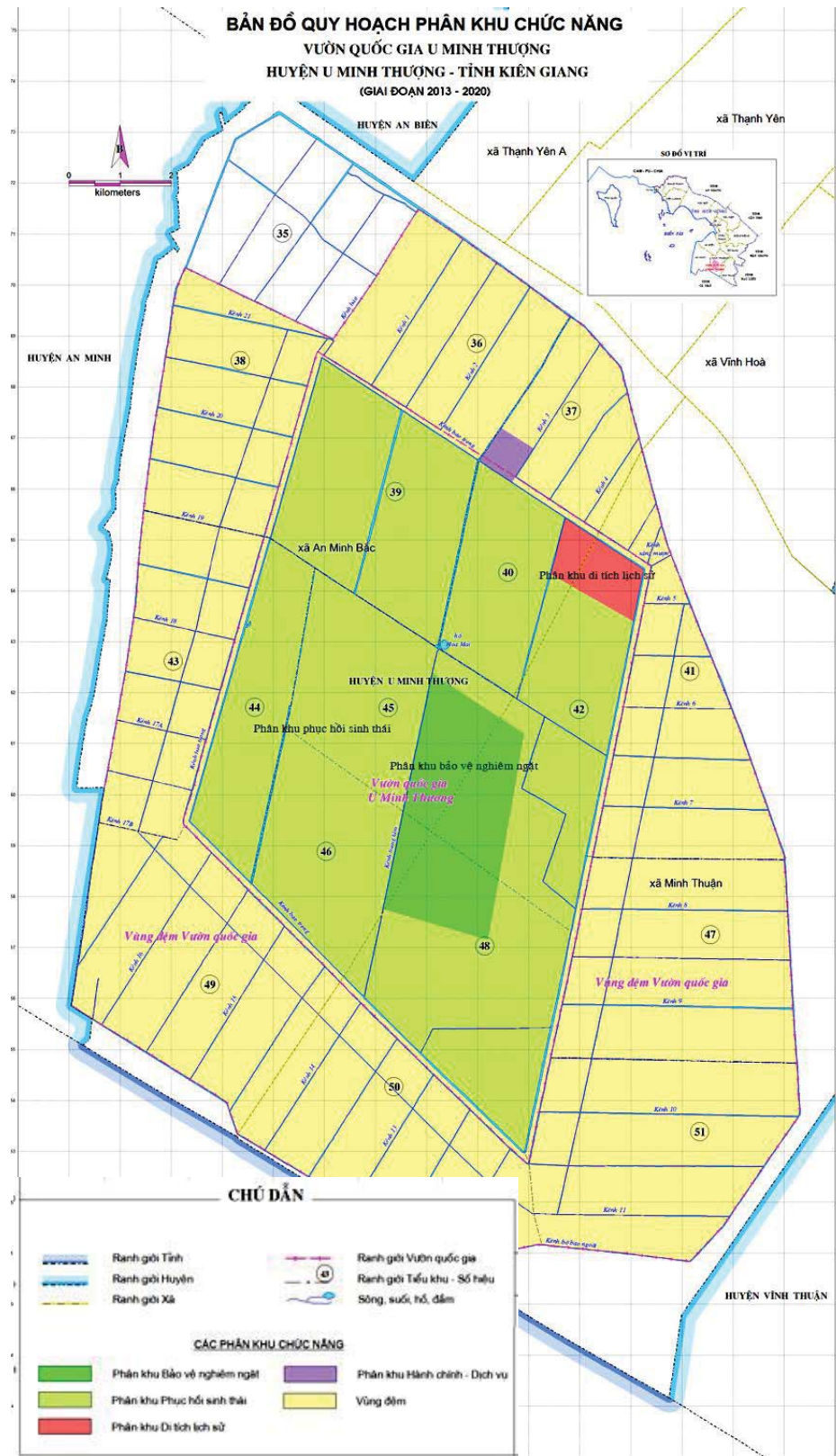
(Nguồn: Tính toán diện tích từ bản đồ của VQG U Minh Thượng năm 2010, được NCS xây dựng lại)

Phụ lục 19: Kết quả tính toán lượng mưa tháng trạm Rạch Giá ứng với các tần suất mưa thiết kế (mm)

(Tính toán theo liệt chuỗi số liệu mưa ngày trạm Rạch Giá trong 31 năm, từ năm 1985-2015)

