

**VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM**  
**CHƯƠNG TRÌNH KH&CN TRỌNG ĐIỂM CẤP QUỐC GIA**  
**KHCN-TN/16-20**

*“Khoa học và công nghệ phục vụ phát triển kinh tế - xã hội Tây Nguyên trong liên kết vùng và hội nhập quốc tế”*. Mã số: KHCN-TN/16-20

(Chương trình Tây Nguyên 2016-2020)

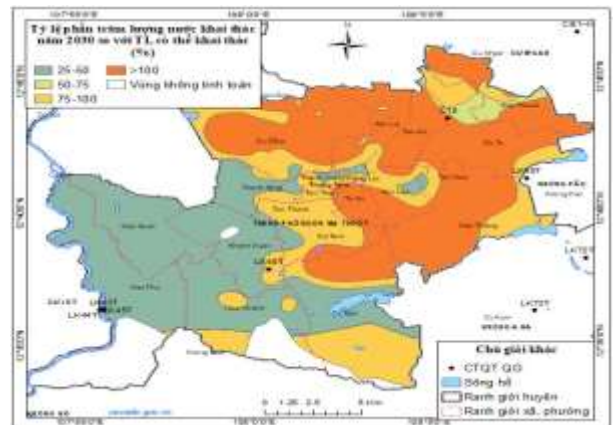
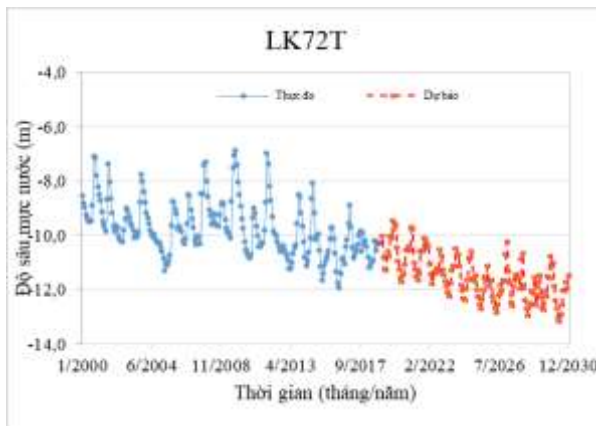
**BÁO CÁO TỔNG HỢP**  
**KẾT QUẢ ĐỀ TÀI KHOA HỌC CÔNG NGHỆ CẤP QUỐC GIA**

**“NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH THỰC TRẠNG VÀ NGUYÊN NHÂN SUY GIẢM TÀI NGUYÊN NƯỚC DƯỚI ĐẤT TRONG CÁC THÀNH TẠO BAZAN Ở TÂY NGUYÊN VÀ ĐỀ XUẤT CÁC GIẢI PHÁP BẢO VỆ VÀ PHÒNG CHỐNG SUY GIẢM”**

**MÃ SỐ: TN18/T10 (2018-2020)**

**Chủ nhiệm đề tài : PGS.TS. Đặng Xuân Phong**

**Cơ quan chủ trì : Viện Địa lý - Viện HLKH&CNVN**



**HÀ NỘI - 2021**

**VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM  
CHƯƠNG TRÌNH KH&CN TRỌNG ĐIỂM CẤP QUỐC GIA  
KHCN-TN/16-20**

*“Khoa học và công nghệ phục vụ phát triển kinh tế - xã hội Tây Nguyên  
trong liên kết vùng và hội nhập quốc tế”*. Mã số: KHCN-TN/16-20

**(Chương trình Tây Nguyên 2016-2020)**

**BÁO CÁO TỔNG HỢP  
KẾT QUẢ ĐỀ TÀI KHOA HỌC CÔNG NGHỆ CẤP QUỐC GIA**

**“NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH THỰC TRẠNG VÀ NGUYÊN NHÂN SUY  
GIẢM TÀI NGUYÊN NƯỚC DƯỚI ĐẤT TRONG CÁC THÀNH TẠO  
BAZAN Ở TÂY NGUYÊN VÀ ĐỀ XUẤT CÁC GIẢI PHÁP BẢO VỆ  
VÀ PHÒNG CHỐNG SUY GIẢM”**

**MÃ SỐ: TN18/T10 (2018-2020)**

**CHỦ NHIỆM ĐỀ TÀI**



**PGS.TS. Đặng Xuân Phong**

**CƠ QUAN CHỦ TRÌ ĐỀ TÀI**



**Đào Đình Châm**

## MỤC LỤC

### MỤC LỤC i

DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT.....	v
DANH MỤC BẢNG.....	vii
DANH MỤC HÌNH.....	xi
DANH SÁCH NHỮNG NGƯỜI THAM GIA THỰC HIỆN.....	xvii
BÁO CÁO THỐNG KÊ.....	xx
GỚI THIỆU KHÁI QUÁT VỀ ĐỀ TÀI.....	xxxviii
1. TÊN ĐỀ TÀI.....	xxxviii
2. TÍNH CẤP THIẾT CỦA ĐỀ TÀI.....	xxxviii
3. MỤC TIÊU NGHIÊN CỨU CỦA ĐỀ TÀI.....	xlii
4. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHẠM VI NGHIÊN CỨU.....	xlii
5. NGUỒN TƯ LIỆU PHỤC VỤ NGHIÊN CỨU.....	xliii
LỜI NÓI ĐẦU.....	1
CHƯƠNG I - TỔNG QUAN VỀ SUY GIẢM NƯỚC DƯỚI ĐẤT VÀ VÙNG NGHIÊN CỨU TÂY NGUYÊN.....	3
I.1. Tổng quan về nghiên cứu suy giảm tài nguyên nước dưới đất.....	3
I.1.1. Tình hình nghiên cứu ngoài nước.....	3
I.1.2. Tình hình nghiên cứu tài nguyên nước dưới đất khu vực Tây Nguyên 8	
I.2. Tổng quan về điều kiện tự nhiên, kinh tế xã hội Tây Nguyên.....	13
I.2.1. Địa hình, địa mạo, địa chất.....	13
I.2.2. Khí hậu.....	19
I.2.3. Thủy văn.....	20
I.2.4. Thổ nhưỡng.....	23
I.2.5. Đặc trưng thảm thực vật.....	24
I.2.6. Đặc điểm kinh tế - xã hội.....	25
I.3. Đặc điểm tài nguyên nước vùng Tây Nguyên.....	28
I.3.1. Tài nguyên nước mưa.....	28
I.3.2. Tài nguyên nước mặt.....	30
I.3.3. Đặc điểm tài nguyên NĐĐ trong các thành tạo bazan Tây Nguyên 32	
I.3.4. Đánh giá tiềm năng NĐĐ trong các thành tạo bazan Tây Nguyên 35	
I.4. Các phương pháp nghiên cứu chính.....	42
I.4.1. Phương pháp thống kê tổng hợp dữ liệu.....	42
I.4.2. Phương pháp điều tra, khảo sát thực địa.....	43

I.4.3.	Phương pháp Viễn thám và GIS .....	44
I.4.4.	Phương pháp mô hình hoá .....	44
<i>CHƯƠNG II - HIỆN TRẠNG KHAI THÁC VÀ BIẾN ĐỘNG MỨC NƯỚC DƯỚI ĐẤT TRONG CÁC THÀNH TẠO BAZAN TÂY NGUYÊN.....</i>		
II.1.	Hiện trạng hệ thống quan trắc nước dưới đất khu vực Tây Nguyên ..	46
II.2.	Hiện trạng khai thác sử dụng nguồn nước dưới đất.....	48
II.2.1.	Hiện trạng khai thác NĐĐ tỉnh Kon Tum .....	48
II.2.2.	Hiện trạng khai thác NĐĐ tỉnh Gia Lai .....	53
II.2.3.	Hiện trạng khai thác NĐĐ tỉnh Đắk Lắk.....	60
II.2.4.	Hiện trạng khai thác NĐĐ tỉnh Đắk Nông .....	66
II.2.5.	Hiện trạng khai thác NĐĐ tỉnh Lâm Đồng.....	69
II.2.6.	Hiện trạng khai thác NĐĐ Tây Nguyên .....	76
II.3.	Hiện trạng biến động mực nước dưới đất.....	83
II.3.1.	Thực trạng biến động mực NĐĐ tỉnh Kon Tum.....	83
II.3.2.	Thực trạng biến động mực NĐĐ tỉnh Gia Lai.....	84
II.3.3.	Thực trạng biến động mực NĐĐ tỉnh Đắk Lắk .....	90
II.3.4.	Thực trạng biến động mực NĐĐ tỉnh Đắk Nông .....	95
II.3.5.	Thực trạng biến động mực NĐĐ tỉnh Lâm Đồng.....	99
	Tóm tắt Chương II.....	102
<i>CHƯƠNG III - NGUYÊN NHÂN SUY GIẢM MỨC NƯỚC DƯỚI ĐẤT TRONG CÁC THÀNH TẠO BAZAN TÂY NGUYÊN VÀ ĐỀ XUẤT CÁC GIẢI PHÁP BẢO VỆ VÀ PHÒNG CHỐNG 104</i>		
III.1.	Nguyên nhân suy giảm mực nước dưới đất.....	104
III.1.1.	Nguyên nhân nội sinh .....	104
III.1.2.	Nguyên nhân ngoại sinh .....	109
III.2.	Đề xuất các giải pháp bảo vệ và giảm thiểu suy giảm mực nước dưới đất 159	
III.2.1.	Nhóm giải pháp phi công trình .....	159
III.2.2.	Nhóm giải pháp công trình .....	161
	Tóm tắt Chương III .....	195
<i>CHƯƠNG IV - DỰ BÁO SỰ SUY GIẢM MỨC NƯỚC DƯỚI ĐẤT KHU VỰC TÂY NGUYÊN 197</i>		
IV.1.	Dự báo mô đun khai thác nước dưới đất Tây Nguyên đến năm 2030 ....	197
IV.1.1.	Tính toán modul khai thác đến 2030 .....	197
IV.1.2.	Bản đồ modul khai thác đến năm 2030 .....	198
IV.1.3.	Dự báo mức độ khai thác NĐĐ vùng Tây Nguyên năm 2030 .....	199

IV.2.	Dự báo mực nước dưới đất bằng phương pháp thống kê.....	203
IV.2.1.	Cơ sở lý thuyết của phương pháp thống kê .....	203
IV.2.2.	Ứng dụng dự báo mực nước dưới đất cho bồn Gia Lai .....	208
IV.2.3.	Ứng dụng dự báo mực nước cho bồn Đắk Lắk.....	224
IV.2.4.	Ứng dụng dự báo mực nước cho bồn Đắk Nông.....	237
IV.2.5.	Ứng dụng dự báo mực nước cho bồn Lâm Đồng .....	250
	Tóm tắt Chương IV .....	262
<i>CHƯƠNG V - NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG MÔ HÌNH ĐÁNH GIÁ SUY GIẢM MỰC NDD TẠI KHU VỰC BUÔN MA THUẬT .....</i>		
V.1.	Khái quát khu vực Buôn Ma Thuột.....	264
V.1.1.	Đặc điểm địa lý tự nhiên, dân cư, kinh tế.....	264
V.1.2.	Đặc điểm địa chất và đặc điểm các tầng chứa nước .....	267
V.2.	Hiện trạng khai thác NDD khu vực Buôn Ma Thuột năm 2018 .....	274
V.3.	Biến động mực NDD khu vực Buôn Ma Thuột .....	276
V.4.	Nguyên nhân suy giảm mực nước dưới đất.....	281
V.5.	Mô hình nghiên cứu cân bằng nước và suy giảm mực nước.....	282
V.5.1.	Thiết kế và thi công mô hình .....	282
V.5.2.	Tính toán giá trị cung cấp thấm bằng phương pháp sai phân hữu hạn của G.N Kamenxki. ....	283
V.5.3.	Tính toán cân bằng nước trên cơ sở mô hình dòng chảy nước dưới đất 287	
V.5.4.	Tính toán cân bằng nước tại khu vực bãi giếng Đạt Lý.....	298
V.6.	Dự báo suy giảm nước dưới đất đến năm 2030 khu vực Buôn Ma Thuột 303	
V.7.	Đề xuất các giải pháp phòng tránh suy giảm mực nước .....	306
V.7.1.	Quy hoạch vùng hạn chế khai thác nước dưới đất.....	306
V.7.2.	Quy hoạch khai thác sử dụng tài nguyên nước dưới đất.....	307
V.7.3.	Quy hoạch vùng bảo vệ miền cấp, đới bảo vệ công trình khai thác nước dưới đất .....	307
V.7.4.	Quy hoạch xây dựng, hoàn chỉnh mạng quan trắc, giám sát tài nguyên nước dưới đất .....	308
V.7.5.	Bổ sung nhân tạo cho nước dưới đất.....	309
	Tóm tắt Chương V.....	309
<i>CHƯƠNG VI - DỮ LIỆU SUY GIẢM MỰC NƯỚC DƯỚI ĐẤT TRONG CÁC THÀNH TẠO BAZAN Ở TÂY NGUYÊN.....</i>		
VI.1.	Các nguồn tài liệu và quy trình xây dựng cơ sở dữ liệu .....	311
VI.1.1.	Các nguồn tài liệu.....	311

VI.1.2. Quy trình xây dựng dữ liệu GIS.....	311
VI.2. Công nghệ xây dựng và phát triển DL GIS .....	313
VI.2.1. Nền tảng và ngôn ngữ phát triển dữ liệu .....	313
VI.2.2. Giới thiệu về ArcGIS Engine.....	315
VI.2.3. Quá trình thiết kế và biên tập các dữ liệu bản đồ phần mềm ArcGIS 315	
VI.2.4. Xây dựng và hoàn thiện khung CSDL .....	316
VI.2.5. Nhóm dữ liệu nền .....	317
VI.2.6. Nhóm dữ liệu điều kiện tự nhiên.....	318
VI.2.7. Nhóm dữ liệu dự báo suy giảm mực nước dưới đất.....	319
VI.2.8. Các công cụ hỗ trợ sử dụng dữ liệu.....	320
VI.2.9. Công cụ quản lý dữ liệu.....	321
VI.2.10. Nhóm chức năng biên tập bản đồ.....	324
VI.2.11. Nhóm công cụ chuyển đổi, phân tích dữ liệu và thiết kế bản đồ chuyên đề phục vụ quản lý tài nguyên môi trường.....	324
VI.2.12. Chức năng phân tích dữ liệu .....	325
VI.2.13. Chức năng thiết kế bản đồ chuyên đề.....	327
<i>KẾT LUẬN</i> .....	330
<i>TÀI LIỆU THAM KHẢO</i> .....	335

## DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT

<b>Chữ viết tắt</b>	<b>Viết đầy đủ</b>
<b>Các tổ chức, cơ quan</b>	
BCĐ	Ban chỉ đạo
BCH	Ban chỉ huy
BQL	Ban quản lý
NN&PTNT	Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn
PCLB	Phòng chống lụt bão
TKCN	Tìm kiếm cứu nạn
TN&MT	Tài nguyên và Môi trường
TP	Thành phố
TX	Thị xã
UBND	Ủy ban nhân dân
UBQL	Ủy ban quản lý
UBSMCVN	Ủy ban sông mê công Việt Nam
<b>Các chữ viết tắt chuyên môn</b>	
BĐKH	Biến đổi khí hậu
BSNT	Bổ sung nhân tạo
CTTL	Công trình thủy lợi
DCTT	Dòng chảy tối thiểu
ĐCCT	Địa chất công trình
ĐTM	Đánh giá tác động môi trường
HST	Hệ sinh thái
KB	Kịch bản
KT-TV	Khí tượng – thủy văn
LVS	Lưu vực sông
MNC	Mực nước chết
MNDBT	Mực nước dâng bình thường
MNSC	Mực nước sông chết
NBD	Nước biển dâng
NDĐ	Nước dưới đất
PTBV	Phát triển bền vững
TCLVS	Tổ chức lưu vực sông

<b>Chữ viết tắt</b>	<b>Viết đầy đủ</b>
TDS	Tổng độ khoáng
VQG	Vườn Quốc Gia
XLBS	Xói lở bờ sông
Các chữ viết tắt khác	
CCN	Cụm công nghiệp
KCN	Khu công nghiệp
KT-XH	Kinh tế - xã hội
MTV	Một thành viên
QL	Quốc lộ
TB	Trung bình
TCCP	Tiêu chuẩn cho phép
TNHH	Trách nhiệm hữu hạn



## DANH MỤC BẢNG

Bảng 1.	Dân số phân theo địa phương vùng Tây Nguyên năm 2019 .....	25
Bảng 2.	Đặc trưng TNN mưa vùng Tây Nguyên.....	30
Bảng 3.	Đặc trưng dòng chảy các lưu vực sông khu vực Tây Nguyên.....	31
Bảng 4.	Thông số địa chất thủy văn các tầng chứa nước bazan Tây Nguyên.....	38
Bảng 5.	Tài nguyên nước dưới đất dự báo các tầng chứa nước bazan .....	39
Bảng 6.	Trữ lượng có thể khai thác nước dưới đất các tầng chứa nước bazan.....	40
Bảng 7.	Trữ lượng khai thác cung cấp nước sinh hoạt đô thị tỉnh Kon Tum.....	50
Bảng 8.	Giếng đào khai thác nước hiện có ở tỉnh Kon Tum.....	50
Bảng 9.	Trữ lượng khai thác cung cấp nước sinh hoạt đô thị tỉnh Kon Tum.....	51
Bảng 10.	Hiện trạng khai thác nước dưới đất tỉnh Kon Tum.....	53
Bảng 11.	Khai thác nước dưới đất ở một số thị trấn tỉnh Gia Lai năm 2005.....	55
Bảng 12.	Tổng hợp lưu lượng khai thác nước dưới đất tỉnh Gia Lai năm 2010.....	56
Bảng 13.	Tổng hợp lưu lượng khai thác nước dưới đất tỉnh Gia Lai năm 2018.....	57
Bảng 14.	Số lượng công trình và lưu lượng khai thác nước dưới đất nông thôn tỉnh Gia Lai năm 2018 .....	58
Bảng 15.	Hiện trạng khai thác nước dưới đất tỉnh Gia Lai tại thời điểm 2000, 2005, 2010 và 2018 .....	59
Bảng 16.	Hiện trạng khai thác nước dưới đất thời điểm 2000, 2005, 2010 và 2018 tại tỉnh Đắk Lắk .....	66
Bảng 17.	Tổng hợp lưu lượng khai thác nước dưới đất cho sinh hoạt năm 2010 tại tỉnh Đắk Nông .....	67
Bảng 18.	Tổng hợp lưu lượng khai thác nước dưới đất cho sinh hoạt năm 2018 tại tỉnh Đắk Nông .....	68
Bảng 19.	Hiện trạng khai thác nước dưới đất thời điểm 2005, 2010 và 2018 của tỉnh Đắk Nông .....	69
Bảng 20.	Tổng lưu lượng khai thác nước dưới đất tập trung tỉnh Lâm Đồng.....	70
Bảng 21.	Thống kê các công trình khai thác nước dưới đất đơn lẻ tại tỉnh Lâm Đồng ..	72
Bảng 22.	Tổng lưu lượng khai thác nước dưới đất cấp nước sinh hoạt năm 2010 tại tỉnh Lâm Đồng.....	73
Bảng 23.	Tổng hợp lưu lượng khai thác nước dưới đất để cấp nước đô thị năm 2018 tại tỉnh Lâm Đồng.....	74
Bảng 24.	Tổng lưu lượng khai thác nước dưới đất cho sinh hoạt năm 2018 tại tỉnh Lâm Đồng .....	74
Bảng 25.	Hiện trạng khai thác nước dưới đất thời điểm năm 2000, 2005, 2010 và 2018 tại tỉnh Lâm Đồng.....	75
Bảng 26.	Bảng tính modul khai thác nước dưới đất trong các thành tạo bazan Tây Nguyên theo huyện.....	76
Bảng 27.	Đặc trưng suy giảm mực nước tầng chứa nước $\beta(N_2-Q_1)$ .....	83

Bảng 28. Đặc trưng suy giảm mực nước tầng chứa nước $\beta Q_{II}$ .....	87
Bảng 29. Đặc trưng suy giảm mực nước tầng chứa nước $\beta(N_2-Q_1)$ .....	89
Bảng 30. Đặc trưng suy giảm mực nước tầng chứa nước ( $\beta Q_{II}$ ) tỉnh Đắk Lắk .....	92
Bảng 31. Đặc trưng suy giảm mực nước tầng chứa nước $\beta(N_2-Q_1)$ tại Đắk Lắk .....	95
Bảng 32. Đặc trưng suy giảm mực nước tầng chứa nước ( $\beta Q_{II}$ ).....	96
Bảng 33. Đặc trưng suy giảm mực nước tầng chứa nước $\beta(N_2-Q_1)$ .....	99
Bảng 34. Đặc trưng suy giảm mực nước tầng chứa nước $\beta(N_2-Q_1)$ .....	101
Bảng 35. Hiện trạng khai thác nước dưới đất khu vực Tây Nguyên .....	103
Bảng 36. Hệ số biến động của lượng mưa tháng và năm (%) .....	110
Bảng 37. Hệ số tương quan giữa độ sâu mực nước dưới đất và lượng mưa (R) .....	112
Bảng 38. Hệ số tương quan giữa độ sâu mực nước dưới đất và lượng bốc hơi (Piche) .....	114
Bảng 39. Hiện trạng khai thác nước dưới đất các tỉnh Tây Nguyên thời điểm năm 2000, 2005, 2010 và 2018.....	115
Bảng 40. Diện tích biến động lớp phủ vùng Tây Nguyên qua các giai đoạn.....	127
Bảng 41. Danh sách các trạm thủy văn sử dụng trong nghiên cứu.....	128
Bảng 42. Mực nước trung bình 3 tháng kiệt nhất tại các trạm thủy văn.....	128
Bảng 43. Diện tích các loại lớp phủ khu vực Tây Nguyên tại 5 thời điểm 2000, 2005, 2010, 2015 và 2018.....	133
Bảng 44. Chuẩn bị dữ liệu đầu vào mô hình SWAT.....	137
Bảng 45. Danh sách các trạm thu thập số liệu lượng mưa.....	139
Bảng 46. Danh sách các trạm thu thập số liệu nhiệt độ không khí.....	140
Bảng 47. Bảng kết quả đánh giá mô hình SWAT bằng chỉ tiêu NSE và R <sup>2</sup> .....	143
Bảng 48. Phạm vi và giá trị tối ưu của các thông số mô hình cho LV Sêrêpôk.....	143
Bảng 49. Phạm vi và giá trị tối ưu của các thông số mô hình cho lưu vực Sesan .....	144
Bảng 50. Phạm vi và giá trị tối ưu của các thông số mô hình cho LV Đồng Nai .....	144
Bảng 51. Phạm vi và giá trị tối ưu của các thông số mô hình cho lưu vực Sông Ba ....	144
Bảng 52. Đánh giá kết quả mô phỏng dòng chảy giai đoạn hiệu chỉnh, kiểm định lưu vực Sêrêpôk .....	145
Bảng 53. Đánh giá kết quả mô phỏng dòng chảy giai đoạn hiệu chỉnh, kiểm định lưu vực SeSan .....	145
Bảng 54. Đánh giá kết quả mô phỏng dòng chảy giai đoạn hiệu chỉnh, kiểm định lưu vực Đồng Nai .....	146
Bảng 55. Đánh giá kết quả mô phỏng dòng chảy giai đoạn hiệu chỉnh, kiểm định lưu vực Sông Ba .....	147
Bảng 56. Diện tích các loại hình sử dụng đất 5 năm và mức độ thay đổi các loại hình sử dụng đất cho 4 giai đoạn.....	148
Bảng 57. Tổng hợp lượng mưa trung bình tháng của các lưu vực qua 5 thời điểm 2000, 2005, 2010, 2015 và 2018 (mm).....	150

Bảng 58. LLTB tháng qua các năm ứng với các HTSDĐ tại LV Sông Ba ( $m^3/s$ ) .....	151
Bảng 59. LLTB tháng qua các năm ứng với các HTSDĐ tại LV Sêrêpôk ( $m^3/s$ ).....	152
Bảng 60. LLTB tháng qua các năm ứng với các HTSDĐ tại LV Sesan ( $m^3/s$ ) .....	152
Bảng 61. LLTB tháng qua các năm ứng với các HTSDĐ tại LV Đồng Nai ( $m^3/s$ ).....	153
Bảng 62. Lưu lượng tháng trên toàn lãnh thổ Tây Nguyên ứng với 5 thời điểm HTSDĐ ( $m^3/s$ ) .....	153
Bảng 63. Lưu lượng dòng chảy của lưu vực sông Sê San theo các kịch bản ( $m^3/s$ ).....	156
Bảng 64. Lưu lượng dòng chảy của lưu vực Sông Ba theo các kịch bản ( $m^3/s$ ).....	156
Bảng 65. Lưu lượng dòng chảy của lưu vực sông Sêrêpôk theo các kịch bản ( $m^3/s$ )....	156
Bảng 66. Lưu lượng dòng chảy của lưu vực sông Đồng Nai theo các kịch bản ( $m^3/s$ ).156	
Bảng 67. Danh sách các công trình quan trắc bổ sung, hoàn thiện hệ thống mạng quan trắc đối với các tầng chứa nước bazan Tây Nguyên .....	163
Bảng 68. Lượng nước mưa có thể thu gom tại trường phổ thông DTNT huyện Chư Păh tỉnh Gia Lai .....	174
Bảng 69. Đánh giá hiệu quả kinh tế của áp dụng tưới tiết kiệm nước .....	183
Bảng 70. Bảng tính modul khai thác theo huyện các thành tạo bazan Tây Nguyên đến năm 2030 .....	196
Bảng 71. Đánh giá theo tiêu chí hệ số tương quan mẫu (r).....	204
Bảng 72. Đánh giá theo tiêu chí phần trăm số lần dự báo đạt (PTĐ) .....	206
Bảng 73. Tổng hợp dữ liệu mưa từ năm 2009 – 2018.....	207
Bảng 74. Tổng hợp dữ liệu bốc hơi từ năm 2009 – 2018 .....	207
Bảng 75. Tổng hợp dữ liệu nhiệt độ từ năm 2009 – 2018 .....	208
Bảng 76. Tổng hợp phương trình dự báo tương quan đa biến.....	210
Bảng 77. Đánh giá chất lượng dự báo tại các công trình trong bồn Gia Lai.....	215
Bảng 78. Mức biến đổi lượng mưa các mùa trong năm (%) so với thời kỳ cơ sở.....	216
Bảng 79. Lượng mưa tháng trung bình tại các trạm quan trắc 1980-2017.....	216
Bảng 80. Mức nước dự báo giai đoạn 2017 – 2030 tại các trạm thủy văn (m) .....	217
Bảng 81. Tổng hợp dữ liệu mưa từ năm 2009 – 2018.....	224
Bảng 82. Tổng hợp dữ liệu bốc hơi từ năm 2009 – 2018 .....	225
Bảng 83. Tổng hợp dữ liệu nhiệt độ từ năm 2009 – 2018 .....	225
Bảng 84. Tổng hợp phương trình dự báo tương quan đa biến.....	227
Bảng 85. Đánh giá chất lượng dự báo tại các công trình trong bồn Đắk Lắk.....	231
Bảng 86. Mức biến đổi lượng mưa các mùa trong năm (%) tại Đắk Lắk so với thời kỳ cơ sở .....	231
Bảng 87. Lượng mưa tháng trung bình tại các trạm quan trắc 1980-2017.....	232
Bảng 88. Mức nước dự báo giai đoạn 2017 – 2030 tại các trạm thủy văn (m) .....	232
Bảng 89. Tổng hợp dữ liệu mưa từ năm 2009 – 2018.....	237

<i>Bảng 90. Tổng hợp dữ liệu bốc hơi từ năm 2009 – 2018 .....</i>	<i>238</i>
<i>Bảng 91. Tổng hợp dữ liệu nhiệt độ từ năm 2009 – 2018 .....</i>	<i>238</i>
<i>Bảng 92. Tổng hợp phương trình dự báo tương quan đa biến.....</i>	<i>240</i>
<i>Bảng 93. Đánh giá chất lượng dự báo tại các công trình trong bồn Đăk Nông.....</i>	<i>243</i>
<i>Bảng 94. Mức biến đổi lượng mưa các mùa trong năm (%) tại bồn Đăk Nông so với thời kỳ cơ sở .....</i>	<i>244</i>
<i>Bảng 95. Lượng mưa tháng trung bình tại các trạm quan trắc 1980-2017.....</i>	<i>244</i>
<i>Bảng 96. Mức nước dự báo giai đoạn 2017 – 2030 tại các trạm thủy văn (m) bồn Đăk Nông .....</i>	<i>245</i>
<i>Bảng 97. Tổng hợp dữ liệu mưa từ năm 2009 – 2018.....</i>	<i>250</i>
<i>Bảng 98. Tổng hợp dữ liệu bốc hơi từ năm 2009 – 2018 .....</i>	<i>250</i>
<i>Bảng 99. Tổng hợp dữ liệu nhiệt độ từ năm 2009 – 2018 .....</i>	<i>251</i>
<i>Bảng 100. Tổng hợp phương trình dự báo tương quan đa biến bồn Lâm Đồng.....</i>	<i>253</i>
<i>Bảng 101. Đánh giá chất lượng dự báo tại các công trình trong bồn Lâm Đồng .....</i>	<i>256</i>
<i>Bảng 102. Mức biến đổi lượng mưa các mùa trong năm (%) so với thời kỳ cơ sở bồn Lâm Đồng .....</i>	<i>257</i>
<i>Bảng 103. Lượng mưa tháng trung bình tại các trạm quan trắc 1980-2017 bồn Lâm Đồng .....</i>	<i>257</i>
<i>Bảng 104. Các thông số đặc trưng của sân cân bằng Đạt Lý, Buôn Ma Thuột .....</i>	<i>283</i>
<i>Bảng 105. Tính toán các thông số theo công thức G.N Kamenxki.....</i>	<i>286</i>
<i>Bảng 106. Kết quả các giá trị tính toán giá trị cung cấp thấm tại sân cân bằng Đạt Lý (7/2019-11/2020) .....</i>	<i>286</i>
<i>Bảng 107. Lượng mưa trung bình tháng tại trạm Buôn Ma Thuột từ 2016 – 2020 (mm) .....</i>	<i>291</i>
<i>Bảng 108. Kết quả tính toán cân bằng nước trung bình tháng.....</i>	<i>300</i>
<i>Bảng 109. Modul khai thác theo xã phường các thành tạo bazan TP. Buôn Ma Thuột..</i>	<i>302</i>
<i>Bảng 110. Cấu trúc nhóm dữ liệu điều kiện tự nhiên.....</i>	<i>317</i>
<i>Bảng 111. Cấu trúc nhóm dữ liệu.....</i>	<i>318</i>

## DANH MỤC HÌNH

Hình 1.	Bản đồ cao độ địa hình khu vực Tây Nguyên.....	14
Hình 2.	Bản đồ mạng lưới sông suối vùng Tây Nguyên.....	21
Hình 3.	Modul khai thác tiềm năng bazan Tây Nguyên.....	42
Hình 4.	Bản đồ mạng lưới quan trắc động thái nước dưới đất khu vực Tây Nguyên.....	47
Hình 5.	Modul khai thác nước dưới đất khu vực Tây Nguyên năm 2010.....	78
Hình 6.	Modul khai thác nước dưới đất khu vực Tây Nguyên năm 2018.....	79
Hình 7.	Bản đồ suy giảm nước dưới đất năm 2010 vùng Tây Nguyên.....	81
Hình 8.	Bản đồ suy giảm nước dưới đất năm 2018 vùng Tây Nguyên.....	82
Hình 9.	Mức nước tại các lỗ khoan có xu hướng giảm, tỉnh Kon Tum.....	84
Hình 10.	Mức nước trung bình tháng theo giai đoạn 5 năm, tầng chứa nước bazan $\beta(N_2-Q_1)$ .....	84
Hình 11.	Mức nước tại các lỗ khoan có xu hướng tăng, tỉnh Gia Lai.....	86
Hình 12.	Mức nước tại các lỗ khoan có xu hướng giảm, tỉnh Gia Lai.....	86
Hình 13.	Mức nước trung bình tháng theo giai đoạn 5 năm lỗ khoan LK65T tại Chư Prông, Gia Lai. 87	
Hình 14.	Mức nước tại các lỗ khoan có xu hướng tăng, tỉnh Gia Lai.....	88
Hình 15.	Dao động mức nước các lỗ khoan thuộc tầng chứa nước Pliocen - Pleistocen có xu hướng giảm tại Gia Lai.....	89
Hình 16.	Dao động mức nước trung bình giai đoạn 5 năm tại lỗ khoan LK63T.....	90
Hình 17.	Mức nước tại các lỗ khoan LK70 có xu hướng tăng tại tỉnh Đắk Lắk.....	91
Hình 18.	Mức nước tại các lỗ khoan có xu hướng giảm tại tỉnh Đắk Lắk.....	91
Hình 19.	Dao động mức nước trung bình giai đoạn 5 năm tại lỗ khoan CB1-II.....	92
Hình 20.	Dao động mức nước tại các lỗ khoan có xu hướng tăng ở tỉnh Đắk Lắk.....	93
Hình 21.	Mức nước tại các lỗ khoan có xu hướng giảm, tỉnh Đắk Lắk.....	94
Hình 22.	Dao động mức nước trung bình giai đoạn 5 năm tại lỗ khoan C5a.....	95
Hình 23.	Mức nước tại các lỗ khoan có xu hướng giảm tại tỉnh Đắk Nông.....	96
Hình 24.	Dao động mức nước trung bình giai đoạn 5 năm tại lỗ khoan LK40 tỉnh Đắk Nông.....	97
Hình 25.	Dao động mức nước tại các lỗ khoan có xu hướng tăng tại tỉnh Đắk Nông.....	98
Hình 26.	Mức nước tại các lỗ khoan có xu hướng giảm tại tỉnh Đắk Nông.....	98
Hình 27.	Mức nước trung bình giai đoạn 5 năm tại lỗ khoan LK41 tỉnh Đắk Nông.....	99
Hình 28.	Mức nước tại các lỗ khoan có xu hướng tăng tại tỉnh Lâm Đồng.....	100
Hình 29.	Mức nước tại các lỗ khoan có xu hướng giảm tại tỉnh Lâm Đồng.....	101
Hình 30.	Mức nước trung bình giai đoạn 5 năm tại lỗ khoan LK10a tại tỉnh Lâm Đồng. ....	102
Hình 31.	Biến trình năm của lượng mưa và độ sâu mực NDD.....	111
Hình 32.	Dao động trung bình 5 năm lượng mưa và mực NDD khu vực Buôn Ma Thuột.....	113
Hình 33.	Biến trình năm của lượng bốc hơi Piche và độ sâu mực nước.....	114

Hình 34. Lượng NĐĐ khai thác cho đô thị, nông thôn và tưới cà phê giai đoạn 2000-2018 từng tỉnh và trên toàn Tây Nguyên .....	117
Hình 35. Bản đồ khai thác nước dưới đất năm 2018 vùng Tây Nguyên .....	118
Hình 36. Ảnh Landsat mùa khô (bên trái) và mùa mưa (bên phải) khu vực Tây Nguyên năm 2000	120
Hình 37. Ảnh Landsat mùa khô (bên trái) và mùa mưa (bên phải) khu vực Tây Nguyên năm 2005	120
Hình 38. Ảnh Landsat mùa khô (bên trái) và mùa mưa (bên phải) khu vực Tây Nguyên năm 2010	120
Hình 39. Ảnh Landsat mùa khô (bên trái) và mùa mưa (bên phải) khu vực Tây Nguyên năm 2015	120
Hình 40. Ảnh Landsat mùa khô (bên trái) và mùa mưa (bên phải) khu vực Tây Nguyên năm 2018	121
Hình 41. Phân bố mẫu các đối tượng lớp phủ khu vực Tây Nguyên.....	122
Hình 42. Quy trình thành lập bản đồ lớp phủ bằng phương pháp cây phân loại.....	123
Hình 43. Kết quả phân loại lớp phủ bề mặt vùng Tây Nguyên giai đoạn 2000-2018.....	124
Hình 44. Bản đồ biến động lớp phủ tỷ lệ 1:250.000 vùng Tây Nguyên .....	126
Hình 45. Lưu vực sông của 4 trạm thủy văn.....	130
Hình 46. Đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa mực nước trung bình 3 tháng kiệt nhất và Rừng tự nhiên thuộc lưu vực trạm Kon Tum .....	131
Hình 47. Đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa mực nước trung bình 3 tháng kiệt nhất và Rừng trồng thuộc lưu vực trạm Kon Tum.....	132
Hình 48. Đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa mực nước trung bình 3 tháng kiệt nhất với Cây công nghiệp thuộc lưu vực trạm Kon Tum.....	132
Hình 49. Lưu vực đo của các trạm thủy văn.....	134
Hình 50. Sơ đồ phương pháp luận cho mô hình .....	136
Hình 51. a) Bản đồ mô hình số độ cao vùng Tây Nguyên; b) bản đồ thổ nhưỡng vùng Tây Nguyên	137
Hình 52. Bản đồ Hiện trạng sử dụng đất 5 giai đoạn vùng Tây Nguyên: a) 2000; b)2005; c)2010; d)2015; e)2018.....	139
Hình 53. Bản đồ phân chia 4 lưu vực sông.....	142
Hình 54. So sánh giữa Qtb_sim và Qtb_obs tại trạm thủy văn .....	145
Hình 55. So sánh giữa Qtb_sim và Qtb_obs tại trạm thủy văn .....	146
Hình 56. So sánh giữa Qtb_sim và Qtb_obs tại trạm thủy văn .....	146
Hình 57. So sánh giữa Qtb_sim và Qtb_obs tại trạm thủy văn An Khê.....	147
Hình 58. Biểu đồ lượng mưa trung bình các năm trên vùng Tây Nguyên(mm).....	151
Hình 59. Biểu đồ lưu lượng trung bình năm qua các thời điểm trên vùng Tây Nguyên .....	154
Hình 60. Tổng lưu lượng dòng chảy năm lưu vực sông Sê San ứng với 5 kịch bản .....	158
Hình 61. Tổng lưu lượng dòng chảy năm lưu vực sông Ba ứng với 5 kịch bản .....	158

Hình 62. Tổng lưu lượng dòng chảy năm lưu vực sông Sêrêpôk ứng với 5 kịch bản .....	158
Hình 63. Tổng lưu lượng dòng chảy năm lưu vực sông Đồng Nai ứng với 5 kịch bản.....	159
Hình 64. Sơ đồ mô hình bổ cập NĐĐ từ nước mưa thu gom trên mái nhà.....	165
Hình 65. Mô hình bổ cập NĐĐ từ nước mưa thu gom trên mái nhà .....	166
Hình 66. Mô hình bổ cập nước mưa từ mái nhà cho nước dưới đất đã được triển khai tại Buôn Ma Thuột 166	
Hình 67. Mặt cắt mô hình công trình bổ sung nhân tạo cho nước dưới đất .....	167
Hình 68. Mô hình thu gom nước mưa đưa trực tiếp vào giếng khoan trong tầng chứa nước đang khai thác [5].....	168
Hình 68. 169	
Hình 69. Mặt cắt địa chất và kết cấu GK khai thác, GK hấp thu nước đưa trực tiếp vào tầng chứa nước tại Trung tâm NSH và VSMT NT Gia Lai [5].....	169
Hình 70. Kết cấu lỗ khoan hấp thu nước mưa và lỗ khoan khai thác (hoặc QTĐT mực nước dưới đất) trong quá trình thu gom nước mưa đưa xuống vào tầng chứa nước [5].....	171
Hình 71. Dây truyền công nghệ thu gom nước mưa từ mái nhà đưa vào tầng chứa nước. a) Bình đồ, b) Mặt cắt. [5] .....	172
Hình 72. Hình ảnh xây dựng công trình thu gom nước mưa đưa xuống bổ sung trữ lượng cho tầng chứa nước kèm kết hợp lỗ khoan khai thác nước tại trường phổ thông DTNT huyện Chư Păh tỉnh Gia Lai [5] .....	173
Hình 73. Mô hình thu gom nước mưa, giếng khoan khai thác nước tại trường Phổ thông THNT huyện Chu Pah tỉnh Gia Lai [5] .....	175
Hình 74. Cột địa tầng và kết cấu lỗ khoan hấp thu và lỗ khoan khai thác nước Poligon tại trường PT DTNT huyện Chư Păh tỉnh Gia Lai [5].....	176
Hình 75. Mô hình giếng khoan khai thác kết hợp bổ sung nhân tạo cho nước dưới đất [5] ..	176
Hình 76. Mô hình làm chậm dòng chảy trên mặt bằng các rãnh đào theo đường đồng mức canh tác trên sườn đồi.....	177
Hình 77. Rãnh đào theo đường đồng mức và hố đào hấp thu nước trong trang trại cà phê ở xã Hòa Thắng, TP Buôn Ma Thuột [5].....	178
Hình 78. Sơ đồ hệ thống trữ nước tiểu lưu vực dạng hình thoi .....	179
Hình 79. Bờ đồng mức trồng cây dài ngày.....	179
Hình 80. Hệ thống tưới nước nhỏ giọt Israrel cho cây cà phê .....	181
Hình 81. Hệ thống tưới nước phun WASI tại gốc cho cây cà phê .....	183
Hình 82. Đập tràn kiểu piano .....	185
Hình 83. Đập cao su [58].....	185
Hình 84. Đập tràn kiểu cầu trì [58].....	186
Hình 85. Đập tràn bố trí cửa van điều tiết trên đỉnh tràn [58] .....	187
Hình 86. Cấu hình đập kiểm tra điển hình về chiều cao (H), khoảng cách ngang (L), độ dốc của kênh (Sc), độ dốc của đường nối đập tràn và chân đập kiểm tra thượng nguồn (Se).....	188
Hình 87. Đập ngăn dòng đã được triển khai trên Tây Nguyên bằng các vật liệu khác nhau [58] 189	

Hình 88. Mô hình khai thác nước bằng giếng đào trong thành tạo phong hóa bazan .....	190
Hình 89. Mặt cắt công trình khai thác điểm lộ trong phong hóa bazan Tây Nguyên.....	191
Hình 90. Công trình khai thác điểm lộ trong thành tạo phong hóa bazan Tây Nguyên .....	191
Hình 91. Mô hình cấu trúc giếng khoan khai thác trong đá phun trào bazan Tây Nguyên ....	192
Hình 92. Sơ đồ tổng thể mô hình thu nước điểm lộ.....	193
Hình 93. Sơ đồ thu nước điểm lộ dạng chum.....	194
Hình 94. Modul khai thác nước dưới đất năm 2030 .....	198
Hình 95. Modul khai thác tiềm năng bazan Tây Nguyên .....	200
Hình 96. Bản đồ dự báo mức độ khai thác NĐĐ Tây Nguyên năm 2030 .....	201
Hình 97. Sơ đồ trạm KTTV và công trình quan trắc nước dưới đất .....	207
Hình 98. Biểu đồ tổng hợp lượng mưa, bốc hơi, nhiệt độ trạm khí tượng Ayunpa giai đoạn 2009 - 2018.....	208
Hình 99. Biểu đồ tổng hợp lượng mưa, bốc hơi, nhiệt độ trạm khí tượng Pleiku giai đoạn 2009 - 2018	208
Hình 100. Diễn biến mực nước trạm An Khê giai đoạn 2009 - 2018 .....	209
Hình 101. Diễn biến mực nước trạm Kon Tum giai đoạn 2009 - 2018 .....	209
Hình 102. Diễn biến xu thế MN dự báo năm 2030 so với thời kỳ cơ sở bồn Gia Lai.....	218
Hình 103. Dự báo nước dưới đất theo năm cơ sở và theo KBBĐKH bồn Gia Lai.....	222
Hình 104. Dự báo nước dưới đất tại các công trình có xu thế hạ thấp theo thời gian tại bồn Gia Lai	223
Hình 105. Sơ đồ trạm KTTV và công trình quan trắc bồn Đắk Lắk.....	224
Hình 106. Biểu đồ tổng hợp lượng mưa, bốc hơi, nhiệt độ trạm khí tượng Buôn Hồ giai đoạn 2009 - 2018.....	225
Hình 107. Biểu đồ tổng hợp lượng mưa, bốc hơi, nhiệt độ trạm khí tượng Buôn Ma Thuật giai đoạn 2009 - 2018.....	226
Hình 108. Diễn biến mực nước trạm Bản Đôn giai đoạn 2009 – 2018 .....	226
Hình 109. Diễn biến mực nước trạm Đức Xuyên giai đoạn 2009 - 2018.....	227
Hình 110. Diễn biến mực nước trạm Giang Sơn giai đoạn 2009 – 2018.....	227
Hình 111. Sơ đồ diễn biến mực nước dự báo năm 2030 so với thời kỳ cơ sở bồn Đắk Lắk .....	233
Hình 112. Dự báo nước dưới đất theo năm cơ sở và theo KBBĐKH bồn Đắk Lắk .....	235
Hình 113. Dự báo nước dưới đất tại các công trình có xu thế hạ thấp theo thời gian tại bồn Đắk Lắk	236
Hình 114. Sơ đồ trạm KTTV và công trình quan trắc nước dưới đất bồn Đắk Nông.....	237
Hình 115. Biểu đồ tổng hợp lượng mưa, bốc hơi, nhiệt độ trạm khí tượng Đắk Mil giai đoạn 2009 - 2018.....	238
Hình 116. Biểu đồ tổng hợp lượng mưa, bốc hơi, nhiệt độ trạm khí tượng Đắk Nông giai đoạn 2009 - 2018.....	239
Hình 117. Diễn biến mực nước trạm Đắk Nông giai đoạn 2009 - 2018.....	239



Hình 118. Diễn biến mực nước trạm Bản Đôn giai đoạn 2009 - 2018.....	239
Hình 119. Sơ đồ diễn biến mực nước dự báo năm 2030 so với thời kỳ cơ sở tại bồn Đăk Nông	246
Hình 120. Dự báo nước dưới đất theo năm cơ sở và theo KBBĐKH tại bồn Đăk Nông.....	248
Hình 121. Dự báo nước dưới đất tại các công trình có xu thế hạ thấp theo thời gian tại bồn Đăk Nông	249
Hình 122. Sơ đồ trạm KTTV và công trình quan trắc nước dưới đất tại Lâm Đồng.....	250
Hình 123. Biểu đồ tổng hợp lượng mưa, bốc hơi, nhiệt độ trạm khí tượng Đà Lạt giai đoạn 2009 - 2018.....	251
Hình 124. Biểu đồ tổng hợp lượng mưa, bốc hơi, nhiệt độ trạm khí tượng Đăk Nông giai đoạn 2009 - 2018.....	251
Hình 125. Diễn biến mực nước trạm Đăk Nông giai đoạn 2009 - 2018.....	252
Hình 126. Diễn biến mực nước trạm Thanh Bình giai đoạn 2009 - 2018.....	252
Hình 127. Sơ đồ diễn biến mực nước dự báo năm 2030 so với thời kỳ cơ sở bồn Lâm Đồng ..	258
Hình 128. Dự báo nước dưới đất theo năm cơ sở và theo KBBĐKH tại bồn Lâm Đồng ..	260
Hình 129. Dự báo nước dưới đất tại các công trình có xu thế hạ thấp theo thời gian tại Bồn Lâm Đồng	261
Hình 130. Vị trí khu vực nghiên cứu Buôn Ma Thuột .....	263
Hình 131. Sơ đồ cấu trúc các tầng chứa nước khu vực Buôn Ma Thuột .....	269
Hình 132. Bản đồ phân vùng mức độ chứa nước của tầng chứa nước bazan [44].....	270
Hình 133. Sơ đồ vị trí lỗ khoan quan trắc nước dưới đất khu vực nghiên cứu .....	276
Hình 134. Diễn biến mực nước tại các công trình quan trắc NĐĐ tầng ( $\beta_{QII}$ ) .....	277
Hình 135. Mực NĐĐ tầng của các công trình quan trắc tầng $\beta(N_2-Q_1)$ .....	277
Hình 136. Mực NĐĐ có dấu hiệu suy giảm của các công trình quan trắc tầng $\beta(N_2-Q_1)$ tại Buôn Ma Thuột .....	279
Hình 137. Sơ đồ phân bố các vùng có mực NĐĐ khai thác hạ thấp khác nhau so với mực nước hạ thấp cho phép [46].....	280
Hình 138. Sơ đồ bố trí sân cân bằng Đạt Lý tại khu vực nghiên cứu. ....	281
Hình 139. Đặc điểm địa tầng khu vực mô hình .....	282
Hình 140. Đồ thị dao động mực nước tại các lỗ khoan theo thời gian tại sân cân bằng Đạt Lý, Buôn Ma Thuột (từ 9/2019 đến 11/2020).....	284
Hình 141. Hướng dòng chảy tại sân cân bằng Đạt Lý vào tháng 9/2020.....	285
Hình 142. Diện tích xây dựng mô hình NĐĐ.....	287
Hình 143. Bảng chia lưới của mô hình và thống kê lưới mô hình.....	287
Hình 144. Ví dụ về lưới tam giác trong mô hình FEFLOW .....	288
Hình 145. Đặc điểm địa hình địa mạo khu vực xây dựng mô hình bãi giếng Đạt Lý.....	289
Hình 146. Cao độ bề mặt địa hình (a), cao độ bề mặt đáy (b) và mô phỏng 3D TCN trong mô hình góc nhìn từ phía tây nam (c).....	290
Hình 147. Sơ đồ hệ phân bố các thông số ĐCTV trước khi chỉnh lý.....	291