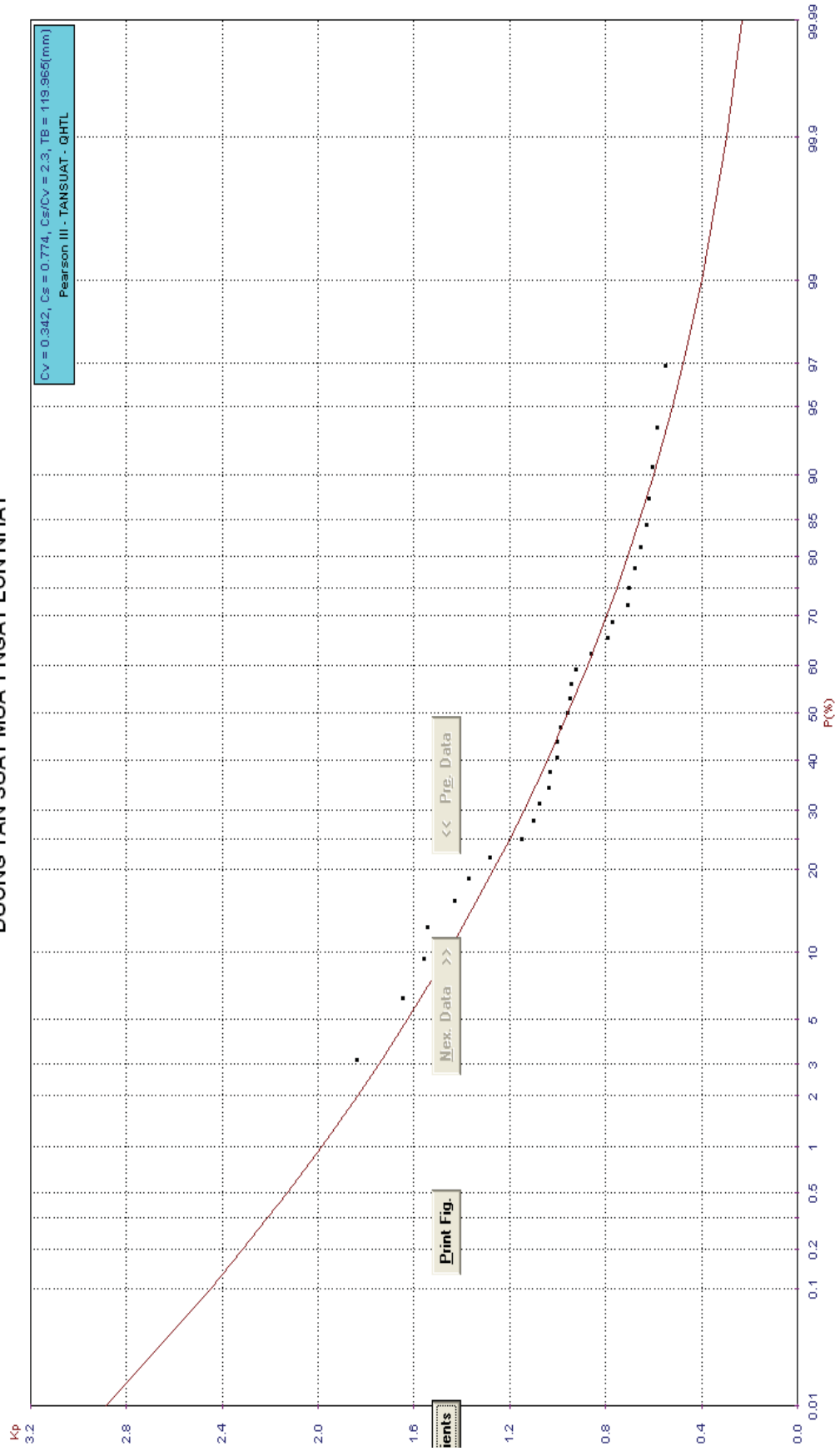
STT	Tần suất P (%)	Tháng I	Tháng II	Tháng III	Tháng IV	Tháng V	Tháng VI	Tháng VII	Tháng VIII	Tháng IX	Tháng X	Tháng XI	Tháng XII	Năm
1	0,5%	86	144	312	456	491	568	934	619	680	656	526	231	3.278
2	1%	73	117	258	391	463	537	853	584	636	610	484	201	3.154
3	2%	60	92	207	328	433	504	771	546	590	562	441	172	3.023
4	3%	53	79	178	292	414	484	721	523	562	533	415	154	2.942
5	5%	44	62	144	247	389	457	657	492	525	496	381	133	2.833
6	10%	33	41	100	187	352	416	566	447	470	441	332	104	2.672
7	20%	21	23	60	128	309	369	467	395	408	381	277	75	2.485
8	25%	18	18	48	110	293	352	433	376	386	359	258	65	2.417
9	30%	15	15	39	95	279	337	404	359	366	341	241	58	2.357
10	40%	11	9	26	71	255	311	354	329	333	309	212	45	2.251
11	50%	8	6	17	53	232	287	312	303	303	281	187	35	2.155
12	60%	5	3	10	38	211	264	273	278	275	255	163	27	2.062
13	70%	3	2	5	26	189	240	235	252	245	229	139	20	1.967
14	75%	3	1	4	20	177	227	216	237	230	215	127	16	1.915
15	80%	2	1	2	15	164	213	195	222	213	200	114	13	1.859
16	85%	1	1	2	10	149	20	173	205	195	184	99	10	1.794
17	90%	1	1	1	6	130	177	148	184	172	165	82	6	1.716
18	95%	0	1	1	2	104	150	115	154	141	139	59	3	1.605

Phụ lục 20: Quy hoạch các phân khu chức năng ở VQG U Minh Thượng

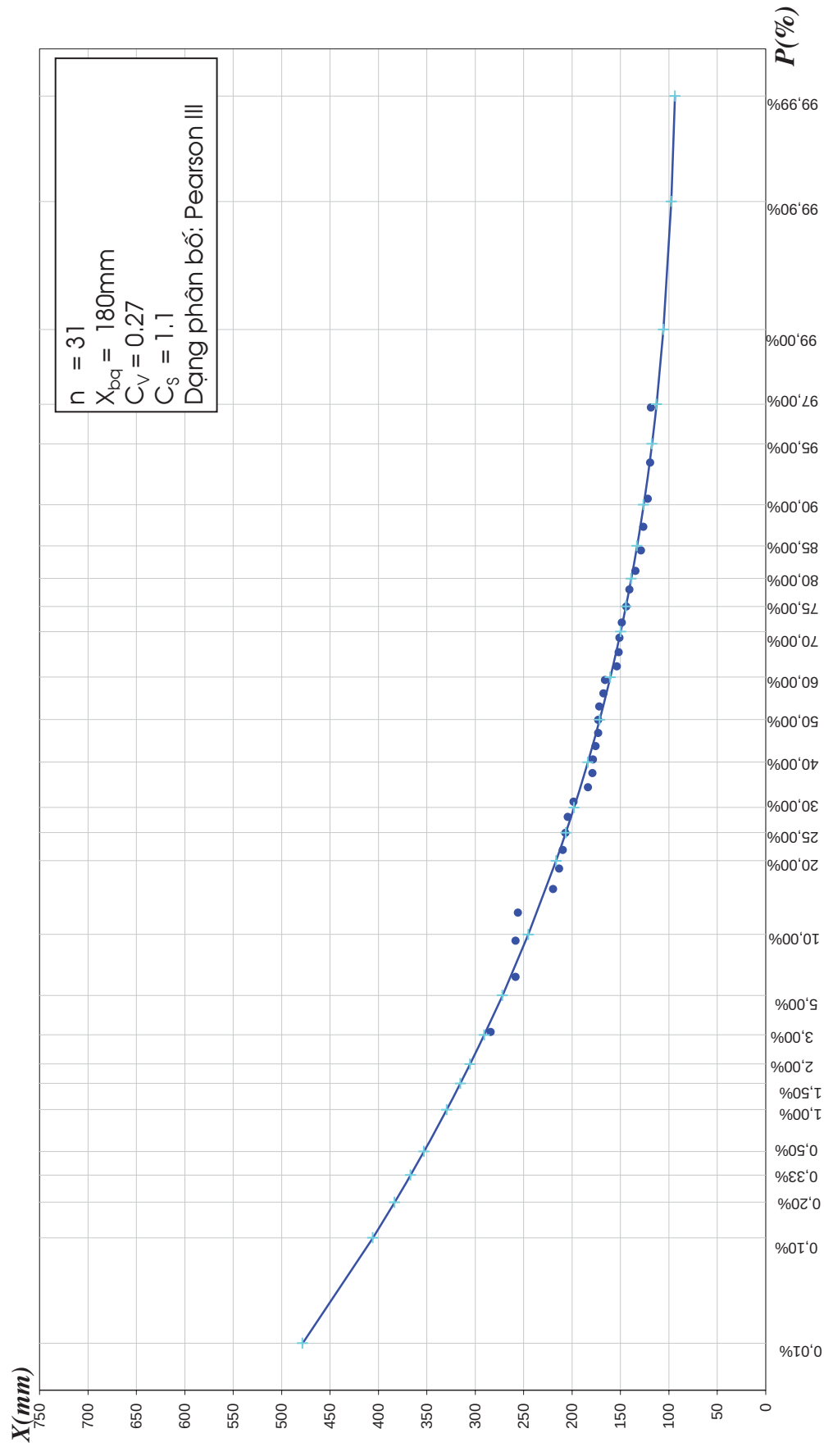


(Nguồn: Ban Quản lý VQG U Minh Thượng, 2012)