Hình 148. Giao diện phần mềm tự động chỉnh lý thông số FEPEST.....	291
Hình 149. Dữ liệu đầu vào lượng bổ cập cho mô hình đến năm 2020 .....	292
Hình 150. Phân bố và lưu lượng lỗ khoan khai thác trong mô hình .....	292
Hình 151. Mực nước xác định tại phía tây vùng mô hình (theo mực nước LK quan trắc C15).....	293
Hình 152. Sơ đồ vị trí lỗ khoan quan trắc tại vùng mô hình và một số dữ liệu đầu vào là số liệu quan trắc ở các lỗ khoan C15, LK3 .....	294
Hình 153. Tương quan giữa lượng mưa và mực nước trong các LKQT.....	295
Hình 154. Hệ số thấm sau chỉnh lý .....	296
Hình 155. Hệ số nhả nước sau chỉnh lý.....	296
Hình 156. Tương quan giữa mực nước tính toán bằng mô hình và mực nước thực đo .....	297
Hình 157. Khu vực bãi giếng Đạt Lý.....	298
Hình 158. Diện tích tính cân bằng nước khu vực bãi giếng Đạt Lý .....	299
Hình 159. Ví dụ tính cân bằng nước tại thời điểm tháng 12 năm 2019 .....	299
Hình 160. Đồ thị cân bằng nước trung bình tháng năm 2019.....	300
Hình 161. Bản đồ dự báo suy giảm nước dưới đất năm 2030 TP. Buôn Ma Thuột .....	304
Hình 162. Quy trình xây dựng DL GIS.....	311
Hình 163. Công nghệ xây dựng và phát triển DL GIS .....	312
Hình 164. Sơ đồ kiến trúc .Net Framework.....	313
Hình 165. Sơ đồ hệ thống quản lý dữ liệu Ftool.....	316
Hình 166. Giao diện đăng nhập của chương trình FTool.....	319
Hình 167. Giao diện DL GIS .....	320
Hình 168. Công cụ quản lý và thiết lập DL GIS.....	321
Hình 169. Thay đổi dữ liệu sau bước thiết lập bản đồ.....	321
Hình 170. Thông tin thuộc tính của đối tượng trong DL GIS.....	322
Hình 171. Nhóm chức năng biên tập bản đồ .....	323
Hình 172. Giao diện cửa sổ chuyển đổi cấu trúc dữ liệu.....	324
Hình 173. Giao diện công cụ phân tích dữ liệu.....	325
Hình 174. Giao diện công cụ thiết lập nhãn hiện thị.....	325
Hình 175. Giao diện bảng hiện thị thông tin thuộc tính.....	326
Hình 176. Giao diện công cụ thiết lập bản đồ chuyên đề .....	327
Hình 177. Giao diện công cụ thiết lập bản đồ theo đặc điểm .....	328
Hình 178. Giao diện công cụ thiết lập bản đồ theo đặc điểm .....	328
Hình 179. Giao diện công cụ thiết lập bản đồ theo màu sắc.....	329

## **DANH SÁCH NHỮNG NGƯỜI THAM GIA THỰC HIỆN**

### **I. DANH SÁCH CÁC CƠ QUAN THAM GIA THỰC HIỆN**

1. Viện Địa lý – Viện Hàn lâm – Khoa học và Công nghệ Việt Nam
2. Viện Sinh thái và Tài nguyên sinh vật – Viện Hàn lâm – Khoa học và Công nghệ Việt Nam.
3. Viện Vật liệu – Viện Hàn lâm – Khoa học và Công nghệ Việt Nam
4. Viện Vật lý Địa cầu – Viện Hàn lâm – Khoa học và Công nghệ Việt Nam.
5. Đại học Mở Địa chất
6. Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước miền Trung
7. Trung tâm Cảnh báo và dự báo tài nguyên nước
8. Đoàn Tài nguyên nước Trung Tây Nguyên

### **II. DANH SÁCH NHỮNG NGƯỜI THỰC HIỆN**

TT	Họ và tên	Cơ quan công tác	Chức danh trong đề tài
1	PGS.TS. Đặng Xuân Phong	Viện Hàn lâm KH & CN Việt Nam	Chủ nhiệm
2	ThS. Trương Phương Dung	Viện Địa lý	Thư ký
3	PGS.TS. Lại Vĩnh Cẩm	Viện Địa lý	Thành viên chính
4	PGS.TS. Uông Đình Khanh	Viện Địa lý	Thành viên chính
5	TS. Lê Thị Thanh Tâm	Hội Địa lý Việt Nam	Thành viên chính
6	PGS.TS. Phan Thị Thanh Hằng	Viện Địa lý	Thành viên chính
7	TS. Nguyễn Thanh Hoàn	Viện Địa lý	Thành viên chính
8	TS. Nguyễn Thị Thanh Thủy	Đại học Mở - Địa chất	Thành viên chính
9	<u>TS. Võ Thanh Sơn</u>	Viện Vật lý Địa cầu	Thành viên chính
10	TS. Vũ Văn Hà	Viện Địa chất	Thành viên chính
11	TS. Phan Văn Trường	Viện Vật liệu	Thành viên chính

12	ThS. Trần Anh Tuấn	Viện ST & TNSV	Thành viên chính
13	ThS. Nguyễn Sơn	Viện Địa lý	Thành viên chính
14	ThS. Trịnh Ngọc Tuyền	Viện Địa lý	Thành viên chính
15	ThS. Trần Duy Phiên	Viện Địa lý	Thành viên chính
16	ThS. Nguyễn Quang Minh	Viện Địa lý	Thành viên chính
17	ThS. Đặng Trần Trung	Trung tâm Cảnh báo và dự báo tài nguyên nước	Thành viên chính
18	TS. Ngô Tuấn Tú	Hội ĐCTV Việt Nam	Thành viên chính
19	ThS. Đặng Xuân Tùng	Viện Địa chất	Thành viên chính
20	TS. Nguyễn Thu Nhung	Viện Địa lý	Thành viên
21	TS. Dương Thị Lịm	Viện Địa lý	Thành viên
22	TS. Dương Thị Hồng Yến	Viện Địa lý	Thành viên
23	TS. Nguyễn Văn Hồng	Viện Địa lý	Thành viên
24	ThS. Hồ Lệ Thu	Viện Địa lý	Thành viên
25	ThS. Lưu Thị Thu Hiền	Viện Địa lý	Thành viên
26	ThS. Nguyễn Thị Lan Hương	Viện Địa lý	Thành viên
27	ThS. Nguyễn Đức Thành	Viện Địa lý	Thành viên
28	ThS. Nguyễn Thị Huế	Viện Địa lý	Thành viên
29	TS. Nguyễn Văn Dũng	Viện Địa lý	Thành viên
30	TS. Nguyễn Thị Thủy	Viện Địa lý	Thành viên
31	ThS. Lê Thị Hạnh Liên	Viện Địa lý	Thành viên
32	ThS. Vương Văn Vũ	Viện Địa lý	Thành viên

33	ThS. Ngô Thanh Nga	Viện Địa lý	Thành viên
34	ThS. Chu Nghĩa Đạt	Viện Địa lý	Thành viên
35	ThS. Đào Thị Thảo	Viện Địa lý	Thành viên
36	TS. Tống Phúc Tuấn	Viện Địa lý	Thành viên
37	ThS. Trần Thị Thúy Vân	Viện Địa lý	Thành viên
38	ThS. Hoa Thúy Quỳnh	Viện Địa lý	Thành viên
39	ThS. Phạm Hà Linh	Viện Địa lý	Thành viên
40	TS. Nguyễn Diệu Trinh	Học viện Khoa học và Công nghệ	Thành viên
41	NCS. Nguyễn Thị Nường	Hội Địa lý Việt Nam	Thành viên
42	ThS. Chu Anh Dũng	Viện Địa lý	Thành viên
43	ThS. Nguyễn Thái Sơn	Viện Địa lý	Thành viên
44	ThS. Trần Thị Ngọc Ánh	Viện Địa lý	Thành viên
45	ThS. Trần Thị Mùi	Viện Địa lý	Thành viên
46	ThS. Chu Thị Hằng	Viện ST & TNSV	Thành viên
47	ThS. Nguyễn Thị Thu Huyền	Viện Địa lý	Thành viên

## **BÁO CÁO THỐNG KÊ KẾT QUẢ THỰC HIỆN ĐỀ TÀI TN18/T10**

### **I. THÔNG TIN CHUNG**

#### **1. Tên đề tài/dự án:**

**Nghiên cứu xác định thực trạng và nguyên nhân suy giảm tài nguyên nước dưới đất trong các thành tạo bazan ở Tây Nguyên và đề xuất các giải pháp bảo vệ và phòng chống suy giảm**

Mã số đề tài, dự án: TN18/T10

Thuộc:

- Chương trình (*tên, mã số chương trình*): Khoa học và công nghệ cấp quốc gia giai đoạn 2016-2020 “*Khoa học và công nghệ phục vụ phát triển kinh tế - xã hội Tây Nguyên trong liên kết vùng và hội nhập quốc tế*”, Mã số: KH-CN-TN/16-20

- Dự án khoa học và công nghệ (*tên dự án*):

- Độc lập (*tên lĩnh vực KH-CN*):

#### **2. Chủ nhiệm đề tài/dự án:**

Họ và tên: ĐẶNG XUÂN PHONG

Ngày, tháng, năm sinh: 29/03/1963                      Nam/ Nữ: Nam

Học hàm, học vị: Phó giáo sư, Tiến sỹ

Chức danh khoa học: Nghiên cứu viên cao cấp

Chức vụ: Phó ban Kế hoạch Tài chính

Điện thoại: Mobile: 0984338614

Tên tổ chức đang công tác: Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Địa chỉ tổ chức: 18 Hoàng Quốc Việt – Cầu Giấy – Hà Nội

Địa chỉ nhà riêng: 55 Nguyễn Thái Học, Ba Đình, Hà Nội

#### **3. Tổ chức chủ trì đề tài/dự án:**

Tên tổ chức chủ trì đề tài: VIỆN ĐỊA LÝ

Điện thoại: 024. 37563539                      Fax: 024.38361192

E-mail: [qlthvdl@gmail.com](mailto:qlthvdl@gmail.com).

Website: <http://ig-vast.ac.vn/>

Địa chỉ: Nhà A27, số 18 đường Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội

Họ và tên thủ trưởng tổ chức: TS. Đào Đình Châm

Số tài khoản: 3713.0.1056836 tại Kho bạc NN Ba Đình, Hà Nội

Tên cơ quan chủ quản đề tài: Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

## II. TÌNH HÌNH THỰC HIỆN

### 1. Thời gian thực hiện đề tài/dự án:

- Theo Hợp đồng đã ký kết: từ tháng 07/năm 2018 đến tháng 12/năm 2020

- Thực tế thực hiện: từ tháng 07/năm 2018 đến tháng 12/năm 2020

### 2. Kinh phí và sử dụng kinh phí:

a) Tổng số kinh phí thực hiện: 9.300 tr.đ, trong đó:

+ Kinh phí hỗ trợ từ SNKH: 9.3000 tr.đ

+ Kinh phí từ các nguồn khác: ...0....tr.đ

+ Tỷ lệ và kinh phí thu hồi đối với dự án (nếu có): ...0.....

b) Tình hình cấp và sử dụng kinh phí từ nguồn SNKH:

<b>Số TT</b>	<b>Theo kế hoạch</b>		<b>Thực tế đạt được</b>		<b>Ghi chú (Số đề nghị quyết toán)</b>
	Thời gian (Tháng, năm)	Kinh phí (Tr.đ)	Thời gian (Tháng, năm)	Kinh phí (Tr.đ)	
1	10/07/2018	200	2018	200	
2	26/10/2018	2.200	2018	2.200	
3	07/06/2019	3.700	2019	3.700	
4	26/02/2020	3.200	2020	3.200	

c) Kết quả sử dụng kinh phí theo các khoản chi:

### Đối với đề tài:

*Đơn vị tính: Triệu đồng*

<b>Số TT</b>	<b>Nội dung các khoản chi</b>	<b>Theo kế hoạch</b>			<b>Thực tế đạt được</b>		
		Tổng	SNKH	Nguồn khác	Tổng	SNKH	Nguồn khác
1	Trả công lao động (khoa học, phổ thông)	5.400,551	5.400,551		5.400,551	5.400,551	
2	Nguyên, vật liệu, năng lượng	219,936	219,936		219,936	219,936	

3	Thiết bị, máy móc	190,851	190,851		190,851	190,851	
4	Xây dựng, sửa chữa nhỏ						
5	Chi khác	3.488,662	3.488,662		3.488,662	3.488,662	
<b>Tổng cộng</b>		<b>9.300</b>	<b>9.300</b>		<b>9.300</b>	<b>9.300</b>	

- Lý do thay đổi (nếu có):

### 3. Các văn bản hành chính trong quá trình thực hiện đề tài/dự án:

*(Liệt kê các quyết định, văn bản của cơ quan quản lý từ công đoạn xác định nhiệm vụ, xét chọn, phê duyệt kinh phí, hợp đồng, điều chỉnh (thời gian, nội dung, kinh phí thực hiện... nếu có); văn bản của tổ chức chủ trì đề tài, dự án (đơn, kiến nghị điều chỉnh ... nếu có)*

<b>Số TT</b>	<b>Số, thời gian ban hành văn bản</b>	<b>Tên văn bản</b>	<b>Ghi chú</b>
1	Quyết định số 486/QĐ-VHL ngày 30/03/2018 của Chủ tịch Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam	Phê duyệt tổ chức chủ trì, cá nhân chủ nhiệm, kinh phí, phương thức khoán chi và thời gian thực hiện các đề tài khoa học và công nghệ cấp quốc gia thuộc chương trình khoa học và công nghệ cấp quốc gia giai đoạn 2016-2020 “ <i>Khoa học và Công nghệ phục vụ phát triển kinh tế - xã hội Tây Nguyên trong liên kết vùng và hội nhập quốc tế</i> ”, Mã số: KHCN-TN/16-20 (Chương trình Tây Nguyên 2016-2020) bắt đầu thực hiện từ năm 2018;	
2	Hợp đồng số 18/2018/HĐ-TN18/T10KHCN-TN/16-20 ngày 30/06/2018	Hợp đồng thực hiện đề tài khoa học và công nghệ giữa Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam và Ban Chủ nhiệm chương trình Tây Nguyên 3 và Văn phòng Chương trình Tây Nguyên 3 với chủ nhiệm đề tài và Viện Địa lý	

### 4. Tổ chức phối hợp thực hiện đề tài, dự án:



<i>Số TT</i>	<i>Tên tổ chức đăng ký theo Thuyết minh</i>	<i>Tên tổ chức đã tham gia thực hiện</i>	<i>Nội dung tham gia chủ yếu</i>	<i>Sản phẩm chủ yếu đạt được</i>	<i>Ghi chú*</i>
1	Viện Địa lý	Viện Địa lý	Chủ trì các hoạt động thực hiện đề tài, viết thuyết minh đề tài, các báo cáo thực hiện nội dung công việc, báo cáo tổng kết và hệ thống bản đồ, số liệu của đề tài.	Thuyết minh được phê duyệt, chủ trì và thực hiện các hoạt động triển khai đề tài, công tác khảo sát thực địa, tổ chức hội nghị, hội thảo. Thực hiện các báo cáo kết quả thực hiện công việc, báo cáo tổng kết và hệ thống bản đồ, số liệu	
2	Đại học Mở - Địa chất	Đại học Mở - Địa chất	Thực hiện các nội dung công việc, tham gia đóng góp ý kiến cho đề tài	Các báo cáo kết quả thực hiện công việc, các ý kiến đóng góp thu được.	
3	Viện Vật lý Địa cầu	Viện Vật lý Địa cầu	Thực hiện đo địa vật lý và đo từ Tellua để xác định khu vực xây dựng mô hình đánh giá sự suy giảm mực nước dưới đất khu vực nghiên cứu.	Xác định được khu vực xây dựng mô hình.	
4	Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước miền Trung	Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước miền Trung	Thực hiện các nội dung công việc.	Các báo cáo kết quả thực hiện công việc.	

5	Trung tâm Cảnh báo và dự báo tài nguyên nước	Trung tâm Cảnh báo và dự báo tài nguyên nước	Thực hiện các nội dung công việc, tham gia khảo sát, thực hiện chạy mô hình quan trắc tại khu vực xây dựng mô hình. Đóng góp ý kiến cho Hội thảo đề tài	Các báo cáo kết quả thực hiện công việc, kết quả chạy mô hình dự báo suy giảm mực nước dưới đất, các ý kiến đóng góp thu được.	
6	Đoàn Tài nguyên nước Trung Tây Nguyên	Đoàn Tài nguyên nước Trung Tây Nguyên	Thực hiện công tác khoan các lỗ khoan quan trắc.	Các lỗ khoan quan trắc.	
7		Các sở của 5 tỉnh Tây Nguyên: Kon Tum, Gia Lai, Đắk Lắk, Đắk Nông và Lâm Đồng - Sở Khoa học và Công nghệ - Sở Tài nguyên và Môi trường - Sở Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn	Tham gia hội thảo, cung cấp tài liệu liên quan và đóng góp ý kiến cho đề tài	Tài liệu và ý kiến đóng góp thu được	

- Lý do thay đổi (nếu có):

### 5. Cá nhân tham gia thực hiện đề tài, dự án:

(Người tham gia thực hiện đề tài thuộc tổ chức chủ trì và cơ quan phối hợp, không quá 10 người kể cả chủ nhiệm)

<b>Số TT</b>	<b>Tên cá nhân đăng ký theo Thuyết minh</b>	<b>Tên cá nhân đã tham gia thực hiện</b>	<b>Nội dung tham gia chính</b>	<b>Sản phẩm chủ yếu đạt được</b>	<b>Ghi chú*</b>
1	PGS.TS. Đặng Xuân Phong	PGS.TS. Đặng Xuân Phong	Chủ nhiệm, phụ trách chung và thực hiện chính thuyết minh và	Các sản phẩm về thuyết minh, báo	

			tổng kết đề tài.	cáo chuyên đề, báo cáo tổng kết.	
2	ThS. Trương Phương Dung	ThS. Trương Phương Dung	Thư ký đề tài, thực hiện các nội dung triển khai và tham gia viết tổng kết đề tài	Các báo cáo chuyên đề, báo cáo tổng kết.	
3	PGS.TS. Lại Vĩnh Cẩm	PGS.TS. Lại Vĩnh Cẩm	Đóng góp ý kiến chỉ đạo thực hiện các nội dung và tham gia viết báo cáo tổng kết đề tài.	Các ý kiến đóng góp và báo cáo tổng kết thu được;	
4	PGS.TS. Uông Đình Khanh	PGS.TS. Uông Đình Khanh	Đánh giá đặc điểm địa chất, địa hình và địa mạo khu vực Tây Nguyên. Thực hiện nội dung nghiên cứu 2.1.	Các báo cáo chuyên đề theo hợp đồng	
5	TS. Lê Thị Thanh Tâm	TS. Lê Thị Thanh Tâm	Đánh giá sự suy giảm mực nước trong các thành tạo Bazan Tây Nguyên và khu vực Buôn Ma Thuột. Thực hiện các nội dung nghiên cứu 1.3, 1.4, 5.1, 5.3.	Các báo cáo chuyên đề theo hợp đồng	
6	PGS.TS. Phan Thị Thanh Hằng	PGS.TS. Phan Thị Thanh Hằng	Xử lý tài liệu, số liệu mưa, bốc hơi, mực nước khu vực Tây Nguyên. Đánh giá ảnh hưởng của yếu tố khí hậu tới tài nguyên nước dưới đất khu vực Tây Nguyên	Các báo cáo chuyên đề theo hợp đồng	
7	TS. Nguyễn Thanh Hoàn	TS. Nguyễn Thanh Hoàn	Đánh giá thực trạng và biến động lớp phủ khu vực Tây Nguyên	Các báo cáo chuyên đề và các bản đồ	

			và khu vực Buôn Ma Thuột. Thành lập bản đồ biến động lớp phủ khu vực Tây Nguyên và Buôn Ma Thuột.	thành phần theo hợp đồng	
8	TS. Nguyễn Thị Thanh Thủy	TS. Nguyễn Thị Thanh Thủy	Đề xuất các mô hình đánh giá sự suy giảm nguồn nước trong bazan Tây Nguyên.	Báo cáo chuyên đề theo hợp đồng.	
9	TS. Võ Thanh Sơn	TS. Võ Thanh Sơn	Thực hiện công việc đo địa vật lý và đo từ Tel lua cho đề tài.	Chỉ ra được vị trí các lỗ khoan quan trắc phù hợp yêu cầu đặt ra.	
10	TS. Vũ Văn Hà	TS. Vũ Văn Hà	Đánh giá đặc điểm địa hình, địa mạo và cấu trúc địa chất khu vực Buôn Ma Thuột.	Báo cáo chuyên đề theo hợp đồng.	
11	TS. Phan Văn Trường	TS. Phan Văn Trường	Tham gia xây dựng mô hình 1D tính toán bổ cập cho nước dưới đất cho 4 Bồn Gia Lai, Đăk Lăk, Đăk Nông, Lâm Đồng	Báo cáo chuyên đề theo hợp đồng.	
12	ThS. Trần Anh Tuấn	ThS. Trần Anh Tuấn	Xử lý ảnh vệ tinh Landsat các thế hệ 5, 7, 8; Ảnh Sentinel-2; Dữ liệu DEM. Tham gia thành lập CSDL đề tài.	Ảnh vệ tinh đã xử lý và CSDL đề tài.	
13	ThS. Nguyễn Sơn	ThS. Nguyễn Sơn	Đánh giá hệ thống quan trắc	Các báo cáo chuyên	

			nước dưới đất khu vực Tây Nguyên. Thành lập bản đồ hiện trạng mực nước dưới đất trong các thành tạo bazan Tây Nguyên.	đề và bản đồ thành phần theo hợp đồng.	
14	ThS. Trịnh Ngọc Tuyên	ThS. Trịnh Ngọc Tuyên	Đánh giá chất lượng và thành lập bản đồ chất lượng nước dưới đất trong các thành tạo bazan Tây Nguyên	Các báo cáo chuyên đề và bản đồ thành phần theo hợp đồng.	
15	ThS. Trần Duy Phiên	ThS. Trần Duy Phiên	Thu thập ảnh vệ tinh Landsat các thế hệ 5, 7, Ảnh Sentinel-2; Tham gia thành lập bản đồ hiện trạng lớp phủ khu vực Tây Nguyên tại 5 thời điểm 2000, 2005, 2010, 2015 và 2018. Thành lập mặt cắt địa hình các lưu vực Sông Ba, Sông Đồng Nai, Sông Sê San, Sông Serepok	Ảnh vệ tinh và các bản đồ thành phần.	
16	ThS. Nguyễn Quang Minh	ThS. Nguyễn Quang Minh	Thực hiện chạy các mô hình thủy văn và đánh giá về sự thay đổi giữa dòng chảy ngầm và dòng chảy mặt giai đoạn từ năm 2000 đến năm 2018.	Các báo cáo chuyên đề theo hợp đồng.	
17	ThS. Đặng Trần Trung	ThS. Đặng Trần Trung	Tính toán nhu cầu sử dụng nước dưới đất khu vực Tây Nguyên, sử	Các báo cáo chuyên đề và bản đồ dự báo	

			dụng phương pháp giải tích thống kê dự báo suy giảm mực nước dưới đất trong các thành tạo bazan ở Tây Nguyên đến năm 2030.	theo hợp đồng.	
18		TS. Ngô Tuấn Tú	Đề xuất các mô hình khai thác hợp lý và bảo vệ nước dưới đất trong các thành tạo bazan Tây Nguyên và khu vực Buôn Ma Thuột. Đánh giá hiện trạng khai thác nước dưới đất phục vụ phát triển kinh tế - xã hội khu vực Buôn Ma Thuột tại 5 thời điểm.	Các báo cáo chuyên đề theo hợp đồng.	
19		ThS. Đặng Xuân Tùng	Tham gia thực hiện dự báo sự suy giảm mực nước dưới đất tại khu vực trọng điểm thành phố Buôn Ma Thuột đến năm 2030. Tham gia thành lập bản đồ lớp phủ khu vực Buôn Ma Thuột tỷ lệ 1:100.000 tại 5 thời điểm.	Báo cáo chuyên đề và bản đồ dự báo theo hợp đồng.	

- Lý do thay đổi ( nếu có):

#### 6. Tình hình hợp tác quốc tế:

<b>Số TT</b>	<b>Theo kế hoạch</b> <i>(Nội dung, thời gian, kinh phí, địa điểm, tên tổ chức hợp tác, số đoàn,</i>	<b>Thực tế đạt được</b> <i>(Nội dung, thời gian, kinh phí, địa điểm, tên tổ chức hợp tác, số đoàn,</i>	<b>Ghi chú*</b>
--------------	--	---	-----------------

	<i>số lượng người tham gia...)</i>	<i>số lượng người tham gia...)</i>	
1			
2			
...			

- Lý do thay đổi (nếu có):

### 7. Tình hình tổ chức hội thảo, hội nghị:

<b>Số TT</b>	<b>Theo kế hoạch</b> (Nội dung, thời gian, kinh phí, địa điểm)	<b>Thực tế đạt được</b> (Nội dung, thời gian, kinh phí, địa điểm)	<b>Ghi chú*</b>
1	Hội thảo khoa học khởi động đề tài, 08/2018-08/2020, 10 trđ, tại cơ quan chủ trì.	Hội thảo khoa học khởi động đề tài ngày 08/01/2019, 10 trđ, Viện Địa lý.	
2	Hội thảo đánh giá giữa kỳ, năm 2019, 9,6 trđ, tại cơ quan chủ trì.	Hội thảo giai đoạn thực hiện đề tài, 18/09/2019, 9,6 trđ, tại cơ quan chủ trì.	
3	Hội thảo giai đoạn tại Buôn Ma Thuột năm 2020, 45,2 trđ.	Hội thảo giai đoạn thực hiện đề tài, 23/10/2020, 45,2 trđ, tại Buôn Ma Thuột	
4	Hội thảo chuẩn bị cho việc tổng kết đề tài năm 2020, 12 trđ tại cơ quan chủ trì.	Hội thảo giai đoạn chuẩn bị cho tổng kết đề tài tại cơ quan chủ trì, 30/07/2020, 12 trđ.	
5	Hội nghị sơ kết, tổng kết	Quyết định số 259/QĐ-ĐL ngày 10/12/2020 của Viện trưởng Viện Địa lý về việc thành lập Hội đồng đánh giá nghiệm thu cấp cơ sở đề tài cấp Nhà nước, mã số đề tài TN18/T10.	

- Lý do thay đổi (nếu có):

### 8. Tóm tắt các nội dung, công việc chủ yếu:

(Nêu tại mục 15 của thuyết minh, không bao gồm: Hội thảo khoa học, điều tra khảo sát trong nước và nước ngoài)

<b>Số TT</b>	<b>Các nội dung, công việc chủ yếu</b> (Các mốc đánh giá chủ yếu)	<b>Thời gian</b> (Bắt đầu, kết thúc - tháng ... năm)		<b>Người, cơ quan thực hiện</b>
		Theo kế hoạch	Thực tế đạt được	

1	Xây dựng thuyết minh nhiệm vụ	01-06/2018	06/2018	Đặng Xuân Phong, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.
2	Nội dung 1: Đánh giá thực trạng suy giảm tài nguyên nước dưới đất trong các thành tạo bazan ở Tây Nguyên từ năm 2000 đến nay.	06/2018-12/2019	06/2018-12/2019	- Đặng Xuân Phong, Lê Thị Thanh Tâm, Nguyễn Sơn, Trịnh Ngọc Tuyền, Trương Phương Dung và các thành viên, Viện Địa lý.
3	Nội dung 2: Xác định nguyên nhân gây suy giảm tài nguyên nước dưới đất trong các thành tạo bazan ở Tây Nguyên	09/2018 – 05/2020	08/2018 – 06/2020	- Viện Địa lý, Viện Sinh thái tài nguyên sinh vật.
4	Nội dung 3: Dự báo suy giảm mực nước dưới đất của các thành tạo bazan ở Tây Nguyên đến năm 2030	11/2018 – 06/2020	07/2019-09/2020	- Nguyễn Sơn, Ngô Tuấn Tú, Đặng Trần Trung và một số thành viên thuộc các đơn vị phối hợp thực hiện.  - Viện Địa lý, Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước miền Trung, Trung tâm Cảnh báo và dự báo tài nguyên nước.
5	Nội dung 4: Đề xuất các giải pháp giảm thiểu suy giảm và bảo vệ tài nguyên nước dưới đất trong các thành tạo bazan Tây Nguyên.	03/2019 – 12/2019	02/2020 – 06/2020	Ban chủ nhiệm đề tài và các thành viên tham gia thực hiện thuộc các đơn vị phối hợp thực hiện.  - Viện Địa lý, Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước miền Trung,



				Trường Đại học Mở Địa chất.
6	Nội dung 5: Nghiên cứu thực trạng, nguyên nhân và dự báo sự suy giảm mực nước dưới đất và đề xuất giải pháp giảm thiểu tại khu vực trọng điểm thành phố Buôn Ma Thuột.	02/2019 – 06/2020	07/2019 – 09/2020	- Viện Địa lý, Viện Địa chất, Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước miền Trung, Trung tâm Cảnh báo và dự báo tài nguyên nước.
7	Nội dung 6: Xây dựng bộ dữ liệu phục vụ cho việc khai thác, bảo vệ và phòng chống suy giảm nước dưới đất trong các thành tạo bazan ở Tây Nguyên.	06/2019 – 10/2020	01/2020 – 09/2020	- Viện Địa lý, Viện Sinh thái tài nguyên sinh vật.
8	Xây dựng báo cáo tổng hợp kết quả nghiên cứu và nghiệm thu đề tài	06/2020 - 11/2020	09/2020 - 11/2020	Ban chủ nhiệm đề tài.

- Lý do thay đổi (nếu có):

### III. SẢN PHẨM KH&CN CỦA ĐỀ TÀI, DỰ ÁN

#### 1. Sản phẩm KH&CN đã tạo ra:

a) Sản phẩm Dạng I:

<i>Số TT</i>	<i>Tên sản phẩm và chỉ tiêu chất lượng chủ yếu</i>	<i>Đơn vị đo</i>	<i>Số lượng</i>	<i>Theo kế hoạch</i>	<i>Thực tế đạt được</i>
1	Xây dựng mô hình đánh giá sự suy giảm nguồn nước trong các thành tạo bazan ở Tây Nguyên:				
	Khoan 03 lỗ khoan	LK	03	03	03

- Lý do thay đổi (nếu có):

b) Sản phẩm Dạng II:

<i>Số TT</i>	<i>Tên sản phẩm</i>	<i>Yêu cầu khoa học cần đạt</i>		<i>Ghi chú</i>
		Theo kế hoạch	Thực tế đạt được	

1	Báo cáo thực trạng suy giảm tài nguyên nước trong các thành tạo bazan ở Tây Nguyên.	Báo cáo đạt yêu cầu về khoa học chỉ ra được thực trạng suy giảm mực nước dưới đất trong bazan.	Theo đúng quy định, thông tin chính xác, đầy đủ và có độ tin cậy cao, chú giải hợp lý, hình thức đẹp.  Có giá trị sử dụng, dễ hiểu và dễ phổ biến cho các địa phương.	
2	Báo cáo xác định nguyên nhân suy giảm tài nguyên nước dưới đất trong các thành tạo bazan ở Tây Nguyên.	Báo cáo đạt yêu cầu về khoa học nêu bật và chỉ ra được nguyên nhân suy giảm mực nước dưới đất trong bazan	Chỉ ra được nguyên nhân gây ra suy giảm mực nước dưới đất Tây Nguyên gồm có nguyên nhân nội sinh và nguyên nhân ngoại sinh, trong đó các yếu tố ngoại sinh đóng vai trò chính làm suy giảm mực nước dưới đất, đặc biệt là do khai thác nước dưới đất.	
3	Báo cáo biến động tài nguyên nước dưới đất tại một số vùng trọng điểm của các cao nguyên bazan ở Tây Nguyên (kèm theo bản đồ tỉ lệ 1/100.000).	Báo cáo đạt yêu cầu về khoa học và bản đồ tỉ lệ 1/100.000 theo đúng qui định hiện hành	Đánh giá chi tiết sự biến động mực nước theo thời gian của các tầng chứa nước bazan ở khu vực Buôn Ma thuật.	
4	Báo cáo dự báo suy giảm mực nước dưới đất tại một số vùng trọng điểm của các cao nguyên bazan ở Tây Nguyên đến năm	Báo cáo đạt yêu cầu về khoa học, dự báo suy giảm mực nước tại một số vùng trọng	Đưa ra các phương pháp và kết quả dự báo suy giảm mực NDD tại các cao	

	2030 (kèm theo bản đồ tỉ lệ 1/100.000).	điểm và bản đồ tỉ lệ 1/100.000 theo đúng qui định hiện hành	nguyên bazan ở Tây Nguyên đến năm 2030. Thành lập bản đồ dự báo suy giảm.	
5	Đề xuất các giải pháp giảm thiểu suy giảm và bảo vệ tài nguyên nước dưới đất trong các thành tạo bazan ở Tây Nguyên: Đề xuất mô hình khai thác hợp lý và bảo vệ nước dưới đất trong các thành tạo bazan ở Tây Nguyên;	- Đề xuất mô hình khai thác hợp lý và bảo vệ nước dưới đất trong các thành tạo bazan ở Tây Nguyên mang tính khoa học và phù hợp với thực tiễn có tính khả thi.	Đáp ứng các mục tiêu, nội dung đã được phê duyệt	
6	Bộ dữ liệu (số liệu, báo cáo, bản đồ) phục vụ cho việc khai thác, bảo vệ và phòng chống suy giảm nước dưới đất trong các thành tạo bazan ở Tây Nguyên.	Phần mềm GIS thông dụng, dễ truy cập, khai thác		
7	Báo cáo tổng hợp kết quả thực hiện đề tài	Đáp ứng các mục tiêu, nội dung đã được phê duyệt	Đáp ứng các mục tiêu, nội dung đã được phê duyệt	

- Lý do thay đổi (nếu có):

**c) Sản phẩm Dạng III:**

<i>Số TT</i>	<i>Tên sản phẩm</i>	<i>Yêu cầu khoa học cần đạt</i>		<i>Số lượng, nơi công bố (Tạp chí, nhà xuất bản)</i>
		Theo kế hoạch	Thực tế đạt được	
1	Bài báo quốc tế	01 bài. Chấp nhận đăng bài	03 bài. Đã xuất bản	02 bài trên tạp chí Journal of Geoscience and Environment Protection. 01 bài trên tạp chí Forests.
2	Bài báo trong nước	02	07	07 bài, Hội nghị địa lý, Tạp chí Khoa học, công nghệ Việt Nam,

				Tạp chí Tài nguyên nước, Tạp chí Khoa học Đại học Huế, Hội thảo chương trình Tây nguyên, Hội nghị Các khoa học Trái đất.
--	--	--	--	--

- Danh mục các bài báo công bố:

1. **Tran Anh Tuan, Nguyen Kim Anh,\* , Liou Yuei An,\* , Le Minh Hang, Vu Van Truong and Nguyen Dinh Duong.** “*Classification and Observed Seasonal Phenology of Broadleaf Deciduous Forests in a Tropical Region by Using Multitemporal Sentinel-1A and Landsat 8 Data*”. Forests 2021, 12, 235.
2. **Nguyen Thanh Hoan, Hoa Thuy Quynh, Le Minh Hang, Nguyen Manh Ha, Hoang Thi Huyen Ngoc, Dang Xuan Phong.** “*Estimation of Land Use Changes in Tan Rai Bauxite Mine by Multi-Variants Change Vector Analysis (MCVA) on Multi-Temporal Remote Sensing Data*”. Journal of Geoscience and Environment Protection. 2020, 8, page 70-84.
3. **Nguyen Thanh Hoan, Ram C. Sharma, Nguyen Van Dung, Dang Xuan Tung.** “*Effectiveness of Sentinel-1-2 Multi-Temporal Composite Images for Land-Cover Monitoring in the Indochinese Peninsula*”. Journal of Geoscience and Environment Protection. 2020, 8, page 24-32.
4. **Đặng Xuân Phong, Trương Phương Dung, Chu Nghĩa Đạt, Đặng Xuân Tùng.** “*Hiện trạng tài nguyên nước dưới đất trong các thành tạo Bazan, tỉnh Gia Lai*”. Hội nghị khoa học Địa lý toàn quốc lần thứ XI, 2019, trang 333-338.
5. **Đặng Xuân Phong, Chu Nghĩa Đạt, Đặng Xuân Tùng.** “*Thực trạng và nguyên nhân suy giảm mực nước trong các thành tạo bazan, tỉnh Đắk Lắk*”. Tạp chí Tài nguyên nước số 1/2020, trang 22-28.
6. **Đặng Xuân Phong, Ngô Tuấn Tú, Đặng Xuân Tùng, Trương Phương Dung.** “*Các mô hình khai thác hợp lý và bảo vệ nước dưới đất trong các thành tạo bazan tại khu vực Buôn Ma thuật*”. Tạp chí Tài nguyên nước số 3/2020, trang 22-28.
7. **Hồ Lệ Thu, Nguyễn Thanh Hoàn, Lê Minh Hằng, Đặng Xuân Phong.** “*Xây dựng bản đồ lớp phủ khu vực tây nguyên sử dụng dữ liệu ảnh landsat đa thời gian*”. Tạp chí Khoa học công nghệ Việt Nam, số 3 năm 2020.
8. **Đào Đình Châm, Đặng Xuân Phong, Đào Thị Thảo, Trương Phương Dung, Nguyễn Thái Sơn, Nguyễn Quang Minh.** “*Ảnh hưởng của sự thay*

đổi sử dụng đất đến lưu lượng dòng chảy trên lưu vực sông Ba (phần thuộc Tây Nguyên)”. Tuyển tập các báo cáo khoa học tại Hội nghị Các về Trái đất và Phát triển Bền vững 2020.

9. **Đặng Xuân Phong, Đào Thị Thảo, Trương Phương Dung, Nguyễn Quang Minh.** “Đánh giá ảnh hưởng của sự thay đổi sử dụng đất đến dòng chảy trên lưu vực sông Sreepook”. Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường, số 70, tháng 9 năm 2020, trang 64-70.

10. **Đào Đình Châm, Đặng Xuân Phong, Nguyễn Hoàng Sơn, Đào Thị Thảo, Trương Phương Dung, Nguyễn Quang Minh.** “Ứng dụng mô hình Mike Hydro Basin tính toán cân bằng nước cho vùng lãnh thổ Tây Nguyên”. Tạp chí Khoa học Đại học Huế - Khoa học Trái đất và Môi trường, số 1 năm 2021.

- Lý do thay đổi (nếu có):

d) Kết quả đào tạo:

<b>Số TT</b>	<b>Cấp đào tạo, Chuyên ngành đào tạo</b>	<b>Số lượng</b>		<b>Ghi chú</b> (Thời gian kết thúc)
		Theo kế hoạch	Thực tế đạt được	
1	Thạc sỹ	0	01	
2	Tiến sỹ	01 (hỗ trợ)	03	

- Lý do thay đổi (nếu có):

đ) Tình hình đăng ký bảo hộ quyền sở hữu công nghiệp, quyền đối với giống cây trồng:

<b>Số TT</b>	<b>Tên sản phẩm đăng ký</b>	<b>Kết quả</b>		<b>Ghi chú</b> (Thời gian kết thúc)
		Theo kế hoạch	Thực tế đạt được	
1				
2				

- Lý do thay đổi (nếu có):

e) Thống kê danh mục sản phẩm KHCN đã được ứng dụng vào thực tế

<b>Số TT</b>	<b>Tên kết quả đã được ứng dụng</b>	<b>Thời gian</b>	<b>Địa điểm</b> (Ghi rõ tên, địa chỉ nơi ứng dụng)	<b>Kết quả sơ bộ</b>
1				
2				

## **2. Đánh giá về hiệu quả do đề tài, dự án mang lại:**

### **a) Hiệu quả về khoa học và công nghệ:**

*(Nêu rõ danh mục công nghệ và mức độ nắm vững, làm chủ, so sánh với trình độ công nghệ so với khu vực và thế giới...)*

1. Đánh giá được thực trạng suy giảm tài nguyên nước dưới đất thông qua chuỗi số liệu quan trắc mực nước dưới đất trong các thành tạo bazan ở Tây Nguyên từ năm 2000 đến nay;

2. Chỉ ra được nguyên nhân gây ra suy giảm mực nước dưới đất Tây Nguyên (có đánh giá chi tiết cho khu vực Buôn Ma Thuột, Bảo Lộc) gồm có nguyên nhân nội sinh và nguyên nhân ngoại sinh, trong đó các yếu tố ngoại sinh đóng vai trò chính làm suy giảm mực nước dưới đất, đặc biệt là do khai thác nước dưới đất. Từ đó đề xuất mô hình khai thác hợp lý và bảo vệ nước dưới đất trong các thành tạo bazan ở Tây Nguyên (chi tiết cho khu vực Buôn Ma Thuột) mang tính khoa học và phù hợp với thực tiễn có tính khả thi cao.

3. Trên cơ sở các số liệu quan trắc về mực nước dưới đất khu vực Tây Nguyên trong giai đoạn 2000-2019 đề tài đã đánh giá chi tiết sự biến động mực nước theo thời gian của các tầng chứa nước bazan ở Tây Nguyên và ở khu vực Buôn Ma Thuột, Bảo Lộc.

4. Đưa ra các phương pháp và kết quả dự báo suy giảm mực NDĐ tại các cao nguyên bazan ở Tây Nguyên đến năm 2030 và thành lập bản đồ dự báo suy giảm đến năm 2030.

5. Đề xuất các mô hình khai thác hợp lý và bảo vệ nước dưới đất trong các thành tạo bazan ở Tây Nguyên mang tính khoa học và phù hợp với thực tiễn có tính khả thi.

6. Xây dựng bộ dữ liệu dưới dạng số của đề tài bao gồm: bộ số liệu, bản đồ chuyên đề về tài nguyên nước dưới đất, hiện trạng chất lượng và hiện trạng mực nước dưới đất khu vực Tây Nguyên, bản đồ dự báo suy giảm mực nước đến năm 2030 cho vùng Tây Nguyên và khu vực Buôn Ma Thuột nói riêng.

### **b) Hiệu quả về kinh tế xã hội:**

*(Nêu rõ hiệu quả làm lợi tính bằng tiền dự kiến do đề tài, dự án tạo ra so với các sản phẩm cùng loại trên thị trường...)*

### 3. Tình hình thực hiện chế độ báo cáo, kiểm tra của đề tài, dự án:

<b>Số TT</b>	<b>Nội dung</b>	<b>Thời gian thực hiện</b>	<b>Ghi chú</b> (Tóm tắt kết quả, kết luận chính, người chủ trì...)
<b>I</b>	<b>Báo cáo định kỳ</b>		
1	Báo cáo định kỳ lần 1	10/2018	Đảm bảo thực hiện nội dung và thanh toán kinh phí theo đúng tiến độ.
2	Báo cáo định kỳ lần 2	04/2019	Đảm bảo thực hiện nội dung và thanh toán kinh phí theo đúng tiến độ.
3	Báo cáo định kỳ lần 3	12/2019	Đảm bảo thực hiện nội dung và thanh toán kinh phí theo đúng tiến độ.
4	Báo cáo định kỳ lần 4	12/2020	Đảm bảo thực hiện nội dung và thanh toán kinh phí theo đúng tiến độ.
5	Báo cáo định kỳ lần cuối	12/2020	Đảm bảo thực hiện nội dung và thanh toán kinh phí theo đúng tiến độ.
<b>II</b>	<b>Kiểm tra định kỳ</b>		
1	Kiểm tra định kỳ lần 1	11/2018	Đảm bảo thực hiện nội dung và thanh toán kinh phí theo đúng tiến độ.
2	Kiểm tra định kỳ lần 2	06/2019	Đảm bảo thực hiện nội dung và thanh toán kinh phí theo đúng tiến độ.
3	Kiểm tra định kỳ lần 3	01/2020	Đảm bảo thực hiện nội dung và thanh toán kinh phí theo đúng tiến độ.
4	Kiểm tra định kỳ lần 4	12/2020	Đảm bảo thực hiện nội dung và thanh toán kinh phí theo đúng tiến độ.
<b>III</b>	<b>Nghiệm thu cơ sở</b>		
	Nghiệm thu cơ sở	12/2020	

**Chủ nhiệm đề tài**  
(Họ tên, chữ ký)

**Thủ trưởng tổ chức chủ trì**  
(Họ tên, chữ ký và đóng dấu)

**Đặng Xuân Phong**

**Đào Đình Châm**

## **GIỚI THIỆU KHÁI QUÁT VỀ ĐỀ TÀI**

### **1. TÊN ĐỀ TÀI.**

*“Nghiên cứu xác định thực trạng và nguyên nhân suy giảm tài nguyên nước dưới đất trong các thành tạo bazan ở Tây Nguyên và đề xuất các giải pháp bảo vệ và phòng chống suy giảm”.*

### **2. TÍNH CẤP THIẾT CỦA ĐỀ TÀI.**

Tây Nguyên chiếm một vị trí chiến lược quan trọng trong chính sách phát triển kinh tế - xã hội và giữ vững an ninh quốc phòng của cả nước. Tây Nguyên là nơi giàu tiềm năng, lợi thế tự nhiên cho phát triển cây công nghiệp như: cà phê, cao su, hồ tiêu, điều, chè, bông, v.v... và cũng là nơi có tiềm năng thủy điện cao vào loại lớn nhất cả nước. Với bản sắc dân tộc phong phú và cảnh quan du lịch hùng vĩ, Tây Nguyên ngày càng thu hút nhiều khách du lịch trong và ngoài nước. Trong chiến lược phát triển kinh tế mới, Tây Nguyên đang chuyển mình mạnh mẽ. Tuy nhiên, Tây Nguyên thường phải đối mặt với cảnh khô hạn, thiếu nước trong mùa khô.

Do Tây Nguyên có nhiều tiềm năng, thế mạnh về địa chính trị và tài nguyên nên ngay sau khi Miền Nam giải phóng, Đảng và Chính phủ đã thực hiện các Chương trình khoa học công nghệ về "Điều tra tổng hợp về Tây Nguyên" trong các năm 1976 - 1980 (gọi tắt là chương trình Tây Nguyên 1). Tiếp tục những năm 1984 - 1988, có Chương trình "Nghiên cứu xây dựng cơ sở khoa học cho quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội Tây Nguyên" (chương trình Tây Nguyên 2). Kết quả của các chương trình Tây Nguyên 1 và Tây Nguyên 2 đã đi sâu phân tích, đánh giá các điều kiện tự nhiên, tài nguyên thiên nhiên, đặc điểm con người, tiềm năng văn hóa, v.v.. nơi đây; cung cấp kịp thời các luận cứ khoa học để xây dựng kế hoạch 5 năm (1986 - 1990) và phục vụ cho quy hoạch dài hạn phát triển kinh tế - xã hội Tây Nguyên các năm tiếp theo.

Cùng với Chương trình Tây Nguyên 1 và 2 là các hoạt động điều tra cơ bản về tài nguyên nước của các Đoàn địa chất và địa chất thủy văn góp phần làm sáng tỏ điều kiện hình thành, tàng trữ nước và trữ lượng tiềm năng dưới đất có thể khai thác phục vụ phát triển kinh tế - xã hội.

Về tài nguyên nước dưới đất, các nhà khoa học đã đánh giá được tiềm năng, điều kiện thành tạo nước dưới đất và trữ lượng nước dưới đất của các tầng chứa nước khe nứt - lỗ hổng trong các thành tạo bazan. Báo cáo đề tài “Tài nguyên nước dưới đất Tây Nguyên” (Nguyễn Thượng Hùng chủ biên) - chương



trình 48 - C(1984 - 1988). Đồng thời với việc tìm kiếm thăm dò nước dưới đất, công tác lập bản đồ ĐCTV cũng được chú ý khá sớm. Năm 1982 đã hoàn thành tờ bản đồ ĐCTV Pleiku - Buôn Ma Thuột tỷ lệ 1: 200.000; năm 1996 hoàn thành tờ Gia Nghĩa - Di Linh. Loạt bản đồ ĐCTV tỷ lệ lớn hơn đã được thành lập cho một vài đô thị và vùng kinh tế quan trọng. Bản đồ tỷ lệ 1:50.000 đã phủ các vùng Đắk Nông (1987), Tân Rai (1987), Pleiku (1991). Bản đồ ĐCTV tỷ lệ 1:25.000 các vùng Bảo Lộc (1995), Đà Lạt (1995), Pleiku (1997), Kon Tum (1997), Buôn Ma Thuột (1997).

Kết quả nghiên cứu nước dưới đất giai đoạn này đã được tổng hợp thành chuyên khảo xuất bản 1999 “Nước dưới đất khu vực Tây Nguyên” dưới sự chủ biên của TS. Ngô Tuấn Tú, TS. Võ Công Nghiệp, GS.TS Đặng Hữu Ôn và KS. Quách Văn Đơn, trong đó các tác giả đã mô tả chi tiết điều kiện ĐCTV và tài nguyên NĐĐ của các cao nguyên và vùng trũng thuộc Tây Nguyên.

Từ sau khi đất nước mở cửa năm 1986 đến nay, trước áp lực phát triển kinh tế - xã hội và kèm theo đó là nhu cầu sử dụng nước ngày một tăng, thì công tác nghiên cứu đánh giá, tìm kiếm tài nguyên nước dưới đất ngày càng được quan tâm chú trọng do Tây Nguyên có đặc thù là mùa khô kéo dài. Công tác nghiên cứu tài nguyên nước dưới đất giai đoạn này không nặng về nghiên cứu cơ bản mang tính chất diện mà chủ yếu tìm kiếm tài nguyên nước dưới đất phục vụ cho sinh hoạt và tưới tiêu cho một khu vực cụ thể nên các phương pháp địa vật lý, viễn thám được hỗ trợ, sử dụng để tìm kiếm các khu vực đập vỡ có khả năng chứa nước dưới đất. Trong thời gian này, hệ thống quan trắc nước mặt và nước dưới đất được triển khai trên toàn Tây Nguyên do Liên đoàn điều tra tài nguyên nước Miền Trung thực hiện Mạng quan trắc NĐĐ vùng Tây Nguyên với 221 công trình năm 1995.