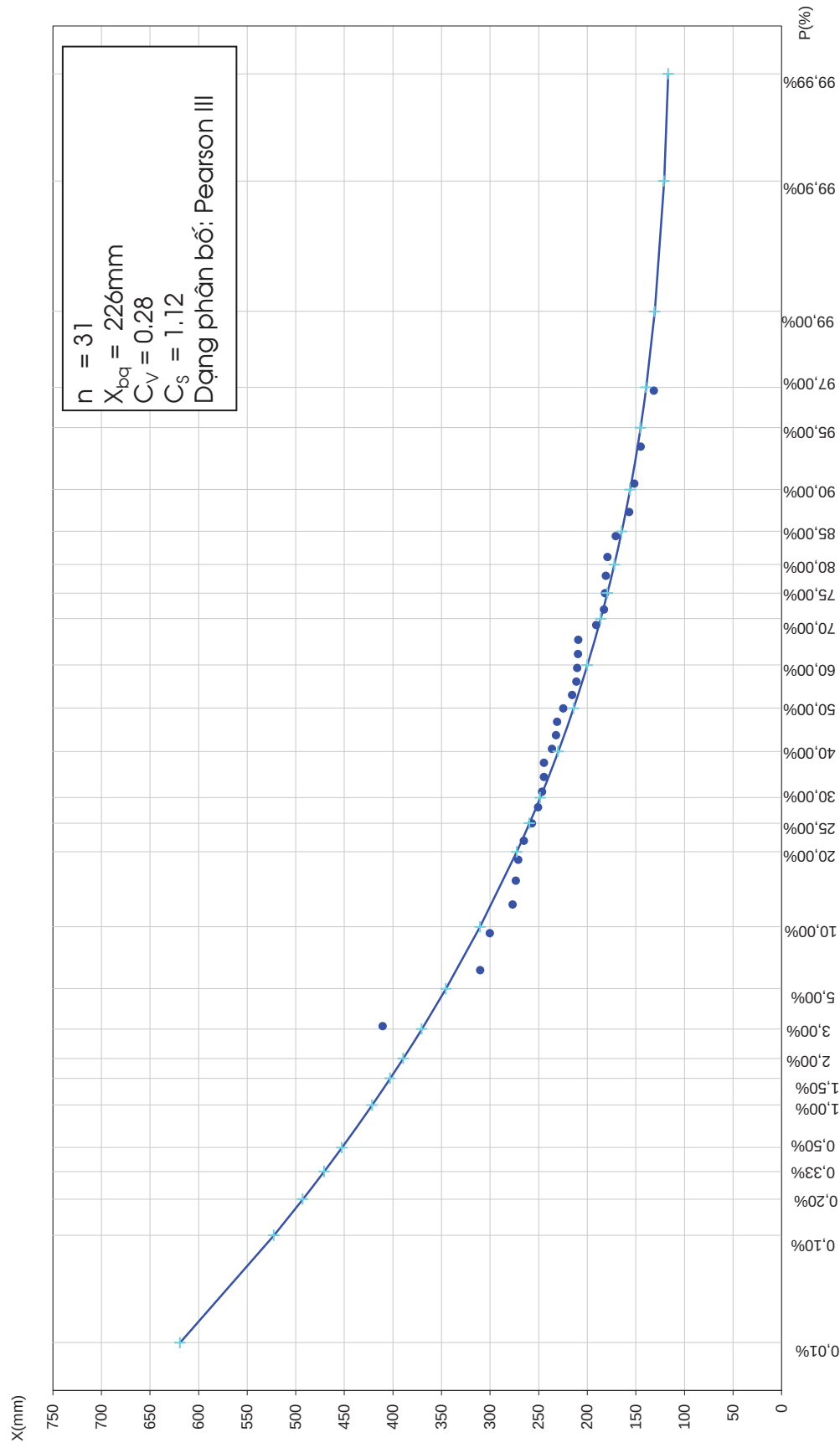
Phụ lục 21: Đường tần suất lượng mưa 1 ngày lớn nhất trạm Rạch Giá
 TRẠM: RẠCH GIÁ
 ĐƯỜNG TẦN SUẤT MƯA 1 NGÀY LỚN NHẤT



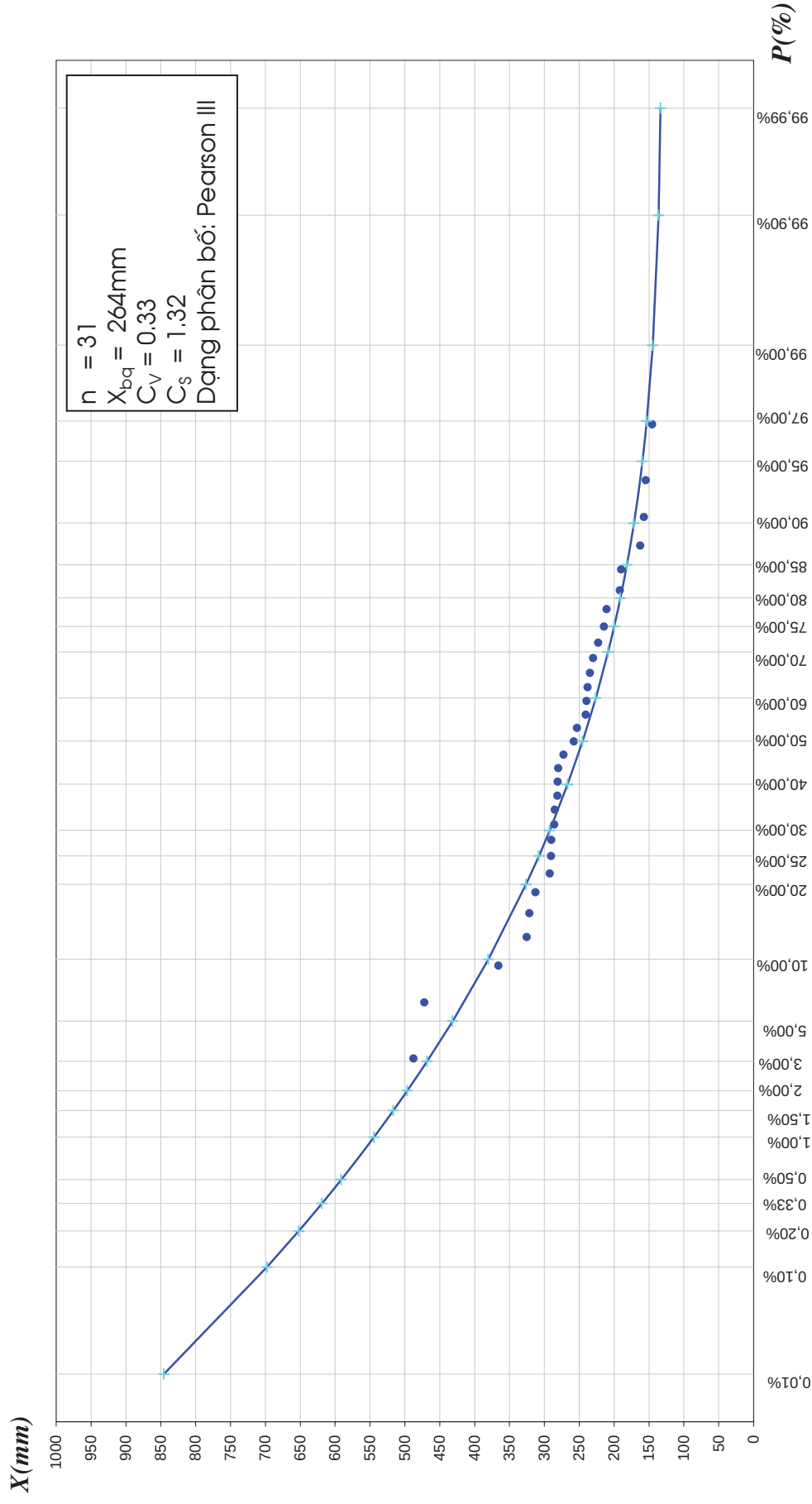
Phụ lục 22: Đường tần suất lượng mưa 3 ngày lớn nhất trạm Rạch Giá



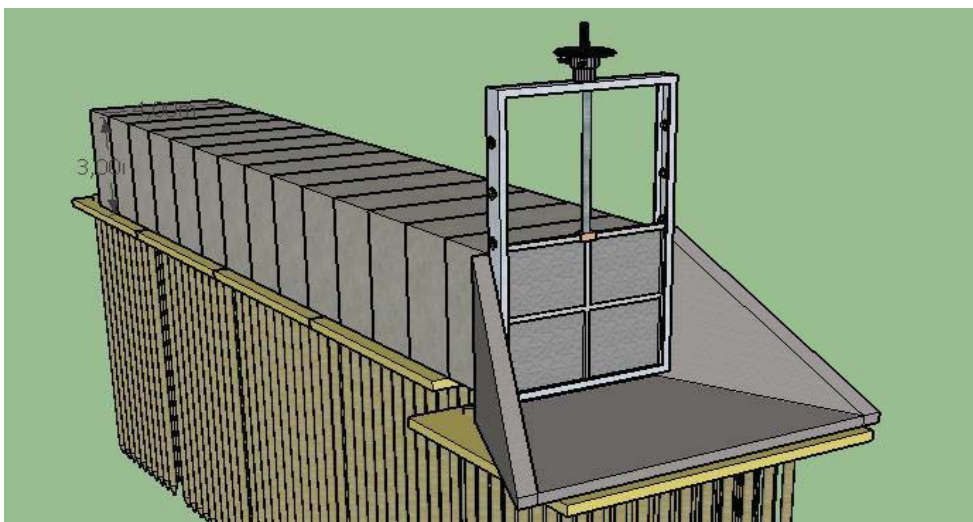
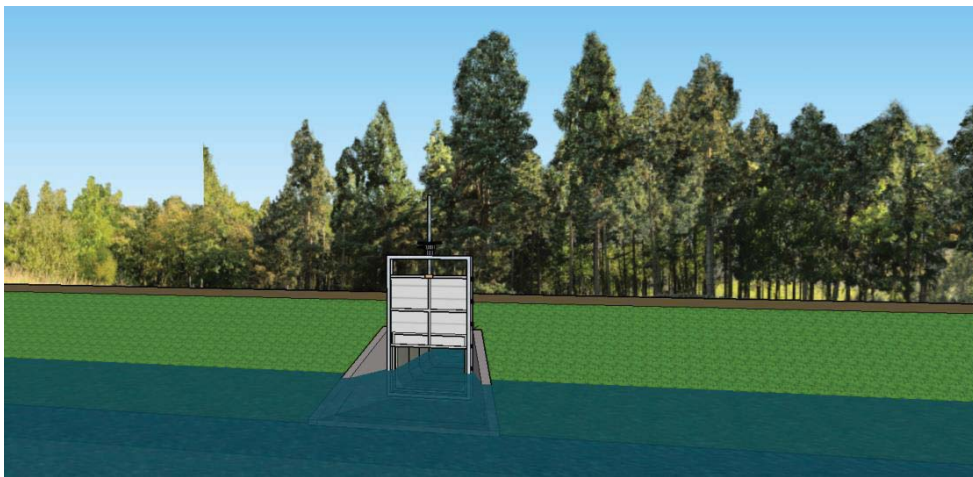
Phụ lục 23: Đường tần suất lượng mưa 5 ngày lớn nhất trạm Rạch Giá