Do Tây Nguyên có mùa khô kéo dài, không có mưa vì vậy việc khai thác nước dưới đất phục vụ cho sinh hoạt và tưới tiêu là rất cấp bách, chính vì vậy mà nước dưới đất bị khai thác quá mức gây ảnh hưởng tới nguồn tài nguyên nước này. Nhận thấy sự suy giảm tài nguyên nước dưới đất khá rõ rệt, Bộ Khoa học và Công nghệ đã triển khai một số đề tài liên quan tới bảo vệ tài nguyên nước ngầm và triển khai mô hình bổ cấp qui mô nhỏ như sau:

Đề tài Nghiên cứu xây dựng cơ sở khoa học và đề xuất các giải pháp bảo vệ và sử dụng hợp lý tài nguyên nước vùng Tây Nguyên, Đoàn Văn Cảnh (2005) đã nghiên cứu đề xuất một số giải pháp để bảo vệ tài nguyên nước dưới đất tại Tây Nguyên. Đề tài Nghiên cứu cơ sở khoa học và xây dựng các giải pháp lưu giữ nước mưa vào lòng đất phục vụ chống hạn và bảo vệ tài nguyên nước dưới đất vùng Tây Nguyên, Đoàn Văn Cảnh (2007), đã nghiên cứu và đưa ra những cơ

sở khoa học về điều kiện tầng trữ nước dưới đất và triển khai mô hình thu gom nước mưa đưa vào tầng chứa nước tại Chư Păh tỉnh Gia Lai.

Từ năm 1996 Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước miền Trung đã tiến hành quan trắc cố định liên tục các yếu tố động thái nước dưới đất. Theo Quyết định 2204/QĐ-BTNMT, ngày 31 tháng 10 năm 2008 có 4 trạm quan trắc nước mặt và 10 trạm quan trắc nước dưới đất được bố trí thành 123 điểm quan trắc, gồm các điểm công trình độc lập, điểm cụm công trình, sân cân bằng và tuyến quan hệ thủy lực nhằm tiến hành quan trắc cố định liên tục các yếu tố động thái về tài nguyên nước khu vực Tây Nguyên.

Thực hiện quan trắc động thái mực nước dưới đất trong mạng lưới quan trắc quốc gia tài nguyên nước, kết quả cho thấy, từ năm 1993 đến 2015, hiện tượng mực nước tụt ở các lỗ khoan trung bình hàng năm có xu hướng tụt xuống rõ rệt tại một số khu vực trên Tây Nguyên. Chẳng hạn, tại xã Ea Knuếch, huyện Krông Păk, mực nước tại lỗ khoan quan trắc C40; lỗ khoan LK49T tại xã Ea Tu, thành phố Buôn Ma Thuột; lỗ khoan LK72; cụm lỗ khoan CBII đang có xu hướng giảm từ 2-7m theo thời gian từ năm 1996 đến nay.

Trong Chương trình Tây Nguyên 3 giai đoạn 2011-2015, đã triển khai các đề tài liên quan tới tài nguyên nước nước mặt: đề tài TN3/T30 nâng cao năng lực hồ chứa vừa và nhỏ đã đưa ra được những giải pháp để tăng cường khả năng trữ nước phục vụ cho sinh hoạt và tưới tiêu trong mùa khô; đề tài TN3/T02 Nghiên cứu cơ sở khoa học cho các giải pháp tổng thể giải quyết các mâu thuẫn lợi ích trong việc khai thác và sử dụng. Đề tài đã nhận diện được những mâu thuẫn chính trong khai thác sử dụng nước và dự báo tác động của các công trình khai thác sử dụng nước đến môi trường và phát triển kinh tế - xã hội. Liên quan tới nước dưới đất có đề tài TN3/T24 xác định các đới đập vỡ kiến tạo trong các thành tạo địa chất và khả năng giữ nước nhằm giải quyết nước mùa khô cho các tỉnh Tây Nguyên. Đề tài đã khoanh vùng, xác định được một số cấu trúc đập vỡ ngầm có thể chứa và lưu trữ nước nước dưới đất phục vụ cho công tác tìm kiếm và thăm dò và bổ cập nước dưới đất.

Theo Quyết định 264 ngày 2/3/2015 của Thủ tướng Chính phủ, Bộ TN&MT được giao chủ trì triển khai “Chương trình điều tra, tìm kiếm nguồn nước dưới đất để cung cấp nước sinh hoạt ở các vùng núi cao, vùng khan hiếm nước”, trong đó có các tỉnh Tây Nguyên. Đến nay, 5 tỉnh Tây Nguyên đều có các công trình của dự án này. Trung tâm đang triển khai 6 khu vực tìm kiếm và dự kiến sẽ có 7 cụm công trình khai thác nước dưới đất với công suất dự kiến đạt từ 300 – 500m<sup>3</sup>/ngđ. Hiện nay, đã hoàn thành công tác khoan thăm dò tại 2 khu vực là: Kông Htolk, xã Kông Htolk huyện Chư Sê, tỉnh Gia Lai với 2 lỗ khoan đạt lưu

lượng trên  $400\text{m}^3/\text{ngđ}$ ; Ea Kly- Krông Buk, huyện Krông Păk, tỉnh Đắk Lắk với 4 lỗ khoan đạt lượng lượng trên  $600\text{m}^3/\text{ngđ}$ . Cuối tháng 6/2016 đã bàn giao, đưa vào sử dụng tại 2 khu vực này và có thể cấp nước cho khoảng 12.500 dân, giải quyết dứt điểm tình trạng khan hiếm nước sinh hoạt của người dân nơi đây.

Qua điều tra, khảo sát của Đoàn địa chất 704, một số vùng như Krông Păk, Lắk, Krông Búk và vùng phía Đông của thành phố Buôn Ma Thuột, mực nước ngầm tiềm năng không còn nhiều như 5 năm về trước. Tại vùng Lắk, Krông Păk, Ea Kar, Cư Kuin, năm 2004 có thể khai thác tối đa 0,4-0,6 triệu  $\text{m}^3/\text{ngày}$  thì nay chỉ còn chưa đến  $300.000\text{m}^3/\text{ngày}$  và nhiều nơi còn ở dưới mức  $250.000\text{m}^3/\text{ngày}$ .

Ngay tại Đắk Lắk, các hộ gia đình sản xuất kinh doanh cà phê đã tự động tổ chức khoan trên 5.000 giếng để lấy nước ngầm phục vụ tưới cho cà phê, hồ tiêu trong mùa khô. Mỗi giếng khoan sâu xuống lòng đất từ 70 đến hàng trăm mét, có đường kính 15cm để hút nước lên tưới cho cà phê, hồ tiêu, v.v... Việc này sẽ gây hậu quả khôn lường, làm thủng tầng chứa nước dưới đất ở nhiều nơi và có thể là một trong những nguyên nhân dẫn đến tình trạng cạn kiệt nguồn nước ngầm ở vùng Tây Nguyên.

Kết quả tổng hợp từ Dự án Tổng điều tra, kiểm kê rừng toàn quốc giai đoạn 2014 – 2016 của Viện Điều tra, Quy hoạch rừng cho thấy, diện tích rừng ở Tây Nguyên hiện nay gần 2,5 triệu ha rừng với độ che phủ là 45,8%. Trong đó, rừng tự nhiên vẫn chiếm chủ yếu với gần 2,2 triệu ha chiếm 84%, rừng trồng chiếm hơn 207 nghìn ha. Tuy vậy, khai thác gỗ và lâm sản ồ ạt dẫn đến trữ lượng rừng đang suy giảm. Cụ thể, rừng giàu chỉ chiếm 14,5%, rừng trung bình chiếm 41%, rừng nghèo chiếm 39,6%, còn lại là rừng nghèo kiệt, rừng non phục hồi chiếm 6%. Như vậy, diện tích rừng nghèo và rừng nghèo kiệt ngày càng tăng dẫn đến chất lượng rừng suy thoái và hệ quả là tài nguyên nước dưới đất bị suy giảm.

Tây Nguyên cũng là nơi khởi phát nhiều hệ thống sông suối lớn chảy xuống đồng bằng ven biển miền Nam Trung Bộ, Đông Nam Bộ và Campuchia. Mạng lưới sông suối Tây Nguyên thuộc 3 hệ thống sông chính là sông Mê Công, sông Đồng Nai, Sông Ba và vùng thượng lưu của các sông Thu Bồn, sông Trà Khúc. Tổng lượng mưa trung bình ở Tây Nguyên khoảng hơn 81 tỷ  $\text{m}^3$  nước/năm, trong đó cung cấp cho dòng chảy mặt 50,2 tỷ  $\text{m}^3/\text{năm}$ , cho dòng chảy ngầm khoảng 6,6 tỷ  $\text{m}^3/\text{năm}$ .

Theo kết quả nghiên cứu xu thế biến đổi của nhiệt độ trung bình, lượng mưa và các chỉ số cực đoan khí hậu vùng Tây Nguyên trong giai đoạn 1961-2010 (H.Đ. Cường) cho thấy nhiệt độ trung bình trong giai đoạn này tăng  $0,8^{\circ}\text{C}$ , lượng mưa cả năm có xu thế tăng  $11,6\text{mm}/\text{năm}$ . Số ngày khô hạn tăng ở một số nơi

như Ayunpa, Buôn Ma Thuột, Bảo Lộc, trong khi đó lại giảm ở những nơi khác. Số ngày ẩm ướt có xu thế giảm trên đa số các trạm. Diễn biến nêu trên lý giải về sự gia tăng của tình trạng khô hạn ở Tây Nguyên trong thời gian gần đây.

Như vậy, suy giảm tài nguyên nước dưới đất khu vực Tây Nguyên có những nguyên nhân chủ quan do con người và nguyên nhân khách quan. Trong đó nguyên nhân chủ quan do con người là do khai thác nước dưới đất quá mức, khai thác không đúng kỹ thuật làm phá huỷ tầng chứa nước và do diện tích rừng tự nhiên ngày càng giảm, v.v... Nguyên nhân khách quan do biến đổi khí hậu, hạn hán kéo dài.

Từ những dẫn liệu trên, có thể nhận thấy rằng việc nghiên cứu một cách tổng thể, toàn diện thực trạng, nguyên nhân và dự báo suy giảm tài nguyên nước dưới đất (chủ yếu đánh giá sự suy giảm mực nước) trong các thành tạo bazan ở Tây Nguyên và đề ra những giải pháp giảm thiểu suy giảm và bảo vệ tài nguyên nước dưới đất là rất cấp thiết và có ý nghĩa thực tiễn nhằm tránh sự cạn kiệt nguồn nước dưới đất và đảm bảo phục vụ yêu cầu phát triển kinh tế - xã hội bền vững trên địa bàn Tây Nguyên. Vì vậy, việc lựa chọn thực hiện đề tài: “*Nghiên cứu xác định thực trạng và nguyên nhân suy giảm tài nguyên nước dưới đất trong các thành tạo bazan ở Tây Nguyên và đề xuất các giải pháp bảo vệ và phòng chống suy giảm*” là cần thiết.

### **3. MỤC TIÊU NGHIÊN CỨU CỦA ĐỀ TÀI.**

#### **❖ Mục tiêu chung:**

- Bảo vệ và sử dụng bền vững tài nguyên nước dưới đất trong các thành tạo bazan Tây Nguyên phục vụ phát triển kinh tế - xã hội.

#### **❖ Mục tiêu cụ thể:**

- Xác định được thực trạng, nguyên nhân và dự báo suy giảm tài nguyên nước dưới đất trong các thành tạo bazan ở Tây Nguyên;

- Đề xuất được các giải pháp giảm thiểu suy giảm và bảo vệ tài nguyên nước dưới đất trong các thành tạo bazan ở Tây Nguyên.

### **4. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHẠM VI NGHIÊN CỨU.**

Đối tượng nghiên cứu của đề tài là nước dưới đất trong các thành tạo bazan khu vực Tây Nguyên.

Phạm vi nghiên cứu của đề tài là suy giảm mực nước dưới đất trong các thành tạo bazan Tây Nguyên. Khu vực nghiên cứu chi tiết tập trung chủ yếu trên các cao nguyên bazan chính là Pleiku, Buôn Ma Thuột, Đăk Nông Kon Ha Nừng và Di Linh Bảo Lộc.

## **5. NGUỒN TƯ LIỆU PHỤC VỤ NGHIÊN CỨU**

### **\* Tài liệu thực địa**

Để thực hiện đề tài, các thành viên tham gia đề tài đã có 06 đợt khảo sát thực địa tại khu vực nghiên cứu nhằm điều tra khảo sát, nghiên cứu đặc điểm, hiện trạng chất lượng, hiện trạng khai thác nước dưới đất trong các thành tạo bazan khu vực Tây Nguyên; tiến hành thu thập các tài liệu, tư liệu cần thiết tại các cơ quan: i) Sở Tài nguyên và Môi trường, Sở Khoa học và Công nghệ, Sở Nông Nghiệp và Phát triển Nông thôn các tỉnh Tây Nguyên, các cơ quan chức năng có liên quan của tỉnh (Văn phòng UBND tỉnh, Chi cục Thống kê, v.v...); ii) Văn phòng UBND huyện, Phòng Tài nguyên và Môi trường huyện, các cơ quan chức năng có liên quan của huyện (Phòng Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, Phòng địa chất và khoáng sản, v.v...).

### **\* Các tài liệu thu thập**

Số tài liệu, tư liệu đã thu thập được khá phong phú, rất bổ ích cho việc nghiên cứu, đánh giá và thực hiện các nội dung của đề tài, bao gồm các tài liệu về điều kiện tự nhiên, kinh tế xã hội của 05 tỉnh Tây Nguyên; Các đề tài dự án về nghiên cứu tài nguyên, môi trường nước; Các tài liệu về điều tra khảo sát, phỏng vấn người dân của đề tài trong sáu đợt khảo sát thực địa; tư liệu ảnh vệ tinh phục vụ công tác nghiên cứu.

## LỜI NÓI ĐẦU

Tây Nguyên bao gồm hệ thống cao nguyên rộng lớn nằm ở phía Tây của Nam Trung Bộ, thuộc 5 tỉnh Kon Tum, Gia Lai, Đắk Lắk, Đắk Nông và Lâm Đồng. Về phía Bắc, Tây Nguyên giáp với vùng rừng núi của tỉnh Quảng Nam. Phía Nam và Tây Nam giáp các tỉnh Bình Thuận, Đồng Nai, Bình Phước. Phía Đông giáp các tỉnh đồng bằng ven biển Nam Trung Bộ Quảng Ngãi, Bình Định, Phú Yên, Khánh Hòa, Ninh Thuận. Phía Tây giáp CHDCND Lào và Campuchia. Diện tích tự nhiên toàn Tây Nguyên 54.508km<sup>2</sup>.

Vị trí Tây Nguyên có vai trò đặc biệt quan trọng về chính trị, kinh tế, xã hội, an ninh - quốc phòng, là địa bàn chiến lược quan trọng của cả nước, có lợi thế để phát triển nông nghiệp, lâm nghiệp sản xuất hàng hoá lớn kết hợp với công nghiệp chế biến, phát triển công nghiệp năng lượng và công nghiệp khai thác khoáng sản.

Khu vực Tây Nguyên cũng là nơi bắt nguồn của nhiều hệ thống sông, Sê San, Sêrêpôk, Đồng Nai thu nước từ Tây Nguyên đổ vào sông Mê Kông ở phía Tây. Hệ thống sông Ba, sông Thu Bồn, sông Trà Khúc lấy nước ở Tây Nguyên rồi đổ ra biển Đông.

Tiềm năng nước mặt ở phần Bắc và Nam Tây Nguyên thuộc loại lớn, phần Trung Tây Nguyên thuộc loại trung bình, phần phía Đông trên lưu vực sông Ba thuộc loại nhỏ. Lượng dòng chảy năm trên lãnh thổ Tây Nguyên phong phú nhưng phân phối rất không đều trong năm, dòng chảy mùa lũ từ tháng VIII đến tháng XI chiếm 70-77% tổng lượng dòng chảy năm. Vào mùa khô, nhiều sông suối nhỏ hoàn toàn khô hạn, mô đun dòng chảy trung bình tháng kiệt nhất trên các sông lớn chỉ đạt 3-5l/s.km<sup>2</sup>, dòng chảy mùa khô chủ yếu được cung cấp bởi nước dưới đất phần lớn từ các tầng chứa nước bazan. Mặt khác Tây Nguyên có diện phân bố các thành tạo bazan lớn chiếm khoảng 30% diện tích toàn Tây Nguyên và có lớp đất bazan phía trên rất dày, có khả năng thấm nước mạnh giai đoạn đầu mùa mưa, vì vậy mùa lũ ở Tây Nguyên có sự lệch pha thường bắt đầu muộn hơn mùa mưa từ 2 đến 3 tháng.

Mưa ở Tây Nguyên thuộc loại mưa vùng nhiệt đới gió mùa, lượng mưa tập trung vào thời kỳ gió mùa Tây Nam, chênh lệch lượng mưa giữa mùa mưa và mùa khô rất lớn. Phân bố không gian của lượng mưa ở Tây Nguyên rất không đồng đều, phụ thuộc nhiều vào điều kiện địa hình. Lượng mưa trung bình năm biến động rất lớn, lượng mưa của năm nhiều mưa có thể lớn gấp 2-3 lần lượng mưa năm ít mưa. Với lượng mưa bình quân là 1.847mm, hàng năm vùng Tây

Nguyên nhận được trên 90,0 tỷ m<sup>3</sup> nước mưa, sinh ra lượng dòng chảy mặt trên 46,0 tỷ m<sup>3</sup>.

Ngoài nguồn nước mưa và nước mặt, Tây Nguyên còn có tiềm năng lớn về nước dưới đất nằm trong các khe nứt lỗ hổng của các tầng chứa nước bazan có tuổi Pliocen - Pleistocen, với mức độ chứa nước rất không đồng nhất, được hình thành do nước mưa cung cấp. Đây là nguồn nước quan trọng, đặc biệt trong mùa khô để phục vụ cho phát triển kinh tế xã hội tại Tây Nguyên với tổng trữ lượng có thể khai thác ngưỡng an toàn là 6,95 tỉ m<sup>3</sup>/ngày [47].

Đất bazan trên Tây Nguyên rộng lớn chiếm diện tích 14.884km<sup>2</sup> và rất màu mỡ thuận lợi cho phát triển nhiều loại cây trồng công nghiệp dài ngày có giá trị kinh tế lớn như cà phê, hồ tiêu, chè, điều, trong đó cây cà phê là cây chủ lực được trồng rộng rãi trên các vùng đất đỏ bazan mang lại hiệu quả kinh tế cao. Tổng diện tích cây cà phê năm 2019 là 577.024ha. Do đặc điểm của cây cà phê là cần nhiều nước tưới trong thời kỳ ra hoa vào mùa khô nên với diện tích cây trồng như trên cần một lượng nước lớn để tưới, theo đánh giá thực tế cho thấy khoảng 60% lượng nước sử dụng để tưới cho cây cà phê là nguồn nước dưới đất. Việc khai thác nước dưới đất với lượng lớn đã làm suy giảm mực nước tại một số khu vực, thêm vào đó là sự tác động của biến đổi khí hậu và diện tích rừng bị thu hẹp đã làm ảnh hưởng nhiều tới khả năng điều tiết dòng chảy tự nhiên và lượng nước bổ sung cho nước dưới đất. Tất cả các yếu tố trên đã làm gia tăng sự suy giảm mực nước dưới đất, nhất là những khu vực khai thác nước dưới đất với lượng lớn phục vụ cho sinh hoạt và tưới cây công nghiệp thuộc tỉnh Đắk Lắk và Lâm Đồng.

Để đánh giá đúng thực trạng mức độ suy giảm mực nước từ năm 2000 đến nay, nguyên nhân gây ra sự suy giảm và dự báo mức độ suy giảm trong tương lai để có những giải pháp phù hợp bảo vệ nguồn nước dưới đất quan trọng trong các thành tạo bazan, đề tài “*Nghiên cứu xác định thực trạng và nguyên nhân suy giảm tài nguyên nước dưới đất trong các thành tạo bazan ở tây nguyên và đề xuất các giải pháp bảo vệ và phòng chống suy giảm*” thuộc Chương trình khoa học công nghệ trọng điểm cấp nhà nước (KH-CN-TN/16-20) với tiêu đề Khoa học và công nghệ phục vụ phát triển kinh tế - xã hội Tây Nguyên trong liên kết vùng và hội nhập quốc tế đã được phê duyệt triển khai để đáp ứng các yêu cầu nêu trên.

## **CHƯƠNG I - TỔNG QUAN VỀ SUY GIẢM NƯỚC DƯỚI ĐẤT VÀ VÙNG NGHIÊN CỨU TÂY NGUYÊN**

### **I.1. Tổng quan về nghiên cứu suy giảm tài nguyên nước dưới đất**

#### ***I.1.1. Tình hình nghiên cứu ngoài nước***

Hiện nay, sự thiếu hụt nguồn nước đang là vấn đề nghiêm trọng mang tính khu vực và quốc gia, thậm chí là mang tính toàn cầu. Theo Liên Hiệp Quốc có tới 40% dân số thế giới hiện nay và khoảng 80 nước đang đứng trước vấn đề thiếu nước nghiêm trọng, đến năm 2025 sẽ có khoảng 2/3 dân số thế giới sống trong điều kiện căng thẳng do thiếu nước, đặc biệt là các nước thuộc Trung Đông, Bắc và Trung Phi (WHYMAP, 2008) [91].

Nhiều nơi trên thế giới trong những thập niên gần đây đã chứng kiến cảnh hoang mạc hóa đất đai nơi mà họ đã canh tác từ nhiều thế kỷ qua. Trên thực tế, lượng nước bình quân theo đầu người của nhiều nước thấp hơn 1.000 m<sup>3</sup>/đầu người/năm, như Angiêri, Burrendi, Tandia, v.v... chỉ trong khoảng: 600-700m<sup>3</sup>, các nước Israen, Tuynidi là 400 - 500m<sup>3</sup>, các nước Xyri, Ả Rập Xê Út, Gioócđani, Yemen chỉ có khoảng 100 - 200m<sup>3</sup> (Döll and Fiedler, 2008) [66]. Châu Á vốn là khu vực có tài nguyên nước phong phú nhưng do sự tăng trưởng dân số và sự phát triển của kinh tế nên châu Á cũng sẽ trở thành châu lục thiếu nước trong những thập kỷ tới. Những nghiên cứu của các chuyên gia quốc tế về tài nguyên nước chỉ ra rằng (Wada et al., 2010) [89], đến cuối thế kỷ XXI, phần lớn các nước ở khu vực Châu Á sẽ phải đứng trước nguy cơ thiếu nước.

Nước dưới đất đang được khai thác với khoảng 50% lượng nước chủ yếu phục vụ cho sinh hoạt ăn uống (UNESCO-WWAP, 2009) [89] và khoảng 46 % phục vụ cho tưới tiêu (Siebert et al., 2010) [85]. Theo đánh giá của các chuyên gia, lượng nước dưới đất ngày càng cạn kiệt, một phần do sử dụng quá mức, một phần do nước ô nhiễm không thể sử dụng (Van der Gun and Lipponen, 2010) [93], điều này sẽ mở rộng khu vực khô cằn và bán khô cằn.

Các tầng chứa nước có mực nước dưới đất hạ thấp kéo dài trong nhiều năm và lớn hàng chục mét, phần lớn nằm ở khu vực khô hạn và bán khô hạn trong đó bao gồm khu vực Bắc Mỹ, thung lũng trung tâm California (Famiglietti et al., 2009; McGuire, 2009; Sophocleus, 2010) [68] và các tầng chứa nước thuộc đồng bằng Mexico (Carrera-Hernández and Gaskin, 2007) [63]. Tại châu Âu, các tầng chứa nước có mực nước hạ thấp lớn phải kể đến tầng chứa nước thuộc Tây Ban Nha gồm các tầng chứa nước dưới đất thuộc đồng bằng Guadiana, tầng chứa nước thuộc đồng bằng Segura và tầng chứa nước tồn tại trong đá bazan GranCanaria and Tenerife. (Custodio, 2002; Llamas and Custodio, 2003; Molinero et al., 2008) [65, 76, 80]. Tại Châu Phi nhiều đới



chứa nước khác nhau thuộc hệ thống tầng chứa nước Tây Bắc Sahara, không có nguồn bổ cập (Mamou et al., 2006; OSS, 2008) [78] và hệ thống tầng chứa nước cát kết Nubian ở Bắc Phi (Bakhabkhi, 2006) [62] cũng bị suy giảm mực nước nghiêm trọng trong thời gian dài. Ở Bán đảo Ả rập có xu hướng giảm mực nước rõ rệt trong các trầm tích Đệ tam chủ yếu ở khu vực Saudi Arabia (Abderrahman, 2006; Brown, 2011) [61] và ở trũng cao nguyên Yemen (Van der Gun et al., 1995). Tại Trung Đông và Đông Á, rất nhiều đồng bằng giữa núi tại Iran có mức độ suy giảm mực nước đến hàng mét trên năm (Vali-Khodjeini, 1995; Motagh et al., 2008) [94, 81] và khu vực bang Rajasthan, Gujarat, Punjab, Haryana and Delhi (Rodell et al., 2009; Centre for Water Policy, 2005) [83, 64]. Vùng phía Bắc Trung Quốc, các đồng bằng có mức suy giảm hàng chục mét tính đến năm 2012 (Jia and You, 2010; Kendy et al., 2004; Sakura et al., 2003; Liu et al., 2001; Endersbee, 2006) [73, 74, 84, 77, 67]. Đối với những nguồn nước dưới đất Acterzi có áp lực lớn như bồn Acterzi tại Úc, mực nước hạ thấp tới cả trăm mét (Habermehl, 2006) [69]. Ngoài ra theo kết quả nghiên cứu của các vùng khác nhau trên toàn thế giới, rất nhiều các tầng chứa nước có mực nước ngầm đã và đang hạ thấp một cách đáng kể ảnh hưởng tới hoạt động kinh tế - xã hội (Siebert et al., 2015) [85].

Trong vài năm trở lại đây, rất nhiều báo cáo về mức độ nghiêm trọng của việc hạ thấp mực nước ngầm. Konikow and Kendy (2013) [75] đã cảnh báo rất nhiều vùng suy giảm mực nước dưới đất và trở thành hiện tượng mang tính toàn cầu, chỉ riêng tại Mỹ nước dưới đất bị suy giảm 700 - 800 km<sup>3</sup> trong thế kỷ XX. Konikow and Kendy cũng chỉ ra rằng những ảnh hưởng chính của suy giảm nước dưới đất không phải gây ra thiếu nước mà là tăng giá thành khai thác nước, gây ra xâm nhập mặn, thay đổi chất lượng nước, lún đất và các ảnh hưởng sinh thái môi trường khác. GRACE đánh giá sự suy giảm nguồn nước tại thung lũng Trung tâm California có diện tích ảnh hưởng là 58.000 km<sup>2</sup>, lượng nước khai thác quá mức là 3,7 km<sup>3</sup>/năm và phía tây bắc của Ấn Độ có diện tích ảnh hưởng là 438.000 km<sup>2</sup>, lượng nước khai thác quá mức là 17,7 km<sup>3</sup>/năm (Rodell et al., 2009; Famiglietti et al., 2009; Tiwari et al., 2009) [83, 68, 87].

Năm 2011, Konikow đã đánh giá lại sự suy giảm nước dưới đất tại Mỹ trong thế kỷ XX là 799 km<sup>3</sup> dựa trên 41 tầng chứa nước ở các khu vực khác nhau. Sử dụng phương pháp tương tự áp dụng cho 5 hệ thống chứa nước ngoài Mỹ và đánh giá lượng khai thác nước dưới đất toàn cầu trong thế kỷ XX giai đoạn từ năm 1900 đến năm 2008, tối thiểu là khoảng 3.400 km<sup>3</sup>. Cũng theo đánh giá trên sự suy giảm nước dưới đất là khoảng 102 km<sup>3</sup>/năm trong giai đoạn từ năm 1991-2000 và 145 km<sup>3</sup>/năm từ năm 2000-2008 nhưng vẫn thấp hơn so với

đánh giá của Wada et al. (2010), sử dụng mô hình toàn cầu là 283 km<sup>3</sup>/năm.

Những vấn đề gây ra do suy giảm nước dưới đất đối với từng tầng chứa nước khác nhau là rất khác nhau như: suy giảm chất lượng, suy giảm trữ lượng không thể phục hồi. Trong một số trường hợp cần phải tạm thời dừng khai thác nước một thời gian để nước dưới đất có thể phục hồi. Qua nghiên cứu tại tầng chứa nước đồng bằng Trung tâm nước Mỹ cho thấy việc khai thác quá mức nước dưới đất trên phạm vi 450.000km<sup>2</sup> phục vụ cho 30% nhu cầu tưới tiêu và sinh hoạt của 2,3 triệu người đã làm hạ thấp mực nước dưới đất xuống 4,34m trên một phạm vi lớn, tại một vài khu vực mực nước hạ thấp đến 60m làm ảnh hưởng tới nhiều hộ nông trại và môi trường sinh thái (*Peck (2007); McGuire (2009); Sophocleous (2010)*) [82, 79, 87].

Tại đồng bằng Umatilla, Mỹ, mực nước dưới đất bị hạ thấp 150m trong vòng 50 năm từ năm 1950 đến năm 2000. Nước dưới đất đã bị khai thác với cường độ lớn cho tưới tiêu và sinh hoạt vì vậy chính quyền sở tại phải có những qui hoạch mang tính dài hơi để bảo vệ và sử dụng nguồn tài nguyên nước này (*Jarvis, T. 2010*) [72]. Tương tự tại bồn trũng Sana'a, Yemen, đồng bằng rộng khoảng 3.200 km<sup>2</sup>, với số dân là 2 triệu, hàng năm khai thác khoảng 28 triệu m<sup>3</sup> và làm mực nước dưới đất giảm từ 3m đến 6m/năm (*Hydrosult et al., 2010*) [71].

Đối với những nguồn nước dưới đất Acterzi có áp lực lớn như bồn Acterzi tại Úc, có diện phân bố khoảng 1,7 triệu km<sup>2</sup> thuộc vùng khô và bán khô cằn. Cấu trúc bồn Acterzi chứa khoảng 64.900 km<sup>3</sup> nước, tuy nhiên lượng bổ cập hàng năm chỉ là 0,45 km<sup>3</sup>. Vì vậy, đây là nguồn nước quan trọng và duy nhất phục vụ cho các mục đích khác nhau cho cả một khu vực rộng lớn. Tuy nhiên, do khai thác quá mức từ hơn 1.500 lỗ khoan đã làm cho toàn bộ trên 600 mạch lộ bị cạn kiệt (*Habermehl, 2006*) [69]; *Herczeg and Love (2007)* [70]; *Sinclair Knight Merz (2008)* [86]; *GABCC (2009)*.

Tại Hội nghị lần thứ 21 Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu (COP21) diễn ra tại Pa-ri (Pháp) tháng 12-2015, Phó Chủ tịch Ngân hàng Thế giới phụ trách phát triển bền vững Lau-ra Tuốc cảnh báo, chỉ tính riêng trong vòng 35 năm tới sẽ có 40% dân số toàn cầu phải sống trong những quốc gia khan hiếm nước sạch, cao hơn nhiều so với 28% hiện nay.

Để giảm thiểu sự suy giảm mực nước dưới đất, các quốc gia đã có những giải pháp khác nhau nhưng chủ yếu tập trung vào hai giải pháp về cơ chế chính sách và công trình. Trong đó tăng cường giám sát chặt chẽ việc khai thác nước dưới đất đảm bảo cho tầng chứa nước tái phục hồi, phối hợp sử dụng hiệu quả

nguồn nước dưới đất và nước mặt, chống thất thoát nước và sử dụng nước tiết kiệm và hiệu quả.

Từ những kết quả nghiên cứu trên một vài nguyên nhân gây cạn kiệt tài nguyên nước dưới đất đã được nhìn nhận trong đó có hai nguyên nhân chính sau:

- Nguyên nhân do con người

Nguyên nhân cạn kiệt tài nguyên nước có rất nhiều, nhưng chủ yếu vẫn là do sự gia tăng nhanh chóng những hoạt động kinh tế của con người nhằm đáp ứng những nhu cầu sống của số dân tăng quá nhanh. Trong thế kỉ XXI, nhu cầu của toàn thế giới về nước đã tăng lên gấp 8 lần và cũng trong thời gian đó dân số tăng lên gấp 4 lần. Từ năm 1990 đến năm 2010 lượng nước dùng trong nông nghiệp toàn cầu tăng 6 lần, trong công nghiệp tăng 21 lần, nước sinh hoạt của thành phố tăng 7,5 lần. Sự gia tăng dân số cùng với sự phát triển kinh tế, kéo theo đó là sự gia tăng về nhu cầu nước sạch cho sinh hoạt và sản xuất khiến cho khả năng đáp ứng của nguồn tài nguyên này giảm dần. Dân số ở các quốc gia đang phát triển ngày càng tăng nên thiếu nước sử dụng ngày càng rõ ràng, vì vậy một số nước đang đứng trước nguy cơ tài nguyên nước không thể nào đáp ứng được yêu cầu của việc tăng dân số. Nguồn nước ngọt và sạch là nguồn tài nguyên không thể thay thế. Tuy nhiên nó đang ngày càng bị khan hiếm bởi sự khai thác quá mức, sử dụng lãng phí và cũng bởi do chúng ta không có biện pháp quản lý tốt tài nguyên này.

Bên cạnh sự gia tăng về nhu cầu cấp nước thì sự phá vỡ môi trường sinh thái cũng là một trong những nguyên nhân làm giảm tài nguyên nước dưới đất. Bất chấp những lời cảnh báo, con người vẫn tiếp tục tác động ngày càng nhanh hơn, mạnh hơn lên tự nhiên vì lợi ích riêng của mình. Cụ thể là rừng bị tàn phá ở nhiều nơi trên thế giới góp phần vào việc làm xói mòn đất và khan hiếm nước. Hàng năm có khoảng 11 triệu ha rừng bị chặt phá khiến cho đất đai bị thoái hóa, nguồn nước bị phá hủy, khả năng hấp thụ và giữ nước giảm đi, mùa mưa nước tràn ngập, mùa khô gây thiếu nước, v.v... gây thiệt hại nghiêm trọng đến môi trường sống của con người. Tại nhiều nơi trữ lượng nước ngầm không được bổ sung kịp thời và cần phải tăng cường bổ cập nhân tạo bằng nguồn nước mưa, nước sông. Mặt khác chất lượng nước cũng đang bị suy giảm một cách nghiêm trọng. Ở một số vùng trên thế giới nước đã bị ô nhiễm nặng nề đến mức không thể dùng được, ngay cả cho nông nghiệp và công nghiệp, v.v... Nguyên nhân là do nước bị ô nhiễm từ nước thải sinh hoạt và nước thải công nghiệp do có nhiều chất độc hại không được xử lý. Các chuyên gia ước tính rằng 90% lượng nước

được sử dụng ở các nước đang phát triển đã không được xử lý mà đổ trực tiếp vào môi trường (Margat, 2008). Nếu chúng ta sử dụng nước dưới đất một cách hợp lý, nước dưới đất sẽ cung cấp đủ cho nhu cầu của chúng ta, vì chúng được bổ sung bằng nước mưa. Nhưng trong nhiều thập niên qua, con người đã lạm dụng khai thác quá mức làm cho nước dưới đất không thể tự nhiên tái tạo và tuần hoàn kịp. Khi mà nước dưới đất suy kiệt, thì hậu quả về kinh tế và con người khó mà lường trước được mức độ thiệt hại nặng nề. Thêm vào đó, việc thi công nhiều công trình thủy lợi, thủy điện có dung tích lớn đã tạo nhiều điều kiện thuận lợi cho phát triển KT-XH, nhưng lại đang làm giảm diện tích rừng tự nhiên và ảnh hưởng lớn đến tài nguyên nước. Đây là nguyên nhân chính dẫn tới tình trạng sông suối cạn kiệt nước vào mùa khô và ngập úng trên diện rộng vào mùa mưa hàng năm.

*- Nguyên nhân tự nhiên*

Không chỉ kiệt quệ trước nhu cầu tăng lên của con người, nguồn nước còn có thể bị suy giảm do tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu, mùa mưa, lượng mưa lớn tập trung trong thời gian ngắn tạo thành lũ lụt, còn mùa khô lại hạn hán khô hạn kéo dài. Sự nóng lên của khí hậu toàn cầu cũng là một nguyên nhân làm giảm tài nguyên nước. Khuynh hướng nóng lên của nhiệt độ trên hành tinh kéo dài hàng chục năm qua đã báo động về mối đe dọa thiếu nước nghiêm trọng, đồng thời cũng kéo theo bệnh tật do vi trùng và côn trùng gây ra đang lan nhanh ở các khu vực trên thế giới. Báo cáo của Liên Hợp Quốc cho thấy, nhiệt độ trái đất nóng lên sẽ làm mất khoảng 1/3 nguồn nước đang sử dụng của thế giới trong 20 năm tới. Sự phân bố tài nguyên nước trên toàn cầu hoàn toàn không theo ý muốn của con người, một số quốc gia và khu vực có nguồn tài nguyên nước rất lớn, trong khi một số quốc gia và khu vực khác lại đứng trước nguy cơ thiếu nước trầm trọng. Nước dồi dào ở những khu vực không có người hoặc ít người, trong khi ở những khu vực mật độ dân cư đông đúc lại thiếu nước nghiêm trọng. Sự phân bố tài nguyên nước không đồng đều không những gây lãng phí nước mà còn làm cho các quốc gia và các khu vực dễ xảy ra tranh chấp và mâu thuẫn.

Những nguyên nhân trên đã gây ra tình trạng cạn kiệt nguồn tài nguyên nước, dẫn theo đó là những hệ lụy không nhỏ đối với đời sống của con người. Theo dự báo, các nguồn cung nước ngọt hiện nay sẽ không thể thỏa mãn nhu cầu của toàn cầu vào năm 2040, nguy cơ gây bất ổn định chính trị, làm chậm tốc độ tăng trưởng kinh tế và đe dọa các thị trường lương thực thế giới. Khả năng sản xuất lương thực và năng lượng của các khu vực gồm Nam Á, Trung Đông và Bắc Phi được dự báo sẽ phải đối mặt với những thách thức lớn liên quan tới nguồn nước ngọt.

### ***1.1.2. Tình hình nghiên cứu tài nguyên nước dưới đất khu vực Tây Nguyên***

Tây Nguyên chiếm một vị trí chiến lược quan trọng trong chính sách phát triển kinh tế - xã hội và giữ vững an ninh quốc phòng của cả nước. Tây Nguyên là nơi giàu tiềm năng, lợi thế tự nhiên cho phát triển cây công nghiệp như: cà phê, cao su, hồ tiêu, điều, chè, bông, v.v... và cũng là nơi có tiềm năng thủy điện cao vào loại lớn nhất cả nước. Với bản sắc dân tộc phong phú và cảnh quan du lịch hùng vĩ, Tây Nguyên ngày càng thu hút nhiều khách du lịch trong và ngoài nước. Trong chiến lược phát triển kinh tế mới, Tây Nguyên đang chuyển mình mạnh mẽ. Tuy nhiên, Tây Nguyên thường phải đối mặt với cảnh khô hạn, thiếu nước trong mùa khô.

Do Tây Nguyên có nhiều tiềm năng, thế mạnh về địa chính trị và tài nguyên nên ngay sau khi Miền Nam giải phóng, Đảng và Chính phủ đã thực hiện các Chương trình khoa học công nghệ về "Điều tra tổng hợp về Tây Nguyên" trong các năm 1976 - 1980 (gọi tắt là chương trình Tây Nguyên 1). Tiếp tục những năm 1984 - 1988, có Chương trình "Nghiên cứu xây dựng cơ sở khoa học cho quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội Tây Nguyên" (chương trình Tây Nguyên 2)[23]. Kết quả của các chương trình Tây Nguyên 1 và Tây Nguyên 2 đã đi sâu phân tích, đánh giá các điều kiện tự nhiên, tài nguyên thiên nhiên, đặc điểm con người, tiềm năng văn hóa, v.v... nơi đây; cung cấp kịp thời các luận cứ khoa học để xây dựng kế hoạch 5 năm (1986 - 1990) và phục vụ cho quy hoạch dài hạn phát triển kinh tế - xã hội vùng Tây Nguyên các năm tiếp theo.

Cùng với Chương trình Tây Nguyên 1 và 2 là các hoạt động điều tra cơ bản về tài nguyên nước của các Đoàn địa chất và địa chất thủy văn góp phần làm sáng tỏ điều kiện hình thành, tầng trữ nước và trữ lượng tiềm năng dưới đất có thể khai thác phục vụ phát triển kinh tế - xã hội.

Về tài nguyên nước dưới đất, các nhà khoa học đã đánh giá được tiềm năng, điều kiện thành tạo nước dưới đất và trữ lượng nước dưới đất của các tầng chứa nước khe nứt - lỗ hổng trong các thành tạo bazan. Báo cáo đề tài “Tài nguyên nước dưới đất Tây Nguyên” (Nguyễn Thượng Hùng chủ biên) - chương trình 48 - C(1984 - 1988)[22, 24]. Đồng thời với việc tìm kiếm thăm dò nước dưới đất, công tác lập bản đồ ĐCTV cũng được chú ý từ khá sớm. Năm 1982 đã hoàn thành tờ bản đồ ĐCTV Pleiku - Buôn Ma Thuột tỷ lệ 1: 200.000; năm 1996 hoàn thành tờ ĐCTV Gia Nghĩa - Di Linh. Loạt bản đồ ĐCTV tỷ lệ lớn hơn đã được thành lập cho một vài đô thị và vùng kinh tế quan trọng. Bản đồ tỷ

lệ 1:50.000 đã phủ các vùng Đắk Nông (1987), Tân Rai (1987), Pleiku (1991). Bản đồ ĐCTV tỷ lệ 1:25.000 các vùng Bảo Lộc (1995), Đà Lạt (1995), Pleiku (1997), Kon Tum (1997), Buôn Ma Thuột (1997) đã được thành lập.

Kết quả nghiên cứu nước dưới đất giai đoạn này đã được tổng hợp thành chuyên khảo xuất bản năm 1999 về “Nước dưới đất khu vực Tây Nguyên” dưới sự chủ biên của TS. Ngô Tuấn Tú, TS. Võ Công Nghiệp, GS.TS Đặng Hữu Ôn và KS. Quách Văn Đơn, trong đó các tác giả đã mô tả chi tiết điều kiện ĐCTV và tài nguyên NDD của các cao nguyên và vùng trũng thuộc Tây Nguyên.

Từ sau khi đất nước mở cửa năm 1986 đến nay, trước áp lực phát triển kinh tế - xã hội và kèm theo đó là nhu cầu sử dụng nước ngày một tăng, thì công tác nghiên cứu đánh giá, tìm kiếm tài nguyên nước dưới đất ngày càng được quan tâm chú trọng do Tây Nguyên có đặc thù là mùa khô kéo dài. Công tác nghiên cứu tài nguyên nước dưới đất giai đoạn này không nặng về nghiên cứu cơ bản mang tính chất diện mà chủ yếu tìm kiếm tài nguyên nước dưới đất phục vụ cho sinh hoạt và tưới tiêu cho một khu vực cụ thể nên các phương pháp địa vật lý, viễn thám được hỗ trợ, sử dụng để tìm kiếm các khu vực đập vỡ có khả năng chứa nước dưới đất. Trong thời gian này, hệ thống quan trắc nước mặt và nước dưới đất được triển khai trên toàn Tây Nguyên do Liên đoàn điều tra tài nguyên nước Miền Trung thực hiện Mạng quan trắc NDD vùng Tây Nguyên với 221 công trình năm 1995.

Do Tây Nguyên có mùa khô kéo dài, không có mưa vì vậy việc khai thác nước dưới đất phục vụ cho sinh hoạt và tưới tiêu là rất cấp bách, chính vì vậy mà nước dưới đất bị khai thác quá mức gây ảnh hưởng lớn tới nguồn tài nguyên nước này. Nhận thấy sự suy giảm tài nguyên nước dưới đất khá rõ rệt, Bộ Khoa học và Công nghệ đã triển khai một số đề tài liên quan tới bảo vệ tài nguyên nước ngầm và triển khai mô hình bổ cấp qui mô nhỏ như sau:

Đề tài Nghiên cứu xây dựng cơ sở khoa học và đề xuất các giải pháp bảo vệ và sử dụng hợp lý tài nguyên nước vùng Tây Nguyên, Đoàn Văn Cảnh (2005) [4] đã nghiên cứu đề xuất một số giải pháp để bảo vệ tài nguyên nước dưới đất tại Tây Nguyên. Đề tài Nghiên cứu cơ sở khoa học và xây dựng các giải pháp lưu giữ nước mưa vào lòng đất phục vụ chống hạn và bảo vệ tài nguyên nước dưới đất vùng Tây Nguyên, Đoàn Văn Cảnh (2007), đã nghiên cứu và đưa ra những cơ sở khoa học về điều kiện tầng trữ nước dưới đất và triển khai mô hình thu gom nước mưa đưa vào tầng chứa nước tại Chư Pảh tỉnh Gia Lai.

Từ năm 1996 Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước miền

Trung đã tiến hành quan trắc cố định liên tục các yếu tố động thái nước dưới đất. Theo Quyết định 2204/QĐ-BTNMT, ngày 31 tháng 10 năm 2008 có 4 trạm quan trắc nước mặt và 10 trạm quan trắc nước dưới đất được bố trí thành 123 điểm quan trắc, gồm các điểm công trình độc lập, điểm cụm công trình, sân cân bằng và tuyến quan hệ thủy lực nhằm tiến hành quan trắc cố định liên tục các yếu tố động thái về tài nguyên nước khu vực Tây Nguyên.

Thực hiện quan trắc động thái mực nước dưới đất trong mạng lưới quan trắc quốc gia tài nguyên nước, kết quả cho thấy, từ năm 1993 đến 2015, hiện tượng mực nước tụt ở các lỗ khoan trung bình hàng năm có xu hướng tụt xuống rõ rệt tại một số khu vực trên Tây Nguyên. Chẳng hạn, tại xã Ea Knuếch, huyện Krông Păk, mực nước tại lỗ khoan quan trắc C40; lỗ khoan LK49T tại xã Ea Tu, thành phố Buôn Ma Thuột; lỗ khoan LK72; cụm lỗ khoan CBII đang có xu hướng giảm từ 2-7m theo thời gian từ năm 1996 đến nay.

Trong Chương trình Tây Nguyên 3 giai đoạn 2011-2015, đã triển khai các đề tài liên quan tới tài nguyên nước nước mặt: đề tài TN3/T30 nâng cao năng lực hồ chứa vừa và nhỏ đã đưa ra được những giải pháp để tăng cường khả năng trữ nước phục vụ cho sinh hoạt và tưới tiêu trong mùa khô; đề tài TN3/T02 Nghiên cứu cơ sở khoa học cho các giải pháp tổng thể giải quyết các mâu thuẫn lợi ích trong việc khai thác và sử dụng. Đề tài đã nhận diện được những mâu thuẫn chính trong khai thác sử dụng nước và dự báo tác động của các công trình khai thác sử dụng nước đến môi trường và phát triển kinh tế - xã hội. Liên quan tới nước dưới đất có đề tài TN3/T24 xác định các đới đập vỡ kiến tạo trong các thành tạo địa chất và khả năng giữ nước nhằm giải quyết nước mùa khô cho các tỉnh Tây Nguyên. Đề tài đã khoanh vùng, xác định được một số cấu trúc đập vỡ ngầm có thể chứa và lưu trữ nước dưới đất phục vụ cho công tác tìm kiếm và thăm dò và bổ cập nước dưới đất.

Theo Quyết định 264 ngày 2/3/2015 của Thủ tướng Chính phủ, Bộ TN&MT được giao chủ trì triển khai “Chương trình điều tra, tìm kiếm nguồn nước dưới đất để cung cấp nước sinh hoạt ở các vùng núi cao, vùng khan hiếm nước”, trong đó có các tỉnh Tây Nguyên. Đến nay, 5 tỉnh Tây Nguyên đều có các công trình của dự án này. Trung tâm đang triển khai 6 khu vực tìm kiếm và dự kiến sẽ có 7 cụm công trình khai thác nước dưới đất với công suất dự kiến đạt từ 300 – 500m<sup>3</sup>/ngđ. Hiện nay, đã hoàn thành công tác khoan thăm dò tại 2 khu vực là: Kông Htolk, xã Kông Htolk huyện Chư Sê, tỉnh Gia Lai với 2 lỗ khoan đạt lưu lượng trên 400m<sup>3</sup>/ngđ; Ea Kly- Krông Buk, huyện Krông Păk,

tỉnh Đắk Lắk với 4 lỗ khoan đạt lượng lượng trên  $600\text{m}^3/\text{ngđ}$ . Cuối tháng 6/2016 đã bàn giao, đưa vào sử dụng tại 2 khu vực này và có thể cấp nước cho khoảng 12.500 dân, giải quyết dứt điểm tình trạng khan hiếm nước sinh hoạt của người dân nơi đây.