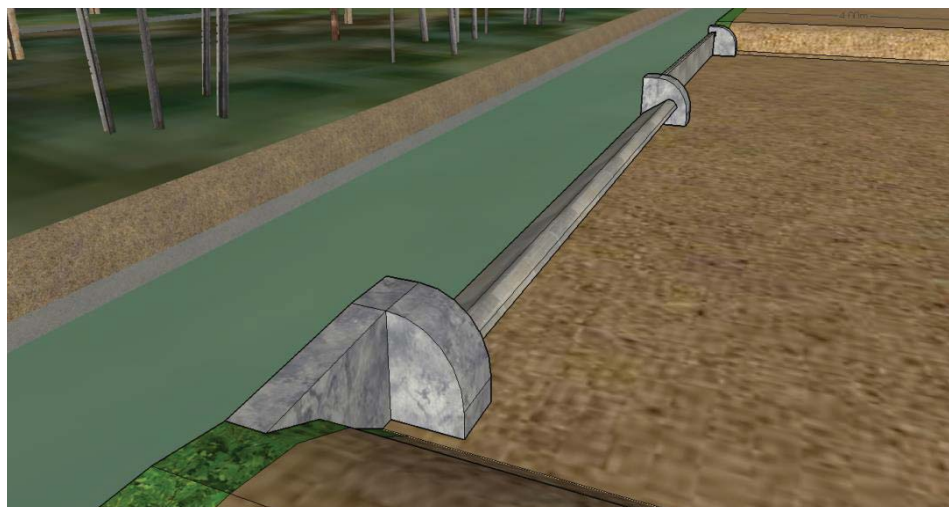
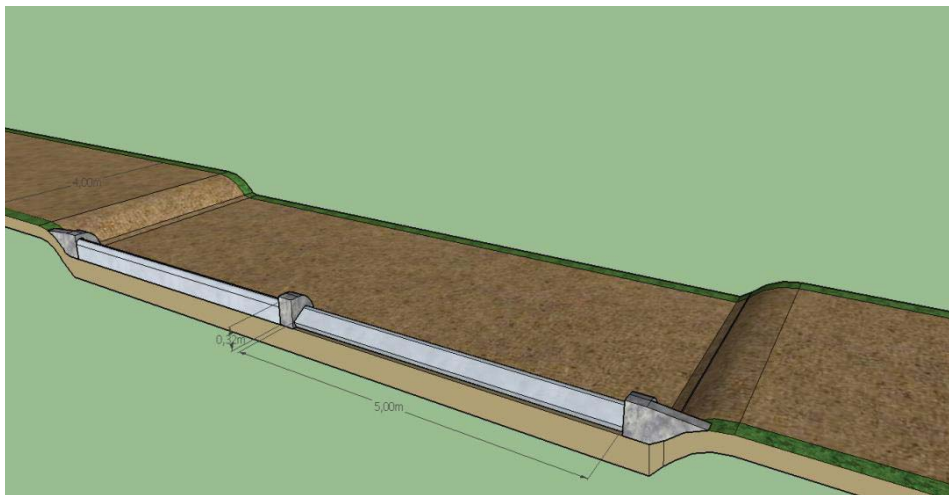
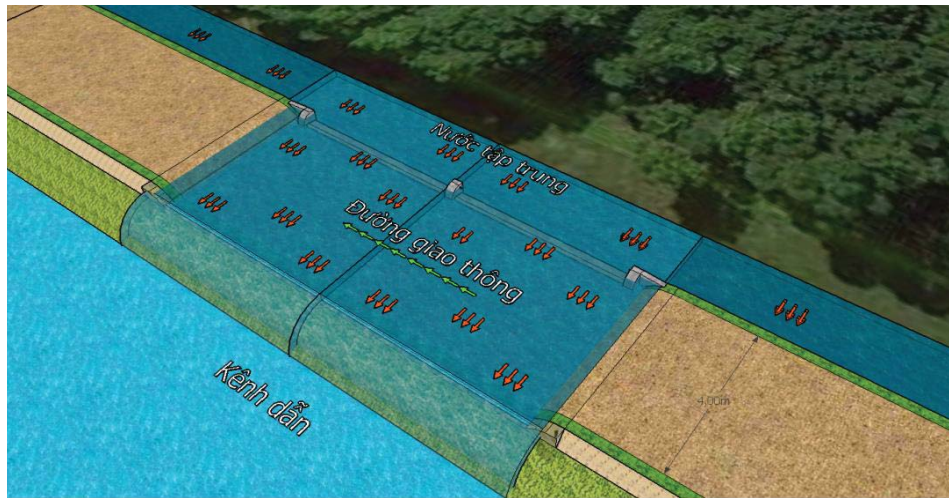
Phụ lục 24: Đường tần suất lượng mưa 7 ngày lớn nhất trạm Rạch Giá



Phụ lục 25: Mô phỏng 3D công trình công tiêu, công lấy nước



Phụ lục 26: Mô phỏng 3D công trình đập tràn



Phụ lục 27: Điều tra đặc trưng lâm sinh rừng tràm tái sinh ở VQG UMT



Phụ lục 28: Bảng tổng hợp lượng mưa trung bình ngày tháng 8, 9, 10 trạm
Rạch Giá (chuỗi 31 năm, từ năm 1985-2015)

(Đơn vị: mm)

Ngày/ tháng	Lượng mưa tháng 8		Lượng mưa tháng 9		Lượng mưa tháng 10	
	Lượng mưa	Lượng mưa 5 ngày	Lượng mưa	Lượng mưa 5 ngày	Lượng mưa	Lượng mưa 5 ngày
1	8,6	50,2	8,9	48,1	11,9	49,8
2	9,4		11,8		9,4	
3	8,1		9,0		9,9	
4	13,6		7,6		8,8	
5	10,4		10,8		9,8	
6	12,8	51,7	12,2	53,6	9,1	48,6
7	8,4		10,8		11,1	
8	9,3		9,2		8,4	
9	11,7		9,0		11,6	
10	9,5		12,4		8,4	
11	7,2	47,3	9,9	52,3	10,0	46,7
12	10,6		12,8		11,8	
13	9,0		9,9		10,7	
14	7,8		11,0		6,8	
15	12,8		8,7		7,4	
16	10,7	51,9	12,3	55,8	10,2	48,3
17	11,4		10,8		10,7	
18	8,3		12,9		11,3	
19	12,7		9,7		9,8	
20	8,8		10,2		6,4	
21	10,0	50,2	7,3	47,8	9,5	45,9
22	13,0		10,0		7,6	
23	7,7		9,3		10,3	
24	9,5		12,4		9,7	
25	10,0		8,9		8,8	
26	8,7	51,4	10,1	55,9	11,2	49,0
27	10,8		9,5		11,0	
28	12,0		11,9		9,1	
29	10,9		11,8		7,4	
30	8,9		12,7		10,4	
31	7,9				6,0	