Qua điều tra, khảo sát của Đoàn địa chất 704, một số vùng như Krông Pắc, Lắk, Krông Búk và vùng phía Đông của thành phố Buôn Ma Thuột, mực nước ngầm tiềm năng không còn nhiều như 5 năm về trước. Tại vùng Lắk, Krông Pắc, Ea Kar, Cư Kuin, năm 2004 có thể khai thác tối đa 0,4-0,6 triệu  $\text{m}^3/\text{ngày}$  thì nay chỉ còn chưa đến  $300.000\text{m}^3/\text{ngày}$  và nhiều nơi còn ở dưới mức  $250.000\text{m}^3/\text{ngày}$ .

Ngay tại Đắk Lắk, các hộ gia đình sản xuất kinh doanh cà phê đã tự động tổ chức khoan trên 5.000 giếng để lấy nước ngầm phục vụ tưới cho cà phê, hồ tiêu trong mùa khô. Mỗi giếng khoan sâu xuống lòng đất từ 70 đến hàng trăm mét, có đường kính 15cm để hút nước lên tưới cho cà phê, hồ tiêu, v.v... Việc này sẽ gây hậu quả khôn lường, làm thủng tầng chứa nước dưới đất ở nhiều nơi và có thể là một trong những nguyên nhân dẫn đến tình trạng cạn kiệt nguồn nước ngầm ở vùng Tây Nguyên.

Kết quả tổng hợp từ Dự án Tổng điều tra, kiểm kê rừng toàn quốc giai đoạn 2014 – 2016 của Viện Điều tra, Quy hoạch rừng cho thấy, diện tích rừng ở Tây Nguyên hiện nay gần 2,5 triệu ha rừng với độ che phủ là 45,8%. Trong đó, rừng tự nhiên vẫn chiếm chủ yếu với gần 2,2 triệu ha chiếm 84%, rừng trồng chiếm hơn 207 nghìn ha. Tuy vậy, khai thác gỗ và lâm sản ồ ạt dẫn đến trữ lượng rừng đang suy giảm. Cụ thể, rừng giàu chỉ chiếm 14,5%, rừng trung bình chiếm 41%, rừng nghèo chiếm 39,6%, còn lại là rừng nghèo kiệt, rừng non phục hồi chiếm 6%. Như vậy, diện tích rừng nghèo và rừng nghèo kiệt ngày càng tăng dẫn đến chất lượng rừng suy thoái và hệ quả là tài nguyên nước dưới đất bị suy giảm.

Tây Nguyên cũng là nơi khởi phát nhiều hệ thống sông suối lớn chảy xuống đồng bằng ven biển miền Nam Trung Bộ, Đông Nam Bộ và Campuchia. Mạng lưới sông suối Tây Nguyên thuộc 3 hệ thống sông chính là sông Mê Kông, sông Đồng Nai, sông Ba và vùng thượng lưu của các sông Thu Bồn, sông Trà Khúc. Tổng lượng mưa trung bình ở Tây Nguyên khoảng hơn 81 tỷ  $\text{m}^3$  nước/năm, trong đó cung cấp cho dòng chảy mặt 50,2 tỷ  $\text{m}^3/\text{năm}$ , cho dòng chảy ngầm khoảng 6,6 tỷ  $\text{m}^3/\text{năm}$ .

Theo kết quả nghiên cứu xu thế biến đổi của nhiệt độ trung bình, lượng



mưa và các chỉ số cực đoan khí hậu vùng Tây Nguyên trong giai đoạn 1961-2010 (Hoàng Đức Cường, 2016) cho thấy nhiệt độ trung bình trong giai đoạn này tăng 0,8<sup>0</sup>C, lượng mưa cả năm có xu thế tăng 11,6mm/năm. Số ngày khô hạn tăng ở một số nơi như Ayunpa, Buôn Ma Thuột, Bảo Lộc, trong khi đó lại giảm ở những nơi khác. Số ngày ẩm ướt có xu thế giảm trên đa số các trạm. Diễn biến nêu trên lý giải về sự gia tăng của tình trạng khô hạn ở Tây Nguyên trong thời gian gần đây.

Ngoài những đề tài, dự án nêu trên, thời gian gần đây một số Chương trình, Dự án về Điều tra, đánh giá tài nguyên Nước dưới đất cũng đã được thực hiện trong đó có Dự án của Bộ Tài Nguyên Môi Trường là cơ quan chủ quản: “Biên hội - thành lập bản đồ tài nguyên nước dưới đất tỷ lệ 1:200.000 cho các tỉnh trên toàn quốc” trong đó có các tỉnh Tây Nguyên đã được Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước miền Trung thực hiện và nghiệm thu năm 2018 [47]. Dự án đã đánh giá, xác định được các vấn đề nổi cộm về tài nguyên nước dưới đất của các tỉnh Tây Nguyên và đã đề xuất được một số giải pháp, định hướng khai thác sử dụng tài nguyên NĐĐ, bảo vệ và phát triển tài nguyên NĐĐ trong khu vực.

Bên cạnh việc đánh giá tài nguyên NĐĐ thì việc xem xét và đưa ra các mô hình khai thác NĐĐ cho các vùng núi cao khan hiếm nước phù hợp để nâng cao hiệu quả sử dụng nguồn nước là cần thiết. Chính vì vậy đề tài: “Nghiên cứu đề xuất các mô hình, giải pháp công nghệ khai thác và bảo vệ nguồn nước trong các thành tạo Bazan phục vụ cấp nước sinh hoạt bền vững tại các vùng núi cao, khan hiếm nước khu vực Tây Nguyên” đã được TS. Hà Hải Dương thực hiện và nghiệm thu năm 2018 [18]. Kết quả của đề tài đã đưa ra một số mô hình thử nghiệm có thể áp dụng cho việc khai thác nước có hiệu quả tại những vùng núi cao khan hiếm nước ở Tây Nguyên.

Năm 2020, Bộ khoa học và công nghệ đã phê duyệt triển khai đề tài “Nghiên cứu đánh giá tính ổn định và đề xuất các giải pháp kỹ thuật nâng cao hiệu quả của các mô hình cấp nước tại vùng núi cao, khan hiếm nước”, khu vực triển khai của đề tài bao gồm cả Tây Nguyên. Đề tài nhằm đánh giá tính ổn định của các mô hình đang cấp nước, đề xuất các giải pháp công nghệ bổ sung nhằm nâng cao hiệu quả và triển khai thử nghiệm một số giải pháp.

Như vậy, suy giảm tài nguyên nước dưới đất khu vực Tây Nguyên có những nguyên nhân chủ quan do con người và nguyên nhân khách quan. Trong đó nguyên nhân chủ quan do con người là do khai thác nước dưới đất quá mức,

khai thác không đúng kỹ thuật làm phá huỷ tầng chứa nước và do diện tích rừng tự nhiên ngày càng giảm, v.v... Nguyên nhân khách quan trong đó có nguyên nhân do biến đổi khí hậu, hạn hán kéo dài.

## **I.2. Tổng quan về điều kiện tự nhiên, kinh tế xã hội Tây Nguyên**

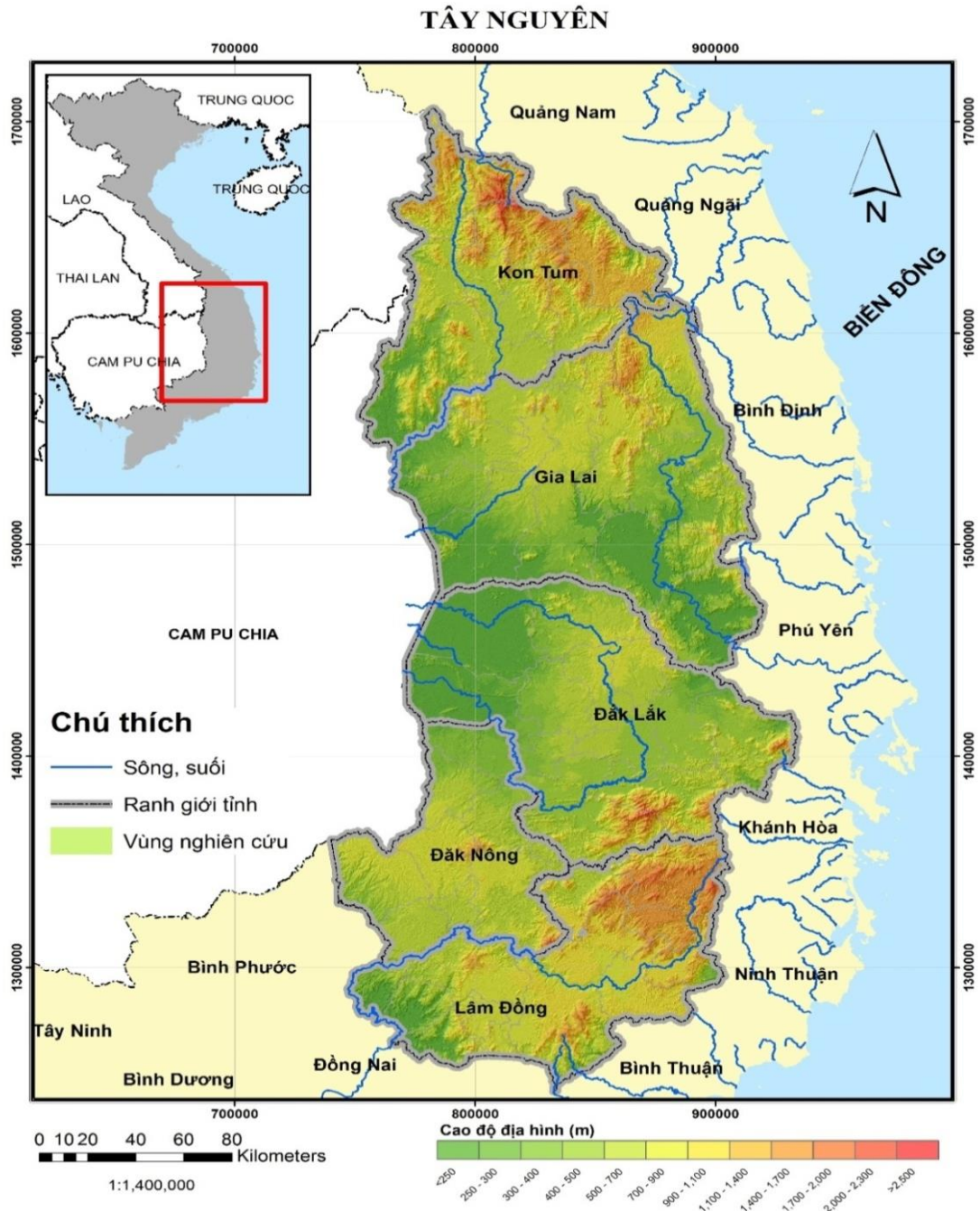
Tây Nguyên có vị trí đặc biệt xét cả trên phương diện tự nhiên, kinh tế - chính trị, quân sự quốc phòng và an ninh môi trường đối với Việt Nam và khu vực và là đầu nguồn của các hệ thống sông lớn như sông Sê San, sông Sêrêpôk, sông Ba, sông Đồng Nai và có hệ thống giao thông quan trọng như đường quốc lộ 14, 19, 20, v.v... về phía Đông, Tây Nguyên có quan hệ bền chặt về KT-XH và môi trường sinh thái với các tỉnh Duyên hải Nam Trung Bộ, về phía Tây có quan hệ trực tiếp với các tỉnh Nam Lào và Đông Bắc Campuchia, về phía Nam với vùng Đông Nam Bộ và Đồng bằng Sông Cửu Long, do vậy, Tây Nguyên có điều kiện thuận lợi để mở rộng giao lưu với nhiều vùng trong nước và quốc tế.

### **I.2.1. Địa hình, địa mạo, địa chất**

#### **I.2.1.1. Đặc điểm địa hình**

Đặc điểm chung nhất của địa hình Tây nguyên là một vùng lãnh thổ mà các khối núi và cao nguyên xen kẽ, tạo thành hình cánh cung có phần lồi quay về phía đông, ôm lấy các cao nguyên thấp và đồng bằng bóc mòn ở giữa. Địa hình Tây nguyên bị chia cắt phức tạp, có tính phân bậc rõ ràng, các bậc cao nằm về phía Đông, bậc thấp nằm ở phía Tây. Mạng sông, suối tương đối phát triển. Quá trình xâm thực sâu tại đây diễn ra mạnh, đường chia nước phức tạp.

Tây Nguyên có địa hình đa dạng, bao gồm địa hình núi, nhiều cao nguyên xếp tầng, đồng bằng và trũng giữa núi. Diện tích núi cao trên 800m có khoảng 28.000km<sup>2</sup>, chiếm 51,4% diện tích tự nhiên (đỉnh Ngọc Linh ở phía Bắc cao 2.598m, Chư Yang Sin ở phía Nam cao 2.406m). Các cao nguyên ở độ cao 300 - 800m khoảng 21.000 km<sup>2</sup> bằng 38,5%. Đồng bằng và thung lũng có diện tích khoảng 5.500 km<sup>2</sup>, chiếm 10,1%, v.v... Thuận lợi là có thể phát triển đa dạng sản phẩm hàng hoá, nhưng khó khăn là do địa hình phức tạp làm trở ngại cho giao thông và giao lưu kinh tế (Hình 1).



Hình 1. Bản đồ cao độ địa hình khu vực Tây Nguyên

#### I.2.1.2. Đặc điểm địa mạo

Dựa trên nguyên tắc nguồn gốc hình thái kết hợp với phân tích đặc điểm các thành tạo địa chất, mức độ phân cắt sâu, ngang và các quá trình địa động lực ngoại sinh thành tạo địa hình; khu vực Tây Nguyên được chia thành 5 nhóm nguồn gốc với 23 dạng địa hình. Dưới đây là các dạng địa hình bazan của khu vực nghiên cứu.

1. Cao nguyên bazan cổ dạng mảnh sót, bằng phẳng hơi nghiêng, tuổi Neogen ( $N_2$ )

Dạng địa hình cao nguyên bazan cổ này gặp tập trung ở phía Bắc của khu vực Tây Nguyên. Liên quan đến bề mặt cao nguyên bazan này là các thành tạo bazan của hệ tầng Đại Nga ( $\beta N_2dn$ ) phân bố rải rác ở phía Bắc và Đông Bắc của tỉnh Kon Tum. Bề mặt cao nguyên bazan này có diện tích lớn ở Măng Cành, Xã Hiếu, Văn Xuôi (của các huyện Tu Mơ Rông và Kon Plông) kéo dài đến 30km theo hướng kinh tuyến và rộng 7-10km, rộng đến 300km<sup>2</sup>; diện tích nhỏ hơn 4-20km<sup>2</sup> phân bố ở khu vực Xã Xốp, Đắk Long, Đắk Choong của huyện Đắk Glei [42]. Trong phạm vi tỉnh Gia Lai, bề mặt cao nguyên này phân bố ở phía Đông của tỉnh với diện tích lớn ở khu vực Kon Hà Nừng và rải rác ở rìa Bắc cao nguyên Pleiku, rìa phía Nam cao nguyên Măng Đen- Kon Plông với diện tích ước tính khoảng 1.000km<sup>2</sup>. Ngoài ra còn bắt gặp bề mặt này ở phần thấp của địa hình, dọc thung lũng sông Đa Dâng và dọc quốc lộ 20, đoạn từ thị trấn Bảo Lộc tới Di Linh của tỉnh Lâm Đồng.

Bề mặt cao nguyên bazan cao trung bình 700-1.200m, có bề dày bazan 80-100m phủ trên nền đá gốc biến chất. Do bị phân cắt mạnh khiến địa hình của bề mặt cao nguyên bazan có dạng đồi kéo dài với độ cao tương đối 50-70m. Cấu tạo nên bề mặt cao nguyên bazan là các thành tạo bazan 2 pyrocen, bazan olivin-augit-plagioclas, plagiobazan, bazan augit-plagioclas.

Có thể nói đây các bề mặt cao nguyên bazan có tuổi cổ nhất khu vực Tây Nguyên có tuổi Pliocen ( $N_2$ ) cùng tuổi của bazan thành tạo nên chúng. Trên bề mặt cao nguyên này hiện bị sông suối chia cắt và trong vỏ phong hóa của chúng gặp các quặng boxit. Do nằm ở vị trí cao tới >1.000m, lại có địa hình bằng phẳng, nên các bề mặt cao nguyên này tại một số khu vực đã được khai thác trở thành các trung tâm du lịch nghỉ mát như ở cao nguyên Kon Plông, cao nguyên Măng Đen có điều kiện khí hậu giống như Đà Lạt.

2. Cao nguyên bazan cổ dạng vòm bị chia cắt mạnh bởi mạng lưới sông suối tuổi Neogen - Pleistoen sớm  $\beta(N_2-Q_1)$ .

Bề mặt cao nguyên này phân bố khá rộng rãi ở khu vực Tây Nguyên, trong đó tập trung nhiều nhất và chiếm diện tích lớn ở khu vực cao nguyên Pleiku, cao nguyên Buôn Ma Thuột, cao nguyên Đắk Nông và cao nguyên Di Linh.

Ở Kon Tum, bề mặt cao nguyên này chỉ chiếm một diện tích nhỏ khoảng 120-150km<sup>2</sup>, tập trung ở khu vực Plei Mơ Rông, phía Tây Nam Kon Tum [17]. Tại tỉnh Gia Lai, cao nguyên có mặt rộng rãi ở toàn bộ nửa phía Tây cao nguyên Pleiku với diện tích khoảng 800-1.000km<sup>2</sup>. Tỉnh Đắk Lắk, bề mặt cao nguyên

chiếm phần lớn diện tích phần trung tâm của tỉnh tạo nên cao nguyên dạng vòm tại Buôn Ma Thuột chiếm diện tích khoảng 1.200km<sup>2</sup>. Ở Tỉnh Đắk Nông, bề mặt cao nguyên phân bố rộng khắp trên toàn cao nguyên với diện tích chừng 1.500km<sup>2</sup>[17]. Tại Lâm Đồng, bề mặt cao nguyên phân bố rộng rãi trên mặt các khu vực Tân Rai, Liên Đàm, Di Linh dưới dạng vòm phủ, có độ cao khoảng 800m trở lên.

Về hình thái, bề mặt cao nguyên này có dạng vòm phủ với độ cao trung bình 600-800m được hình thành trên nền đá gốc của các thành tạo bazan hệ tầng Túc Trung ( $\beta(N_2-Q_{1tt})$ ). Bề mặt cao nguyên bị chia cắt thành các dải đồi với sườn dốc 2-10<sup>0</sup> hoặc các thung lũng xâm thực sườn dốc 10-20<sup>0</sup>, chia cắt ngang 1,2-1,6km/km<sup>2</sup> ở những khu vực đỉnh vòm và 1,8-2,4km/km<sup>2</sup> ở những khu vực rìa vòm. Chia cắt sâu thường nhỏ hơn 20m/km<sup>2</sup> ở khu vực đỉnh vòm và 20-40m/km<sup>2</sup> ở rìa vòm. Nhìn chung, ở các vòm phần đỉnh bị chia cắt yếu, phần sườn bị chia cắt tới 20-60m/km<sup>2</sup>. Theo sự phân bố độ cao và hình dạng mạng lưới sông suối (toả tia hoặc uốn cong xung quanh các vòm) có thể thấy trên bề mặt cao nguyên này bắt gặp một loạt các vòm nâng tân kiến tạo như: vòm Bu Prang, bán kính 5-8,5km, Bu Quak 9-13km, Bu Ro Lo 6-12km, Bu Dang 4-6km, vòm Buôn Ma Thuột 8-12km, v.v... Trên các đỉnh vòm này hiện còn sót lại rất nhiều các miệng núi lửa cổ, đồng thời bề mặt cao nguyên này cũng là đường chia nước của rất nhiều hệ thống sông suối trong khu vực.

Đá bazan trên bề mặt cao nguyên này bị phong hóa mạnh tạo ra đất đỏ bazan và đây là vùng có diện tích đất đỏ bazan lớn nhất cả nước rất thích hợp cho trồng các loại cây công nghiệp có giá trị kinh tế cao (cà phê, hồ tiêu, cao su, cây ăn quả). Vỏ phong hóa của bề mặt cao nguyên này cũng là nơi chứa hàm lượng khoáng sản boxit rất lớn ước chừng đến 5,0 tỷ tấn đất quặng nguyên khai. Tuổi địa hình bề mặt cao nguyên này xếp vào Pliocen muộn- Pleistocen sớm  $\beta(N_2-Q_1)$  tương ứng với tuổi địa chất của đá bazan hình thành nên nó [17].

3. Cao nguyên bazan trẻ dạng vòm thoải bị chia cắt yếu bởi mạng lưới sông suối, tuổi Pleistocen trung ( $\beta Q_1^2$ ).

Đây là bề mặt cao nguyên được hình thành do hoạt động phun trào xảy ra trong giai đoạn Pleistocen giữa ( $\beta Q_1^2$ ) có liên quan đến phun trào bazan hệ tầng Xuân Lộc. Trong khu vực Tây Nguyên, bề mặt cao nguyên này chiếm diện tích nhỏ phân bố trên bề mặt đỉnh cao nguyên Đắk Mil, đỉnh bề mặt cao nguyên Pleiku và tồn tại dưới dạng các bề mặt thấp ở khu vực Di Linh [8]. Về hình thái, bề mặt của cao nguyên này cao trung bình 700-800m, bị chia cắt yếu tạo thành những địa hình đồi lượn sóng thoải, sườn dốc nhỏ hơn 2-5<sup>0</sup>, ít nơi tới 2-10<sup>0</sup>, chia cắt sâu nhỏ hơn 20m/km<sup>2</sup>. Cấu tạo nên bề mặt này là các thành tạo phun trào

bazan của hệ tầng Xuân Lộc phủ lên các thành tạo phun trào bazan của hệ tầng Túc Trung. Vỏ phong hoá của bề mặt địa hình cao nguyên này mỏng. Trên bề mặt còn thấy một số miệng núi lửa được bảo tồn tốt ở khu vực xã Thuận An của huyện Đắk Mil, hay miệng núi lửa tạo nên Biển Hồ, miệng núi lửa Chư Hdrông ở Thành phố Pleiku.

Vỏ phong hóa trên bề mặt cao nguyên này cho đất bazan có màu đỏ thích hợp cho phát triển các loại cây công nghiệp có giá trị kinh tế cao (cà phê, hồ tiêu, v.v...), song chúng không phải là đối tượng cho việc tìm kiếm khoáng sản boxit. Bề mặt cao nguyên cũng là nơi đầu nguồn và là bề mặt chia nước của nhiều hệ thống sông suối trong khu vực. Tuổi địa hình xếp vào Pleistocen giữa ( $\beta Q_1^2$ ) ứng với giai đoạn của hoạt động phun trào hình thành nên dạng địa hình này.

### *1.2.1.3. Địa chất*

Tây Nguyên và Duyên hải NTB phân bố các đá trầm tích và biến chất có tuổi từ Arkei đến Kreta. Các thành tạo Neogen và phun trào bazan cũng là những đặc trưng của địa chất Tây Nguyên – Duyên hải NTB. Dưới đây là một số đặc điểm về địa tầng trên cơ sở tổng hợp từ các kết quả đo vẽ địa chất – khoáng sản đã được thực hiện với các tỉ lệ khác nhau ở khu vực Tây Nguyên [9,41,42]. Trong đó các thành tạo bazan được hình thành trong Kainozoi gồm:

Các trầm tích lục nguyên gồm: Hệ tầng Sông Ba ( $N_1^{3sb}$ ) lộ ra tại khu vực Cheo Reo- Phú Túc- Ai Nu dọc sông Ba; chủ yếu là cát kết, cát-bột kết, bột kết. Các trầm tích hệ tầng Sông Ba thường bị biến vị yếu, với góc dốc thoải. Hệ tầng Di Linh ( $N_1^3-N_2^1dl$ ) phân bố chủ yếu ở khu vực Di Linh, Phú Hiệp, Tam Bó (Lâm Đồng), thung lũng sông Da Dâng, v.v... Hệ tầng Di Linh bao gồm chủ yếu các trầm tích đầm hồ, có chỗ có các lớp kẹp phun trào bazan. Hệ tầng Kon Tum ( $N_2^{kt}$ ) phân bố thành dải, kéo dài từ TP. Kon Tum dọc theo QL14 đến khu vực Kông Hơ Rinh, thung lũng sông Pô Kô, bắc thung lũng Krông Pắc. Hệ tầng gồm: cuội - sỏi kết, cát - sạn kết, cát kết, cát - bột kết, sét kết, bột kết màu xám, đỏ, xám trắng và xen kẹp các lớp diatomit, bentonit. Dày 70-120m. Hệ tầng Sông Lũy ( $N_2^{sl}$ ) gồm: cuội - sỏi kết với ít thấu kính cát sạn màu xám, loang lổ vàng; sét pha cát với các thấu kính cát màu loang lổ nâu đỏ. Hệ tầng Mavieck ( $N_2^{mv}$ ) phân bố ở phía nam núi Mavieck, Đông Bắc núi Đá Bạc và một dải hẹp ở phía nam làng Sơn Hải ( $0,5km^2$ ), gồm cát - sạn kết.

Ở Tây Nguyên và Duyên hải NTB phân bố khá phổ biến các thành tạo phun trào bazan, gồm: Hệ tầng Đại Nga ( $\beta N_2^{đn}$ ) gồm các phun trào bazan tập

trung ở khu vực Kon Hà Nừng và rải rác ở rìa bắc cao nguyên Pleiku, rìa nam cao nguyên Măng Đen- Kon Plông, Ngọc Yêu, dọc thung lũng Đắc Psi, thung lũng sông Đa Dâng từ TX. Bảo Lộc tới Di Linh, v.v... Hệ tầng gồm chủ yếu là các bazan 2 pyroxen, bazan olivin- augit- plagioclas, plagiobazan, bazan augit-plagioclas. Chiều dày hệ tầng 30-180m. Hệ tầng Túc Trung ( $\beta N_2-Q_{1tt}$ ): Phun trào bazan hệ tầng Túc Trung tập trung ở khu vực Plei Mơ Rông, phía tây nam Kon Tum, khu vực Buôn Đắc Hung, Buôn Chuga. Buôn Niêng, đông Đắc Se, Tân Rai, Liên Đàm, một số nơi xen kẽ với các tập cát, cát kết, sét - cát chứa di tích thực vật và các lớp bazan phong hóa màu đỏ.

#### *1.2.1.4. Đặc điểm cấu trúc kiến tạo*

Các tỉnh Tây Nguyên và Duyên hải NTB nằm ở rìa phía đông địa khối Indosini, có đặc điểm cấu trúc địa chất – kiến tạo, tân kiến tạo khác nhau, quy định những nét cơ bản về nền tảng rắn của cảnh quan/điều kiện địa lý tự nhiên lãnh thổ. Theo kết quả phân tích và tổng hợp tài liệu địa chất - địa vật lý cho thấy vùng nghiên cứu đã trải qua nhiều kỳ hoạt động kiến tạo với mức độ khác nhau, tạm ngừng nghỉ rồi lại tái hoạt động mạnh mẽ hơn trong giai đoạn sau. Trên bình đồ hiện tại có thể xác lập 4 hệ thống đứt gãy chính. Hệ thống đứt gãy TB – ĐN, ĐB – TN, á kinh tuyến và á vĩ tuyến.

#### *1.2.1.5. Đặc điểm vỏ phong hóa*

Trong điều kiện nhiệt đới gió mùa cao nguyên, quá trình phong hóa hóa học chiếm ưu thế, kết hợp các đặc điểm thạch học, địa hóa, khoáng vật và nguồn gốc hình thành đã tạo ra vỏ phong hóa khá đa dạng ở Tây Nguyên. Trên các thành tạo bazan Tây Nguyên hình thành các kiểu vỏ phong hoá sau:

a) Kiểu vỏ phong hoá alferit (AlFe): Chủ yếu phát triển trên đá bazan, tập trung ở các cao nguyên Kon Hà Nừng, Pleiku, Buôn Ma Thuột, Đắc Nông và Di Linh. Diện phân bố của kiểu vỏ alferit phát triển trên đá bazan chứa quặng bôxít chiếm diện tích rất lớn ở Đắc Nông và Di Linh. Khi tiến hành nghiên cứu chi tiết, 2 phụ kiểu vỏ phong hóa tương ứng với các giai đoạn phun trào bazan cổ và trẻ được xác định gồm:

- Phụ kiểu vỏ phong hóa trên đá phun trào bazan Pliocen - Pleistocen sớm ( $\beta N_2-Q_1^1$ ): Phân bố tập trung ở cao nguyên Kon Hà Nừng, Di Linh và Đắc Nông, rìa của cao nguyên Buôn Ma Thuột và Pleiku. Có cường độ phong hóa mạnh nhất vào giai đoạn Pleistocen giữa và Pleistocen sớm, ở những vùng có lượng mưa lớn, địa hình chia cắt mạnh và cường độ tiêu thoát nước tốt. Bề dày trung bình từ 10 - 20m, lớn nhất ở vòm cao nguyên Kon Hà Nừng, Đắc Nông (dày 32 - 82,5m), ở các rìa cao nguyên chỉ đạt 3 - 5m. Thành phần chính của vỏ phong hóa này là ôxít của sắt, nhôm, magiê và mangan; nghèo các nguyên tố

kiềm, kiềm thổ, silic và một số nguyên tố vi lượng cần thiết cho sinh vật. Nhiều nơi, đới laterit tàn tích tạo thành đới quặng bôxít rắn chắc, ít các khoáng sắt [25,28].

### **1.2.2. Khí hậu**

Chế độ nhiệt: Vùng cao nguyên có độ cao địa hình phổ biến từ 500 - 800m, nhiệt độ dao động trong khoảng 21 - 24°C, càng lên cao nhiệt độ càng giảm. Ở những vùng núi cao 800 - 1.100m nhiệt độ trung bình năm khoảng 19 - 22°C, ở vùng núi 1.400 - 1.500m nhiệt độ có thể xuống thấp dưới 18°C, ở các vùng thấp dưới 500m nhiệt độ trung bình năm trên 24°C, phân bố ở các vùng thung lũng như Ea Súp, Đứơc Cơ, thung lũng sông Ba.

#### **1.2.2.1. Chế độ mưa**

##### **1.2.2.1.1. Đặc điểm mưa ở Tây Nguyên**

Mưa ở Tây Nguyên thuộc loại mưa vùng nhiệt đới gió mùa, lượng mưa tập trung vào thời kỳ gió mùa Tây Nam, chênh lệch lượng mưa giữa mùa mưa và mùa khô rất lớn. Phân bố không gian của lượng mưa ở Tây Nguyên rất không đồng đều, phụ thuộc nhiều vào điều kiện địa hình. Lượng mưa lớn nhất đều thuộc về các sườn đón gió mùa Tây Nam của các cao nguyên và dãy núi chính. Nơi mưa nhiều có lượng mưa năm có thể gấp 3 lần nơi ít mưa. Vùng Tây Nam của cao nguyên Bảo Lộc và vùng núi Ngọc Linh là hai khu vực có lượng mưa nhiều nhất Tây Nguyên, với lượng mưa năm trên 3.200mm. Tiếp đến là khu vực cao nguyên Bảo Lộc, Di Linh, vùng núi Chư Yang Sin, Tây Nam của cao nguyên Pleiku với lượng mưa năm trung bình 2.400-2.800mm. Nơi ít mưa nhất thuộc thung lũng sông Ba, với lượng mưa năm <1.400mm, các vùng trũng An Khê, EaSup, Krông Búk lượng mưa 1.400 - 1.600mm. Còn lại các vùng núi thấp và các cao nguyên Kon Plông, Pleiku, M’Đrăk, Buôn Ma Thuột, Đăk Nông, Đăk Mil, Đà Lạt, Liên Khương, v.v... có lượng mưa trung bình 1.600 - 2.400mm/năm.

##### **1.2.2.1.2. Xu thế biến đổi của lượng mưa**

Sự biến đổi của lượng mưa trung bình năm khác nhau trong mỗi thập kỷ. Thập kỷ 1981-1990 là thập kỷ có lượng mưa giảm trên phần lớn lãnh thổ Tây Nguyên, chỉ trừ một số khu vực như Đăk Tô, Pleiku, Ayunpa, Buôn Ma Thuột là có lượng mưa tăng. Thập kỷ 1991-2000 là thập kỷ có lượng mưa giảm ở phần phía Bắc và tăng ở phần phía Nam của Tây Nguyên. Đến thập kỷ 2001-2010, cũng giống như thập kỷ 1, lượng mưa tăng giảm không đồng nhất trên toàn khu vực, lượng mưa tăng ở cao nguyên M’Đrăk, Đăk Nông, Bảo Lộc và giảm ở các



khu vực còn lại. Giai đoạn 2011-2018, lượng mưa có sự tăng giảm ngược với thập kỷ 1991-2000. Trong giai đoạn này, lượng mưa tăng ở phía Bắc của Tây Nguyên và giảm ở phần phía Nam của Tây Nguyên.

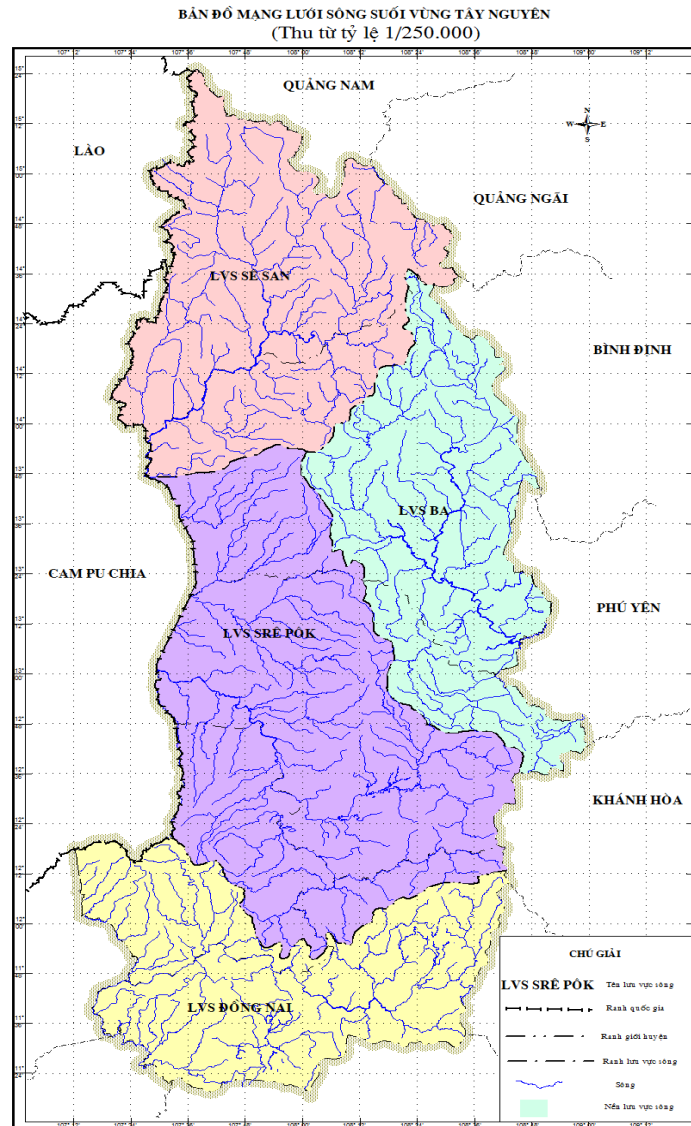
Sự biến đổi của lượng mưa cho cả giai đoạn nghiên cứu được đánh giá qua xu thế tuyến tính của phương trình xu thế. Phương trình xu thế của lượng mưa trung bình năm ở các trạm cho thấy trong khoảng thời gian khoảng 40 năm thời gian bắt đầu từ năm 1976-1977 đến năm 2018 lượng mưa đều có xu thế tăng, với mức tăng phổ biến từ 170-650mm. Một số ít trạm có xu thế giảm Đắk Tô, Pleiku, Buôn Ma Thuột, Đắk Nông, với mức giảm phổ biến trong khoảng 80-280mm.

#### *1.2.2.2. Lượng bốc hơi không khí*

Lượng bốc hơi Piche trung bình năm ở Tây Nguyên dao động trong khoảng 700mm ở Nam cao nguyên Bảo Lộc, đến 1.400mm ở Buôn Ma Thuột vùng bình nguyên Ea Súp và thung lũng sông Ba. Các khu vực khác như Kon Tum, Pleiku, Buôn Hồ, M’Đrắk, Liên Khương lượng bốc hơi trung bình năm dao động trong khoảng 1.100-1.200mm. Trong thời kỳ khô nóng (từ tháng II-V) lượng bốc hơi đạt giá trị cao, thường có giá trị cao nhất vào tháng III, ở Buôn Ma Thuột có thể lên trên 200mm, Kon Tum, Ayunpa (180-200mm) và đạt 140-160mm ở Đắk Tô, Pleiku, An Khê và thấp nhất ở Đà Lạt, Bảo Lộc cũng đạt 65-90mm.

#### *1.2.3. Thủy văn*

Vùng Tây Nguyên là nơi đầu nguồn của 4 hệ thống sông lớn và phân bố khá đồng đều (Hình 2).



Hình 2. Bản đồ mạng lưới sông suối vùng Tây Nguyên

a) Sông Sê San: bắt nguồn từ dãy núi Ngọc Linh chảy qua hầu hết tỉnh Kon Tum, một phần lớn tỉnh Gia Lai rồi chảy sang Campuchia thuộc tỉnh Rotanakiri, nhập với sông Sêrêpôk có tên là Sê San rồi cùng chảy vào sông Mê Kông tại Stung Treng. Tổng diện tích của LVS Sê San là 18.570km<sup>2</sup> trong đó phần lãnh thổ Việt Nam là 11.510km<sup>2</sup> chiếm 62,1%. Chiều dài sông Sê San ở Việt Nam là 245km và ở Campuchia là 270km. Sông Sê San ở Việt Nam có nguồn chính là sông Krông Pô Kô và 2 sông nhánh là Đắc Bla (F= 5.350km<sup>2</sup>, Ls = 152km), sông Sa Thầy (F= 1.570km<sup>2</sup>, Ls= 91km)

b) Sông Sêrêpôk: bắt nguồn từ Đắc Lắc - Việt Nam chảy qua lãnh thổ Campuchia thuộc tỉnh Mondulkiiri. Tổng diện tích toàn lưu vực là 30.100km<sup>2</sup>, chiều dài toàn bộ là 371km. Phần lưu vực ở Việt Nam là Flv = 18.230km<sup>2</sup>, chiếm 60,5%. Bờ tả (phía Nam) sông Sêrêpôk do 2 nhánh Krông Knô và Krông

Ana hợp thành. Sông Krông Knô bắt nguồn từ dãy Chư Yang Sin có đỉnh cao trên +2.000m có  $F_{lv} = 3.934\text{km}^2$ ;  $L_s = 194\text{km}$ . Sông do 2 nhánh suối chính là Krông Kma và Đakmang hợp thành. Sông Krông Ana là hợp lưu của 3 sông nhánh Krông Buk, Krông Pach và Krông Bông. Tổng diện tích lưu vực  $F = 3.872\text{km}^2$ , chiều dài dòng chính là 215km. Trên lãnh thổ Việt Nam, LVS Sêrêpôk có diện tích là  $18.230\text{km}^2$  thuộc 4 tỉnh: Đắk Lắk ( $10.420\text{km}^2$ ); Đắk Nông ( $3.610\text{km}^2$ ); Gia Lai ( $2.900\text{km}^2$ ); Lâm Đồng ( $1.300\text{km}^2$ ).

c) Sông Ba: bắt nguồn từ Krong Pong ở cao độ +1.200m thuộc dãy Ngọc Rô với đỉnh cao nhất là +1.549m. Diện tích LVS Ba tính đến cửa sông Tuy Hoà là  $13.900\text{ km}^2$  và độ dài dòng chính là 388km. LVS Ba có 7 sông nhánh có  $F = 192\text{km}^2 \sim 2.950\text{km}^2$  trong đó có 3 sông nhánh lớn với  $F \geq 1.000\text{km}^2$  đều nằm phía bờ phải của dòng chính. Đó là sông Ia Ayun, EaKrong Nang, Sông Hình.

+ Sông Ia Ayun bắt nguồn từ vùng núi cao từ +1500 ~ +1.700m, chảy theo hướng Bắc - Nam đến Chư Sê, sau đó chuyển hướng Tây Bắc - Đông Nam đến Cheo Reo thì nhập vào bờ phải sông Ba, có diện tích lưu vực là  $2.855\text{km}^2$  và chiều dài  $192\text{km}^2$ .

+ Sông Krông Hnăng bắt nguồn ở vùng núi cao trên +1.000m thuộc huyện Krông Hnăng của tỉnh Đắk Lắk. Hướng chảy của sông gần như hình vòng cung, đoạn đầu nguồn theo hướng Bắc - Nam, sau đó chuyển sang hướng Tây Bắc - Đông Nam rồi lại chảy ngược lên gần như hướng Nam - Bắc để nhập vào sông Ba, có diện tích lưu vực là  $1.753\text{km}^2$  và chiều dài 134km.

+ Sông Hình bắt nguồn từ đỉnh núi Chư Hmú cao độ +2.051m chảy theo hướng Tây Nam - Đông Bắc, đến gần thị trấn Sơn Hoà thì nhập vào bờ phải sông Ba, có diện tích lưu vực là  $1.201\text{km}^2$  và chiều dài 101km.

d) Sông Đồng Nai: hệ thống sông Đồng Nai gồm dòng chính sông Đồng Nai, và 4 sông nhánh lớn là sông Bé, sông La Ngà, sông Sài Gòn và sông Vàm Cỏ.

Lưu vực nghiên cứu có diện tích  $9.742\text{km}^2$  chiếm 19,6% diện tích toàn bộ hệ thống sông Đồng Nai ( $49.644\text{km}^2$ ), bao gồm phần thượng nguồn sông Đồng Nai và sông La Ngà. Diện tích tự nhiên phần lớn thuộc tỉnh Lâm Đồng ( $7.596,8\text{km}^2$  – chiếm 77,7% diện tích toàn tỉnh), 1 phần thuộc tỉnh Đắk Nông ( $1.921\text{km}^2$  huyện Đắk R’Lấp, Đắk Nông) và  $824\text{km}^2$  thuộc tỉnh Bình Phước (huyện Bù Đăng), Đồng Nai (huyện Tân Phú).

Thượng lưu sông Đồng Nai gồm hai nhánh chính là Đa Nhim và Đa Dâng hợp lưu tại sát chân núi Bon Ron, tây nam huyện Đức Trọng, diện tích lưu vực là  $3.235\text{ km}^2$ . Sau khi hợp lưu, sông Đồng Nai chạy dọc theo ranh giới tỉnh Lâm

Đồng với các tỉnh Đắk Lắk, Bình Phước và Đồng Nai với các chi lưu: Đạ Huoai, Đạ Teh, Đạ Nga và một số nhánh nhỏ như Đasiat, Đạ Lei, ĐạRmiss, ĐạRssi. Diện tích LVS Đồng Nai tính đến ranh giới giữa tỉnh Lâm Đồng với tỉnh Đồng Nai là 9.575km<sup>2</sup>. Chiều dài sông từ hợp lưu giữa Đạ Nhim với Đạ Dâng đến ranh giới tỉnh Đồng Nai là 255km.

*- Sông Đạ Nhim*

Gồm sông chính Đạ Nhim và hai nhánh Đạ Tam (bên phải) và Đạ Quân (bên trái). Nhánh Đạ Nhim phát nguyên từ khu vực Đông Nam của mạch núi phía Bắc từ cao độ trên 2.000m chảy xuống tới hồ Đơn Dương ở cao độ 1.042m và tới hợp lưu với Đạ Tam là 950m. Chiều dài từ thượng nguồn đến hợp lưu sông Đạ Dâng khoảng 142km, chiều rộng sông từ 40÷120 m, độ dốc bình quân 0,26% có nhiều ghềnh với diện tích lưu vực là 2.010km<sup>2</sup>.

*- Thượng lưu sông La Ngà (sông Đạ Nga)*

Là một trong hai chi lưu chính của sông Đồng Nai, dài 156km. Sông La Ngà xuất phát từ sườn phía Tây nam của dãy núi Pantar có cao độ 1.654m thuộc tỉnh Lâm Đồng nằm ở phía nam LVS Đồng Nai. Sau khi chảy vòng quanh qua phía Tây, sông La Ngà hợp với sông chính Đồng Nai tại Thanh Sơn.

Sông Đạ Nga là phần thượng nguồn của sông La Ngà, bắt nguồn từ khu vực huyện Di Linh và Bảo Lâm với ba nhánh chính. Nhánh Đạriam xuất phát từ sườn phía Tây mạch núi Đông Nam gần thị trấn Di Linh chảy theo hướng Đông Tây với diện tích lưu vực 370km<sup>2</sup>, có chiều dài sông 60km. Nhánh chính Đạ Nga có chiều dài sông 30km, với diện tích lưu vực tính đến ranh giới giữa Lâm Đồng và Bình Thuận là 1.215km<sup>2</sup>.

*- Sông Đạ Huoai*

Có diện tích lưu vực tính đến cửa ra là 968km<sup>2</sup>, với hai nhánh suối chính là Đambri và Đạ Quay. Nhánh Đambri có chiều dài sông chính 70km với diện tích lưu vực 345km<sup>2</sup>, nhánh Đạ Quay có chiều dài sông chính 35km với diện tích lưu vực 258km<sup>2</sup>.

#### ***1.2.4. Thổ nhưỡng***

Nhóm đất đỏ (FR): Đây là nhóm đất có diện tích lớn thứ hai sau nhóm đất xám, khoảng 1.349.113ha (chiếm 24,69%), được hình thành trên các sản phẩm phong hóa của đá bazan tuổi Pliocen - Pleistocen sớm (N<sub>2</sub>-Q<sub>1</sub><sup>1</sup>) và Pleistocen giữa (Q<sub>1</sub><sup>2</sup>). Phân bố tập trung ở các cao nguyên Kon Plông (cao trung bình từ 1.100 - 1.300m), Kon Hà Nừng (900m), Pleiku (750 - 800m), Buôn Ma Thuột

(400 - 500m), M'Đrắk (500 m); Đăk Nông (800 - 1.000m) và Di Linh (700 - 800 m).

Theo kết quả phân loại, nhóm đất đỏ gồm có 7 đơn vị phân loại. Trong đó, chiếm diện tích lớn nhất là đơn vị đất đỏ chua, rất nghèo kiềm (712.732ha); tiếp đến là đơn vị đất đỏ chua (211.878ha); đơn vị đất nâu đỏ giàu mùn có 110.853ha; đơn vị đất đỏ sỏi sạn có 109.813ha. Nhóm đất đỏ được đánh giá là có ý nghĩa lớn đối với sản xuất nông nghiệp của các tỉnh vùng Tây Nguyên.

Nhìn chung, các đơn vị đất của nhóm đất đỏ có phản ứng chua (pHKCl: 4,3 - 4,9) do quá trình rửa trôi các kim loại kiềm và kiềm thổ diễn ra mạnh; hàm lượng hữu cơ tầng mặt giàu và giảm nhanh theo độ sâu, hàm lượng đạm và lân tổng số giàu, lân dễ tiêu từ trung bình đến nghèo, kali từ trung bình đến giàu; tổng lượng bazơ trao đổi đạt giá trị trung bình ở tầng mặt, các tầng sâu có giá trị thấp; độ bão hòa bazơ có hàm lượng trung bình. Quá trình laterit diễn ra mạnh mẽ trên các cao nguyên bazan cổ ( $N_2 - Q_1^1$ ) như ở Kon Plông, Kon Hà Nừng, Đăk Nông và Di Linh đã hình thành các đới kết von rắn chắc và ở cao nguyên Đăk Nông, Di Linh đã hình thành bôxít có trữ lượng lớn.

Đến nay, phần lớn diện tích các đơn vị đất của nhóm đất đỏ của các tỉnh vùng Tây Nguyên đã được khai thác đưa vào sản xuất nông nghiệp và đã hình thành các vùng chuyên canh các cây công nghiệp dài ngày (cà phê, cao su, hồ tiêu, chè, v.v...) ổn định, mang lại hiệu quả kinh tế cao cho người nông dân.

#### ***1.2.5. Đặc trưng thảm thực vật***

Sự đa dạng của các yếu tố địa lý, địa hình, khí hậu và cấu tạo nền địa chất đã tạo nên một vùng Tây Nguyên là nơi hội tụ của nhiều luồng thực vật rừng rất phong phú, có trên 4.500 loài thực vật gồm trên 700 loài cây gỗ thuộc 90 họ của 2 ngành hạt trần và hạt kín. Các loài gỗ kinh tế và quý hiếm trong rừng Tây Nguyên được đánh giá là nhiều nhất so với cả nước. Nhóm gỗ quý hiếm như: Pơ mu, Kim giao, Bách xanh, Cà te, Gụ mật, Cẩm lai, Cẩm thị, Giáng hương, Trắc, Lát, Huỳnh đường, Hoàng đàn, v.v... với trên 15 loài, chiếm 30% số loài gỗ quý hiếm cả nước. Nhóm gỗ gia dụng và đóng tàu thuyền như: Sao đen, Sao xanh, Dầu, Chò, Kiên kiên, Giổi, Thông nạng, Bằng lăng, Vên vên, v.v... Nhóm gỗ dán lạng: Vạng trứng, Trám, Sữa, Thông nạng, Cóc đá, Hồng tùng, Chò xót, v.v... Ngoài ra, rừng Tây Nguyên còn có rất nhiều loài cây đặc sản có giá trị như: Gió, Sâm ngọc linh, Sa nhân, Song, Mây, Quế, Bời lời, Hoàng đàn, v.v...

Sự đa dạng về các yếu tố địa lý, địa hình và khí hậu đã tạo cho Tây Nguyên nhiều tiểu vùng sinh thái khác nhau gắn liền với sự hình thành và phát

triển các kiểu rừng, trong đó phải kể đến hai kiểu rừng chính là kiểu rừng kín và kiểu rừng thưa cây lá rộng rụng lá họ dầu (rừng khộp).

### ***1.2.6. Đặc điểm kinh tế - xã hội***

#### ***1.2.6.1. Dân cư, dân tộc, lao động***

Tây Nguyên là vùng lãnh thổ có quy mô dân số thấp nhất cả nước. Năm 2019, dân số của các tỉnh Tây Nguyên là 4.562.003 người, trong đó Kon Tum là 543.452 người với mật độ 56 người/km<sup>2</sup>[12]; Gia Lai là 1.520.155 người với mật độ 98,01 người/km<sup>2</sup>[13], Đắk Lắk là 1.872.574 người với mật độ 143,1 người/km<sup>2</sup>[14], Đắk Nông dân số là 625.822 người với mật độ 94,16 người/km<sup>2</sup>[15] và Lâm Đồng là 1.299.335 người với mật độ 133 người/km<sup>2</sup>[16].

Tây Nguyên là vùng có dân số tăng nhanh nhất nước ta, từ 1 triệu người năm 1975 lên trên 4,5 triệu người theo niên giám thống kê năm 2019, chiếm 4,6% dân số của cả nước; mật độ dân số trung bình là 105 người/km<sup>2</sup> (Bảng 1). Tây Nguyên là vùng đất đa dân tộc, đa văn hóa, với rất nhiều đặc trưng, sắc thái của nhiều tộc người, nhiều địa phương trong cả nước hội tụ; đồng thời cũng là nơi có tốc độ tăng dân số và biến động về cơ cấu dân cư nhanh nhất cả nước.

*Bảng 1. Dân số phân theo địa phương vùng Tây Nguyên năm 2019*

<b>TT</b>	<b>Tỉnh</b>	<b>Diện tích (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Dân số (người)</b>	<b>Mật độ dân số (người/km<sup>2</sup>)</b>
1	Kon Tum	9.674,2	543.452	56
2	Gia Lai	15.510,8	1.520.155	98
3	Đắk Lắk	13.030,5	1.872.574	143
4	Đắk Nông	6.509,3	625.822	96
5	Lâm Đồng	9.783,2	1.299.335	133
<b>Tổng cộng</b>		<b>54.508</b>	<b>5.842.681</b>	

Một trong những nguyên nhân chính dẫn đến tăng nhanh dân số trong khu vực là do tình trạng di cư tự do kéo dài nhiều năm, đến nay vẫn còn diễn ra phức tạp. Tây Nguyên là nơi có cơ cấu dân tộc biến động nhanh. Toàn vùng hiện nay có 47 dân tộc (so với năm 1975 tăng thêm 33 dân tộc). Riêng 12 dân tộc thiểu số bản địa chiếm 25,8% dân số toàn vùng và có số dân không đồng đều. Đồng bào dân tộc thiểu số ở Kon Tum chiếm 53,1% dân số toàn tỉnh; Gia Lai khoảng 44%; Đắk Lắk khoảng 29,5%. Từ sau ngày giải phóng đến nay, một số dân tộc thiểu số (Tày, Nùng, v.v...) ở các tỉnh phía Bắc đã đến vùng Tây Nguyên làm ăn sinh sống làm cho thành phần dân tộc của vùng ngày càng đa dạng. Các

dân tộc này sinh sống chủ yếu ở vùng sâu, vùng xa, trong các thôn, làng. Người Kinh sinh sống chủ yếu ở thành phố, thị trấn, ven đường quốc lộ, tỉnh lộ, vùng kinh tế mới và khu vực các nông lâm trường quốc doanh. Đồng bào các dân tộc thiểu số bản địa của vùng Tây Nguyên có kết cấu tương đối phức tạp, cư trú theo từng lãnh thổ, có quá trình phát triển không đồng nhất, đa dạng về ngôn ngữ, tâm lý, phong tục tập quán, tín ngưỡng, văn hóa nghệ thuật.

Dân số Tây Nguyên gia tăng một cách nhanh chóng đã dẫn đến rất nhiều hệ lụy khác liên quan đến các vấn đề sử dụng tài nguyên và an ninh lương thực, bất bình đẳng và xung đột xã hội, xung đột dân tộc và tôn giáo, bất ổn an ninh - chính trị.

Với quy mô dân số tăng nhanh làm cho lực lượng lao động ở Tây Nguyên cũng tăng theo với tốc độ nhanh về số lượng. Tuy nhiên, Tây Nguyên là một trong những khu vực có chất lượng nguồn nhân lực thấp và đang gặp rất nhiều khó khăn trong việc nâng cao chất lượng nguồn nhân lực. Kết quả điều tra Lao động Việc làm năm 2019 cho thấy tỷ trọng lao động đã qua đào tạo ở nước ta nói chung và Tây Nguyên nói riêng vẫn còn thấp. Trong tổng số trên 3,2 triệu người từ 15 tuổi trở lên thuộc lực lượng lao động của Tây Nguyên, chỉ có gần 15% đã qua đào tạo.

#### *1.2.6.2. Quy mô và cơ cấu kinh tế*

##### *1.2.6.2.1 Quy mô, tốc độ tăng trưởng*

Những năm qua, khu vực Tây Nguyên đã bước đầu tận dụng tiềm năng, tranh thủ và phát huy được nguồn lực của doanh nghiệp trên địa bàn vào phát triển kinh tế - xã hội. Kinh tế các địa phương trong vùng có tốc độ tăng trưởng khá cao so với bình quân chung cả nước. Tổng giá trị sản phẩm GRDP của các tỉnh Tây Nguyên đạt trên 165.472 tỷ đồng, tăng 8,09%; trong đó, lĩnh vực nông, lâm, thủy sản giảm 13%, công nghiệp xây dựng tăng gần 14%, dịch vụ tăng gần 6% so với năm 2016, cơ cấu GRDP chuyển dịch theo hướng tích cực (giảm tỷ trọng khu vực nông, lâm, thủy sản, tăng khu vực công nghiệp, xây dựng, dịch vụ). Thu nhập bình quân đầu người năm 2019 của các tỉnh Tây Nguyên đạt trên 45,6 triệu đồng, tăng 5,02% so với năm 2018.

Lĩnh vực hoạt động của doanh nghiệp Tây Nguyên hiện nay cũng đã mở rộng và đa dạng hơn. Trước đây, phần lớn doanh nghiệp trên địa bàn Tây Nguyên chỉ chú trọng đầu tư phát triển ngành công nghiệp, nhưng đến nay, hoạt động của doanh nghiệp đã phủ rộng ở hầu hết các ngành sản xuất kinh doanh; trong đó, doanh nghiệp thuộc ngành công nghiệp, dịch vụ, xây dựng, vận tải, tài

chính ngân hàng chiếm tỷ trọng cao trong giá trị sản xuất toàn ngành. Một số ngành như hoạt động khoa học và công nghệ, văn hóa, thể thao, cứu trợ xã hội, hoạt động phục vụ cá nhân và cộng đồng ngày càng được quan tâm phát triển, v.v...

Đảng và Nhà nước đã có nhiều chính sách đặc thù đối với vùng dân tộc thiểu số Tây Nguyên nhằm tập trung giải quyết những vấn đề cấp bách về đất đai, nhà ở, giao rừng, giải quyết việc làm, xóa đói giảm nghèo, nâng cao đời sống của đồng bào các dân tộc thiểu số. Đã có nhiều chủ trương, giải pháp và tổ chức lồng ghép các dự án, chương trình mục tiêu quốc gia để đầu tư phát triển sản xuất, giúp đồng bào thay đổi tập quán sản xuất, vươn lên thoát nghèo, nâng cao đời sống.

Trong 5 tỉnh Tây Nguyên, tỉnh Lâm Đồng và Đắk Lắk có tốc độ tăng trưởng trung bình trong 10 năm qua khá cao với 9,2%/năm. Với tỷ lệ tăng trưởng cao liên tục trong nhiều năm nên tỷ trọng đóng góp GRDP của Tây Nguyên trong nền kinh tế quốc dân.

#### ***1.2.6.2.2 Cơ cấu kinh tế***

Cơ cấu kinh tế có sự chuyển dịch theo hướng hiện đại, các ngành phi nông nghiệp (công nghiệp, tiểu thủ công nghiệp, dịch vụ) đã phát triển nhanh theo hướng công nghiệp hoá, hiện đại hoá nông nghiệp, nông thôn để thu hút lao động, nâng cao mức sống nhân dân. Tuy nông nghiệp vẫn có sự tăng trưởng và phát triển mới về chất, nhưng tỷ lệ tương đối trong cơ cấu GRDP đã giảm xuống; tương ứng là khu vực phi nông nghiệp tăng lên.

Nhìn vào tỉ trọng của các ngành trong GRDP Tây Nguyên thì tỉ trọng nông lâm ngư nghiệp các tỉnh đang chiếm trên dưới 50% như Đắk Lắk, Đắk Nông và Lâm Đồng. Trong khi đó, Gia Lai và Kon Tum cho thấy xu hướng phát triển cân đối hơn, đóng góp của ngành nông lâm ngư nghiệp chỉ chưa tới 40% giá trị sản xuất toàn tỉnh. Riêng ngành dịch vụ, năm 2019, các tỉnh Kon Tum, Đắk Lắk và Đắk Nông chiếm tỉ trọng cao nhất trên 40%, các tỉnh Gia Lai, Lâm Đồng cũng đều trên 35%, chứng tỏ tình hình phát triển dịch vụ của Tây Nguyên còn đang có xu hướng phát triển, dần phát huy được các lợi thế đặc thù. Về công nghiệp, chỉ riêng Gia Lai và Kon Tum có tỉ trọng công nghiệp gần 30%, còn lại các tỉnh chỉ vào khoảng dưới 20%, trong đó tỉnh Đắk Lắk và Lâm Đồng là hai tỉnh có nhiều lợi thế phát triển nhưng tỉ trọng công nghiệp cũng ở mức thấp, tương đương 14,5% và 18% năm 2012.

Tuy vậy, về KT-XH vẫn còn một số vấn đề đáng quan tâm, nhiều chỉ tiêu tăng trưởng chưa bền vững; chuyển dịch cơ cấu kinh tế chậm; thu hút đầu tư từ thành phần kinh tế ngoài quốc doanh và đầu tư trực tiếp nước ngoài còn nhỏ



yếu; một số lĩnh vực có tiềm năng như nghề rừng, du lịch vẫn chưa có hướng chuyển biến, làm tăng nguy cơ phá rừng, bạc màu đất và ô nhiễm môi trường. Sản xuất, đời sống nhiều địa bàn vùng dân tộc thiểu số tại chỗ vẫn còn rất khó khăn, số hộ tái nghèo còn cao. Việc tổ chức thực hiện một số chủ trương, chính sách chưa đạt yêu cầu.

### **I.3. Đặc điểm tài nguyên nước vùng Tây Nguyên**

#### **I.3.1. Tài nguyên nước mưa**

Lượng mưa trung bình hàng năm ở khu vực Tây Nguyên nhìn chung thuộc loại cao so với lượng mưa trung bình của cả nước. Tuy nhiên, có sự khác biệt đáng kể về lượng mưa năm theo từng vùng và đặc biệt là theo thời gian. Vùng Tây Nguyên nằm hoàn toàn về phía Tây của dãy Trường Sơn, có cao độ hơn hẳn vùng xung quanh nên chế độ mưa, ở đây vừa chịu sự chi phối của cơ chế hoàn lưu gió mùa Đông Nam Á, vừa chịu tác động mạnh mẽ của vị trí địa lý, điều kiện địa hình và khí hậu Tây Trường Sơn cùng với các kiểu hình thể thời tiết đặc biệt trên tạo cho Tây Nguyên có nguồn TNN mưa phong phú. Lượng mưa trung bình hàng năm ở Tây Nguyên là 1.847mm nhưng có sự phân bố theo không gian và thời gian rất không đồng đều.

Mùa mưa ở Tây nguyên trùng với thời kỳ gió mùa Tây Nam từ tháng V-X, lượng nước mưa mùa mưa chiếm 85-90% tổng lượng mưa năm, 6 tháng mùa khô chỉ chiếm 10-15% tổng lượng mưa năm. Như vậy, lượng mưa trong năm chủ yếu tập trung vào mùa mưa, ngoài ra lượng mưa giữa các khu vực tại Tây Nguyên cũng rất khác nhau, chênh lệch tới 2-3 lần. Tại những sườn Tây Nam của các cao nguyên và vùng núi là mưa nhiều. Vùng Tây Nam cao nguyên Bảo Lộc lượng mưa năm lớn nhất đạt 3.200-3.500mm, tiếp đến vùng núi cao Ngọc Linh và Chư Yangsin lượng mưa năm 2.500-3.000mm. Trên cao nguyên Peiku, M’Đrăk, Buôn Ma Thuột, Đăk Mil, Đăk Nông, Đà Lạt, Liên Khương lượng mưa dao động từ 1.600-1.800mm. Tại các vùng trũng, thung lũng như Cheo Reo, Phú Túc, trung An Khê, trũng Krông Búk, lượng mưa thấp đạt 1.200-1.400mm/năm.

#### *- Lưu vực sông Sê San*

Vùng này do có địa hình trung bình cao nhất khu vực Tây Nguyên, những ngọn núi cao phía bắc Tây Nguyên có tác dụng đón gió Tây Nam gây mưa lớn trên lưu vực nên lượng mưa trung bình năm là 1.837mm thuộc loại tương đối lớn và lớn nhất ở khu vực Tây Nguyên. Khu vực này có tâm mưa lớn ở Chư Prông, Pleiku với lượng mưa bình quân nhiều năm trên 2.200mm. Lượng mưa phân bố rất không đều trong năm, hình thành mùa mưa và mùa khô rất rõ rệt. Lượng mưa tập trung chủ yếu vào 6 tháng mùa mưa, từ tháng V – X (1.671,8mm, chiếm khoảng 85,95% lượng mưa cả năm). Mùa khô, từ tháng XI-

IV, có lượng mưa là 286,6mm (chiếm 14,7% lượng mưa năm), trong đó tháng I có lượng mưa nhỏ nhất là 4,9mm chiếm khoảng 0,25% lượng mưa năm.

*- Lưu vực sông Sêrêpôk*

Địa hình khu vực này thấp hơn vùng phía Bắc thuộc lưu vực sông Sê San nhưng vẫn còn khá cao. Phía Nam có nhiều dãy núi khá cao là khu phân thủy giữa lưu vực sông Sêrêpôk và sông Đồng Nai và che chắn một phần gió Tây Nam nên lượng mưa nhỏ hơn so với vùng phía Bắc Tây Nguyên. Lượng mưa trung bình năm là 1.815mm. Lưu vực sông Sêrêpôk có sự phân hoá sâu sắc giữa mùa mưa và mùa khô, tương tự như các vùng khác ở Tây Nguyên. Mùa mưa từ tháng V đến tháng X, lượng mưa 1.474,9mm, chiếm khoảng 82,2% lượng mưa cả năm, trong đó lượng mưa 3 tháng liên tục lớn nhất từ tháng (VIII - X) là 789,6mm (chiếm khoảng 44,0% lượng mưa năm). Mùa khô, từ tháng XI - IV, lượng mưa trung bình là 318mm, chiếm khoảng 17,7% lượng mưa năm. Lượng mưa trong mùa khô chủ yếu tập trung vào tháng XII và tháng IV thời gian chuyển tiếp giữa mùa mưa sang mùa khô và ngược lại. Lượng mưa từ tháng I đến tháng III là 41,4mm, chiếm khoảng 2,3% lượng mưa năm và tháng II có lượng mưa nhỏ nhất là X = 5,6mm, chỉ chiếm có 0,31% lượng mưa cả năm.

*- Lưu vực sông Đồng Nai*

Khu vực này có địa hình phía Bắc là những dãy núi cao và thấp dần ở phía Đông Nam và phía Nam, có tác dụng đón gió Tây Nam, thuận lợi cho việc gây mưa trên lưu vực. Vì vậy, lượng mưa ở khu vực này khá lớn, lượng mưa trung bình năm toàn lưu vực đạt 2.205mm, gần bằng vùng phía Bắc Tây Nguyên. Tại đây có tâm mưa lớn là vùng Bảo Lộc - Đắc Nông với lượng mưa trung bình năm từ 2.400 – 3.000mm. Trong mùa mưa từ tháng V-X, lượng mưa trung bình là 1.580,1mm, chiếm khoảng 83,1% lượng mưa năm. Trong đó, lượng mưa lớn tập trung vào 3 tháng từ tháng VIII đến tháng X là 814,3mm, chiếm 42,8% lượng mưa năm. Mùa khô từ tháng XI - IV, lượng mưa là 392,7mm, chiếm khoảng 20,6% lượng mưa năm. Trong đó lượng mưa ít nhất tập trung từ tháng I đến tháng III là 97,4mm, chiếm khoảng 5,1% lượng mưa năm.

*- LVS Sông Ba*

Khu vực này có địa hình lưu vực hẹp, chạy dài từ Bắc xuống Nam, nằm giữa các dãy núi cao ở phía Đông, thượng nguồn của các sông ven biển Trung Trung Bộ và các dãy núi cao ở phía Nam thuộc thượng nguồn hệ thống sông Đồng Nai. Do địa hình không thuận lợi để đón các hướng gió gây mưa nên lượng mưa trung bình năm chỉ đạt 1.837mm là vùng có lượng mưa năm nhỏ

nhất khu vực Tây Nguyên. Mùa mưa, từ tháng V - XI, có lượng mưa là 1.383,6mm, chiếm 90,9% lượng mưa năm. Trong đó lượng mưa 3 tháng lớn nhất từ tháng (VIII-X) là 703,6mm, chiếm tới 46,2% lượng mưa năm. Mùa khô, từ tháng XII-IV, có lượng mưa trung bình là 137,5mm, chiếm khoảng 9,04% lượng mưa năm, trong đó lượng mưa nhỏ nhất là từ tháng I đến tháng III, chiếm 2,13% lượng mưa năm.

Tài nguyên nước mưa khu vực Tây Nguyên được tổng hợp tại Bảng 2, trong đó tổng lượng mưa trên toàn Tây Nguyên là 94,7 tỉ m<sup>3</sup>, khá dồi dào. Tuy nhiên phân bố không đều theo không gian và thời gian.

*Bảng 2. Đặc trưng TNN mưa vùng Tây Nguyên*

STT	LVS	Diện tích lưu vực (F, km <sup>2</sup> )	Lượng mưa TB năm (X <sub>tb</sub> năm, mm)	Tổng lượng mưa năm (W <sub>o</sub> , tỷ m <sup>3</sup> )
1	Sê San	11.510	1.837,4	21,1
2	Sêrêpôk	18.230	1.815,4	33,1
3	Ba	11.100	1.707,4	19,0
4	Thượng sông Đòng Nai tính đến Tà Lài	9.742	2.205,7	21,5
<b>Tổng các lưu vực</b>				<b>94,7</b>

### ***1.3.2. Tài nguyên nước mặt***

Hàng năm trên vùng nghiên cứu tiếp nhận khoảng 94 tỷ m<sup>3</sup> nước mưa đã sinh ra 46,95 tỷ m<sup>3</sup> dòng chảy mặt. Dòng chảy trên vùng nghiên cứu khá dồi dào, vào hạng trung bình khá, trong mùa mưa, lũ lớn thường xuyên xảy ra trong các tháng IX và X.

#### ***1.3.2.1. Vùng Bắc Tây Nguyên thuộc lưu vực sông Sê San***

Vùng Bắc Tây Nguyên thuộc lưu vực sông Sê San có mô đun dòng chảy năm đạt giá trị 29,08 l/s/km<sup>2</sup>. Mùa lũ từ tháng VII đến XI với mô đun dòng chảy mùa lũ đạt trị số 61,32 l/s/km<sup>2</sup>. Tổng lượng dòng chảy mùa lũ chiếm tới 70,95% tổng lượng dòng chảy năm. Tổng lượng dòng chảy mùa kiệt chỉ chiếm 29,05% lượng dòng chảy năm với mô đun dòng chảy mùa kiệt là 18,12 l/s/km<sup>2</sup>. Tổng lưu lượng trung bình năm của toàn lưu vực là 334,8m<sup>3</sup>/s.

### *1.3.2.2. Vùng Trung Tây Nguyên thuộc lưu vực sông Sêrêpôk*

Vùng Trung Tây Nguyên thuộc lưu vực sông Sêrêpôk có mô đun dòng chảy năm đạt giá trị 27,65l/s/km<sup>2</sup>. Mùa lũ kéo dài 5 tháng (từ tháng VIII đến XII) với mô đun dòng chảy mùa lũ đạt trị số 41,5l/s/km<sup>2</sup>. Tổng lượng dòng chảy mùa lũ chiếm tới 68,06% tổng lượng dòng chảy năm. Tổng lượng dòng chảy mùa kiệt đạt 31,94% lượng dòng chảy năm với mô đun dòng chảy mùa kiệt là 14,06 l/s/km<sup>2</sup>. Tổng lưu lượng trung bình năm của toàn lưu vực là 504,1m<sup>3</sup>/s.

### *1.3.2.3. Vùng Nam Tây Nguyên thuộc lưu vực sông Đồng Nai*

Vùng Nam Tây Nguyên thuộc lưu vực sông Đồng Nai tính đến trạm thủy văn Tà Lài có mô đun dòng chảy năm đạt trị số = 40,25l/s/km<sup>2</sup>. Mùa lũ kéo dài 5 tháng (từ tháng VII đến XI) với mô đun dòng chảy mùa lũ đạt trị số 70,29l/s/km<sup>2</sup>. Tổng lượng dòng chảy mùa lũ chiếm tới 84,4% tổng lượng dòng chảy năm. Tổng lượng dòng chảy mùa kiệt chỉ chiếm 15,6% lượng dòng chảy năm với mô đun dòng chảy mùa kiệt là 13,59l/s/km<sup>2</sup>. Tổng lưu lượng trung bình năm của toàn lưu vực là 392,2m<sup>3</sup>/s.

Vùng phía Đông thuộc lưu vực Sông Ba nằm kẹp giữa Đông và Tây Trường Sơn. Vùng Đông Tây Nguyên thuộc lưu vực Sông Ba có lượng dòng chảy năm nhỏ nhất Tây Nguyên, mô đun dòng chảy năm đạt trị số 23,18l/s/km<sup>2</sup>. Mùa lũ kéo dài 4 tháng (từ tháng IX đến XII) với mô đun dòng chảy mùa lũ đạt trị số 51,23l/s/km<sup>2</sup>. Tổng lượng dòng chảy mùa lũ chiếm tới 71,48% tổng lượng dòng chảy năm. Lượng dòng chảy mùa kiệt chiếm 28,52% lượng dòng chảy năm với mô đun dòng chảy mùa kiệt là 10,26l/s/km<sup>2</sup>. Tổng lưu lượng trung bình năm của toàn lưu vực là 392,2m<sup>3</sup>/s.

### *1.3.2.4. Tổng lượng dòng chảy mặt*

Từ các số liệu thực đo dòng chảy ở các trạm thủy văn, tổng lượng dòng chảy năm cho các lưu vực sông chủ yếu của 4 hệ thống sông chính của khu vực Tây Nguyên đã được thể hiện trong Bảng 3.

*Bảng 3. Đặc trưng dòng chảy các lưu vực sông khu vực Tây Nguyên*

<b>Lưu vực</b>	<b>F (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Q<sub>o</sub> (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>M(l/s.km<sup>2</sup>)</b>	<b>W (10<sup>9</sup>m<sup>3</sup>)</b>
Toàn LVS Sê San	11.510	334,77	29,08	10,56
Toàn LVS Sêrêpôk	18.230	504,07	27,65	15,9

Thượng LVS Ba (thuộc Tây Nguyên)	11.100	257,35	23,18	8,12
Thượng LVS Đồng Nai	9.742	392,16	40,25	12,37
<b>Tây Nguyên</b>	<b>50.582</b>	<b>1488,35</b>	<b>29,42</b>	<b>46,95</b>

### ***1.3.3. Đặc điểm tài nguyên NDD trong các thành tạo bazan Tây Nguyên***

#### ***1.3.3.1. Tầng chứa nước khe nứt - lỗ hổng phun trào bazan Pleistocen ( $\beta Q_{II}$ )***

Các thành tạo bazan Pleistocen trung thuộc hệ tầng Xuân Lộc ( $\beta Q_{1xl}$ ) phân bố ở phần đỉnh của những vòm bazan vùng Pleiku, Bắc Buôn Ma Thuột, Buôn Hồ, Ea H’leo, Đăk Mil, Đức Trọng, Krông Pach, v.v... với tổng diện tích khoảng 700km<sup>2</sup>. Thành phần thạch học gồm: phần trên là đá bazan phong hóa thành đất nâu đỏ, chiều dày từ 10 - 40m, phần dưới là bazan lỗ hổng xen các lớp đặc xít, bazan dạng bọt, tuf, tro và dăm kết núi lửa. Bề dày phun trào bazan thay đổi từ vài chục mét ở phần rìa đến 150m ở phần trung tâm, bề dày có khả năng chứa nước thay đổi từ 30m - 89m, trung bình khoảng 75m.

Nước dưới đất thuộc loại không áp hay có áp cục bộ. Mực nước ở khu vực thành phố Pleiku thay đổi từ trên mặt đất đến độ sâu 25m, giá trị thường gặp từ 4m - 10m. Vùng cao nguyên Buôn Ma Thuột mực nước thường có độ sâu từ 8m - 10m, đôi nơi gặp nước có áp phun cao trên mặt đất tới 1,0m.

Trong số 100 lỗ khoan nghiên cứu trong tầng chứa nước này có 15 lỗ rất nghèo nước (chiếm 15%), 25 lỗ nghèo (25%), 24 lỗ trung bình (24%), 36 lỗ từ giàu đến rất giàu (36%) [47]. Lưu lượng các điểm lộ biến đổi từ 0,1 – 20l/s, giá trị thường gặp từ 1,0 - 5,0l/s. Hệ số nhà nước thay đổi từ 0,09 - 0,12, giá trị thường gặp là 0,1. Như vậy, các phun trào bazan Pleistocen ( $\beta Q_{II}$ ) có độ chứa nước khá phức tạp và biến đổi lớn theo diện, từ nghèo đến giàu và có nơi rất giàu.

Vùng có các đá chứa nước giàu phân bố thành một dải kéo dài từ Biển Hồ (phía Bắc Pleiku) dọc theo quốc lộ 14, qua thành phố Pleiku đến núi Hàm Rồng; vùng thị xã Buôn Hồ (Đăk Lăk) và một khoảng ở huyện Đức Trọng (Lâm Đồng). Độ chứa nước của các thành tạo bazan trẻ thường có sự liên quan chặt chẽ với các miệng núi lửa cổ. Trong khu vực này còn tồn tại những phễu phun trào, nhất là những phễu dạng “âm” (trũng sâu) nước dưới đất rất phong phú, càng ra xa mức độ chứa nước của các đá giảm dần. Các kết quả thống kê cho thấy phun trào bazan Pleistocen ở cao nguyên Buôn Ma Thuột có mức độ chứa

nước giàu nước hơn so với cao nguyên Pleiku (Gia Lai), Đăk Mil (Đăk Nông) và Đứk Trọng (Lâm Đồng).

Loại hình hóa học của nước chủ yếu là bicacbonat natri, bicacbonat magie - natri hoặc bicacbonat natri - magie - calci. Độ khoáng hóa từ 0,02 - 0,87g/l, thường gặp < 0,30g/l, thuộc loại nước siêu nhạt đến nhạt. Thành phần hóa học của nước trong tầng này ít biến đổi theo mùa và theo không gian.

Miền cấp của tầng chứa nước bazan Pleistocen là diện tích bề mặt lộ của nó, với nguồn cấp chủ yếu là nước mưa thấm xuống. Lớp đất đỏ bazan dày từ 10 m - 40m, trung bình 15 - 20m, có tính thấm nước trung bình, nhưng khi bão hòa thì giữ không cho nước thấm qua, sau một thời gian mới nhả dần cung cấp nước cho tầng chứa nước bazan. Vì vậy, mực nước dưới đất trong tầng bazan Pleistocen dâng cao nhất muộn hơn so với đỉnh lũ của sông suối trong vùng từ 1,5 - 3 tháng, tức là thời gian “lệch pha” so với mùa mưa khoảng 1,5 - 3 tháng. Miền thoát của tầng chứa nước bazan Pleistocen là mạng sông suối và các điểm lộ nước.

Nhìn chung, tầng chứa nước trong phun trào bazan Pleistocen ( $\beta Q_{II}$ ) có diện phân bố rộng, bề dày lớn, độ chứa nước từ nghèo đến rất giàu, chủ yếu từ trung bình đến giàu; nước có chất lượng tốt, có khả năng đáp ứng yêu cầu cung cấp nước tập trung với quy mô từ vừa đến lớn.

### *1.3.3.2. Tầng chứa nước khe nứt - lỗ hổng trong trong phun trào bazan Pliocen- Pleistocen $\beta(N_2-Q_1)$*

Tạo nên tầng chứa nước phun trào bazan Pliocen - Pleistocen  $\beta(N_2-Q_1)$  là các thành tạo phun trào bazan thuộc hệ tầng Túc Trung  $\beta(N_2-Q_{1tt})$ , phân bố rộng khắp trên các cao nguyên Pleiku, Buôn Ma Thuột, Đăk Nông, Di Linh, v.v... với diện lộ khoảng 14.200km<sup>2</sup>. Đá có cấu tạo đặc sít xen lỗ hổng, nứt nẻ không đều, phần trên bị phong hóa triệt để tạo thành đất sét màu đỏ, với chiều dày từ 1,0 - 41,2m, trung bình từ 5,0 m - 15,0m. Chiều dày phun trào bazan thay đổi theo các vùng khác nhau: ở Pleiku, Đăk Nông từ 80 - 500m, ở Buôn Ma Thuột 40 - 250m, ở Đứk Trọng 50 - 250m, ở các vùng khác: dưới 100m. Bề dày tầng chứa nước thay đổi từ 48m (Đăk Lăk) đến 80m (Gia Lai, Lâm Đồng).

Nước dưới đất trong thành tạo phun trào bazan  $\beta(N_2-Q_{1tt})$  thuộc loại không áp, đôi nơi có áp cục bộ; độ sâu mực nước tĩnh phụ thuộc vào địa hình và tính chất thủy lực, thường gặp ở Đăk Nông: sâu từ 5m - 10m, ở Pleiku và Buôn Ma Thuột: 8 - 15m, ở Di Linh: 6 - 12m; có nơi phun cao trên mặt đất 2 - 3m (Di Linh - Lâm Đồng).

Trong số 400 lỗ khoan thí nghiệm trong các tầng chứa nước này có 64 lỗ rất nghèo nước (chiếm 16%), 124 lỗ nghèo (31%), 100 lỗ trung bình (25%), 112 lỗ giàu và rất giàu (28%). Nước trong tầng này xuất hiện khá nhiều điểm lộ đơn và chum điểm lộ [47]. Nước thường được chảy ra từ bazan nứt nẻ và đới phong hóa dở dang dạng cầu. Lưu lượng các điểm và chum điểm lộ thay đổi rất lớn, thường gặp từ 1,5 - 5,0l/s. Có một số chum điểm lộ có lưu lượng rất lớn ở Đắk Lắk, như chum 3 điểm lộ ở Cư Kuin đạt trung bình tới 323l/s [56]; chum lộ 4 (Phước An): 80,6 l/s; chum điểm lộ 3 (Cô Tam - Buôn Ma Thuột): 50l/s; chum điểm lộ 9 (Buôn Hồ): 25,6l/s; ở Gia Lai có điểm lộ 2 (Bàu Cạn): 15,0l/s [47], [47]. Hệ số nhả nước dao động từ 0,10 - 0,12, giá trị thường gặp là 0,11.

Như vậy, khả năng chứa nước của tầng chứa nước bazan  $\beta(N_2-Q_1)$  thay đổi từ rất nghèo đến rất giàu. Các lỗ khoan giàu đến rất giàu nước thường gặp ở trung tâm các vùng Phước An, Đạt Lý, khu vực sân bay Hòa Bình (Buôn Ma Thuột), huyện Đức Cơ, bắc thành phố Pleiku, huyện Đắk Đoa (Gia Lai); các huyện Di Linh, Bảo Lâm và thành phố Bảo Lộc (Lâm Đồng), v.v...

Nước trong phun trào bazan  $\beta(N_2-Q_1)$  có độ khoáng hóa thay đổi từ 0,03g/l - 0,5g/l, thường gặp từ 0,2 - 0,3g/l; nước thuộc loại siêu nhạt đến nhạt; loại hình hoá học chủ yếu là bicacbonat natri, bicacbonat natri - magie, bicacbonat magie - natri.

Mực nước trong tầng chứa nước  $\beta(N_2-Q_1)$  dao động theo mùa với biên độ từ 0 - 5,7m, trong đó mực nước dâng cao nhất vào cuối mùa mưa (tháng VIII, IX) và hạ sâu nhất vào cuối mùa khô (tháng III, IV). Thời gian “lệch pha” của mực nước và mùa mưa từ 1,5 đến 3 tháng.

Cũng như đối với tầng chứa nước bazan Pleistocen ( $\beta Q_{II}$ ), đối với tầng chứa nước bazan Pliocen - Pleistocen  $\beta(N_2-Q_1)$ , nguồn cung cấp chủ yếu cũng là nước mưa rơi trực tiếp trên diện lộ, ngoài ra còn có một phần thấm từ các tầng chứa nước bazan ( $\beta Q_{II}$ ) và nước mặt. Miền thoát là các điểm lộ nước và theo các mạng sông suối.

Tóm lại, tầng chứa nước phun trào bazan  $\beta(N_2-Q_1)$  có diện phân bố rất rộng, bề dày chứa nước lớn, mức độ chứa nước khá phong phú, chất lượng nước tốt, nên chúng được coi là tầng chứa nước quan trọng nhất đối với khu vực Tây Nguyên, có khả năng đáp ứng yêu cầu cung cấp nước tập trung quy mô vừa và lớn.

### **1.3.4. Đánh giá tiềm năng NDD trong các thành tạo bazan Tây Nguyên**

#### **1.3.4.1. Phương pháp tính tài nguyên dự báo**

Tài nguyên dự báo nước dưới đất cho ta biết tiềm năng nước dưới đất một lãnh thổ nghiên cứu (một vùng thăm dò, một cấu trúc địa chất địa chất thủy văn, một lưu vực sông, v.v...), nó được cấu thành từ hai nguồn chính là nguồn tài nguyên tích chứa trong các tầng chứa nước bao gồm phần tĩnh trọng lực, tĩnh đàn hồi và nguồn bổ cập trong điều kiện tự nhiên. Khái niệm Tài nguyên nước dưới đất dự báo cũng đã được sử dụng khi thực hiện dự án “Biên hội - thành lập bản đồ tài nguyên nước dưới đất tỷ lệ 1:200.000 cho các tỉnh trên toàn quốc” [47], năm 2018.

Tài nguyên dự báo nước dưới đất thể hiện bằng khối lượng thể tích ( $m^3$ ,  $km^3$ ) nước tích trữ trong đất đá, hoặc là bằng tổng lượng nước có thể nhận được bằng các công trình khai thác quy ước trong khoảng thời gian dự báo xác định ( $km^3/năm$ ,  $m^3/ng$ ), cộng với tổng lượng bổ cập từ nhiều nguồn khác nhau (bổ cập từ nước mưa, nước sông, hồ, do tưới, bổ cập từ dòng ngầm từ nơi khác tới, v.v...) và có thể được xác định bằng biểu thức sau [4,5,44,45,47]:

$$Q_{tn} = \frac{V_t}{t} + Q_{bc} \quad (1)$$

Trong đó:

$Q_{tn}$  - tài nguyên nước dưới đất dự báo ( $m^3/ng$ );

$V_t$  - khối lượng nước tích chứa trong các tầng chứa nước ( $m^3$ );

$Q_{bc}$  - tổng lượng bổ cập từ nhiều nguồn khác nhau (ngấm do nước mưa, nước mặt, bổ cập từ dòng ngầm từ nơi khác đến) ( $m^3/ng$ );

$t$  - thời gian tính toán khai thác dự báo (ng).

Những đại lượng này ở khu vực Tây Nguyên được xác định như sau:

#### **1.3.4.1.1 Tổng lượng nước tích chứa trong các tầng chứa nước bazan**

Ở khu vực Tây Nguyên hầu hết nước tích chứa trong các đới bazan nứt nẻ, lỗ hổng thường là nước không có áp, đôi nơi có áp lực yếu cục bộ. Lượng nước này tồn tại và phân bố không đồng đều theo diện tích và theo chiều sâu phân bố, tạo lên sự bất đồng nhất về tính thấm và tính chứa của tầng chứa nước.

Trên các diện tích phân bố, hệ số thấm (K), hệ số nhả nước ( $\mu$ ), chiều dày tầng chứa nước (h), v.v... đều không đồng nhất, cho nên tùy từng trường hợp cụ thể có thể xác định các thông số này theo thông số trung bình hoặc chia nhỏ diện tích và chiều sâu nghiên cứu thành các lưới ô vuông nhỏ để tính toán.



Tổng lượng nước tĩnh tích chứa trong các tầng chứa nước được xác định theo công thức:

$$V = \sum_{i=1}^n \mu_i \times h_i \times F_i; \quad (2)$$

Trong đó:

$i$  - ký hiệu ô mạng chia ra để tính toán;

$\mu_i$  - hệ số nhả nước trọng lực (hệ số chứa);

$h_i$  - chiều dày trung bình tầng chứa nước trong ô mạng;

$F_i$  - diện tích tầng chứa nước trong ô mạng.

#### ***1.3.4.1.2 Tổng lượng bổ cập từ nước mưa***

Hiện nay, nhiều công trình nghiên cứu ở khu vực Tây Nguyên đã khẳng định, tài nguyên nước mặt và nước dưới đất ở khu vực Tây Nguyên nói chung và các tầng chứa nước bazan nói riêng được hình thành từ nước mưa, ngoài ra không nhận được từ bất kỳ nguồn nước nào khác.

Mưa rơi xuống các cao nguyên, phần lớn chảy tràn trên mặt đất và theo các lưu vực sông tạo thành dòng chảy mặt. Một phần nước mưa ngấm xuống đất, là nguồn bổ cập duy nhất hình thành nên nước dưới đất trong các thành tạo đất đá bazan ở Tây Nguyên. Lượng bổ cập này được xác định theo công thức sau:

$$Q_{bc} = \mu \times W_a \times F \quad m^3/ngày; \quad (3)$$

Trong đó:

$W_a$  - cường độ bổ cập của nước mưa cho nước dưới đất, mm/ng;

độ thiếu hụt bão hòa (có giá trị tương đương với độ chứa được xác định thông qua hệ số nhả nước trọng lực);

$F$  - diện tích nhận bổ cập ( $m^2$ ).

Cường độ ngấm của nước mưa ( $W_a$ ) phụ thuộc vào nhiều yếu tố (bề mặt địa hình, cấu tạo đất địa chất của lớp phủ, thảm thực vật, cường độ mưa, thời gian mưa, v.v...) và có thể được xác định bằng nhiều phương pháp khác nhau.

#### ***1.3.4.1.3 Tổng lượng dòng ngấm***

Khi mưa rơi ngấm vào lòng đất làm tăng cao mực nước dưới đất và một phần theo sự chênh cao giữa miền cung cấp và miền thoát mà nó tạo nên dòng ngấm chảy xuống các vùng thấp, thoát ra mặt đất dưới dạng các mạch lộ, hoặc

chảy trực tiếp ra mạng sông, suối hình thành nên dòng chảy mùa kiệt trong các lưu vực sông ở khu vực Tây Nguyên. Vào mùa khô các sông ở Tây Nguyên không nhận được bất kỳ nguồn nước ngoại lai nào trừ dòng ngầm. Vì vậy, chúng ta hoàn toàn có thể lấy giá trị dòng chảy mùa kiệt trên các lưu vực sông ở đây là lưu lượng dòng ngầm thoát ra sông (trước đây người ta gọi thành phần này là trữ lượng động tự nhiên).

Như vậy, tổng tài nguyên dự báo nước dưới đất của các tầng chứa nước trong bazan khu vực Tây Nguyên bao gồm phần tích chứa trong các lỗ hổng, khe nứt của đất đá chứa nước các thành tạo bazan, cộng với tổng lượng bổ cập từ nước mưa.

#### *1.3.4.2. Phương pháp tính trữ lượng có thể khai thác*

Trữ lượng khai thác an toàn Q<sub>kt</sub> (Safe yield hay Sustainable Groundwater Resource), hay trữ lượng nước dưới đất có thể khai thác là lượng nước có thể nhận được từ tầng chứa nước ổn định trong thời gian dài mà không gây cạn kiệt nguồn nước, không gây sụt lún đất, không gây xâm nhập mặn hoặc không gây ô nhiễm nguồn nước dẫn đến không sử dụng được. Khái niệm này tương đương với khái niệm ngưỡng khai thác nước dưới đất được thể hiện trong Luật tài nguyên nước năm 2012 [60].

Trữ lượng khai thác an toàn được xác định theo công thức sau [61]:

$$Q_{kt} = Q_{bc} + \frac{1}{3} \cdot \frac{V_t}{t} \quad (4)$$

Trong đó:

Q<sub>kt</sub> - trữ lượng khai thác an toàn (m<sup>3</sup>/ng);

V<sub>t</sub> - thể tích nước tích chứa trong các tầng chứa nước (m<sup>3</sup>);

Q<sub>bc</sub> - tổng lượng bổ cập cho tầng chứa nước từ nhiều nguồn khác nhau (ngấm do nước mưa, nước mặt, bổ cập từ dòng ngầm từ nơi khác đến) (m<sup>3</sup>/ng);

t - thời gian tính toán khai thác dự báo (t = 10<sup>4</sup> ngày).

Kết quả tính tài nguyên dự báo và trữ lượng có thể khai thác

##### *1.3.4.2.1 Xác định các thông số địa chất thủy văn*

- Các thông số được sử dụng để tính toán tài nguyên, trữ lượng nước dưới đất các tầng chứa nước bazan khu vực Tây Nguyên được xác định từ kết quả đo đạc, thí nghiệm thực tế của 501 lỗ khoan, đối với hệ số nhả nước (do không có

số liệu bơm thí nghiệm chùm) nên đã xác định bằng công thức kinh nghiệm của Liên Xô (trước đây):  $\mu = 0,117 \sqrt[3]{K}$  (K là hệ số thấm, m/ng).

- Xác định chiều dày trung bình của các tầng chứa nước bazan  $\beta_{Q_{II}}$  và  $\beta_{(N_2-Q_1)}$  sử dụng để tính tài nguyên nước dưới đất dự báo, được xác định dựa trên các nguyên tắc cộng tất cả các lớp đất, đá có thể chứa nước nằm dưới mực nước tĩnh đến đáy của 501 lỗ khoan thí nghiệm địa chất thủy văn [47].

- Mô đun dòng ngầm Mdn được tính theo số liệu trung bình của 67 trạm và điểm đo thủy văn 3 tháng mùa kiệt đã thực hiện trên khu vực Tây Nguyên [47].

Các thông số địa chất thủy văn của các tầng chứa nước bazan khu vực Tây nguyên được thể hiện trong Bảng 4.

*Bảng 4. Thông số địa chất thủy văn các tầng chứa nước bazan Tây Nguyên*

TT	Tầng chứa nước	Diện tích TCN (km <sup>2</sup> )	Bề dày TCN (m)	Hệ số nhả nước ( $\mu$ )	Modul dòng ngầm (l/s.km <sup>2</sup> )
I	TỈNH KON TUM				
1	Bazan Pliocen - Pleistoce $\beta_{(N_2-Q_1)}$	486,3	30	0,10	1,41
II	TỈNH GIA LAI				
1	Bazan Pleistocen ( $\beta_{Q_{II}}$ )	186,4	89	0,102	2,14
2	Bazan Pliocen-Pleistocen $\beta_{(N_2-Q_1)}$	4.404,4	79	0,11	1,54
III	TỈNH ĐẮK LẮK				
1	Bazan Pleistocen ( $\beta_{Q_{II}}$ )	75,5	85	0,11	1,2
2	Bazan Pliocen - Pleistocen $\beta_{(N_2-Q_1)}$	3.633,7	48	0,10	1,99
IV	TỈNH ĐẮK NÔNG				
1	Bazan Pleistocen ( $\beta_{Q_{II}}$ )	153,04	85	0,09	0,88
2	Bazan Pliocen - Pleistocen $\beta_{(N_2-Q_1)}$	3.785,18	60	0,11	2,41
V	TỈNH LÂM ĐỒNG				
1	Bazan Pleistocen ( $\beta_{Q_{II}}$ )	283,8	50	0,12	1,66
2	Bazan Pliocen - Pleistocen $\beta_{(N_2-Q_1)}$	1.875,8	80	0,12	4,04

*(Nguồn Trung tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước miền Trung).*

### 1.3.4.3. Kết quả tính tài nguyên nước dưới đất dự báo

Như đã đánh giá ở trên, tài nguyên nước dưới đất dự báo các tầng chứa nước bazan khu vực Tây Nguyên được hình thành từ 2 nguồn: tích chứa trong các tầng chứa nước bazan và bổ cập tự nhiên từ nước mưa, được tính theo công thức (1) và kết quả được thể hiện trong Bảng 5.

Bảng 5. Tài nguyên nước dưới đất dự báo các tầng chứa nước bazan

TT	Tầng chứa nước	Diện tích TCN (km <sup>2</sup> )	Tổng lượng nước tính (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Tổng lượng bổ cập từ mưa (m <sup>3</sup> /ng)	Tổng tài nguyên dự báo (m <sup>3</sup> /ng)
I	KON TUM	486,3	1.458,9	144.872	290.762
1	Bazan Pliocen - Pleistocen $\beta(N_2-Q_1)$	486,3	1.458,90	144.872	290.762
II	GIA LAI	4590,8	39.966,375	1.607.524	5.604.166
1	Bazan Pleistocen ( $\beta Q_{II}$ )	186,4	1.692,139	61.141	230.354,92
2	Bazan Pliocen-Pleistocen $\beta(N_2-Q_1)$	4404,4	38.274,236	1.546.383	5.373.806,6
III	ĐẮK LẮK	3709,2	18.147,685	1.414.816	3.229.584,5
1	Bazan Pleistocen ( $\beta Q_{II}$ )	75,5	705,925	38.269	108.861,5
2	Bazan Pliocen - Pleistocen $\beta(N_2-Q_1)$	3.633,7	17.441,76	1.376.547	3.120.723
IV	ĐẮK NÔNG	3.938,22	26.152,944	1.986.154	4.601.448,4
1	Bazan Pleistocen ( $\beta Q_{II}$ )	153,04	1.170,756	60.067	177.142,6
2	Bazan Pliocen - Pleistocen $\beta(N_2-Q_1)$	3.785,18	24.982,188	1.926.087	4.424.305,8
V	LÂM ĐỒNG	2.159,6	19.710,48	1.437.248	3.408.296
1	Bazan Pleistocen ( $\beta Q_{II}$ )	283,8	1.702,8	197.950	368.230
2	Bazan Pliocen - Pleistocen $\beta(N_2-Q_1)$	1.875,8	18.007,68	1.239.298	3.040.066
<b>TOÀN TÂY NGUYÊN</b>		<b>14.884,12</b>	<b>105.436,384</b>	<b>6.590.614</b>	<b>16.843.490</b>

(Nguồn Trung tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước miền Trung).

### 1.3.4.4. Kết quả tính trữ lượng có thể khai thác nước dưới đất

Như đã đánh giá ở trên, trữ lượng có thể khai thác (trữ lượng khai thác an toàn là toàn bộ lượng bổ cập tự nhiên từ nước mưa cho tầng chứa nước (sau khi trừ đi phần thoát ra sông suối). Tuy nhiên trong mùa khô trữ lượng có thể khai

thác trong các tầng chứa nước bazan, ở đây có thể lấy thêm một phần tổng lượng tích chứa trong các tầng chứa nước này (tổng lượng nước tĩnh), lượng nước này sẽ được phục hồi vào mùa mưa. Lượng nước khai thác xâm phạm vào tổng lượng tích chứa, theo truyền thống có thể lấy bằng một phần ba tổng lượng nước tĩnh.

Như vậy, trữ lượng có thể khai thác trong các tầng chứa nước bazan Tây Nguyên được tính theo công thức (4) và kết quả được thể hiện trong Bảng 6.