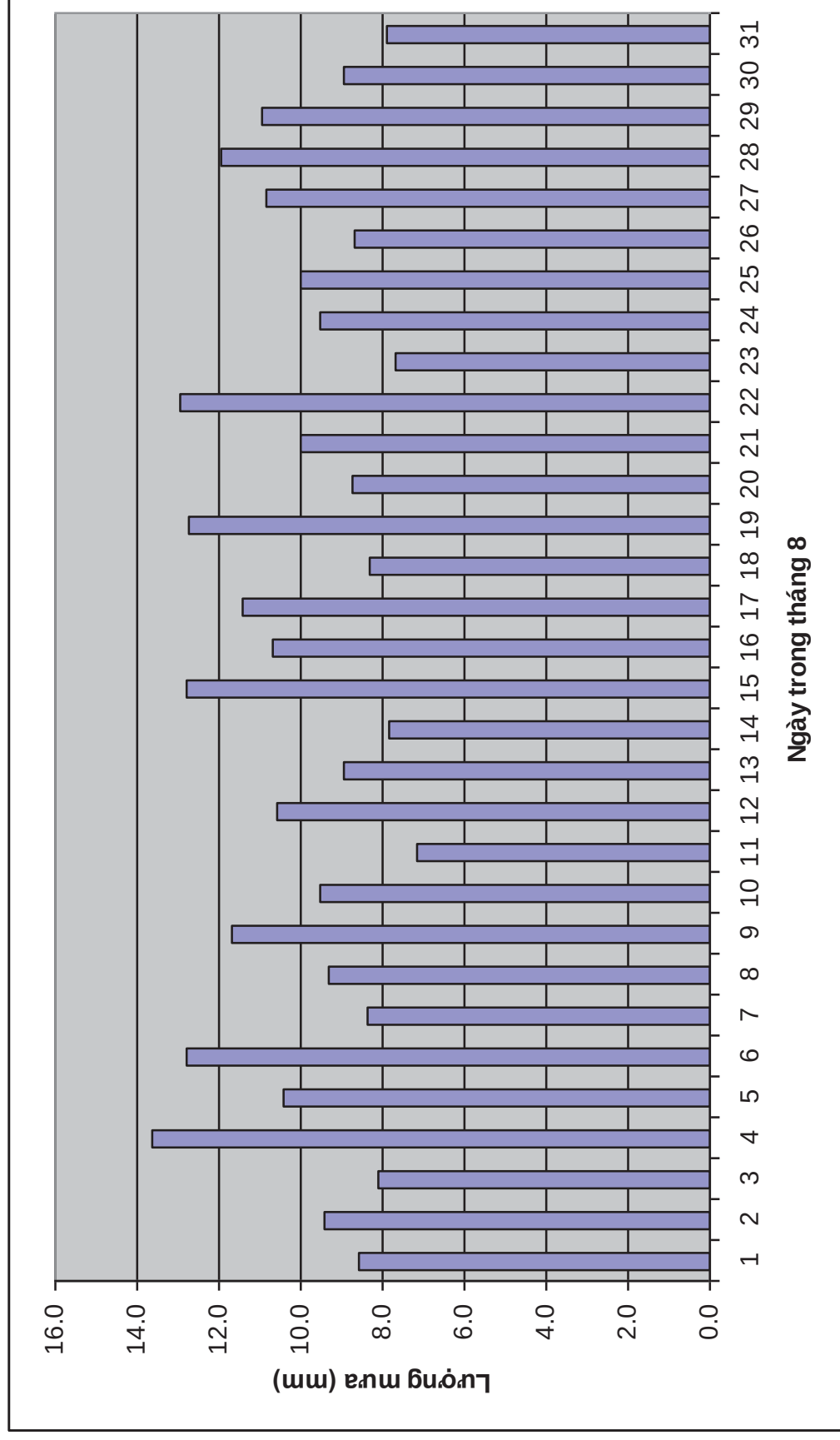
Phụ lục 29: Bảng thống kê tổng lượng mưa tháng và năm trạm Rạch Giá (từ 1985-2015)

(Đơn vị: mm)

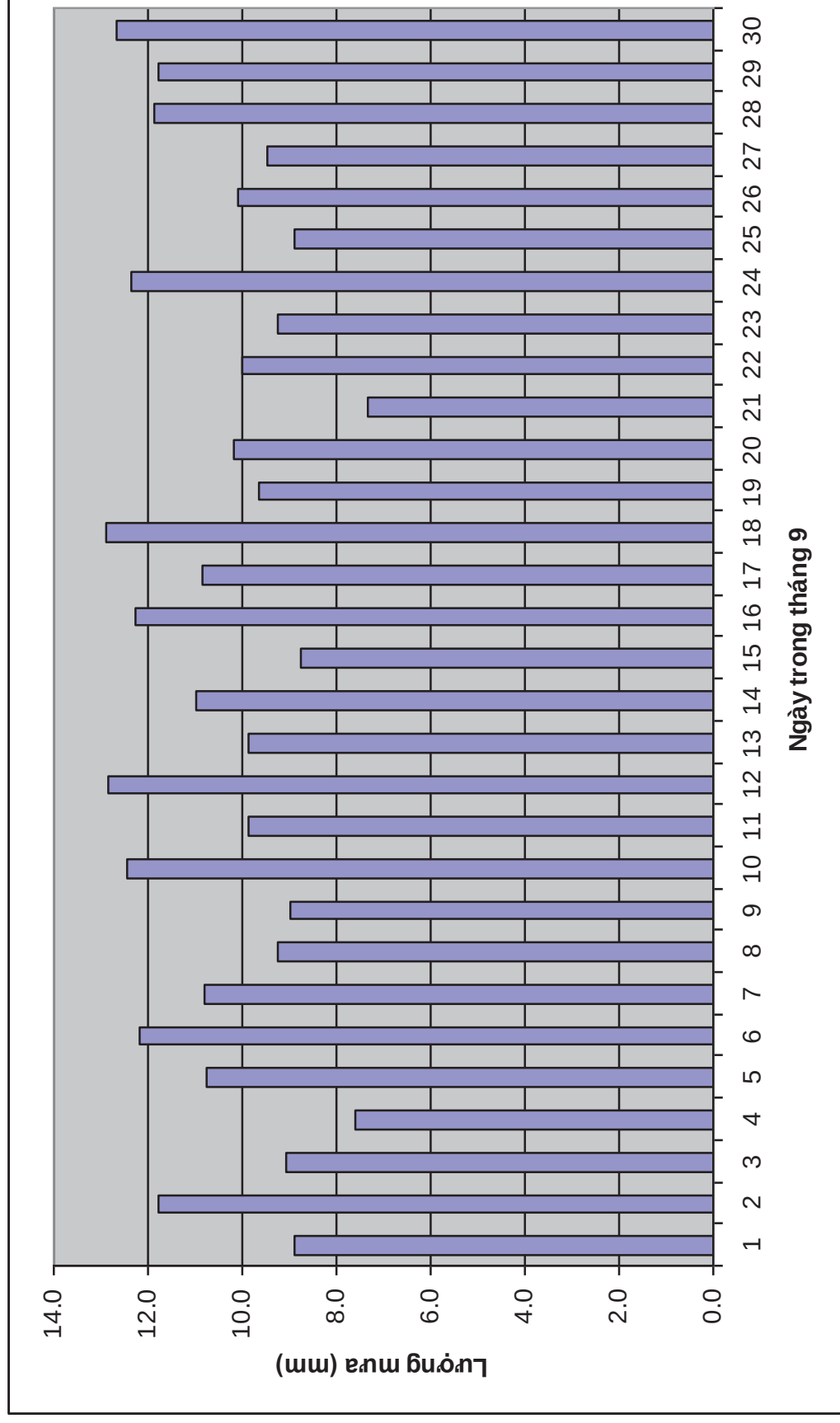
STT	Năm	Lượng mưa theo tháng												Tổng lượng mưa năm
		Tháng 1	Tháng 2	Tháng 3	Tháng 4	Tháng 5	Tháng 6	Tháng 7	Tháng 8	Tháng 9	Tháng 10	Tháng 11	Tháng 12	
1	1985	0,0	38,6	69,0	69,3	300,3	210,7	160,4	359,6	346,7	585,2	439,4	62,2	2.641,4
2	1986	26,6	8,2	0,0	56,7	258,8	155,8	215,1	271,0	467,3	238,8	236,8	25,7	1.960,8
3	1987	0,0	0,8	0,0	27,8	119,8	321,2	88,7	323,6	227,4	309,1	287,9	41,8	1.748,1
4	1988	4,6	72,8	15,9	112,0	374,7	433,0	364,7	222,0	447,1	348,2	143,6	1,6	2.540,2
5	1989	15,3	0,0	6,4	72,1	209,9	258,9	267,5	222,1	303,1	339,4	227,7		1.922,4
6	1990	0,1	0,0	10,4	4,2	258,3	274,5	167,3	402,1	283,0	216,5	114,2	15,0	1.745,6
7	1991	12,5	0,0	26,6	58,6	208,3	310,3	792,5	280,9	350,0	362,8	88,6	3,0	2.494,1
8	1992	0,1	0,0	0,0	0,4	195,5	349,7	243,8	543,1	99,2	315,2	124,9	32,3	1.904,2
9	1993	7,8	0,0	3,6	33,2	121,2	260,2	298,0	268,0	239,7	355,2	129,0	91,3	1.807,2
10	1994	7,4	0,0	39,1	42,9	343,6	265,9	340,2	364,9	395,0	99,2	164,7	75,2	2.138,1
11	1995	3,6	0,0	2,1	0,0	185,8	199,0	283,1	411,8	253,0	207,7	204,8	131,3	1.882,2
12	1996	29,6	0,0	0,2	154,1	266,8	361,5	662,6	235,8	445,0	445,5	441,7	41,8	3.084,6
13	1997	0,0	44,7	3,5	193,7	346,8	163,2	416,9	449,2	156,5	231,3	217,5	2,0	2.225,3
14	1998	0,0	0,0	0,0	17,5	174,6	349,7	228,3	338,3	441,3	274,0	245,6	79,8	2.149,1
15	1999	34,0	34,7	64,9	423,8	238,2	288,6	471,3	417,6	165,7	348,3	317,6	90,6	2.895,3
16	2000	20,6	28,3	51,2	186,6	387,1	281,8	437,8	225,8	149,3	296,9	320,5	133,0	2.518,9