*Bảng 6. Trữ lượng có thể khai thác nước dưới đất các tầng chứa nước bazan*

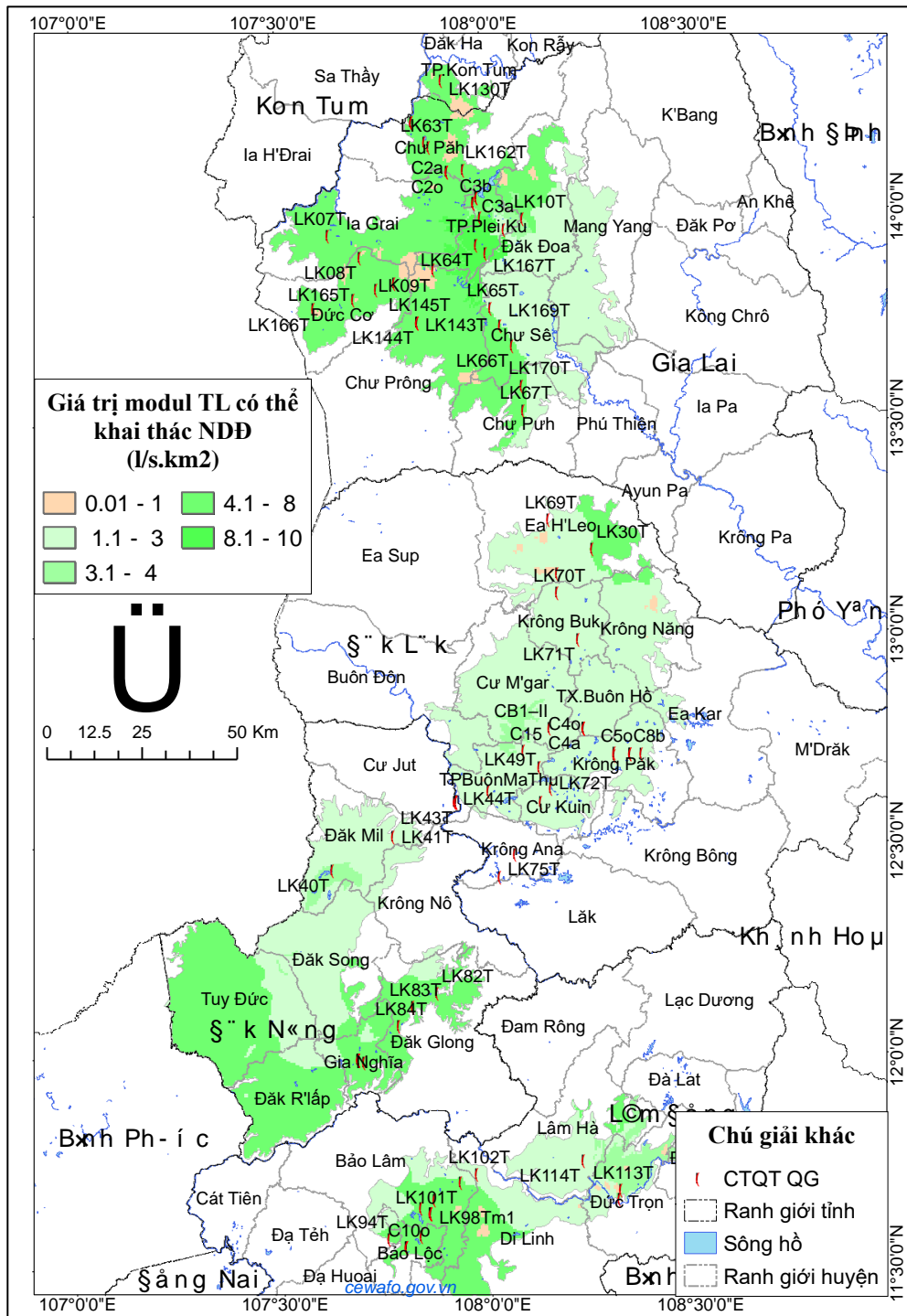
TT	Tầng chứa nước	Diện tích TCN (km <sup>2</sup> )	Tổng lượng nước tĩnh (m <sup>3</sup> /ng)	Tổng lượng bổ cập từ mưa (m <sup>3</sup> /ng)	Tổng lưu lượng dòng ngầm (m <sup>3</sup> /ng)	Tổng trữ lượng có thể khai thác (m <sup>3</sup> /ng)
I	TỈNH KON TUM	486,3	145.890	144.872	59.243	129.396
1	Bazan Pliocen - Pleistocen $\beta(N_2-Q_1)$	486,3	145.890	14.4872	59.243	129.396
II	TỈNH GIA LAI	4.590,8	3.996.638	1.607.524	620.496	2.186.019
1	Bazan Pleistocen ( $\beta Q_{II}$ )	186,4	169.214	61.141	34.465	77.441
2	Bazan Pliocen-Pleistocen $\beta(N_2-Q_1)$	4.404,4	3.827.424	1.546.383	586.032	2.108.578
III	TỈNH ĐẮK LẮK	3.709,2	1.814.769	1.414.816	632.592	1.643.412
1	Bazan Pleistocen ( $\beta Q_{II}$ )	75,5	70.593	38.269	7.828	51.619
2	Bazan Pliocen - Pleistocen $\beta(N_2-Q_1)$	3.633,7	1.744.176	1.376.547	624.764	1.275.036
IV	TỈNH ĐẮK NÔNG	3.938,22	2.615.295	1.986.154	711.501	1.970.941
1	Bazan Pleistocen ( $\beta Q_{II}$ )	153,04	117.076	60.067	11.636	83.554
2	Bazan Pliocen - Pleistocen $\beta(N_2-Q_1)$	3.785,18	2.498.219	1.926.087	699.865	1.887.387
V	LÂM ĐỒNG	2.159,6	1.971.048	1.437.248	695.463	1.333.099
1	Bazan Pleistocen	283,8	170.280	197.950	40.704	208.330

TT	Tầng chứa nước	Diện tích TCN (km <sup>2</sup> )	Tổng lượng nước tĩnh (m <sup>3</sup> /ng)	Tổng lượng bổ cập từ mưa (m <sup>3</sup> /ng)	Tổng lưu lượng dòng ngầm (m <sup>3</sup> /ng)	Tổng trữ lượng có thể khai thác (m <sup>3</sup> /ng)
	(βQ <sub>II</sub> )					
2	Bazan Pliocen - Pleistocen β(N <sub>2</sub> -Q <sub>1</sub> )	1.875,8	1.800.768	1.239.298	654.759	1.124.769
<b>TOÀN TÂY NGUYÊN</b>		<b>14.884,12</b>	<b>10.397.748</b>	<b>6.590.614</b>	<b>2.719.295</b>	<b>6.946.110</b>

(Nguồn Trung tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước miền Trung).

Như vậy, tổng tài nguyên nước dưới đất dự báo của các tầng chứa nước khe nứt- lỗ hổng phun trào bazan Peistocen (βQ<sub>II</sub>) và Pliocen - Pleistocen β(N<sub>2</sub>-Q<sub>1</sub>) khu vực Tây Nguyên là 16.843.490 m<sup>3</sup>/ng và tổng trữ lượng có thể khai thác (trữ lượng khai thác an toàn) là 6.946.110m<sup>3</sup>/ng.

Trữ lượng khai thác tiềm năng toàn Tây Nguyên (Hình 3) được biểu diễn dưới dạng bản đồ Modul khai thác tiềm năng [47], được tính trên cơ sở lượng nước có thể khai thác trên diện tích khai thác. Kết quả cho thấy nửa phía tây của bồn Gia Lai và phía nam bồn Đắk Nông và phía nam của bồn Lâm Đồng, là có mô đun khai thác nước dưới đất lớn. Khu vực có mô đun khai thác nhỏ chiếm diện tích lớn ở bồn Đắk Lắk, phía đông bồn Gia Lai và phía bắc bồn Đắk Nông.



Hình 3. Modul khai thác tiềm năng bazan Tây Nguyên

#### I.4. Các phương pháp nghiên cứu chính

##### I.4.1. Phương pháp thống kê tổng hợp dữ liệu

Tài liệu liên quan tới đề tài được thu thập từ các nguồn khác nhau, tại các cơ quan trung ương cục, vụ, viện và các cơ quan địa phương là các sở, ban ngành. Các tài liệu gồm các công trình nghiên cứu đã được triển khai trước đây liên quan tới tài nguyên nước dưới đất Tây Nguyên, các tài liệu qui hoạch, thống

kê, báo cáo thường niên của các cơ quan quản lý. Trong đó cần phải kế thừa kết quả của các công trình nghiên cứu của Chương trình Tây Nguyên 1 và 2 và gần nhất là Chương trình Tây Nguyên 3 giai đoạn 2011-2015.

Các kết quả tổng hợp sẽ được kế thừa một cách có chọn lọc và không chồng chéo, có đối chiếu để loại bỏ những thông số, kết quả không hợp lý. Việc tổng hợp tài liệu, tư liệu tốt sẽ tiết kiệm được thời gian, kinh phí và đánh giá chính xác về các kết quả của các công trình nghiên cứu đã được triển khai để có định hướng đúng những nội dung, công việc cần làm của đề tài đạt hiệu quả cao.

#### ***1.4.2. Phương pháp điều tra, khảo sát thực địa***

Phương pháp điều tra, khảo sát thực địa nhằm bổ sung, cập nhật các số liệu liên quan tới tài nguyên nước dưới đất, khảo sát đánh giá về thực trạng, nguyên nhân và dự báo suy giảm tài nguyên nước dưới đất trong các thành tạo bazan ở Tây Nguyên và đề xuất được các giải pháp giảm thiểu suy giảm và bảo vệ tài nguyên nước dưới đất trong các thành tạo bazan ở Tây Nguyên cụ thể như sau:

- Khảo sát đánh giá cấu trúc địa chất, đặc điểm địa chất thủy văn của các tầng chứa nước trong các thành tạo bazan, đặc biệt là các khu vực có sự suy giảm nước dưới đất mạnh như khu vực TP. Buôn Ma Thuột, Bảo Lộc, Lâm Đồng và TP. Pleiku.
- Khảo sát đánh giá hiện trạng và nguyên nhân gây suy giảm nước dưới đất do khai thác nước quá mức, khoan đào giếng làm thông tầng chứa nước gây mất nước và các nguyên nhân khác như diện tích rừng bị giảm, lượng bổ cập cho nước dưới đất giảm, thay đổi khí hậu, chế độ thủy văn thay đổi, v.v...
- Khảo sát đánh giá lựa chọn, xây dựng mô hình đánh giá sự suy giảm nguồn nước trong các thành tạo bazan, dự kiến lựa chọn tại khu vực có mức độ suy giảm nước dưới đất mạnh thuộc TP. Buôn Ma Thuột.
- Khảo sát đánh giá, kiểm chứng, điều chỉnh các đối tượng lớp phủ như rừng tự nhiên, rừng trồng, cây công nghiệp lâu năm, trồng cây bụi, v.v.. giải đoán bằng phương pháp viễn thám và GIS.
- Khảo sát địa chất thủy văn, mô tả đặc điểm các tầng chứa nước bazan, điểm lộ, mạch lộ nước; đo mực nước, lấy mẫu nước đánh giá về chất lượng; phỏng vấn người dân, các nhà quản lý.
- Thu thập các tài liệu, dữ liệu liên quan đến nội dung nghiên cứu của đề tài có tại địa phương.

Việc đi khảo sát thực địa sẽ tiến hành làm nhiều đợt theo mùa và theo năm trong quá trình thực hiện đề tài để có thể đánh giá được toàn diện thực



trạng, nguyên nhân và dự báo suy giảm tài nguyên nước dưới đất trong các thành tạo bazan ở Tây Nguyên và đề xuất được các giải pháp giảm thiểu suy giảm và bảo vệ tài nguyên nước dưới đất trong các thành tạo bazan.

#### ***1.4.3. Phương pháp Viễn thám và GIS***

Như chúng ta đã biết, tư liệu viễn thám có nhiều ưu thế đặc biệt trong theo dõi diễn biến tài nguyên thiên nhiên và môi trường trên diện rộng. Tư liệu viễn thám cũng rất có ý nghĩa trong việc theo dõi diễn thế, thay đổi của các đối tượng nghiên cứu theo thời gian. Tây Nguyên là vùng đất rộng lớn, nếu xét diện tích Tây Nguyên bằng tổng diện tích của 5 tỉnh ở đây, thì vùng Tây Nguyên rộng 54.508 km<sup>2</sup>. Để có cái nhìn tổng quát về biến động lớp phủ và rừng của toàn bộ vùng Tây Nguyên theo thời gian, sử dụng tư liệu viễn thám là hết sức cần thiết. Trong những năm gần đây, có thể do nhiều nguyên nhân khác nhau, mực nước ngầm tại Tây Nguyên ngày càng suy giảm, nhất là vào các tháng mùa khô. Trong phần này, chúng tôi sử dụng tư liệu viễn thám độ phân giải cao (10m - 30m) để xây dựng bản đồ lớp phủ và biến động lớp phủ và rừng cho toàn bộ vùng Tây Nguyên từ năm 2000 đến nay, từ đó xác định mối liên hệ của nó với sự suy giảm mực nước ngầm theo thời gian.

Đề tài cũng sử dụng phương pháp GIS để lập bản đồ các bản đồ chuyên đề về tài nguyên nước dưới đất trong các thành tạo bazan Tây Nguyên. Ngoài ra đề tài còn kết hợp Công nghệ GIS với các công cụ của phần mềm Ftool trong xây dựng cơ sở dữ liệu để thao tác cơ sở dữ liệu thông thường (như cấu trúc hỏi đáp) và các phép phân tích thống kê, phân tích địa lý, trong đó phép phân tích địa lý và hình ảnh được cung cấp duy nhất từ các bản đồ. Phương pháp GIS giúp cho các nhà quản lý và khoa học thành lập các bản đồ chuyên ngành nhanh trên cơ sở kết hợp nhiều thông tin nền và các thông tin có sẵn về điều kiện tự nhiên, môi trường và kinh tế xã hội, mà điều này khó có thể làm được trong phương pháp bản đồ truyền thống, ví dụ như đề tài đã phân tích tổng hợp các bản đồ thành phần, đặc biệt các bản đồ dự báo, phân vùng.

#### ***1.4.4. Phương pháp mô hình hoá***

Để đánh giá sự thay đổi dòng chảy và mối quan hệ giữa dòng chảy mặt và dòng chảy ngầm trên các lưu vực sông trên Tây Nguyên, trong quá trình thực hiện đề tài đã sử dụng các mô hình về thủy văn, thủy lực và cân bằng nước như: mô hình SWAT, Mike11HD, MIKEBASIN, v.v.

Để dự báo mức độ suy giảm nước dưới đất đến năm 2030, đề tài đã sử dụng phương pháp mô hình HELP. Trong đó Mô hình HELP (tên đầy đủ là Hydrologic Evaluation of Landfill Performance) là mô hình chuẩn quốc tế đối

với việc tính toán tỷ lệ bổ cập cho nước dưới đất. Một trong những ưu việt của mô hình HELP có thể đánh giá được giá trị cung cấp thấm của nước mưa qua đới thông khí cung cấp cho nước dưới đất.

Mô hình HELP có thể dự báo được ảnh hưởng của thời tiết (theo mùa) tới lượng bổ cập cho nước dưới đất và là đầu vào cho mô hình dòng chảy nước dưới đất để phục vụ công tác dự báo suy giảm tài nguyên nước giai đoạn 2000 đến nay bằng mô hình dòng chảy thì việc tính toán xác định giá trị cung cấp thấm của nước mưa là hết sức quan trọng.

Đối với các bồn Bazan ở Tây Nguyên diện tích mô hình lấy đến biên đá gốc cách nước được mô phỏng bằng các điều kiện biên loại II,  $Q=0$ . Ngoài ra còn có các điều kiện biên khác như biên mực nước ban đầu ( $t=0$ ), biên bổ cập do mưa (lấy từ đầu ra của mô hình HELP), biên thoát của nước dưới đất do bốc hơi có thể mô phỏng bằng điều kiện biên loại II,  $Q=const$ , biên sông bổ cập cho nước ngầm mô phỏng bằng điều kiện biên loại III,  $Q=f(H)$

Tại các bồn bazan đều đã có các công trình quan trắc thuộc mạng quan trắc quốc gia vận hành từ năm 1996 đến nay có thể sử dụng để chỉnh lý mô hình.

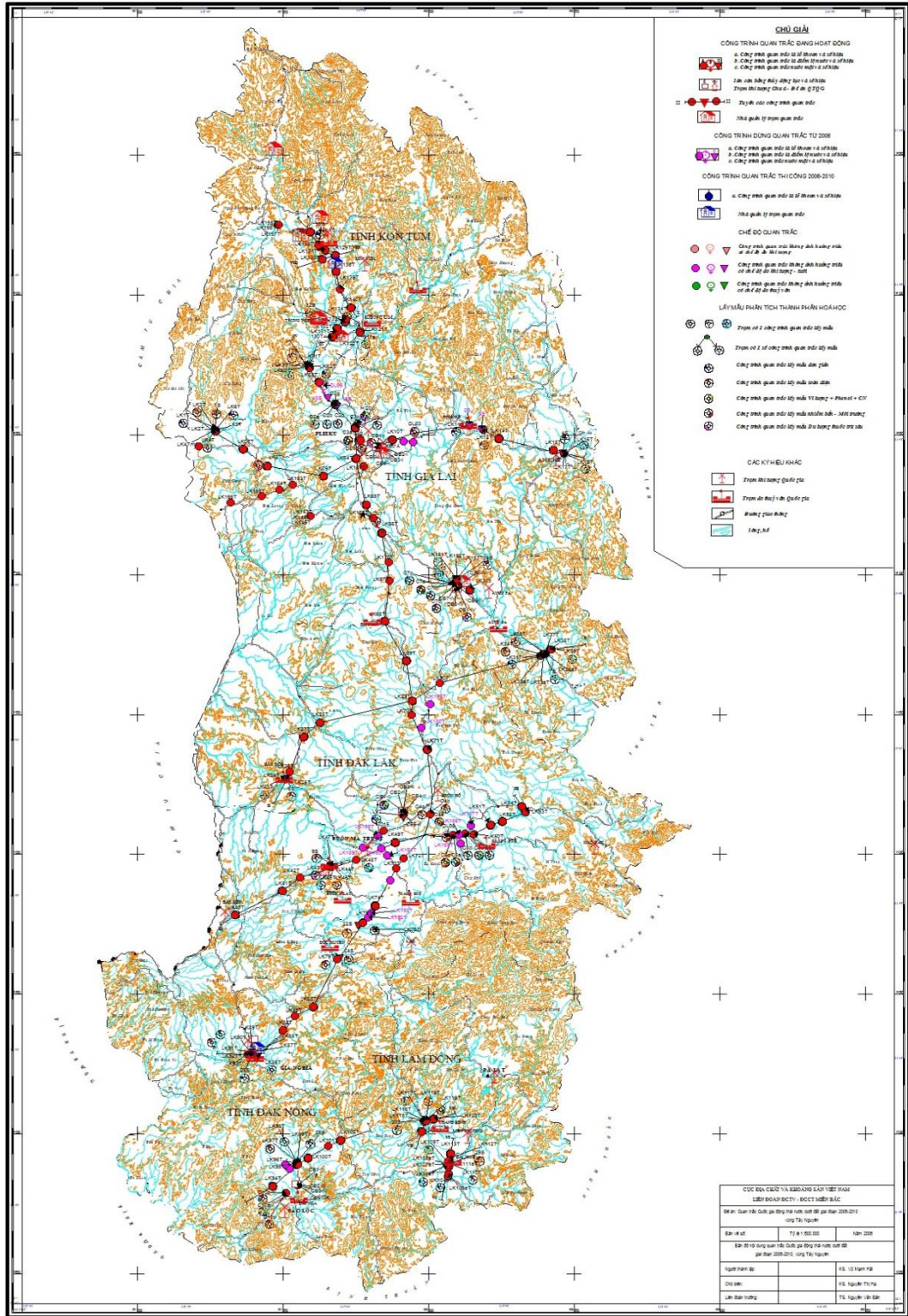
Phương pháp phân tích hàm tương quan giữa mực nước với các nhân tố ảnh hưởng cho phép dự báo sự biến đổi của các yếu tố động thái khi có sự tác động của một hoặc nhiều nhân tố động thái hay còn gọi là phương pháp phân tích bằng mô hình trí tuệ nhân tạo ANN đã được đề tài sử dụng để dự báo mực nước dưới đất cho các bồn bazan khu vực Tây Nguyên. Khi biết được các nhân tố ảnh hưởng đến NĐĐ (lượng mưa, bốc hơi, mực nước mặt, v.v...) thì chúng ta có thể dự báo được mực nước bằng phương trình tương quan đa biến giữa mực nước phụ thuộc vào lượng mưa, nước mặt. Với chuỗi số liệu để lập phương trình tương quan càng dài thì độ chính xác của phương trình dự báo càng cao và càng đảm bảo độ tin cậy do đó khi có số liệu mới cần cập nhật và xác định lại phương trình tương quan giữa mực nước với nhân tố ảnh hưởng.

Dựa vào các phương trình tương quan đa biến đã xây dựng, đề tài đã lựa chọn được bộ thông số đầu vào cho mô hình ANN để tìm ra trọng số tối ưu cho từng công trình quan trắc. Các trọng số này dùng để dự báo mực nước cho các công trình đến năm 2030, các yếu tố đầu vào để phục vụ cho dự báo được lấy từ các kịch bản biến đổi khí hậu của Bộ Tài nguyên và Môi trường đã xây dựng.

## **CHƯƠNG II - HIỆN TRẠNG KHAI THÁC VÀ BIẾN ĐỘNG MỨC NƯỚC DƯỚI ĐẤT TRONG CÁC THÀNH TẠO BAZAN TÂY NGUYÊN**

### **II.1. Hiện trạng hệ thống quan trắc nước dưới đất khu vực Tây Nguyên**

Mạng lưới quan trắc Tây Nguyên gồm các tuyến quan trắc chính chạy dọc từ phía Bắc xuống phía Nam khu vực Tây Nguyên (cơ bản theo quốc lộ 14 - đường Hồ Chí Minh). Tuyến bắt đầu từ thác Ia Ly (Chư Păh) qua thành phố Pleiku, huyện Chư Pưh, huyện Ea H'Leo, thành phố Buôn Ma Thuột, kết thúc tại thị xã Gia Nghĩa (Đắk Nông) và các tuyến quan trắc ngang từ Tây sang Đông chạy qua các thành phố thị trấn: Pleiku, Buôn Đôn, Buôn Ma Thuột, Bảo Lộc, Đức Trọng và Lâm Đồng [7]. Mạng lưới quan trắc Tây Nguyên có 212 công trình (đơn lẻ), trong đó có 193 công trình quan trắc nước dưới đất (187 công trình, 6 điểm lộ), 19 công trình quan trắc nước mặt (Hình 4). Các công trình được bố trí nghiên cứu trong các thành tạo địa chất, trong đó tập trung vào các đối tượng chứa nước chủ yếu phục vụ phát triển kinh tế - xã hội ở Tây Nguyên, như: phun trào bazan, trầm tích Neogen, trầm tích Đệ tứ và trầm tích Jura, những đối tượng còn lại chỉ bố trí một số công trình quan trắc mang tính chất đặc trưng. Trên Tây Nguyên, trong các thành tạo bazan có 103 công trình quan trắc, trong đó có 30 công trình quan trắc nước của tầng  $\beta_{QII}$  gồm 2 điểm lộ và 28 lỗ khoan, và 73 công trình quan trắc tầng  $\beta_{N2-Q1}$ , trong đó có 70 lỗ khoan và 3 điểm lộ. Các lỗ khoan quan trắc thường được bố trí dọc theo hệ thống giao thông chính và các trung tâm thành phố, thị trấn.



*Nguồn: Trung tâm QH&ĐT tài nguyên nước quốc gia*

*Hình 4. Bản đồ mạng lưới quan trắc động thái nước dưới đất khu vực Tây Nguyên*

## **II.2. Hiện trạng khai thác sử dụng nguồn nước dưới đất**

### **II.2.1. Hiện trạng khai thác NDD tỉnh Kon Tum**

#### **II.2.1.1. Khai thác nước dưới đất năm 2000**

##### **a) Khai thác cấp nước đô thị:**

Vào thời điểm đến năm 2000, việc cung cấp nước tập trung ở tỉnh Kon Tum mới được thực hiện ở thị xã Kon Tum (nay là thành phố Kon Tum). Nguồn nước khai thác không phải là nước dưới đất, mà được lấy từ sông Đăk B'la, công suất trạm bơm cấp nước 4.500m<sup>3</sup>/ng, nhưng lúc đó chỉ khai thác khoảng 3.500m<sup>3</sup>/ng. Với số dân đô thị lúc đó vào khoảng 52.600 người thì lượng nước cung cấp bình quân đạt 66lít/ngày/người. Song thực tế lượng nước phân phối không đều (chỉ tập trung khu vực trung tâm đô thị, nên một số cơ quan và nhân dân vùng ven thành phố phải đào giếng và khoan các lỗ khoan nông kiểu UNICEF để khai thác nước phục vụ sinh hoạt. Tổng lưu lượng khai thác nước dưới đất cấp nước ăn uống sinh hoạt khoảng 3.000m<sup>3</sup>/ng.

##### **b) Khai thác cấp nước nông thôn:**

Nước sinh hoạt và tưới tiêu, chăn nuôi ở các vùng nông thôn tỉnh Kon Tum chủ yếu là từ sông suối, điểm lộ, giếng đào. Trong khoảng thời gian trước năm 2000, nhờ Chương trình nước sạch và vệ sinh môi trường, một số vùng đã thực hiện khoan giếng “kiểu UNICEF” trong các tầng chứa nước lỗ hổng phân bố ở thành phố Kon Tum, Đăk Hà, Đăk Tô, nhưng so với yêu cầu thì mới đáp ứng một phần nhỏ. Với khoảng 9.687 giếng đào, 540 giếng khoan nông và một số công trình khai thác điểm lộ nước, với tổng lưu lượng khai thác nước dưới đất khoảng 14.770m<sup>3</sup>/ng. Trong khoảng thời gian này, nhiều điểm dân cư thuộc vùng sâu, vùng xa vẫn còn gặp nhiều khó khăn trong việc cấp nước sạch cho ăn uống sinh hoạt, phần lớn là sử dụng nguồn nước sông, suối.

##### **c) Khai thác nước phục vụ tưới cho cây cà phê:**

Do nhu cầu cần nước của cây cà phê so với các loại cây trồng khác là rất lớn vào mùa khô tại Tây Nguyên nên trong nghiên cứu này chúng tôi chỉ tập trung và tính lượng nước dưới đất khai thác phục vụ cho tưới cây cà phê trong các tháng mùa khô. Năm 2000, toàn tỉnh Kon Tum có diện tích trồng cà phê là 14.404 ha[21], chủ yếu là trên đất đỏ bazan, trong đó là 60% diện tích là sử dụng nước dưới đất để tưới. Theo kinh nghiệm thực tế thống kê cho thấy cứ mỗi ha trồng trung bình 1.100 cây cà phê. Mùa khô được tính là 5 tháng và tưới trung bình 3-4 lần, mỗi lần tưới khoảng 0,5m<sup>3</sup>/cây, thì trong mùa khô mỗi 01 ha cà phê cần lượng nước tưới là 1.650m<sup>3</sup>[26]. Như vậy, tổng lượng nước dưới đất cần

tưới cho 8.642.4ha (60% diện tích cà phê), trong 5 tháng mùa khô là 14.259.960m<sup>3</sup> (tương đương 39.068m<sup>3</sup>/ng).

#### *II.2.1.2. Khai thác nước dưới đất năm 2005*

##### a) Khai thác cấp nước đô thị:

Tính đến năm 2005, ở tỉnh Kon Tum, cấp nước tập trung cũng chỉ dừng lại cho thành phố Kon Tum như thời điểm năm 2000. Nguồn nước được lấy từ sông Đăk B'la với công suất khai thác là 4.500m<sup>3</sup>/ng [5]. Trong thời gian này tại một số thị trấn như Đăk Hà, Ngọc Hồi, Kon Plông và ven thành phố Kon Tum đã tiến hành khoan 15 lỗ khoan khai thác cấp nước sinh hoạt, với lưu lượng khai thác khoảng 4.592m<sup>3</sup>/ng.

##### b) Khai thác cấp nước nông thôn:

Nước sinh hoạt, tưới, chăn nuôi ở các vùng nông thôn trong tỉnh chủ yếu khai thác từ sông suối, điểm lộ, giếng đào. Thực hiện Chương trình nước sinh hoạt và vệ sinh môi trường nông thôn, đến năm 2005 một số vùng đã có được một số giếng đào, giếng khoan đường kính nhỏ kiểu UNICEF và công trình tự chảy, với tổng lưu lượng khai thác khoảng 17.400m<sup>3</sup>/ng, đưa số người dân ở nông thôn được sử dụng nước sạch trong sinh hoạt vào năm 2005 là 53%. Số người dân còn lại chủ yếu sử dụng nguồn nước sông suối để ăn uống sinh hoạt.

##### c) Khai thác nước phục vụ tưới cho cây cà phê:

Năm 2005, toàn tỉnh Kon Tum có diện tích trồng cà phê là 10.751 ha [21], giảm đi nhiều so với năm 2000 do cà phê bị mất giá. Như vậy, tổng lượng nước dưới đất cần tưới cho 8.642.4ha (60% diện tích cà phê), trong 5 tháng mùa khô là 10.643.490m<sup>3</sup> (tương đương 29.106m<sup>3</sup>/ng).

#### *II.2.1.3. Khai thác nước dưới đất năm 2010*

##### a) Khai thác cấp nước đô thị

Tính đến năm 2010, ở tỉnh Kon Tum việc cấp nước tập trung đã thực hiện cho thành phố Kon Tum và một số thị trấn, khu dân cư, cơ quan, công nông trường, trường học, v.v... chủ yếu khai thác từ 73 lỗ khoan đường kính lớn, với trữ lượng khai thác khoảng 11.322m<sup>3</sup>/ng. Ngoài ra, Nhà máy nước thành phố Kon Tum khai thác khoảng 9.000m<sup>3</sup>/ng được lấy từ nguồn nước sông Đăk B'la để cấp cho thành phố (Bảng 7).

Bảng 7. Trữ lượng khai thác cung cấp nước sinh hoạt đô thị tỉnh Kon Tum

TT	Đối tượng cấp nước	Số lượng giếng khoan	Trữ lượng khai thác (m <sup>3</sup> /ng)	Ghi chú
1	Thành phố Kon Tum	6	9.785	Nước mặt; 9.000 m <sup>3</sup> /ng
2	Khu Kinh tế Bờ Y	3	350	
3	Thị trấn Đăk Tô	10	1.300	
4	Thị trấn Kon Rẫy	4	500	
5	Thị trấn Đăk Hà	12	2.200	
6	Xã Đăk Bla - Đăk Hà	3	500	
7	Các cơ quan, công nông trường,...	35	5.687	
<b>Tổng cộng</b>		<b>73</b>	<b>20.322</b>	<b>Nước mặt; 9.000 m<sup>3</sup>/ng</b>

(Nguồn: Trung tâm nước sạch và vệ sinh môi trường tỉnh Kon Tum)

b) Khai thác cấp nước nông thôn

Nước sinh hoạt, tưới, chăn nuôi ở các vùng nông thôn trong tỉnh chủ yếu khai thác từ sông suối, điểm lộ và hàng chục nghìn giếng đào. Trong thời gian này, thực hiện chương trình nước sinh hoạt và VSMT nông thôn, một số buôn, làng đã có thêm một số giếng đào và 125 giếng khoan, cùng với số công trình đã có trước đây, đã nâng lưu lượng khai thác từ các công trình nước sạch lên 25.600m<sup>3</sup>/ng. Nhìn chung, tỷ lệ số người được cấp nước sạch trên các địa bàn không đều, ở các xã huyện ven trục đường giao thông thuận lợi, ven thị trấn, ven thành phố số người được cấp nước sạch đạt 65 - 70%. Còn các xã vùng sâu vùng xa nhân dân dùng nước từ các điểm lộ, nguồn nước sông suối thì tỷ lệ cấp nước sạch còn thấp, đạt dưới 60% (Bảng 8).

Bảng 8. Giếng đào khai thác nước hiện có ở tỉnh Kon Tum

TT	Huyện, thị	Tổng số giếng đào	Đảm bảo tiêu chuẩn nước sinh hoạt		Nước không đảm bảo chất lượng hoặc giếng bị hư hỏng		Trữ lượng khai thác tính toán (m <sup>3</sup> /ngày)
			Số giếng	%	Số giếng	%	
1	TX. Kon Tum	6.405	5.511	86	894	14	1.983
2	H. Đăk Hà	6.452	6.342	98	110	2	2.283
3	H. KonPlong	352	352	100	0	0	126
4	H. Sa Thầy	1.558	1.214	78	344	22	437

5	H.Đăk Tô	1.280	725	57	555	43	261
6	H. Ngọc Hồi	349	232	66	117	34	83
7	H. Đăk Glei	353	349	98	4	2	125
Tổng		15.469	14.725		2.024		5.298

(Nguồn: Trung tâm nước sạch và vệ sinh môi trường tỉnh Kon Tum)

c) Khai thác nước phục vụ tưới cho cây cà phê:

Năm 2010, toàn tỉnh Kon Tum có diện tích đất bazan trồng cà phê là 11.502ha [21]. Như vậy, tổng lượng nước dưới đất cần tưới cho 6.901ha (60% diện tích cà phê), trong 5 tháng mùa khô là 11.386.980m<sup>3</sup> (tương đương 31.197m<sup>3</sup>/ng).

II.2.1.4. Khai thác nước dưới đất năm 2018

a) Khai thác cấp nước đô thị

Tính đến năm 2018, ở tỉnh Kon Tum việc cấp nước tập trung đã thực hiện cho thành phố Kon Tum, các xã ven đô thị Kon Tum (Đăk Cấm, Kroong, Ngok Bay, v.v...) và một số thị trấn, khu dân cư, cơ quan, xí nghiệp, trường nội trú, bệnh viện, v.v... với trữ lượng khai thác khoảng 36.445m<sup>3</sup>/ng, trong đó có 12.000 m<sup>3</sup>/ng được lấy từ nguồn nước sông Đăk B’la để cấp cho thành phố Kon Tum (Bảng 9).

*Bảng 9. Trữ lượng khai thác cung cấp nước sinh hoạt đô thị tỉnh Kon Tum*

TT	Huyện/thị	Số lượng lỗ khoan	Trữ lượng khai thác (m <sup>3</sup> /ng)	Ghi chú
1	Thành phố Kon Tum	12	17.159	Nước mặt: 12.000 m <sup>3</sup> /ng
2	Thị trấn Ngọc Hồi và cửa khẩu Bờ Y	17	2.525	
3	Thị trấn Đăk Tô	10	1.500	
4	Thị trấn Kon Rẫy	12	1.500	
5	Thị trấn Đăk Hà và vùng ven	21	4.200	
6	Xã Đăk Bla (Đăk Hà)	4	1.100	
7	Các đơn vị quân đội	9	2.587	
8	Công nông trường, xí nghiệp, cơ quan, v.v...	14	3.532	
9	Các bệnh viện huyện, trung tâm Y tế	4	550	
10	Các trường dân tộc nội trú	6	1.272	



11	Khu du lịch Măng Đen	3	520	
<b>Tổng cộng</b>		<b>112</b>	<b>36.445</b>	<b>Nước mặt: 12.000 m<sup>3</sup>/ng</b>

b) Khai thác cấp nước nông thôn

Nguồn nước cung cấp cho ăn uống sinh hoạt ở khu vực nông thôn được khai thác từ nguồn nước mặt và NĐĐ. Hiện trạng khai thác, bằng nhiều giải pháp công trình khác nhau: Giếng đào, lỗ khoan có đường kính nhỏ, trạm cấp nước tự chảy, điểm lộ NĐĐ. Khai thác nước tập trung qui mô nhỏ do Trung tâm nước sinh hoạt và Vệ sinh môi trường của tỉnh thực hiện hoặc do người dân tự xây dựng.

- Giếng đào:

Lưu lượng khai thác ở các giếng thường không nhiều, trung bình là 1,0 m<sup>3</sup>/ngày. Hiện nay, có khoảng 70 - 80% gia đình người Kinh sử dụng giếng đào, dân tộc ít người sử dụng giếng đào chiếm từ 10 - 15%, số còn lại sử dụng nước tại các điểm lộ. Số lượng giếng đào trên địa bàn khoảng 17.000 giếng, số giếng đào đạt vệ sinh ăn uống khoảng 15.000 giếng, chiếm gần 90%, số còn lại không đảm bảo cách ly do nước mặt ngấm trực tiếp xuống. Số lượng nước khai thác từ các giếng đào khoảng 20.000m<sup>3</sup>/ng.

- Lỗ khoan đường kính nhỏ, bể chứa bể lọc:

Tính đến năm 2018, trên địa bàn tỉnh Kon Tum, Chương trình nước sinh hoạt và vệ sinh môi trường nông thôn đã xây được 1.252 lỗ khoan đường kính nhỏ kiểu UNICEF, khai thác bằng bơm tay hoặc bơm điện, với tổng trữ lượng khai thác khoảng 6.260m<sup>3</sup>/ng.

- Điểm lộ:

Đây là hình thức khai thác nước dưới đất phục vụ ăn uống, sinh hoạt lâu đời đối với các dân tộc ít người, nơi có điều kiện giao thông khó khăn và cơ sở hạ tầng còn hạn chế. Trung tâm nước sinh hoạt và vệ sinh môi trường nông thôn của tỉnh đã xây dựng một số trạm cấp nước tập trung tại các điểm lộ có lưu lượng từ 3 - 5l/s. Tính đến năm 2018, đã có 48 điểm lộ nước được xây dựng thành các “Bến nước” phục vụ cấp nước cho một số buôn làng, với tổng lượng tự chảy khoảng 4.206m<sup>3</sup>/ng.

Như vậy, tổng lượng khai thác nước dưới đất cấp nước sinh hoạt nông thôn được khai thác từ các công trình nêu trên khoảng 34.672m<sup>3</sup>/ng, cùng với các công trình cấp nước mặt tự chảy, đã nâng tỷ lệ người dân được dùng nước sạch sinh hoạt lên trên 80%.

c) Khai thác nước phục vụ tưới cho cây cà phê

Trong thời gian này trên diện tích đất bazan, diện tích trồng cà phê đã tăng lên khoảng 20.488ha [13] (mở rộng diện tích trồng ở thị trấn Đắk Hà và xã Ia Chim, thành phố Kon Tum). Như vậy, tổng lượng nước dưới đất cần tưới cho 12.293ha (60% diện tích cà phê), trong 5 tháng mùa khô là 20.283.120m<sup>3</sup> (tương đương 55.570 m<sup>3</sup>/ng).

Tổng hợp hiện trạng khai thác NĐĐ tại tỉnh Kon Tum giai đoạn 2000-2018 được thể hiện tại Bảng 10, trong đó lượng nước khai thác ở đô thị tăng từ 3.000m<sup>3</sup>/ng lên 36.445m<sup>3</sup>/ng (tăng hơn 12 lần), ở nông thôn tăng từ 14.770m<sup>3</sup>/ng lên 34.672m<sup>3</sup>/ng (tăng hơn 2,3 lần), cho tưới cà phê tăng từ 39.068m<sup>3</sup>/ng lên 55.570 m<sup>3</sup>/ng (tăng 1,4 lần). Tổng lượng khai thác toàn Kon Tum tăng từ 56.838 m<sup>3</sup>/ng năm 2000 lên 126.687m<sup>3</sup>/ng năm 2018, tăng hơn 2,2 lần.

*Bảng 10. Hiện trạng khai thác nước dưới đất tỉnh Kon Tum*

Mục đích khai thác NĐĐ	Lượng nước NĐĐ khai thác (m <sup>3</sup> /ng)			
	2000	2005	2010	2018
Đô thị	3.000	4.500	11.322	36.445
Nông thôn	14.770	17.400	25.600	34.672
Tưới cho cây cà phê	39.068	29.160	31.197	55.570
Tổng cộng	56.838	51.060	68.119	126.687

## **II.2.2. Hiện trạng khai thác NĐĐ tỉnh Gia Lai**

### **II.2.2.1. Khai thác nước dưới đất năm 2000**

a) Khai thác cấp nước đô thị:

Tính đến năm 2000 ở địa bàn tỉnh Gia Lai, việc cung cấp nước tập trung ở quy mô tương đối lớn đã được thực hiện tại thành phố Pleiku. Nguồn nước chủ yếu được lấy từ Biển Hồ, với công suất thiết kế 20.000 m<sup>3</sup>/ng, nhưng lượng khai thác thực tế lúc đó chỉ mới đạt được khoảng 8.000 - 10.000m<sup>3</sup>/ng. Nước dưới đất chỉ đóng góp một phần nhỏ, khai thác từ một số giếng khoan ở trung tâm thành phố (Bệnh viện đa khoa tỉnh (cũ), khu Đức An, v.v...), với lưu lượng từ 400 - 500m<sup>3</sup>/ng. Bộ phận dân cư sống ở vùng ven thành phố Pleiku vẫn phải dùng nước giếng đào hay giếng khoan đường kính nhỏ hoặc các điểm lộ nước, chủ yếu trong thành tạo phong hóa bazan.

Một số thị trấn cũng đã được cấp nước từ giếng khoan được khai thác trong thành tạo phun trào bazan, với lưu lượng 7.400m<sup>3</sup>/ng, trong đó thị trấn Đắk Đoa: 9 giếng khoan (cung lượng 4.000m<sup>3</sup>/ng), thị trấn Chư Păh: 6 giếng

khoan (cung lượng  $1.800\text{m}^3/\text{ng}$ ), thị trấn Yaly: 6 giếng khoan (cung lượng  $1.600\text{m}^3/\text{ng}$ ).

b) Khai thác cấp nước nông thôn:

Đến năm 2000, ở nông thôn của tỉnh Gia Lai chưa có công trình khai thác nước dưới đất tập trung với quy mô vừa. Tuy nhiên, việc sử dụng khai thác NĐĐ đã được nhân dân ta thực hiện từ lâu với các công trình thủ công như giếng đào, khơi dẫn điểm lộ nước.

Từ năm 1987, chương trình nước sạch và vệ sinh môi trường nông thôn đã được triển khai ở Gia Lai, nước sinh hoạt được lấy chủ yếu từ các giếng đào và giếng khoan đường kính nhỏ kiểu UNICEF. Theo số liệu của Trung tâm nước sạch và Vệ sinh môi trường nông thôn tính đến năm 2000, trên toàn tỉnh Gia Lai có 1.702 giếng khoan kiểu UNICEF, 70.715 giếng đào, 41 hệ thống dẫn nước tự chảy và 219 điểm dẫn nước từ các điểm lộ nước. Lượng NĐĐ được khai thác từ các công trình trên khoảng  $25.200\text{m}^3/\text{ng}$ . Nếu tính cả nguồn cung cấp sinh hoạt bằng nước mặt thì lúc đó mới đảm bảo cung cấp nước sinh hoạt cho khoảng 40% dân số (đạt tiêu chuẩn 60 lít/ngày/người).

c) Khai thác nước phục vụ tưới cho cây cà phê

Trong thời gian này trên diện tích đất bazan, diện tích trồng cà phê tại Gia Lai đã tăng lên khoảng 81.036 ha [21]. Như vậy, tổng lượng NĐĐ cần tưới cho 48.621 ha (60% diện tích cà phê), trong 5 tháng mùa khô là  $80.225.840\text{m}^3$  (tương đương  $219.796\text{m}^3/\text{ng}$ ).

### *II.2.2.2. Khai thác nước dưới đất năm 2005*

a) Khai thác cấp nước đô thị

Nhà máy cấp nước Biển Hồ phục vụ cấp nước cho thành phố Pleiku, với công suất khai thác năm 2005 khoảng  $12.000\text{m}^3/\text{ng}$ , cung cấp đủ cho 200.000 người dân. Còn lại hệ thống hồ đập chủ yếu cấp nước cho nhân dân sống tại ven Biển Hồ khoảng  $3.500\text{m}^3/\text{ng}$ . Tổng cộng cung lượng khai thác nước khoảng  $15.500\text{m}^3/\text{ng}$  [5].

- Việc cấp nước sinh hoạt cho các thị trấn, thị tứ ở tỉnh Gia Lai bằng nhiều nguồn khác nhau, nhưng chủ yếu bằng hệ thống các lỗ khoan khai thác nước dưới đất. Các lỗ khoan sâu 100 - 150m, với lưu lượng khai thác từ  $1.000 - 3.000\text{m}^3/\text{ng}$ . Một lỗ khoan sâu có thể cấp nước cho một phường hoặc cụm dân phố. Tình hình khai thác nước tập trung ở các thị trấn, thị tứ thống kê đến năm 2005 được thể hiện trong Bảng 11.

*Bảng 11. Khai thác nước dưới đất ở một số thị trấn tỉnh Gia Lai năm 2005*

TT	Vị trí	Số lượng	Chiều sâu (m)	Lưu lượng khai thác		Năm bắt đầu khai thác
				l/s	m <sup>3</sup> /ng	
1	Thị trấn Đăk Đoa	9	100 - 120	47,1	4.069,4	2002
2	Thị trấn Chư Păh	6	120 - 140	21,3	1.840,3	2000
3	Thị trấn Yaly	6	110 - 125	19,5	1.684,8	1999
4	Thị trấn Chư Prông	4	100 - 120	22,9	1.980,3	2004
5	Thị trấn Chư Sê	5	80 - 100	13,9	1.200,4	2005
6	Thị trấn Chư Ty	4	120 - 130	12,7	1.100,5	2005
<b>Tổng cộng</b>					<b>11.871,4</b>	

b) Khai thác cấp nước nông thôn:

Cấp nước nông thôn thường sử dụng hình thức khai thác từ các giếng đào, giếng khoan đường kính nhỏ và một số công trình cấp nước tự chảy từ nguồn nước mặt. Theo số liệu của Trung tâm nước sạch và vệ sinh môi trường nông thôn, tính đến năm 2005 trên toàn tỉnh Gia Lai có khoảng 1.872 giếng khoan nhỏ kiểu UNICEF, 78.547 giếng đào, 239 điểm khai dẫn từ các điểm lộ nước và 45 hệ thống khai dẫn nước tự chảy từ nước mặt. Lượng nước dưới đất được khai thác từ các công trình trên khoảng 30.520m<sup>3</sup>/ng. Nếu tính cả nguồn cung cấp sinh hoạt bằng nước mặt thì lúc đó mới đảm bảo cung cấp nước sinh hoạt cho trên 50% dân số (đạt tiêu chuẩn 60 lít/ngày/người).

c) Khai thác nước phục vụ tưới cho cây cà phê

Trong thời gian này trên diện tích đất bazan, diện tích trồng cà phê tại tỉnh Gia Lai đã giảm còn 75.910ha [21]. Như vậy, tổng lượng nước dưới đất cần tưới cho 45.546 ha (60% diện tích cà phê), trong 5 tháng mùa khô là 75.150.900m<sup>3</sup> (tương đương 205.892 m<sup>3</sup>/ng).

*II.2.2.3. Khai thác nước dưới đất năm 2010*

a) Khai thác cấp nước đô thị

Năm 2010, nhà máy nước Biên Hồ tiếp tục cấp nước phục vụ cấp nước cho thành phố Pleiku với cung lượng khai thác tương đương với thời điểm 2005 khoảng 12.000m<sup>3</sup>/ng.

Việc cấp nước sinh hoạt cho các thị xã, thị trấn, thị tứ ở tỉnh Gia Lai bằng nhiều nguồn khác nhau, nhưng thường là bằng một số lỗ khoan khai thác nước dưới đất. Các lỗ khoan khai thác cấp nước tập trung sâu 100 - 150m thường có có lưu lượng khai thác 100 đến 500m<sup>3</sup>/ng. Thống kê chưa đầy đủ cho thấy, để cung cấp nước cho các thành phố, thị trấn, cơ quan, trường học, v.v... được khai

thác từ 170 lỗ khoan đường kính lớn ( $\Phi 110 - 168\text{mm}$ ), với tổng lượng khai thác khoảng  $21.331\text{m}^3/\text{ng}$  (Bảng 12).

*Bảng 12. Tổng hợp lưu lượng khai thác nước dưới đất tỉnh Gia Lai năm 2010*

TT	Huyện/thị	Số lượng lỗ khoan	Chiều sâu (m)	Lưu lượng khai thác ( $\text{m}^3/\text{ng}$ )
1	Tp Pleiku	25	150 - 170	3.225
2	Mang Yang	6	150 - 170	1.250
3	Đăk Đoa	16	100 - 140	2.032
4	Chư Pah	10	120 - 150	1.530
5	Ia Grai	15	110 - 160	1.920
6	Chư Prông	9	150 - 180	1.140
7	Chư Sê	18	120 - 140	2.286
8	Tx. Ayun Pa	15	50 - 120	1.875
9	Krông Pa	16	100 - 150	2.000
10	Đức Cơ	12	100 - 150	3.240
11	Đăk Pơ	9	80 - 100	1.150
12	Ia Pa	5	100 - 120	850
13	Phú Thiện	16	30 - 120	2.070
<b>Tổng cộng</b>		<b>172</b>		<b>21.331</b>

b) Khai thác cấp nước nông thôn

Hình thức khai thác nước dưới đất chủ yếu vẫn sử dụng hình thức khai thác từ các giếng đào, giếng khoan đường kính nhỏ và một số công trình cấp nước tự chảy từ nguồn nước mặt như những năm trước đây. Hàng năm tỉnh Gia Lai đã chú trọng xây dựng thêm một số công trình cấp nước sạch cho người dân nông thôn. Tính đến năm 2010 có 84.065 công trình cấp nước sinh hoạt hợp vệ sinh, với lưu lượng khai thác là  $34.000\text{m}^3/\text{ng}$ . Nếu tính cả nguồn cung cấp sinh hoạt bằng nước mặt thì lúc đó mới đảm bảo cung cấp nước sinh hoạt cho khoảng 75% dân số.

Một điều đáng lưu ý là tỉnh Gia Lai có số dân sống ở vùng nông thôn chiếm hơn 70% dân số, do địa hình phức tạp, thời tiết khắc nghiệt, nguồn nước dưới đất phân bố không đều giữa các vùng dẫn đến việc thiếu nước sinh hoạt vào những tháng cao điểm của mùa khô. Những năm qua, việc thực hiện chương trình mục tiêu quốc gia nước sạch và vệ sinh môi trường nông thôn trên địa bàn tỉnh Gia Lai đã góp phần cải thiện đáng kể nhu cầu cấp nước sinh hoạt cho dân cư vùng nông thôn, đặc biệt là vùng sâu, vùng xa, vùng đồng bào dân tộc thiểu số.

c) Khai thác nước phục vụ tưới cho cây cà phê

Trong thời gian này trên diện tích đất bazan, diện tích trồng cà phê lại tăng trở lại là 77.182ha [21]. Như vậy, tổng lượng nước dưới đất cần tưới cho 46.309 ha (60% diện tích cà phê), trong 5 tháng mùa khô là 76.410.180m<sup>3</sup> (tương đương 209.343 m<sup>3</sup>/ng).