STT	Năm	Lương mưa theo tháng												Tổng lượng mưa năm
		Tháng 1	Tháng 2	Tháng 3	Tháng 4	Tháng 5	Tháng 6	Tháng 7	Tháng 8	Tháng 9	Tháng 10	Tháng 11	Tháng 12	
17	2001	34,8	40,4	96,2	164,9	273,6	538,1	203,1	336,8	157,0	369,5	36,5	19,1	2.270,0
18	2002	0,0	0,0	0,0	0,0	143,1	270,5	254,1	341,2	416,8	207,6	183,4	96,2	1.912,9
19	2003	1,3	6,7	57,4	13,2	200,9	133,2	759,3	281,0	353,6	313,3	185,2	0,5	2.305,6
20	2004	3,1	0,0	0,1	28,2	66,4	356,8	386,1	278,6	183,9	259,2	189,3		1.751,7
21	2005	0,0	0,0	14,7	18,3	163,1	390,8	466,0	154,3	288,2	398,4	273,0	74,1	2.240,9
22	2006	10,3	2,3	69,6	74,3	386,0	381,1	416,0	279,0	526,1	232,3	69,3	8,8	2.455,1
23	2007	29,8	0,0	104,5	81,8	298,3	286,4	411,3	505,5	267,9	572,4	98,1	48,8	2.704,8
24	2008	22,4	49,2	3,0	133,4	229,4	354,6	214,8	359,4	304,8	331,3	184,8	153,2	2.340,3
25	2009	41,8	98,7	82,2	65,9	403,9	196,3	435,7	189,6	296,1	237,2	33,7	18,8	2.099,9
26	2010	3,3	0,0	12,6	7,7	166,5	264,4	227,9	312,0	194,9	203,8	237,2	41,1	1.671,4
27	2011	10,4	2,5	235,3	96,1	275,8	209,4	260,4	483,4	289,6	176,9	305,8	73,2	2.418,8
28	2012	18,4	23,1	162,9	100,0	181,9	145,5	192,7	220,2	553,8	189,2	143,1	10,7	1.941,5
29	2013	63,1	1,5	0,5	102,5	244,3	448,5	326,9	155,6	421,6	310,3	154,4	70,0	2.299,2
30	2014	0,0	0,0	5,0	86,0	149,2	296,5	381,1	253,5	304,9	238,3	201,1	26,1	1.941,7
31	2015	5,2	0,0	0,0	30,6	197,4	323,0	143,4	140,3	406,2	112,6	169,4	0,5	1.528,6
	Trung bình	13,1	14,6	36,7	79,2	237,7	292,9	339,3	310,5	314,0	294,4	199,0	50,6	2.178,7