*II.2.2.4. Khai thác nước dưới đất năm 2018*

a) Khai thác cấp nước đô thị

Nhìn chung, các lỗ khoan đường kính lớn đã khai thác ở thời điểm trước đây, đến lúc này vẫn được khai thác có hiệu quả. Tính đến năm 2018, trên địa bàn tỉnh Gia Lai có các nhà máy cấp nước phục vụ cấp nước tập trung, trong đó có thành phố Pleiku và các thị trấn, với công suất thiết kế 68.000 m<sup>3</sup>/ng, công suất đang khai thác khoảng 33.722 m<sup>3</sup>/ng, với 50.833 hộ sử dụng nước, trong đó có 50.500 hộ người dân, số còn lại là đơn vị cơ quan và nhà hàng khách sạn.

*Bảng 13. Tổng hợp lưu lượng khai thác nước dưới đất tỉnh Gia Lai năm 2018*

<b>TT</b>	<b>Thành phố/thị xã, thị trấn</b>	<b>Số lượng lỗ khoan</b>	<b>Chiều sâu (m)</b>	<b>Lưu lượng khai thác (m<sup>3</sup>/ng)</b>
1	Tp. Pleiku	61	150 - 170	7.747
4	TT. Kon Dong	8	150 - 170	1.020
5	TT. Đăk Đoa	20	100 -140	2.540
6	TT. Phú Hòa, Ia Ly	12	120 - 150	1.520
7	TT. Ia Kha	19	110 - 160	2.410
8	TT. Chư Prông	18	150 - 180	2.190
9	TT. Chư Sê	20	120 - 140	2.200
10	TT. Nhơn Hòa	6	80 - 100	950
11	TX. Ayun Pa	18	100 - 120	2.280
12	TT. Phú Túc	28	100 - 150	3.550
13	TT. Kon Chro	5	30 - 80	635
14	TT. Chư Ty	15	100 - 150	1.910
15	TT. Đăk Pơ	10	80 - 100	1.270
16	TT. Kim Tân	8	100 - 120	1.250
17	TT. Phú Thiện	18	30 - 120	2.250

<b>TT</b>	<b>Thành phố/thị xã, thị trấn</b>	<b>Số lượng lỗ khoan</b>	<b>Chiều sâu (m)</b>	<b>Lưu lượng khai thác (m<sup>3</sup>/ng)</b>
<b>Cộng</b>		<b>266</b>		<b>33.722</b>

**b) Khai thác cấp nước nông thôn**

Để có được nguồn cấp nước sinh hoạt và phát triển kinh tế - xã hội nông thôn, các công trình khai thác nước dưới đất chủ yếu do Trung tâm nước sạch và vệ sinh môi trường nông thôn của tỉnh thực hiện, đó là các giếng đào (cả người dân tự đào), lỗ khoan có đường kính nhỏ, trạm cấp nước tự chảy, xây dựng công trình khai thác các điểm lộ nước. Tính đến năm 2018, toàn tỉnh có khoảng 52.820 công trình khai thác dạng này, với tổng lượng khai thác nước là 72.129 m<sup>3</sup>/ng (Bảng 14), trong đó nước dưới đất khoảng 43.280m<sup>3</sup>/ng.

*Bảng 14. Số lượng công trình và lưu lượng khai thác nước dưới đất nông thôn tỉnh Gia Lai năm 2018*

<b>TT</b>	<b>Huyện/Thị</b>	<b>Tổng số công trình</b>	<b>Giếng đào</b>	<b>Lỗ khoan đường kính nhỏ</b>	<b>Công trình tự chảy</b>	<b>Điểm lộ nước</b>	<b>Lưu lượng khai thác (m<sup>3</sup>/ng)</b>
1	Tp. Pleiku	8.772	8.739	17	2	14	10.526
2	Chư Pah	3.249	3.148	62	19	20	4.520
3	Chư Sê	3.576	3.541	22	1	12	4.290
4	Chư Puh	2.665	2.650	15	0	0	3.198
5	Chư Prông	3.745	3.719	13	5	8	4.490
6	Đăk Đoa	4.329	4.279	45	5	0	5.195
7	Đức cơ	2.217	2.157	26	1	33	2.660
8	Ia Grai	3.941	3.809	44	1	87	4.730
9	Mang Yang	2.266	2.144	54	11	57	3.750
10	Tx. A Yun Pa	3.682	3.150	532	0	0	4.430
11	Krông Pa	3.536	3.097	434	5	0	4.240
12	Phú Thiện	4.382	3.820	562	0	0	5.245
13	Ia Pa	2.728	2.365	362	1	0	3.270
14	Đăk Pơ	2.986	2.940	45	1	0	3.580
15	Tx. An Khê	2.122	2.105	14	3	0	2.540

TT	Huyện/Thị	Tổng số công trình	Giếng đào	Lỗ khoan đường kính nhỏ	Công trình tự chảy	Điểm lộ nước	Lưu lượng khai thác (m <sup>3</sup> /ng)
16	K' Bang	2.879	2.842	29	8	0	3.455
17	Kon Chro	1.745	1.708	37	0	0	2.010
<b>Tổng cộng</b>		<b>58.820</b>	<b>56.213</b>	<b>2.313</b>	<b>63</b>	<b>231</b>	<b>72.129</b>

Một điều đáng lưu ý là tỉnh Gia Lai có số dân sống ở vùng nông thôn chiếm hơn 70% dân số (trên 1 triệu dân), do địa hình phức tạp, thời tiết khắc nghiệt, nguồn nước dưới đất phân bố không đều giữa các vùng dẫn đến việc thiếu nước sinh hoạt vào những tháng cao điểm của mùa khô. Những năm qua, việc thực hiện chương trình mục tiêu quốc gia nước sạch và vệ sinh môi trường nông thôn trên địa bàn tỉnh Gia Lai đã góp phần cải thiện đáng kể nhu cầu cấp nước sinh hoạt cho dân cư vùng nông thôn, đặc biệt là vùng sâu, vùng xa, vùng đồng bào dân tộc thiểu số.

c) Khai thác nước phục vụ tưới cho cây cà phê

Trong thời gian này trên diện tích đất bazan, diện tích trồng cà phê tăng nhẹ là 78.763ha [14]. Như vậy, tổng lượng nước dưới đất cần tưới cho 47.259ha (60% diện tích cà phê), trong 5 tháng mùa khô là 77.975.370m<sup>3</sup> (tương đương 213.631m<sup>3</sup>/ng).

Tổng hợp hiện trạng khai thác NDD tại tỉnh Gia Lai giai đoạn 2000-2018 được thể hiện tại Bảng 15, trong đó lượng nước khai thác nước ở đô thị tăng từ 7.900m<sup>3</sup>/ng lên 33.722m<sup>3</sup>/ng (tăng 4,2 lần), ở nông thôn tăng từ 25.200m<sup>3</sup>/ng lên 72.129m<sup>3</sup>/ng (tăng 2,8 lần), cho tưới cà phê tăng từ 219.796m<sup>3</sup>/ng lên 213.631m<sup>3</sup>/ng (tăng 97%). Tổng lượng khai thác toàn tỉnh Gia Lai tăng từ 252.896m<sup>3</sup>/ng năm 2000 lên 319.482m<sup>3</sup>/ng năm 2018, tăng 1,2 lần.

Bảng 15. Hiện trạng khai thác nước dưới đất tỉnh Gia Lai tại thời điểm 2000, 2005, 2010 và 2018

Mục đích khai thác NDD	Lượng nước NDD khai thác (m <sup>3</sup> /ng)			
	2000	2005	2010	2018
Đô thị	7.900	11.871	21.331	33.722
Nông thôn	25.200	30.520	34.000	72.129
Tưới cà phê	219.796	205.892	209.343	213.631



<b>Tổng cộng</b>	<b>252.896</b>	<b>248.283</b>	<b>264.674</b>	<b>319.482</b>
------------------	----------------	----------------	----------------	----------------

### **II.2.3. Hiện trạng khai thác NDD tỉnh Đắk Lắk**

#### **II.2.3.1. Khai thác nước dưới đất năm 2000**

Năm 2000, tỉnh Đắk Lắk bao gồm cả tỉnh Đắk Nông (tỉnh Đắk Nông được tách ra từ tỉnh Đắk Lắk từ năm 2004).

##### **a) Khai thác cấp nước đô thị:**

Đến năm 2000, ở tỉnh Đắk Lắk việc khai thác nước tập trung mới được thực hiện chủ yếu cho thành phố Buôn Ma Thuột, với công suất 13.000 - 15.000 m<sup>3</sup>/ng. Nguồn nước được khai thác từ chum điểm lộ Cô Tam (5.000m<sup>3</sup>/ng) và hệ thống nước mặt từ hồ Ea Nao (10.000m<sup>3</sup>/ng), với lượng khai thác này chỉ đủ đảm bảo nhu cầu ăn uống, sinh hoạt cho khoảng 70.000 người dân và các cơ quan, xí nghiệp, bệnh viện, trường học, v.v... ở khu trung tâm thành phố [47]. Do lượng nước thất thoát khá lớn nên tiêu chuẩn đầu người lúc đó chỉ đạt khoảng 50 lít/ngày/người. Ở các khu ven đô Buôn Ma Thuột và các thị trấn của tỉnh Đắk Lắk chỉ có những công trình khai thác nước đơn lẻ.

Thời điểm này, tại thị trấn Phước An, huyện Krông Păch cũng đã được cung cấp nước sinh hoạt tập trung, mỗi ngày khoảng 1.000m<sup>3</sup> được lấy ở cụm điểm lộ nước chảy ra từ phun trào bazan, bảo đảm nước sinh hoạt cho khoảng 13.500 người dân của thị trấn này; thị trấn Đăk Mil, Gia Nghĩa, Đăk R’lấp được khai thác từ 5 lỗ khoan, với lưu lượng 1.124m<sup>3</sup>/ng, chỉ đáp ứng được một phần nhỏ nhu cầu nước sinh hoạt.

##### **b) Khai thác cấp nước nông thôn**

Nguồn nước sinh hoạt ở khu vực nông thôn tỉnh Đắk Lắk từ trước chủ yếu lấy từ sông, suối, hồ chứa, giếng đào, điểm lộ nước và một ít từ giếng khoan. Từ khi Chương trình nước sạch và vệ sinh môi trường nông thôn được triển khai (1993 - 1994), trong toàn tỉnh đã xây dựng được khoảng 1.642 công trình khai thác nước (thời điểm 1999) gồm các giếng khoan, giếng đào, hệ thống tự chảy, trong đó có trên 800 công trình được bố trí trên địa bàn cao nguyên Buôn Ma Thuột; 15 xã thuộc 2 huyện Krông Păch và Lắk, đã xây dựng được 317 công trình; đã xây dựng được 2 hệ khai dẫn tập trung và 28 giếng khoan tại thị trấn Ea Súp và 5 xã của huyện Ea Súp, một số giếng đào và giếng khoan ở thị trấn Gia Nghĩa, Đăk R’lấp, Ea R’ting [56]. Ngoài ra, người dân cũng đã tự đào giếng để cấp nước sinh hoạt, chăn nuôi, tưới vườn. Tổng lượng NDD khai thác từ các công trình nêu trên khoảng 15.390m<sup>3</sup>/ng, cùng với hệ thống cấp nước mặt đã bảo đảm nhu cầu cấp nước sạch cho khoảng 45% dân số.

b) Khai thác cấp nước tưới cho cây cà phê

Trong thời gian này trên diện tích đất bazan, diện tích trồng cà phê là 259.030ha. Như vậy, tổng lượng NĐĐ cần tưới cho 109.997ha (60% diện tích cà phê), trong 5 tháng mùa khô là 181.495.710m<sup>3</sup> (tương đương 702.575m<sup>3</sup>/ng).

*II.2.3.2. Khai thác nước dưới đất năm 2005*

a) Khai thác cấp nước đô thị

Đối với mục đích ăn uống sinh hoạt, tính đến năm 2005 thành phố Buôn Ma Thuột đã có hệ thống khai thác NĐĐ khá hoàn chỉnh nhờ chính phủ Đan Mạch tài trợ. Với số lượng 33 giếng khoan trên 5 bãi giếng và ba chum điểm lộ Cô Tam và Cư Pul có thể khai thác 49.000m<sup>3</sup>/ngày (chum điểm lộ Cô Tam: 15.000m<sup>3</sup>/ngày; Cư Pul: 10.000m<sup>3</sup>/ngày; Ea M’sen: 10.000m<sup>3</sup>/ngày; bãi giếng Thắng Lợi cũ và mới với 12 giếng khoan: 8.000m<sup>3</sup>/ngày; bãi giếng Đạt Lý 14 giếng khoan: 6.000m<sup>3</sup>/ngày và bãi giếng Hòa Thắng 7 giếng khoan: 4.000 m<sup>3</sup>/ngày). Thực tế lượng nước dưới đất được khai thác để cấp cho thành phố Buôn Ma Thuột ở thời điểm năm 2005 khoảng 28.000 - 30.000m<sup>3</sup>/ngày. Ngoài ra, Trung tâm nước sinh hoạt và vệ sinh môi trường nông thôn Đắk Lắk đã đầu tư các cụm khai thác nước quy mô nhỏ phục vụ cho các thị tứ, thị trấn. Thị trấn Phước An, huyện Krông Pắc cũng đã được cung cấp nước từ chum điểm lộ, mỗi ngày trên 1.000m<sup>3</sup>.

b) Khai thác cấp nước nông thôn

Để khai thác nước dưới đất cho ăn uống sinh hoạt các hộ gia đình thường đào giếng, khoan giếng khoan đường kính nhỏ (kiểu khoan UNICEF). Trong thời điểm này, Chiến lược quốc gia về cấp nước sạch nông thôn, tỉnh Đắk Lắk đã thực hiện khá hiệu quả. Theo Trung tâm nước sinh hoạt và vệ sinh môi trường của tỉnh cho biết ở các vùng nông thôn ngoài các giếng đào và giếng khoan (chủ yếu khoan đường kính nhỏ) do người dân tự thực hiện, từ năm 2001 đến năm 2006 Trung tâm đã thực hiện thêm 36 công trình cấp nước tập trung (tp. Buôn Ma Thuột: 13, huyện Cư M’gar: 01, huyện Ea Sup: 03, huyện M’Đrăk: 02, huyện Lắk: 02, huyện Krông Bông: 05, huyện Krông Pach: 03, huyện Krông Năng: 03, huyện Krông Buk: 04 và huyện Buôn Đôn: 01) [36], trong đó có 9 hệ thống cấp nước tự chảy nguồn nước mặt; có gần 200.000 giếng đào và giếng khoan nhỏ. Các công trình khai thác từ nước dưới đất có tổng lưu lượng khoảng 58.962m<sup>3</sup>/ng, cùng với các công trình cấp nước từ nguồn nước mặt, nâng số người dân nông thôn được sử dụng nước sinh hoạt hợp vệ sinh đến cuối năm 2005 là 725.670 người, đạt tỷ lệ cấp nước sạch lên 47,8%.

c) Khai thác nước phục vụ tưới cho cây cà phê

Trong thời gian này trên diện tích đất bazan, diện tích trồng cà phê giảm một chút so với năm 2000 là 170.403ha[21]. Như vậy, tổng lượng nước dưới đất cần tưới cho 102.242ha (60% diện tích cà phê), trong 5 tháng mùa khô là 168.698.870m<sup>3</sup> (tương đương 462.188m<sup>3</sup>/ng).

Việc khai thác nước dưới đất để tưới có thể bằng nhiều hình thức khác nhau. Trước hết là giếng đào. Đây là loại hình khai thác phổ biến nhất, ở những vùng thuận lợi (nước ngầm tầng nông khá phong phú) bình quân cứ mỗi ha có một giếng tưới. Thường giếng được đào trong tầng phong hoá trên cùng của thành tạo bazan, khi mực nước tụt xuống không đủ tưới nhiều hộ nông dân đã thuê nổ mìn trong đá để tăng khả năng cấp nước của giếng. Cũng có hộ nông dân đào hai giếng kề nhau để lưu giữ nước trong thời gian nghỉ tưới. Hầu hết các giếng có đường kính 1,2 - 1,6m. Độ sâu tùy thuộc vào vị trí giếng và bề dày tầng nước ngầm biến đổi từ 15 - 25m, cũng có nơi đào trên 30m. Bình thường ở những điều kiện thuận lợi, mỗi giếng có thể đáp ứng tưới từ 0,5 - 1,5ha cà phê. Vùng trọng điểm trồng cà phê, có những xã có số lượng giếng lên tới hàng ngàn giếng như xã Hòa Thắng 2.800 giếng đào, 20 giếng khoan; xã Hòa Thuận có trên 1.000 giếng đào; xã Xuân Phú - EaKar có 1.296 giếng đào. Tổng lượng khai thác nước dưới đất từ các giếng đào và giếng khoan trên, đạt khoảng 15.500m<sup>3</sup>/ng.

Nhiều nơi giếng đào không đủ nước, bà con nông dân cho khoan những lỗ khoan ngang, hoặc khoan từ đáy giếng những lỗ khoan sâu 70 - 80mét. Những giếng đào - lỗ khoan phối hợp này có thể đủ nước tưới cho 4 - 6ha cà phê. Hình thức thứ hai là sử dụng các lỗ khoan sâu. Loại hình này hiện đang có xu hướng gia tăng, vì nông dân sau nhiều năm canh tác cà phê đã tích lũy được vốn để đầu tư chiều sâu. Sơ bộ điều tra hiện tại ở Đắk Lắk có khoảng 1,5% diện tích cà phê được tưới bằng giếng khoan sâu. Thường chiều sâu giếng khoan từ 50 - 100m, cá biệt 150m. Khai thác nước chủ yếu bằng máy bơm điện chìm công suất từ 10 - 15m<sup>3</sup>/giờ. Ngoài ra, ở Cư M'Gar, Krông Buk, Krông Năng, Krông Păk, Ea Kar nơi có nhiều xuất lộ nước dưới đất, người nông dân khơi nguồn các mạch nước, đào hố tập trung nước nguồn lộ để khai thác.

### *II.2.3.3. Khai thác nước dưới đất năm 2010*

#### *a) Khai thác cấp nước đô thị*

Trong thời điểm năm 2010, một số đô thị của tỉnh có nguồn nước cấp cho sinh hoạt chủ yếu được khai thác từ NĐĐ, với trữ lượng khai thác khá lớn. Trên địa bàn tỉnh Đắk Lắk có một số hệ thống cấp nước đô thị chính như sau:

- Hệ thống cấp nước sinh hoạt cho thành phố Buôn Ma Thuột: hệ thống có công suất cấp nước khoảng từ 42.000 - 49.000m<sup>3</sup>/ng. Nguồn nước được khai thác từ 3 bãi giếng khoan sâu: Hòa Thắng, Thắng Lợi và Đạt Lý. Mỗi giếng sâu khoảng 100m với công suất 400 - 1.500m<sup>3</sup>/ng và từ các nguồn mạch lộ nước ngầm: Ea Cô Tam, Cu Pul và Ea M’Sen, công suất nguồn lộ từ 4.500 - 12.000 m<sup>3</sup>/ng.

- Hệ thống cấp nước sinh hoạt cho thị xã Buôn Hồ: Công trình có công suất thiết kế 5.600m<sup>3</sup>/ngày, trong đó có 2.600m<sup>3</sup>/ng được khai thác từ nước ngầm, với 7 giếng khoan trên địa bàn thị xã Buôn Hồ và huyện Krông Buk. Còn lại 3.000 m<sup>3</sup>/ng được khai thác xử lý từ nguồn nước mặt. Công trình sẽ cung cấp nước sinh hoạt cho khoảng 60.000 người dân trên địa bàn 7 phường nội thị Buôn Hồ.

- Hệ thống cấp nước thị trấn Phước An (huyện Krông Pach): nguồn nước được khai thác từ thu gom chum chĩnh lộ với công suất khai thác 2.000m<sup>3</sup>/ng.

- Hệ thống cấp nước thị trấn Ea Pok và thị trấn Cư M’gar thuộc huyện Cư M’gar với 6 giếng khoan khai thác cung cấp nước khoảng 2.500m<sup>3</sup>/ng.

- Hệ thống cấp nước thị trấn Ea Đrăng huyện Ea H’Leo đã được tổ chức JICA Nhật bản đầu tư 7 giếng khoan với công suất 3.000m<sup>3</sup>/ng, song hiện nay mới chỉ khai thác khoảng 1.500m<sup>3</sup>/ng.

Như vậy, trong thời gian này nước dưới đất được khai thác cung cấp cho các đô thị thuộc tỉnh Đắk Lắk đạt khoảng 56.100m<sup>3</sup>/ng.

#### b) Khai thác cấp nước nông thôn

Để khai thác nước dưới đất cho ăn uống sinh hoạt các hộ gia đình thường đào giếng, khoan giếng khoan đường kính nhỏ (kiểu khoan UNICEF). Trong thời gian này, thực hiện Chiến lược quốc gia về cấp nước sạch nông thôn, tỉnh Đắk Lắk đã hết sức quan tâm đầu tư các công trình cấp nước sinh hoạt tập trung. Các hệ thống cấp nước công cộng bằng đường ống dùng chung cho nhiều hộ đã phổ biến khắp nơi.

Theo “Báo cáo rà soát, lập quy hoạch cấp nước và vệ sinh môi trường nông thôn Đắk Lắk” cho thấy đến năm 2009, theo thống kê chưa đầy đủ, tại thời điểm này ở các vùng nông thôn của tỉnh Đắk Lắk có 65 công trình cấp nước tập trung (tp. Buôn Ma Thuột: 13, huyện Cư M’gar: 01, huyện Ea Sup: 03, huyện M’Đrắk: 02, huyện Lắk: 02, huyện Krông Bông: 05, huyện Krông Pach: 03, huyện Krông Năng: 03, huyện Krông Buk: 04 và huyện Buôn Đôn: 01) trong đó có 17 hệ thống cấp nước tự chảy nguồn nước mặt; có khoảng 204.422 giếng đào

cung cấp nước sinh hoạt cho khoảng 891.436 người dân và khoảng 9.128 giếng khoan đường kính nhỏ cung cấp cho khoảng 46.210 người [56]. Tổng lưu lượng khai thác nước dưới đất của các công trình trên 74.097m<sup>3</sup>/ng, cùng với các công trình khai thác nước mặt đã nâng tỷ lệ cấp nước nông thôn của toàn tỉnh lên 80%.

c) Khai thác nước phục vụ tưới cho cây cà phê

Trong thời gian này trên diện tích đất bazan, diện tích trồng cà phê tăng so với năm 2005 là 190.765ha [21]. Như vậy, tổng lượng nước dưới đất cần tưới cho 114.459 ha (60% diện tích cà phê), trong 5 tháng mùa khô là 188.857.350m<sup>3</sup> (tương đương 517.417m<sup>3</sup>/ng).

Cũng trong giai đoạn này trên cao nguyên bazan Buôn Ma Thuột đã phát triển rất mạnh việc trồng cà phê, mà nước dưới đất dùng tưới cho cà phê chiếm gần 60% diện tích canh tác. Vì vậy, vào thời điểm mùa khô lượng NĐĐ khai thác cho tưới (chủ yếu khai thác trong các tầng chứa nước bazan) tăng khá mạnh. Hình thức khai thác khá đa dạng, gồm: giếng khoan, giếng đào, kết hợp giếng đào với khoan ngang, giếng đào với khoan sâu từ đáy giếng, hành lang khai thác, điểm lộ nước dưới đất. Nhìn chung việc khai thác NĐĐ phục vụ tưới cà phê diễn ra khá phức tạp, kỹ thuật khai thác, công nghệ, kết cấu giếng còn nhiều hạn chế. Điều này đã gây ảnh hưởng đến động thái và chất lượng NĐĐ, nhất là hiện tượng suy giảm mực nước. Vì vậy, trong thời gian tới cần có nghiên cứu sự ảnh hưởng của việc khai thác nước dưới đất tưới cà phê dẫn đến suy giảm mực NĐĐ một số vùng trên tỉnh Đắk Lắk và nhất là các vùng cà phê trọng điểm của tỉnh.

#### *II.2.3.4. Khai thác nước dưới đất năm 2018*

a) Khai thác cấp nước đô thị

- Đối với thành phố Buôn Ma Thuột:

Hiện nay hệ thống cấp nước cho thành phố Buôn Ma Thuột do Công ty Cấp nước và Đầu tư xây dựng Đắk Lắk đang quản lý có tổng công suất thiết kế 57.000m<sup>3</sup>/ngày, cung cấp nước sinh hoạt cho gần 64.000 hộ dân ở thành phố Buôn Ma Thuột. Nguồn nước được khai thác từ các công trình của các giai đoạn trước đây, bao gồm 3 bãi giếng khoan sâu: Hòa Thắng, Thắng Lợi và Đạt Lý. Mỗi giếng sâu khoảng 100 m với công suất 400 - 1.500m<sup>3</sup>/ng và từ các nguồn mạch lộ nước: Cô Tam, Cư Pul và Ea M’Sen, công suất nguồn lộ từ 4.500 - 12.000m<sup>3</sup>/ng [56]. Ngoài ra, còn khai thác nước mặt hồ Ea Chu Cấp 7.000m<sup>3</sup>/ng. Tuy nhiên, những năm gần đây, mực NĐĐ đã sụt giảm mạnh, nên công suất cấp nước của Công ty cấp nước chỉ còn khoảng 37.000m<sup>3</sup>/ng, giảm đến 20.000m<sup>3</sup>/ng

so với nhu cầu sử dụng nước. Đỉnh điểm là trong hai tháng III và IV năm 2017, có khoảng 10 nghìn hộ dân bị ngừng cấp nước sinh hoạt luân phiên (1 ngày có, 1 ngày không), đặc biệt, một số khu vực có địa hình cao như xã Cư Êbur, phường Tân Lợi, v.v... và vùng ven đô, tình trạng cắt nước diễn ra 2 - 3 ngày liên tục.

Để giải quyết bài toán thiếu nước sinh hoạt cho thành phố Buôn Ma Thuột, Công ty Cấp nước và Đầu tư xây dựng Đăk Lăk đã triển khai thêm một Dự án cấp nước mới, với nguồn nước lấy từ sông Sêrêpôk, tại xã Ea Na, huyện Krông Ana với công suất 35.000m<sup>3</sup>/ng.

- Đối với các thị xã, thị trấn: đến nay thị xã Buôn Hồ đã khai thác sử dụng nước dưới đất vào khoảng 2.500m<sup>3</sup>/ng (khai thác từ 7 giếng khoan); thị trấn các huyện: Krông Năng 1.600m<sup>3</sup>/ng, Ea Kar 2.000m<sup>3</sup>/ng, Buôn Đôn 1.000m<sup>3</sup>/ng, Ea H'leo: 2.000m<sup>3</sup>/ng, Ea Súp: 1.000m<sup>3</sup>/ng, Cư M'gar: 1.500m<sup>3</sup>/ng, M'Đrăk 2.000 m<sup>3</sup>/ng, Krông Pach: 2.500m<sup>3</sup>/ng, Krông Bông: 753m<sup>3</sup>/ng, Krông Ana: 1.000m<sup>3</sup>/ng, Lăk 2.000m<sup>3</sup>/ng và thị trấn huyện Krông Búk: 1.500m<sup>3</sup>/ng.

Như vậy, tại thời điểm năm 2018, nước dưới đất được khai thác cung cấp cho các đô thị thuộc tỉnh Đăk Lăk đạt khoảng 50.353m<sup>3</sup>/ng, giảm khoảng 6.000m<sup>3</sup>/ng so với thời điểm năm 2010 (chủ yếu giảm của hệ thống cấp nước cho thành phố Buôn Ma Thuột) [46].

#### b) Khai thác cấp nước nông thôn

Từ năm 2015 đến năm 2018, tỉnh Đăk Lăk đã chú trọng đầu tư các chương trình cung cấp nước sạch cho nông thôn, vùng sâu vùng xa. Cải tạo nâng cấp các công trình cấp nước nhỏ lẻ đảm bảo yêu cầu vệ sinh như giếng đào, giếng khoan, lu bể chứa nước mưa cho những hộ dân sống không tập trung, những nơi xa trung tâm và đầu tư nâng cấp và hoàn thiện 47 công trình cấp nước tập trung đã có, cải tạo 47.900 công trình cấp nước phân tán, xây dựng mới 142 công trình cấp nước tập trung, 4.277 công trình cấp nước phân tán.

Tổng lưu lượng khai thác nước dưới đất của các công trình nêu trên khoảng 82.577m<sup>3</sup>/ng, cùng với các công trình khai thác nước mặt đã nâng tỷ lệ cấp nước nông thôn của toàn tỉnh lên gần 90% và kết hợp cấp nước từ các hệ thống hồ tưới hồ Krông Pach, đã có hệ thống cấp nước mặt cho dân cư các xã trong khu tưới như: Cư Bông, Cư EaLang, EaPal, Ea Ô, Cư Ni, v.v....

#### c) Khai thác nước phục vụ tưới cho cây cà phê

Tại thời điểm này trên diện tích đất bazan, diện tích trồng cà phê giảm một chút so với năm 2010 là 187.940ha [46]. Như vậy, tổng lượng nước dưới

đất cần tưới cho 112.764ha (60% diện tích cà phê), trong 5 tháng mùa khô là 186.600.060m<sup>3</sup> (tương đương 509.755m<sup>3</sup>/ng).

Hiện nay, ở một số nơi người ta đã tiến hành lắp đặt thử nghiệm các hệ thống tưới nước tiết kiệm và bón phân qua nước cho một số vườn cà phê ở Đắk Lắk cho thấy các mô hình tiết kiệm hơn 20% lượng nước tưới và lượng phân bón ít hơn 20% so với đối chứng, nhưng cây vẫn phát triển tốt và không bị ảnh hưởng tới năng suất. Tuy nhiên, việc áp dụng phương pháp tưới tiết kiệm này vẫn còn rất hạn chế.

Tổng hợp hiện trạng khai thác NĐĐ tại tỉnh Đắk Lắk được thể hiện tại Bảng 16, trong đó giai đoạn 2000-2018, lượng nước khai thác ở đô thị tăng từ 15.124m<sup>3</sup>/ng lên 50.353m<sup>3</sup>/ng (tăng hơn 3 lần), ở nông thôn tăng từ 15.390m<sup>3</sup>/ng lên 82.577m<sup>3</sup>/ng (tăng hơn 5 lần), cho tưới cà phê tăng từ 702.575m<sup>3</sup>/ng lên 509.755m<sup>3</sup>/ng (tăng 73%). Tổng lượng khai thác toàn Đắk Lắk tăng từ 733.089m<sup>3</sup>/ng lên 642.685m<sup>3</sup>/ng, tăng 88%.

*Bảng 16. Hiện trạng khai thác nước dưới đất thời điểm 2000, 2005, 2010 và 2018 tại tỉnh Đắk Lắk*

Mục đích khai thác NĐĐ	Lượng nước NĐĐ khai thác (m <sup>3</sup> /ng)			
	2000	2005	2010	2018
Đô thị	15.124	28.000	56.100	50.353
Nông thôn	15.390	58.962	74.097	82.577
Tưới cà phê	702.575	462.188	517.417	509.755
<b>Tổng cộng</b>	<b>733.089</b>	<b>549.150</b>	<b>647.614</b>	<b>642.685</b>

## **II.2.4. Hiện trạng khai thác NĐĐ tỉnh Đắk Nông**

### **II.2.4.1. Khai thác nước dưới đất năm 2005**

#### a) Khai thác cấp nước đô thị

Tính đến năm 2005, tỉnh Đắk Nông chỉ có thị trấn Gia Nghĩa (nay là thành phố Gia Nghĩa) là có hệ thống cấp nước tập trung, nước được khai thác tại 7 giếng khoan, với công suất khai thác khoảng 2.150m<sup>3</sup>/ng; thị trấn Đăk Mil 3 giếng (850m<sup>3</sup>/ng), thị trấn Đăk R’lập 5 giếng (1.100m<sup>3</sup>/ng), thị trấn Đăk Song 4 giếng (980m<sup>3</sup>/ng, thị trấn Ea T’ling 6 giếng (1.365m<sup>3</sup>/ng). Tổng lượng khai thác là 6.445m<sup>3</sup>/ng.

Thời điểm này, một số cơ quan, xí nghiệp, trường học, đơn vị quốc phòng, v.v... đã tự khoan 36 giếng khai thác khoảng 7.367m<sup>3</sup>/ng để cấp nước sinh hoạt. Nước được khai thác chủ yếu trong các tầng chứa nước bazan.

b) Khai thác cấp nước nông thôn:

Trung tâm nước sinh hoạt và vệ sinh môi trường nông thôn Đắk Nông mặc dù mới được thành lập, song đã đầu tư xây dựng một số công trình khai thác nước quy mô nhỏ cấp nước sinh hoạt cho người dân. Tính đến năm 2005, các công trình nước sạch nông thôn (giếng đào, giếng khoan, điểm lộ) và các giếng đào, giếng khoan nhỏ của người dân tự thực hiện đã khai thác lượng NĐĐ khoảng 28.790m<sup>3</sup>/ng để cung cấp cho sinh hoạt, chăn nuôi gia đình.

b) Khai thác nước phục vụ tưới cho cây cà phê

Năm 2005, tỉnh Đắk Nông có diện tích trồng cà phê là 70.760ha [21]. Như vậy, tổng lượng nước dưới đất cần tưới cho 42.456 ha (60% diện tích cà phê), trong 5 tháng mùa khô là 70.052m<sup>3</sup> (tương đương 191.924m<sup>3</sup>/ng).

*II.2.4.2. Khai thác nước dưới đất năm 2010*

a) Khai thác cấp nước sinh hoạt

Theo Trung tâm nước sinh hoạt và Vệ sinh môi trường nông thôn của tỉnh, cho thấy đến năm 2010 tổng số công trình khai thác nước dưới đất cấp cho sinh hoạt (đô thị, nông thôn) trên toàn tỉnh Đắk Nông có khoảng 58.022 công trình (giếng đào, giếng khoan, điểm lộ nước), với tổng lượng khai thác là 38.875m<sup>3</sup>/ng (Bảng 17), trong đó cấp nước sinh hoạt là khoảng 14.800m<sup>3</sup>/ng.

*Bảng 17. Tổng hợp lưu lượng khai thác nước dưới đất cho sinh hoạt năm 2010 tại tỉnh Đắk Nông*

<b>TT</b>	<b>Huyện/thị</b>	<b>Số lượng công trình</b>	<b>Lưu lượng khai thác (m<sup>3</sup>/ng)</b>
1	Gia nghĩa	937	628
2	Đắk R'Lấp	3.272	2.192
3	Đắk Glong	5.074	3.400
4	Tuy Đức	9.549	6.398
5	Đắk Song	11.402	7.639
6	Đắk Mil	12.676	8.493



TT	Huyện/thị	Số lượng công trình	Lưu lượng khai thác (m <sup>3</sup> /ng)
7	Cư Jút	6.771	4.537
8	Krông Nô	937	628
<b>Tổng cộng</b>		<b>58.022</b>	<b>38.875</b>

b) Khai thác nước phục vụ tưới cho cây cà phê

Trong năm 2010, tại tỉnh Đắk Nông có diện tích trồng cà phê tăng so với năm 2005 là 86.538ha [21]. Như vậy, tổng lượng nước dưới đất cần tưới cho 51.922ha (60% diện tích cà phê), trong 5 tháng mùa khô là 85.672.650m<sup>3</sup> (tương đương 243.719m<sup>3</sup>/ng).

Qua điều tra khảo sát thực tế cho thấy các khu vực khai thác nguồn NĐĐ phục vụ tưới cho nông nghiệp (cây cà phê, tiêu, chè, v.v...) thường sử dụng NĐĐ khi nguồn nước mặt bị cạn kiệt [46].

II.2.4.3. Khai thác nước dưới đất năm 2018

a) Khai thác cấp nước sinh hoạt

Tổng số công trình khai thác nước dưới đất cho sinh hoạt đang còn hoạt động tốt ở tỉnh Đắk Nông là 75.222 công trình (giếng đào, giếng khoan, điểm lộ nước, hệ thống tự chảy), với tổng lượng khai thác là 51.097m<sup>3</sup>/ng, trong đó cấp nước sinh hoạt là khoảng 15.900m<sup>3</sup>/ng (Bảng 18).

Bảng 18. Tổng hợp lưu lượng khai thác nước dưới đất cho sinh hoạt năm 2018 tại tỉnh Đắk Nông

TT	Huyện/thị	Số lượng công trình	Lưu lượng khai thác (m <sup>3</sup> /ng)
1	Gia nghĩa	8.341	6.928
2	Đắk R'Lấp	12.137	6.875
3	Đắk Glong	3.272	3.865
4	Tuy Đức	6.074	6.392
5	Đắk Song	9.549	6.186
6	Đắk Mil	14.402	6.895
7	Cư Jút	13.676	7.742

TT	Huyện/thị	Số lượng công trình	Lưu lượng khai thác (m <sup>3</sup> /ng)
8	Krông Nô	7.771	6.215
<b>Tổng cộng</b>		<b>75.222</b>	<b>51.097</b>

b) Khai thác nước phục vụ tưới cho cây cà phê

Trong năm 2018, tại tỉnh Đắk Nông có diện tích trồng cà phê tăng đáng kể so với năm 2010 là 115.067 ha [15]. Như vậy, tổng lượng nước dưới đất cần tưới cho 69.040 ha (60% diện tích cà phê), trong 5 tháng mùa khô là 113.916.330m<sup>3</sup> (tương đương 312.099m<sup>3</sup>/ng). Nước được khai thác chủ yếu trong tầng chứa nước khe nứt - lỗ hổng phun trào bazan Pleistocen ( $\beta_{Q_{II}}$ ) và tầng chứa nước khe nứt - lỗ hổng phun trào bazan Pliocen - Pleistocen  $\beta(N_2-Q_1)$  [46].

Tổng hợp hiện trạng khai thác NĐĐ tại tỉnh Đắk Nông được thể hiện tại Bảng 19, trong đó giai đoạn 2005-2018, lượng nước khai thác ở đô thị tăng từ 13.812m<sup>3</sup>/ng lên 17.900m<sup>3</sup>/ng (tăng 30%), ở nông thôn tăng từ 28.790m<sup>3</sup>/ng lên 33.197m<sup>3</sup>/ng (tăng 15%), cho tưới cà phê tăng từ 702.575m<sup>3</sup>/ng lên 509.755m<sup>3</sup>/ng (tăng 63%). Tổng lượng khai thác NĐĐ toàn tỉnh Đắk Nông tăng từ 733.089m<sup>3</sup>/ng lên 642.685m<sup>3</sup>/ng, tăng 55%.

Bảng 19. Hiện trạng khai thác nước dưới đất thời điểm 2005, 2010 và 2018 của tỉnh Đắk Nông

Mục đích khai thác NĐĐ	Lượng nước NĐĐ khai thác (m <sup>3</sup> /ng)		
	2005	2010	2018
Đô thị	13.812	14.800	17.900
Nông thôn	28.790	29.875	33.197
Tưới cà phê	191.924	243.719	312.099
<b>Tổng cộng</b>	<b>234.526</b>	<b>288.394</b>	<b>363.196</b>

## II.2.5. Hiện trạng khai thác NĐĐ tỉnh Lâm Đồng

### II.2.5.1. Khai thác nước dưới đất năm 2000

a) Khai thác cấp nước đô thị:

Đến năm 2000, việc cấp nước tương đối tập trung được thực hiện tại thị xã Bảo Lộc (nay là thành phố Bảo Lộc) bằng 10 giếng khoan do chế độ cũ để lại, với tổng công suất 4.000m<sup>3</sup>/ng, nhưng thực tế lúc đó chỉ khai thác được

khoảng 2.000m<sup>3</sup>/ng để cung cấp nước sinh hoạt cho 40.000 người dân và một phần phục vụ sản xuất.

Trong thời kỳ này thành phố Đà Lạt cũng đã được cung cấp nước tập trung, nhưng nguồn nước không phải là NĐĐ, mà được lấy từ hồ Đan Kia (Nhà máy nước Suối Vàng) với công suất thiết kế 25.000m<sup>3</sup>/ng, nhưng cung lượng khai thác thực tế lúc đó chỉ đạt 15.000m<sup>3</sup>/ng và chỉ đảm bảo nhu cầu nước sạch cho 65% hộ dân của thành phố Đà Lạt, nên nhiều cơ quan, trường học và hộ dân phải khoan, đào giếng lấy nước dùng.

Ở thị trấn Di Linh, Đức Trọng và Lâm Hà, ở thời điểm năm 2000, mỗi nơi cũng có 2- 3 giếng khoan khai thác từ 700 đến 1.000m<sup>3</sup>/ng, cung cấp nước cho khoảng 50% dân số (với tiêu chuẩn 40 - 50 lít/ngày/người), khoảng 50% dân số còn lại phải tự đào hay thuê khoan giếng để lấy nước sinh hoạt, tưới và chăn nuôi. Tổng lượng NĐĐ được khai thác là 9.640m<sup>3</sup>/ng (Bảng 20).

*Bảng 20. Tổng lưu lượng khai thác nước dưới đất tập trung tỉnh Lâm Đồng*

TT	Số hiệu giếng khoan	Vị trí	Chiều sâu, m	Năm bắt đầu khai thác	Lưu lượng khai thác, m <sup>3</sup> /ng
<b>I</b>	<b>Thành phố Bảo Lộc</b>				<b>3.800</b>
1	GK1	Bệnh viện thành phố	77,5	1962	500
2	GK2	Trường QT	75,0	1962	500
3	GK3	Gần tòa án nhân dân	28,5	1967	1.600
4	GK8	Khu 12 - Phường 2	45,0	1988	200
5	GK9	Thành Công- Phường 1	45,0	1988	600
6	GK13	Cạnh nhà máy chè 19/5	37,5	1993	200
<b>Tổng</b>					
<b>II</b>	<b>Thị trấn Di Linh</b>				<b>2.400</b>
1	GK1	Khu phố 2	77,0	1972	720
2	GK4	Khu phố 2	85,0	1993	840
3	GK5	Khu phố 8	90,0	1993	840
<b>Tổng</b>					
<b>III</b>	<b>Thị trấn Liên Nghĩa (huyện Đức Trọng)</b>				<b>3.640</b>

<b>TT</b>	<b>Số hiệu giếng khoan</b>	<b>Vị trí</b>	<b>Chiều sâu, m</b>	<b>Năm bắt đầu khai thác</b>	<b>Lưu lượng khai thác, m<sup>3</sup>/ng</b>
1	GK1	Chợ - Khu phố 1	70,0	1966	440
2	GK2	Khu phố 1	75,0	1967	440
3	GK3	Khu phố 2	70,0	1967	440
4	GK4	Khu phố 4	90,0	1997	1.600
5	GK5	Khu phố 2	70,0	2000	720
<b>Tổng cộng</b>					<b>9.640</b>

**b) Khai thác cấp nước nông thôn**

Ở khu vực nông thôn của cao nguyên Di Linh - Bảo Lộc, tính đến năm 2000 đã xây dựng được 35 công trình khai dẫn nước mặt phục vụ sinh hoạt, tưới cây công nghiệp và chăn nuôi. Chương trình nước sạch và vệ sinh môi trường nông thôn của tỉnh cũng đã khoan được khoảng 300 giếng khoan đường kính nhỏ với tổng cung lượng khai thác khoảng 1.500m<sup>3</sup>/ng và khoảng gần 30 nghìn giếng đào với lưu lượng khoảng 15.000m<sup>3</sup>/ng nhằm cấp nước sinh hoạt cho người dân nông thôn và một phần phục vụ cho sản xuất.

Thời điểm năm 2000 cho thấy chủ yếu khai thác nước mặt phục vụ phát triển kinh tế - xã hội, còn khả năng đóng góp của nước dưới đất là rất hạn chế, do cấu tạo địa chất của vùng phần lớn là có khả năng chứa nước kém.

**b) Khai thác nước phục vụ tưới cho cây cà phê**

Trong năm 2000, tại tỉnh Lâm Đồng có diện tích trồng cà phê là 124.359 ha [21]. Như vậy, tổng lượng nước dưới đất cần tưới cho 74.615 ha (60% diện tích cà phê), trong 5 tháng mùa khô là 123.115.410m<sup>3</sup> (tương đương 337.303 m<sup>3</sup>/ng). Nước được khai thác chủ yếu trong tầng chứa nước khe nứt - lỗ hổng phun trào bazan [46].

**II.2.5.2. Khai thác nước dưới đất năm 2005**

**a) Khai thác cấp nước đô thị**

Năm 2005, bằng nguồn tài trợ của Chính phủ Đan Mạch, tỉnh Lâm Đồng đã tiến hành cải tạo, nâng cấp nhà máy nước Suối Vàng lên công suất 42.000 m<sup>3</sup>/ng. Ngoài ra, để giải quyết về cơ bản cấp nước cho thành phố Đà Lạt và vùng lân cận, người ta đã xây thêm các trạm bơm cấp nước từ hồ Xuân Hương và hồ Chiến Thắng.

Nhìn chung, nước dưới đất ở Lâm Đồng đóng vai trò không đáng kể, chỉ đủ khả năng phục vụ cấp nước nhỏ. Tính đến năm 2005, tỉnh Lâm Đồng đã có thêm hai lỗ khoan GK12, GK15 tại thành phố Bảo Lộc được đưa vào khai thác thêm 400m<sup>3</sup>/ng, nâng tổng trữ lượng khai thác chủ yếu trong các tầng chứa nước bazan khoảng 10.040m<sup>3</sup>/ng [4].

b) Khai thác cấp nước nông thôn

Theo Trung tâm Nước sinh hoạt và Vệ sinh môi trường nông thôn tỉnh Lâm Đồng, đến năm 2005, toàn tỉnh có 11 lỗ khoan khai thác nước dưới đất (giếng khoan đơn lẻ, Bảng 21) với tổng lưu lượng khai thác là 18.550m<sup>3</sup>/ng. Ngoài ra có trên 40 nghìn giếng và điểm lộ khai thác phục vụ cho sinh hoạt và trồng trọt. Tổng lượng khai thác khoảng trên 20.128m<sup>3</sup>/ng, nâng tỷ lệ người dân nông thôn được cấp nước sạch sinh hoạt lên 60%.

*Bảng 21. Thống kê các công trình khai thác nước dưới đất đơn lẻ tại tỉnh Lâm Đồng*

TT	Huyện/thị	Số lượng lỗ khoan	Lưu lượng trung bình lỗ khoan (m <sup>3</sup> /ng)	Tổng lượng khai thác (m <sup>3</sup> /ng)
1	Đà Lạt	32	10	320
2	Bảo Lộc	100	20	2.000
3	Lạc Dương	50	5	250
4	Đơn Dương	80	20	1.600
5	Đức Trọng	100	30	3.000
6	Lâm Hà	98	10	980
7	Bảo Lâm	150	30	4.500
8	Di Linh	180	30	5.400
9	Đa Huoai	48	5	240
10	Đa Tảh	22	5	110
11	Cát Tiên	30	5	150
<b>Tổng cộng</b>				<b>18.550</b>

b) Khai thác nước phục vụ tưới cho cây cà phê

Trong năm 2005, tại tỉnh Lâm Đồng có diện tích trồng cà phê là 117.538 ha giảm một chút so với năm 2000. Như vậy, tổng lượng NĐĐ cần tưới cho 70.523ha (60% diện tích cà phê), trong 5 tháng mùa khô là 116.362.260m<sup>3</sup> (tương đương 318.802 m<sup>3</sup>/ng).

### *II.2.5.3. Khai thác nước dưới đất năm 2010*

#### *a) Khai thác cấp nước đô thị*

Theo Trung tâm nước sinh hoạt và Vệ sinh môi trường nông thôn tỉnh Lâm Đồng, tổng số công trình khai thác nước dưới đất cho sinh hoạt đô thị và nông thôn toàn tỉnh khoảng 91.259 công trình hoạt động tốt (giếng khoan cấp nước đô thị, giếng đào, giếng khoan đơn lẻ, điểm lộ nước) với tổng lượng khai thác là 45.630m<sup>3</sup>/ng, trong đó khai thác nước đô thị khoảng 41.030m<sup>3</sup>/ng (Bảng 22).

*Bảng 22. Tổng lưu lượng khai thác nước dưới đất cấp nước sinh hoạt năm 2010 tại tỉnh Lâm Đồng*

<b>TT</b>	<b>Huyện/thị</b>	<b>Số lượng công trình</b>	<b>Lưu lượng khai thác (m<sup>3</sup>/ng)</b>
1	Bảo Lộc	4.258	2.129
2	Đơn Dương	9.432	4.716
3	Lạc Dương	2.125	1.063
4	Đức Trọng	9.236	4.618
5	Di Linh	13.625	6.813
6	Lâm Hà	14.589	7.295
7	Bảo Lâm	11.856	5.928
8	Đam Rông	2.782	1.391
9	Đạ Tẻh	10.899	5.450
10	Đạ Huoai	5.332	2.666
11	Cát Tiên	7.125	3.563
<b>Tổng cộng</b>		<b>91.259</b>	<b>45.630</b>

#### *b) Khai thác nước phục vụ tưới cho cây cà phê*

Trong năm 2010, tại tỉnh Lâm Đồng có diện tích trồng cà phê là 143.285 ha [21] tăng gần 20 ngàn ha so với năm 2005. Như vậy, tổng lượng nước dưới đất cần tưới cho 85.971ha (60% diện tích cà phê), trong 5 tháng mùa khô là 141.852.150m<sup>3</sup> (tương đương 388.636m<sup>3</sup>/ng).