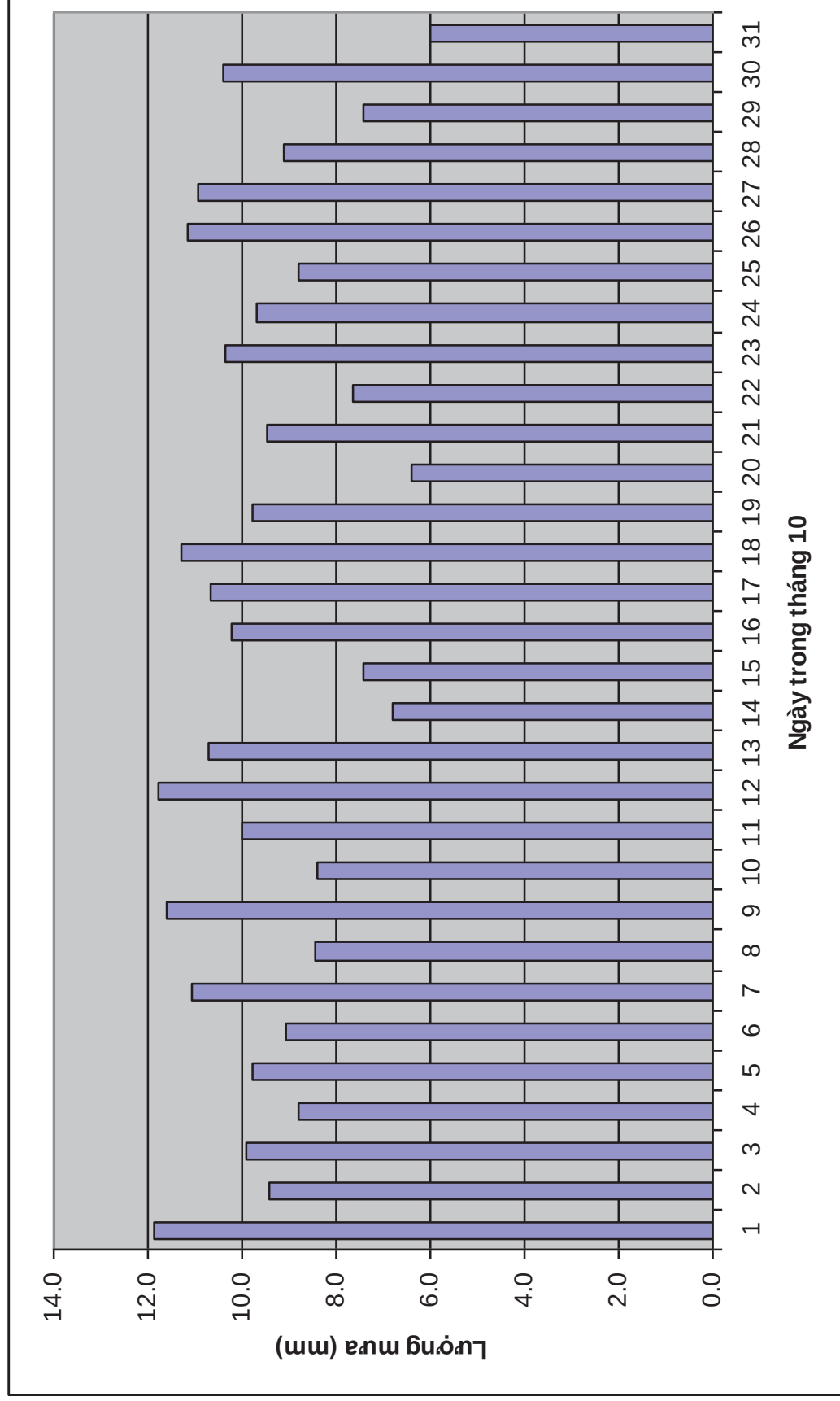
Phụ lục 30: Biểu đồ lượng mưa trung bình ngày tháng 8 trạm Rạch Giá theo chuỗi số liệu 31 năm, từ năm 1985-2015



Phụ lục 31: Biểu đồ lượng mưa trung bình ngày tháng 9 trạm Rạch Giá theo chuỗi số liệu 31 năm, từ năm 1985-2015



Phụ lục 32: Biểu đồ lượng mưa trung bình ngày tháng 10 trạm Rạch Giá theo chuỗi số liệu 31 năm, từ năm 1985-2015



Phụ lục 333: Kết quả so sánh ANOVA giữa mức ngập nước và tổng sinh khối rừng tràm VQG U Minh Thượng

Multifactor ANOVA - Tangsk_yr

Dependent variable: Tangsk_yr

Factors:

ngap
nam

Number of complete cases: 12

The StatAdvisor

This procedure performs a multifactor analysis of variance for Tangsk_yr. It constructs various tests and graphs to determine which factors have a statistically significant effect on Tangsk_yr. It also tests for significant interactions amongst the factors, given sufficient data. The F-tests in the ANOVA table will allow you to identify the significant factors. For each significant factor, the Multiple Range Tests will tell you which means are significantly different from which others. The Means Plot and Interaction Plot will help you interpret the significant effects. The Residual Plots will help you judge whether the assumptions underlying the analysis of variance are violated by the data.

Analysis of Variance for Tangsk_yr - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:ngap	22.3579	2	11.1789	21.85	0.0018
B:nam	3.98297	3	1.32766	2.59	0.1478
RESIDUAL	3.06987	6	0.511645		
TOTAL (CORRECTED)	29.4107	11			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

The StatAdvisor

The ANOVA table decomposes the variability of Tangsk_yr into contributions due to various factors. Since Type III sums of squares (the default) have been chosen, the contribution of each factor is measured having removed the effects of all other factors. The P-values test the statistical significance of each of the factors. Since one P-value is less than 0.05, this factor has a statistically significant effect on Tangsk_yr at the 95.0% confidence level.

Multiple Range Tests for Tangsk_yr by ngap

Method: 95.0 percent LSD

ngap	Count	LS Mean	LS Sigma	Homogeneous Groups
3	4	2.193	0.357647	X
2	4	3.7775	0.357647	X
1	4	5.535	0.357647	X

Contrast	Sig.	Difference	+/- Limits
1 - 2	*	1.7575	1.23762
1 - 3	*	3.342	1.23762
2 - 3	*	1.5845	1.23762

* denotes a statistically significant difference.

The StatAdvisor

This table applies a multiple comparison procedure to determine which means are significantly different from which others. The bottom half of the output shows the estimated difference between each pair of means. An asterisk has been placed next to 3 pairs, indicating that these pairs show statistically significant differences at the 95.0% confidence level. At the top of the page, 3 homogenous groups are identified using columns of X's. Within each column, the levels containing X's form a group of means within which there are no statistically significant differences. The method currently being used to discriminate among the means is Fisher's least significant difference (LSD) procedure. With this method, there is a 5.0% risk of calling each pair of means significantly different when the actual difference equals 0.

Multiple Range Tests for Tangsk_yr by ngap

Method: 95.0 percent LSD

ngap	Count	LS Mean	LS Sigma	Homogeneous Groups
3	4	2.193	0.357647	X
2	4	3.7775	0.357647	X
1	4	5.535	0.357647	X

Contrast	Sig.	Difference	+/- Limits
1 - 2	*	1.7575	1.23762
1 - 3	*	3.342	1.23762
2 - 3	*	1.5845	1.23762

* denotes a statistically significant difference.

The StatAdvisor

This table applies a multiple comparison procedure to determine which means are significantly different from which others. The bottom half of the output shows the estimated difference between each pair of means. An asterisk has been placed next to 3 pairs, indicating that these pairs show statistically significant differences at the 95.0% confidence level. At the top of the page, 3 homogenous groups are identified using columns of X's. Within each column, the levels containing X's form a group of means within which there are no statistically significant differences. The method currently being used to discriminate among the means is Fisher's least significant difference (LSD) procedure. With this method, there is a 5.0% risk of calling each pair of means significantly different when the actual difference equals 0.