#### *II.2.5.4. Khai thác nước dưới đất năm 2018*

##### a) Khai thác cấp nước đô thị

Hiện nay, nước dưới đất được khai thác để cung cấp nước sinh hoạt cho thành phố Bảo Lộc và một số thị trấn của các huyện, với tổng lưu lượng khai thác khoảng 21.862m<sup>3</sup>/ng (Bảng 23). Đối với thành phố Đà Lạt được cung cấp nước từ nguồn nước mặt của nhà máy nước Suối Vàng và các trạm bơm cấp nước từ hồ Xuân Hương, hồ Chiến Thắng.

*Bảng 23. Tổng hợp lưu lượng khai thác nước dưới đất để cấp nước đô thị năm 2018 tại tỉnh Lâm Đồng*

<b>TT</b>	<b>Thành phố, thị trấn</b>	<b>Số lượng giếng khoan</b>	<b>Chiều sâu (từ - đến), (m)</b>	<b>Tổng lưu lượng khai thác (m<sup>3</sup>/ng)</b>
1	Bảo Lộc	19	30 - 114	12.372
2	Di Linh	6	77 - 90	2.700
3	Liên Nghĩa	9	70 - 90	3.940
4	Thạch Mỹ	7	45 - 80	2.850
<b>Tổng cộng</b>		<b>41</b>		<b>21.862</b>

##### b) Khai thác cấp nước nông thôn:

Tổng số công trình khai thác nước dưới đất cho sinh hoạt nông thôn tỉnh Lâm Đồng đến năm 2018 đã thống kê được khoảng 131.843 công trình (giếng đào, giếng khoan, điếm lộ nước, v.v...) đang hoạt động tốt, với tổng lượng khai thác là 65.922m<sup>3</sup>/ng (Bảng 24).

*Bảng 24. Tổng lưu lượng khai thác nước dưới đất cho sinh hoạt năm 2018 tại tỉnh Lâm Đồng*

<b>TT</b>	<b>Huyện/thị</b>	<b>Số lượng công trình</b>	<b>Lưu lượng khai thác (m<sup>3</sup>/ng)</b>
1	Bảo Lộc	4.754	2.377

<b>TT</b>	<b>Huyện/thị</b>	<b>Số lượng công trình</b>	<b>Lưu lượng khai thác (m<sup>3</sup>/ng)</b>
2	Đon Dương	14.832	7.416
3	Lạc Dương	2.550	1.275
4	Đức Trọng	16.609	8.305
5	Di Linh	21.631	10.816
6	Lâm Hà	19.691	9.846
7	Bảo Lâm	17.824	8.912
8	Đam Rông	3.033	1.517
9	Đạ Tẻh	15.998	7.999
10	Đạ Huoai	6.528	3.264
11	Cát Tiên	8.393	4.197
<b>Tổng cộng</b>		<b>131.843</b>	<b>65.922</b>

b) Khai thác nước phục vụ tưới cho cây cà phê:

Trong năm 2018, tại tỉnh Lâm Đồng có diện tích trồng cà phê là 174.766 ha [21] tăng gần 30 ngàn ha so với năm 2010 do các loại cây trồng khác như chè, dâu tằm, điều, v.v..., [38]. Như vậy, tổng lượng nước dưới đất cần tưới cho 85.971ha (60% diện tích cà phê), trong 5 tháng mùa khô là 141.852.150m<sup>3</sup> (tương đương 474.023m<sup>3</sup>/ng).

Tổng hợp hiện trạng khai thác NĐĐ tại tỉnh Lâm Đồng được thể hiện tại Bảng 25, trong đó giai đoạn 2000-2018, lượng nước khai thác ở đô thị tăng từ 9.640m<sup>3</sup>/ng lên 21.865m<sup>3</sup>/ng (tăng 2,3 lần), ở nông thôn tăng từ 16.500m<sup>3</sup>/ng lên 65.922m<sup>3</sup>/ng (tăng 4 lần), cho tưới cà phê tăng từ 337.303m<sup>3</sup>/ng lên 474.023 m<sup>3</sup>/ng (tăng 41%). Tổng lượng khai thác toàn Lâm Đồng tăng từ 363.443m<sup>3</sup>/ng lên 561.810m<sup>3</sup>/ng, tăng 55%.

*Bảng 25. Hiện trạng khai thác nước dưới đất thời điểm năm 2000, 2005, 2010 và 2018 tại tỉnh Lâm Đồng*

<b>Mục đích khai thác NĐĐ</b>	<b>Lượng nước NĐĐ khai thác (m<sup>3</sup>/ng)</b>			
	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2018</b>
Đô thị	9.640	10.040	15.650	21.865



Nông thôn	16.500	38.678	41.030	65.922
Tưới cà phê	337.303	318.802	388.636	474.023
<b>Tổng cộng</b>	<b>363.443</b>	<b>367.520</b>	<b>445.316</b>	<b>561.810</b>

## II.2.6. Hiện trạng khai thác NDD Tây Nguyên

- Modul khai thác nước dưới đất

Dựa vào kết quả thu thập về khai thác nước để xây dựng bản đồ modul khai thác cho năm 2010 (Hình 5) và 2018 (Hình 6). Số liệu khai thác tính trên diện tích phân bố bazan theo các huyện đối với vùng Tây Nguyên, theo công thức:

$$q_{KT} = \frac{Q_{KT}}{S}$$

Trong đó  $q_{KT}$  – modul khai thác, l/s.km<sup>2</sup>

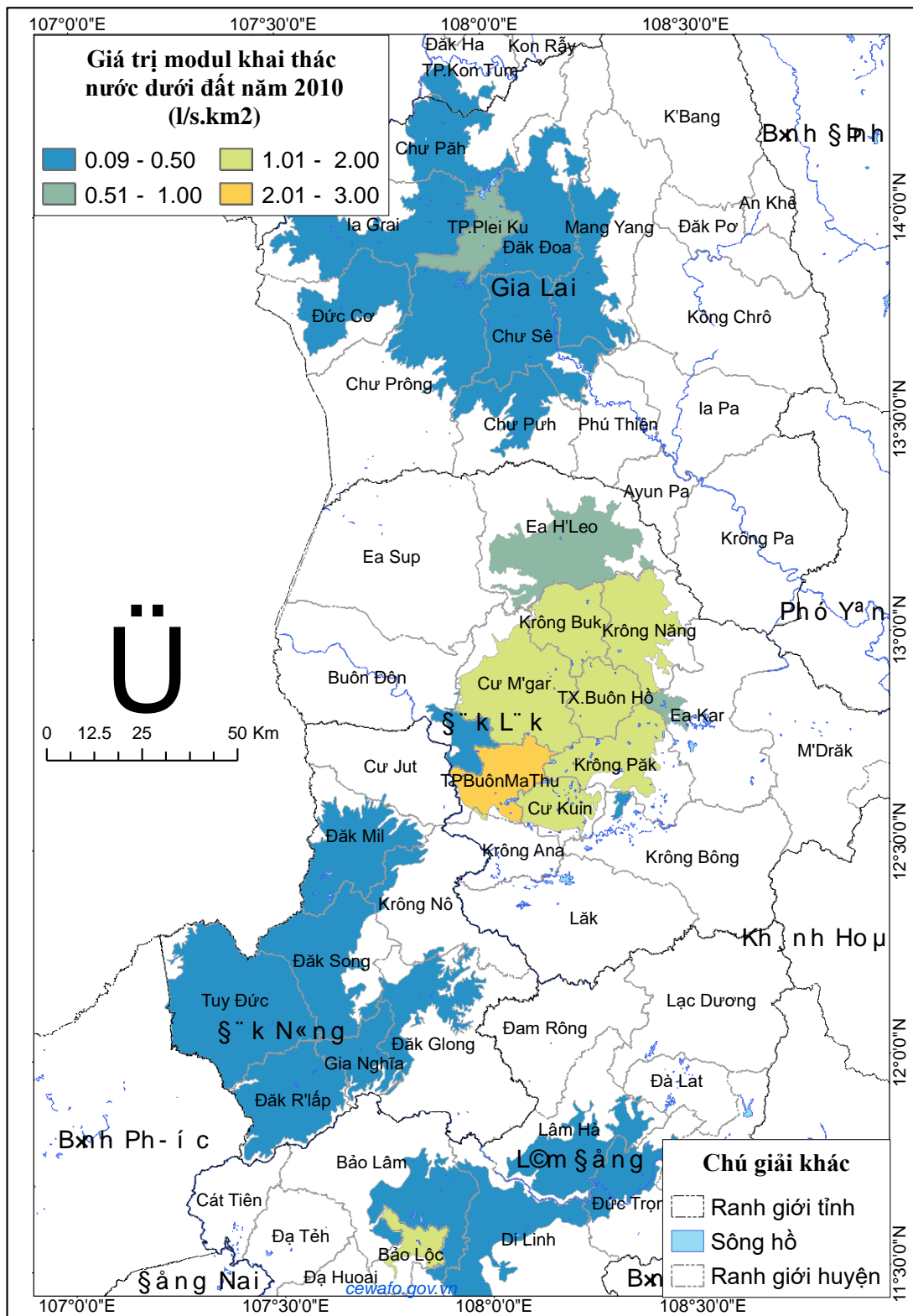
$Q_{KT}$  – lưu lượng khai thác, l/s

$S$  - Diện tích huyện/xã, phường, km<sup>2</sup>

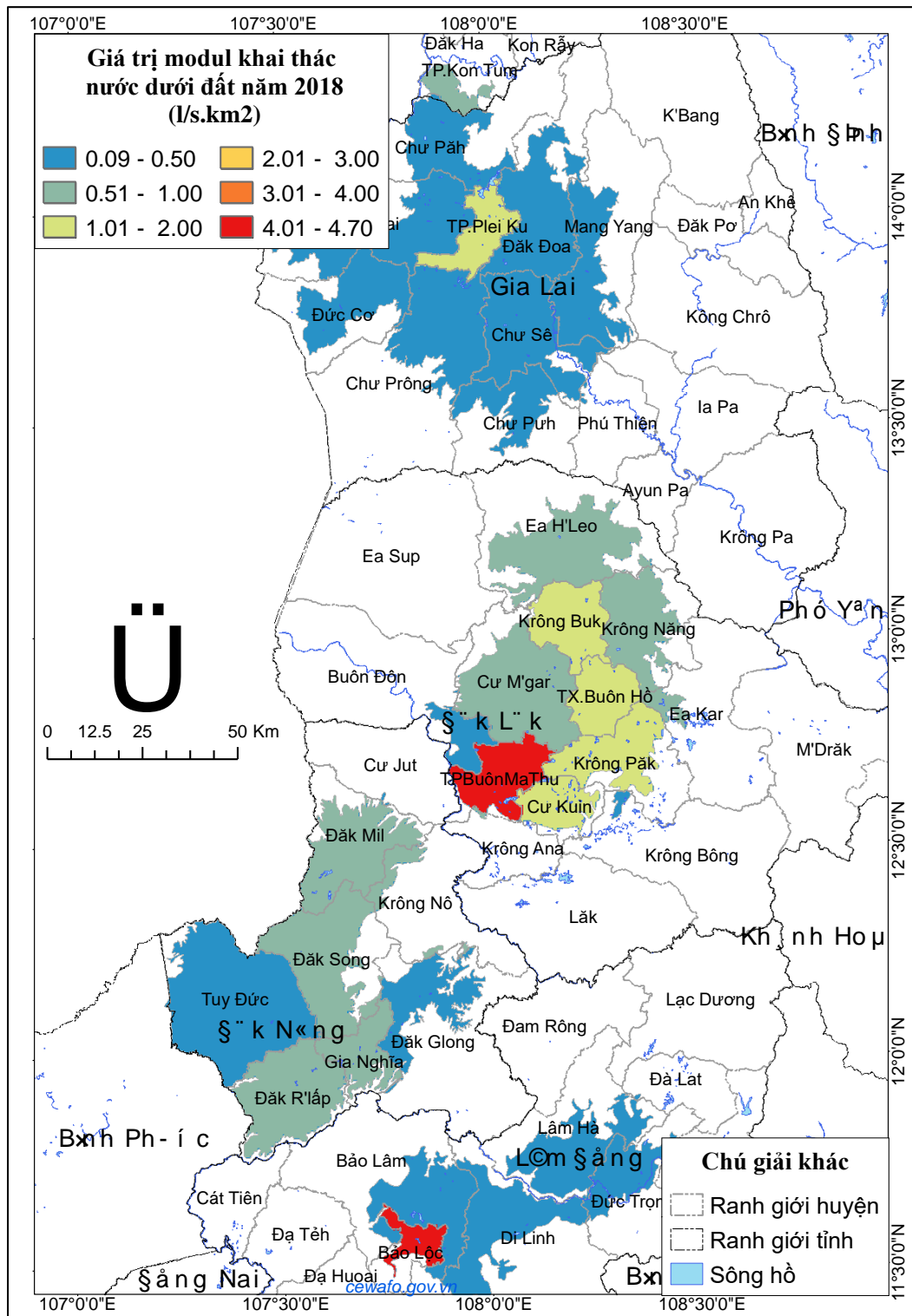
Bảng 26. Bảng tính modul khai thác nước dưới đất trong các thành tạo bazan Tây Nguyên theo huyện

TT	Tỉnh	Huyện	Diện tích, km <sup>2</sup>	Lưu lượng khai thác (l/s)		Modul khai thác (l/s.km <sup>2</sup> )	
				Năm 2010	Năm 2018	Năm 2010	Năm 2018
1	KonTum	TP. KonTum	432,90	140,45	341,91	0,32	0,79
2		Ia H' Draï	980,22	61,23	56,10	0,06	0,06
3		Sa Thầy	1.431,73	145,09	182,99	0,10	0,13
4	Gia Lai	Ia Grai	1.119,60	229,59	433,17	0,21	0,39
5		Đắk Đoa	985,30	189,91	374,82	0,19	0,38
6		Chư Păh	974,58	160,03	336,21	0,16	0,34
7		TP. Pleiku	260,77	130,10	284,54	0,50	1,09
8		Chư Prông	1.693,91	279,37	580,17	0,16	0,34
9		Đức Cơ	721,86	179,89	317,17	0,25	0,44
10		Chư Sê	641,04	146,52	293,40	0,23	0,46
11		Chư Puh	718,92	122,43	288,11	0,17	0,40

TT	Tỉnh	Huyện	Diện tích, km <sup>2</sup>	Lưu lượng khai thác (l/s)		Modul khai thác (l/s.km <sup>2</sup> )		
				Năm 2010	Năm 2018	Năm 2010	Năm 2018	
12		Ia Pa	868,59	93,99	189,35	0,11	0,22	
13		Mang Yang	1.127,18	139,54	271,40	0,12	0,24	
14		Phú Thiện	505,17	119,59	225,24	0,24	0,45	
15	Đắk Lắk	Buôn Đôn	1.410,14	225,85	322,95	0,16	0,23	
16		Krông Ana	355,90	229,00	325,35	0,64	0,91	
17		Cư Kuin	288,30	234,93	314,25	0,81	1,09	
18		Krông Păk	625,76	494,44	651,02	0,79	1,04	
19		Cư M'Gar	824,50	575,27	819,77	0,70	0,99	
20		Krông Bông	1.256,95	336,33	480,62	0,27	0,38	
21		TP. Buôn Ma Thuột	377,10	1.452,13	1.519,59	3,85	4,03	
22		TX. Buôn Hồ	282,60	231,96	443,49	0,82	1,57	
23		Ea H'Leo	1.334,08	631,35	899,47	0,47	0,67	
24		Krông Búk	357,68	294,46	403,51	0,82	1,13	
25		Krông Năng	614,61	389,20	556,22	0,63	0,91	
26		Ea Kar	1037,00	488,02	693,80	0,47	0,67	
27		Đắk Nông	Đắk Song	806,46	130,77	447,71	0,16	0,56
28			Krông Nô	813,74	132,76	458,53	0,16	0,56
29	Đắk Glong		1.447,76	116,75	515,88	0,08	0,36	
30	Đắk Mil		681,58	129,48	419,60	0,19	0,62	
31	Cư Jút		720,70	122,88	301,11	0,17	0,42	
32	TP. Gia Nghĩa		284,11	104,10	232,18	0,37	0,82	
33	Đăk R'lấp		635,67	128,60	391,21	0,20	0,62	
34	Tuy Đức		1.119,25	138,29	482,68	0,12	0,43	
35	Lâm Đồng	TP. Đà Lạt	394,46	130,27	139,46	0,33	0,35	
36		TP. Bảo Lộc	233,15	981,51	1.096,51	4,21	4,70	
37		Di Linh	1.614,18	228,54	273,79	0,14	0,17	
38		Bảo Lâm	1.463,43	165,41	204,48	0,11	0,14	
39		Đơn Dương	611,35	140,60	154,27	0,23	0,25	
40		Đức Trọng	903,62	193,83	226,53	0,21	0,25	
41		Lâm Hà	930,23	180,37	222,05	0,19	0,24	



Hình 5. Modul khai thác nước dưới đất khu vực Tây Nguyên năm 2010



Hình 6. Modul khai thác nước dưới đất khu vực Tây Nguyên năm 2018

Kết quả cho thấy mô đun khai thác tăng ở hầu hết các vùng trên Tây Nguyên tính đến năm 2018 và so với năm 2010, đặc biệt là khu vực thành phố Buôn Ma Thuột và khu vực Bảo Lộc, Lâm Đồng.

Bản đồ suy giảm mực nước dưới đất Tây Nguyên

Bản đồ đánh giá mức độ suy giảm nước dưới đất thời điểm 2010 (Hình 7) và 2018 (Hình 8) được xây dựng dựa trên các đánh giá bằng chỉ số khai thác nước bền vững của UNESCO, được xác định bằng công thức: Lượng nước đang khai thác/Trữ lượng khai thác tiềm năng x 100%

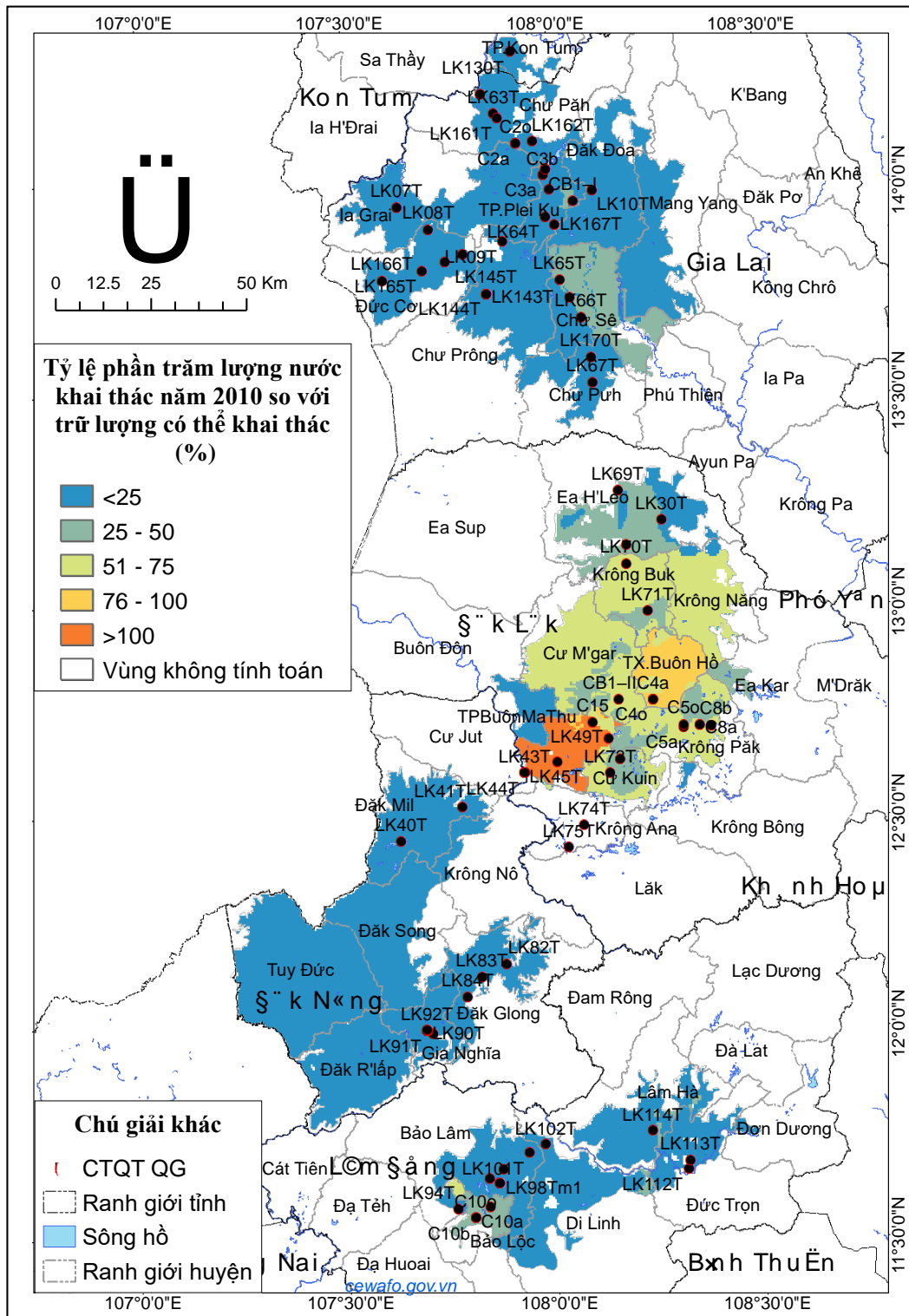
Tiêu chuẩn để đánh giá tính bền vững tài nguyên NĐĐ khi sử dụng chỉ số này được thể hiện ở các kịch bản như sau:

1- Khai thác < Số lượng có khả năng khai thác, chỉ số < 100%: mô tả một vùng có tài nguyên NĐĐ phát triển dưới đến gần đến khả năng và có tiềm năng cho phát triển xa hơn.

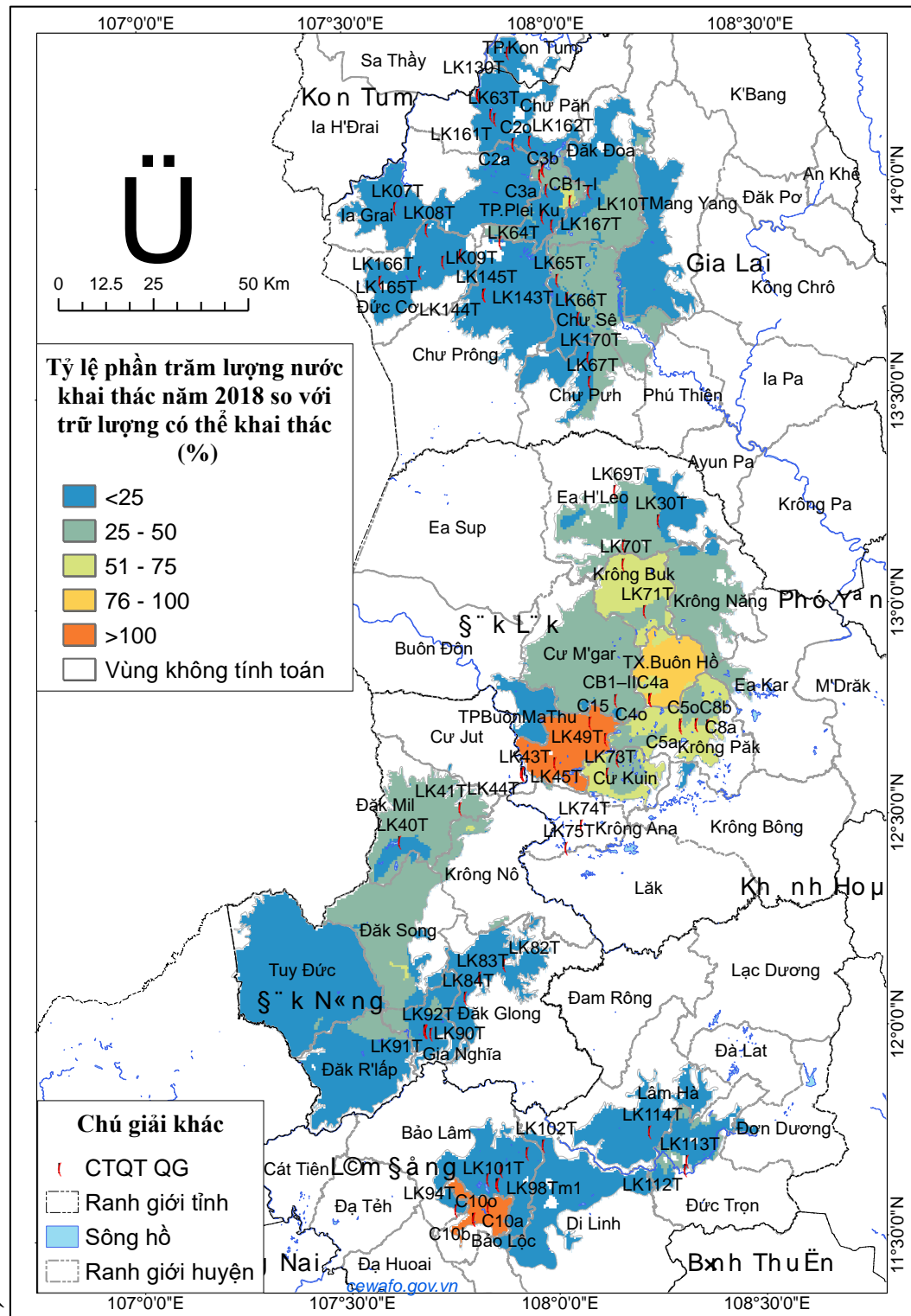
2- Khai thác > Số lượng có khả năng khai thác, chỉ số >100%: mô tả tình trạng của vùng nghiên cứu có tài nguyên NĐĐ khai thác quá mức và cần phải đưa ra các điều kiện bắt buộc trong quản lý tài nguyên nước.

Để phân chia chi tiết mức độ đảm bảo khai thác bền vững NĐĐ, nhóm tác giả chia ra các mức suy giảm như sau:

- Nhỏ hơn 25%: Vùng ít suy giảm
- Từ 25- 50%: Vùng suy giảm yếu
- Từ 50- 75%: Vùng suy giảm trung bình
- Từ 75-100%: Vùng suy giảm mạnh
- Lớn hơn 100%: Vùng suy giảm quá mức



Hình 7. Bản đồ suy giảm nước dưới đất năm 2010 vùng Tây Nguyên



Hình 8. Bản đồ suy giảm nước dưới đất năm 2018 vùng Tây Nguyên

Kết quả cho thấy năm 2018, lượng nước khai thác tăng ở hầu hết các khu vực trên Tây Nguyên, tuy nhiên tại bồn Đăk Lăk vùng Cư M'gar và Krông Năng có xu hướng giảm.

### II.3. Hiện trạng biến động mực nước dưới đất

Để đánh giá sự biến đổi mực NDD trong các thành tạo bazan trong giai đoạn 2000-2019 đề tài dựa vào số liệu quan trắc mực nước của các công trình quan trắc trong tầng chứa nước bazan ( $\beta_{Q_{II}}$ ) và ( $\beta_{N_2-Q_1}$ ) ở Tây Nguyên. Trong quá trình đánh giá sự biến động mực nước dưới đất, chúng tôi tập trung vào đánh giá sự suy giảm hơn là quá trình dâng mực nước.

#### II.3.1. Thực trạng biến động mực NDD tỉnh Kon Tum

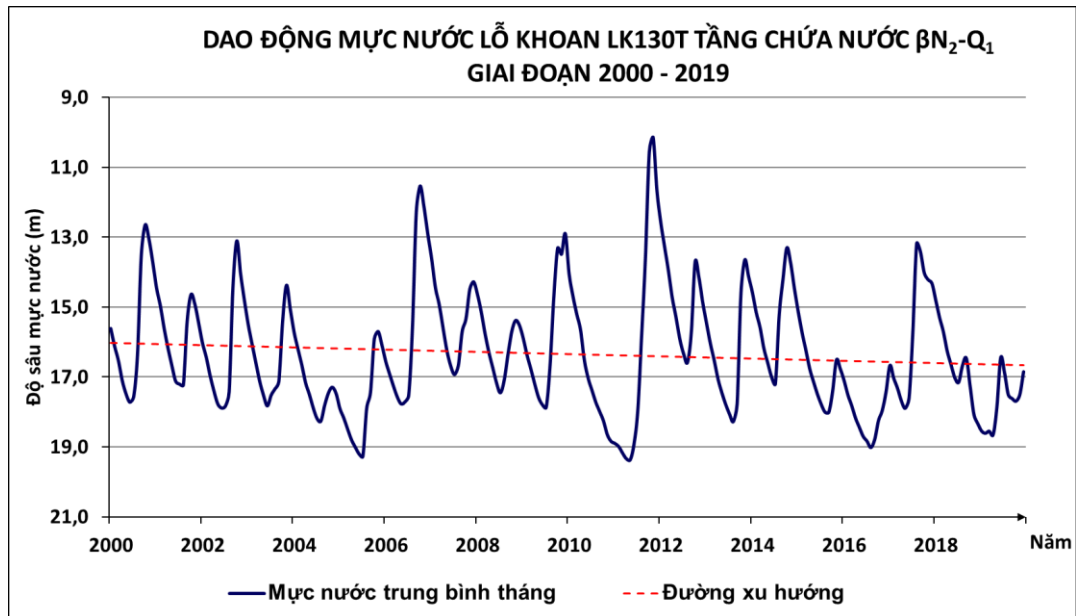
Tại Kon Tum chỉ có 01 lỗ khoan quan trắc mực nước (LK130T) nằm trong tầng chứa nước bazan  $\beta(N_2-Q_1)$ . Mực nước dao động giữa mùa khô và mùa mưa tại lỗ khoan này là rất lớn lên đến 9m vào năm 2011. Mực nước thấp nhất dao động mạnh theo từng năm như năm 2011 đạt 19,34m nhưng năm 2013 đạt 16,5m, chênh nhau gần 3,0m, tương tự mực nước cao nhất cũng dao động mạnh, mực nước cao nhất đạt 10m (năm 2012) và thấp nhất 17,4m (năm 2005), mực nước chênh nhau hơn 7m (Hình 9).

Kết quả quan trắc tại Ia Chim - thành phố Kon Tum (LK130T) mực nước trong giai đoạn 2000-2019 có xu hướng suy giảm 0,62 m, mực nước thấp nhất 19,34m, 19,2m và 19,0m được ghi nhận tại các năm 2011, 2005, và 2016 và có tính chu kỳ khoảng 5 năm (Hình 9). Đặc trưng suy giảm mực nước tầng chứa nước  $\beta(N_2-Q_1)$  thể hiện tại Bảng 27. Kết quả trung bình tháng theo giai đoạn 5 năm (Hình 10) cho thấy sự hạ thấp mực nước tại lỗ khoan này không rõ ràng. Mực nước trung bình tháng của 5 năm cuối có xu hướng ổn định nằm ngang cho dao động quanh độ sâu 17m, đặc biệt các tháng mùa mưa không có sự dâng cao theo qui luật thông thường, thể hiện sự bất bình thường nhưng chưa rõ nguyên nhân.

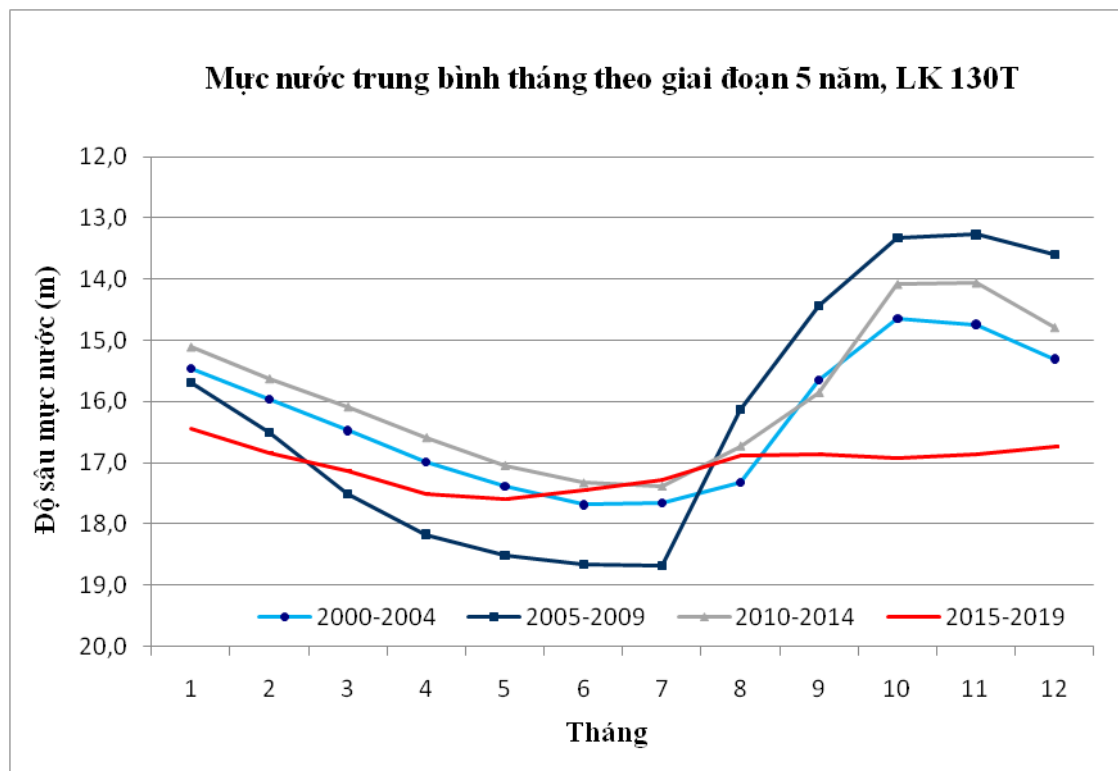
Bảng 27. Đặc trưng suy giảm mực nước tầng chứa nước  $\beta(N_2-Q_1)$

Chiều sâu mực nước TB giai đoạn (m)	LK130
2000-2019	16,34
2000-2004	16,28
2005-2009	16,14
2010-2014	15,89
2015-2019	17,04
<b>Mực nước thấp nhất</b>	<b>19,34</b>





Hình 9. Mực nước tại các lỗ khoan có xu hướng giảm, tỉnh Kon Tum



Hình 10. Mực nước trung bình tháng theo giai đoạn 5 năm, tầng chứa nước bazan  $\beta(N_2-Q_1)$

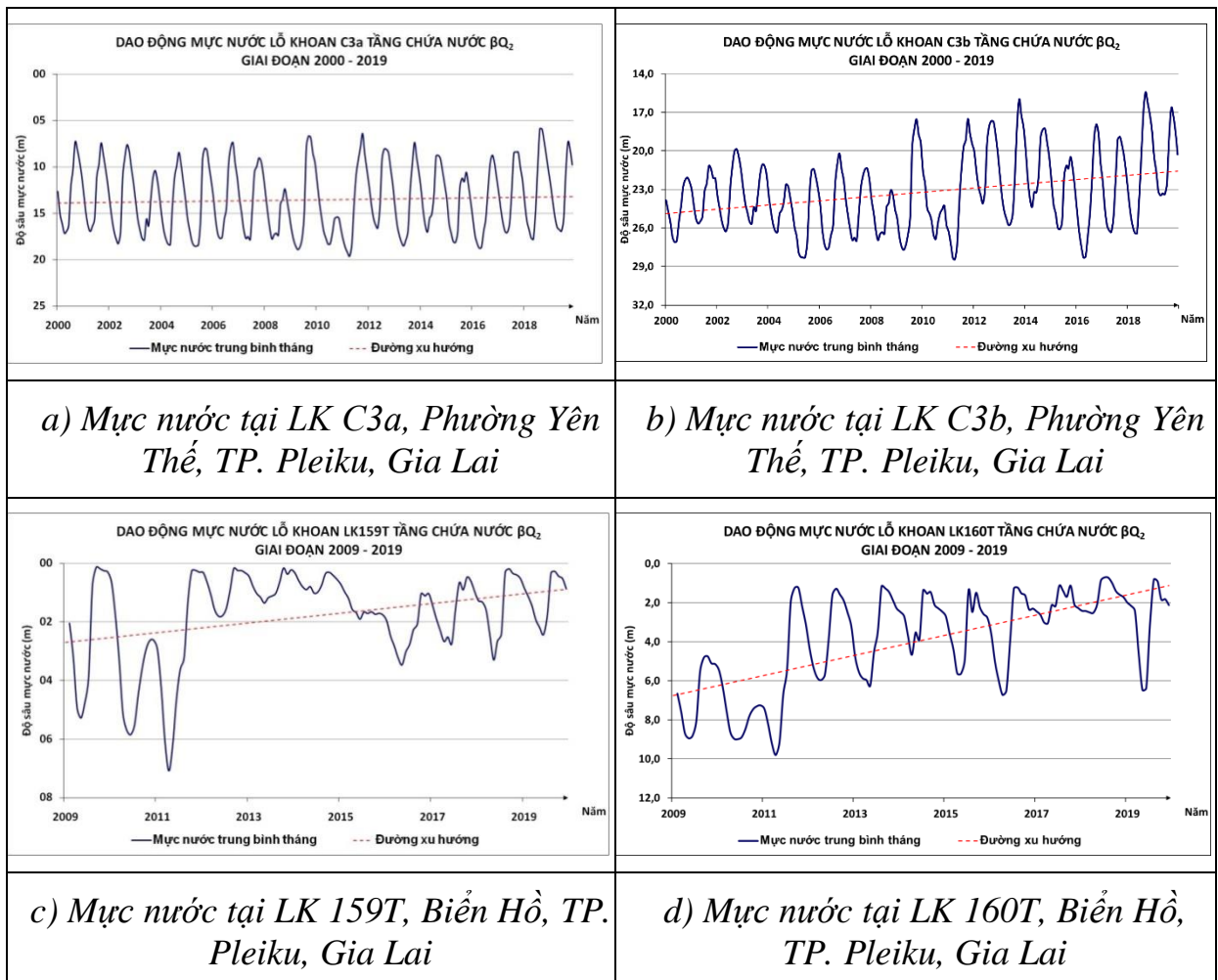
### II.3.2. Thực trạng biến động mực NĐĐ tỉnh Gia Lai

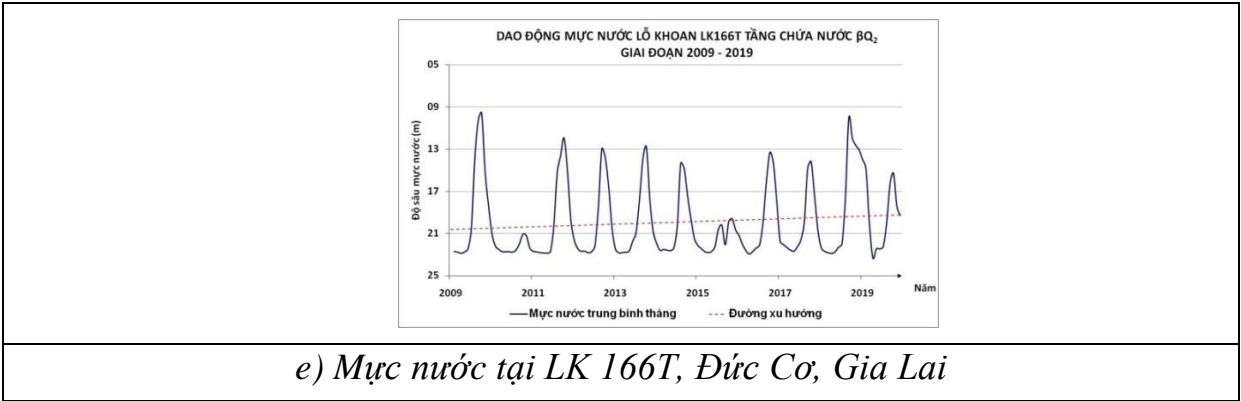
#### II.3.2.1. Tầng chứa nước khe nứt - lỗ hồng phun trào bazan Pleistocen $\beta Q_{II}$

Tầng chứa nước khe nứt - lỗ hồng phun trào bazan Pleistocen  $\beta Q_{II}$  có 13 lỗ khoan quan trắc mực nước và 01 quan trắc lưu lượng mạch lộ.

*a. Mức nước dưới đất các lỗ khoan có xu hướng tăng*

Trên địa bàn tỉnh Gia Lai có 05/13 lỗ khoan quan trắc có mực nước tăng theo thời gian, chiếm 38% số lỗ khoan quan trắc trong tỉnh, đó là các lỗ khoan có ký hiệu C3a; C3b; LK159T; LK160T và LK166T. Các lỗ khoan C3a; C3b có mực nước tăng từ 0,3m - 3,5m trong thời gian từ năm 2000 - 2019. Các lỗ khoan LK159T và LK166T có mực nước tăng từ 1,1m - 1,8m (Hình 11c, Hình 11e), riêng lỗ khoan LK160T tăng 5,11m (Hình 11d) trong thời gian từ năm 2009 - 2019. Những lỗ khoan có mực nước tăng mạnh LK159T, LK160T đều nằm gần hồ chứa nước Biển Hồ và chúng có mối quan hệ thủy lực với Biển Hồ. Riêng lỗ khoan (C3b) tại xã phường Yên Thế, Tp. Pleiku mực nước có xu hướng tăng mạnh là do chịu ảnh hưởng của hồ thủy lợi được đưa vào hoạt động từ năm 2016.

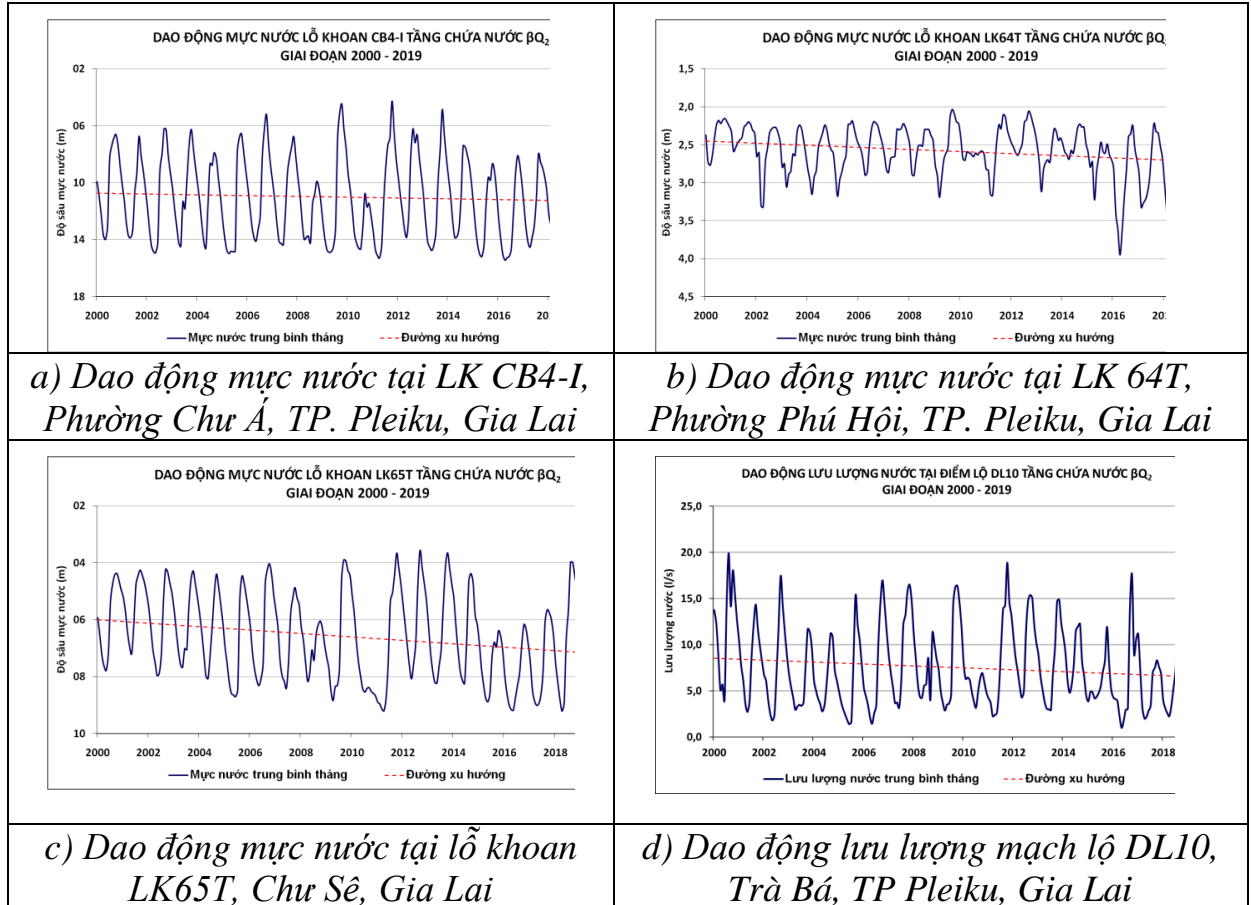




Hình 11. Mực nước tại các lỗ khoan có xu hướng tăng, tỉnh Gia Lai

**b. Mực nước dưới đất các lỗ khoan có xu hướng giảm**

Trong 13 lỗ khoan quan trắc có 8/13 lỗ khoan có mực nước giảm từ 0,3m - 1,4m điển hình là cụm lỗ khoan CB4-1 và lỗ khoan LK64T, LK65T (Hình 12 a,b,c) và 01 mạch lộ DL10 có lưu lượng giảm 2 l/s (Hình 12d) trong giai đoạn 2000-2019. Mực nước dưới đất có xu hướng giảm từ 0,3m - 1,4 m trong giai đoạn 2000-2019. Mực nước thấp nhất ghi nhận được của các lỗ khoan đều có sự biến động mạnh, đặc biệt là các năm 2009 và 2011, mực nước cao nhất chênh lệch so với các năm lên tới 6m. Mực nước thấp nhất được ghi nhận vào mùa khô 2016 (Hình 12 a,b,d).



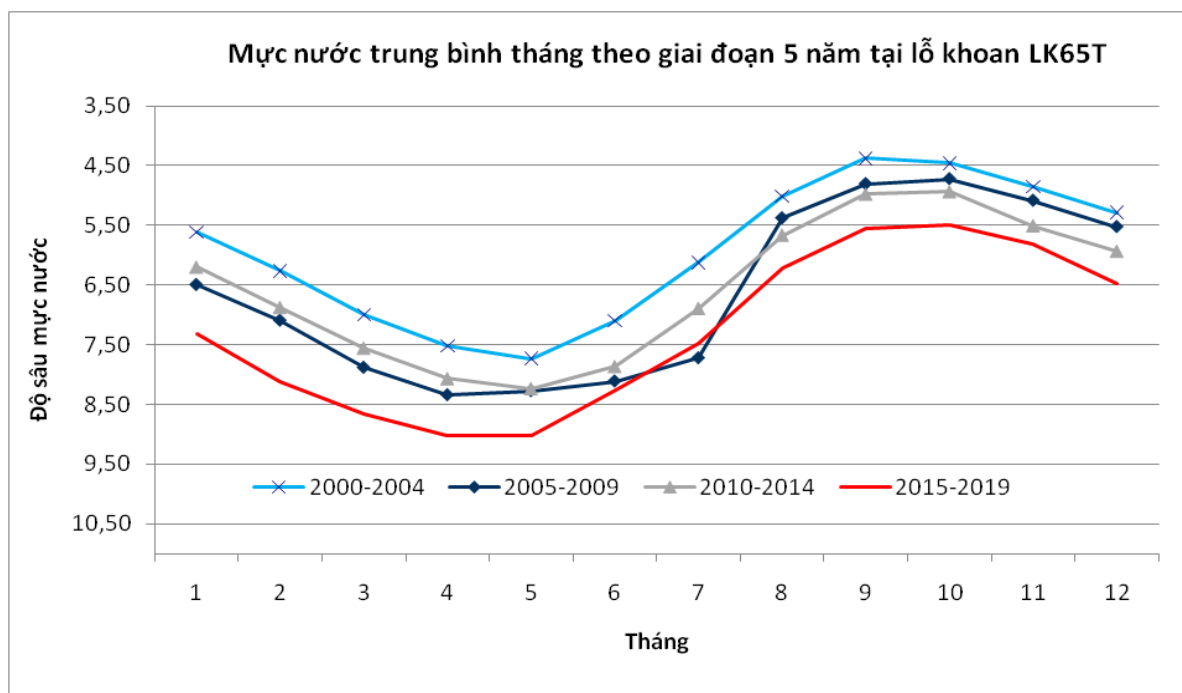
Hình 12. Mực nước tại các lỗ khoan có xu hướng giảm, tỉnh Gia Lai

Để đánh giá sự suy giảm mực nước dưới đất trong các giai đoạn 5 năm, đề tài lựa chọn các lỗ khoan CB4 – I, LK65T có sự suy giảm lớn để đánh giá. Các đặc trưng của mực nước theo giai đoạn được thể hiện ở Bảng 28. Kết quả cho thấy mực nước trung bình 5 năm có giảm dần nhưng mức giảm không nhiều, trong đó giai đoạn 2015-2019 mực nước trung bình giảm mạnh nhất so với giai đoạn 2010-2014 lên tới 0,7m.

Bảng 28. Đặc trưng suy giảm mực nước tầng chứa nước  $\beta Q_{II}$

Chiều sâu mực nước TB giai đoạn (m)	CB4 - I	LK65T
2000-2019	11,02	6,58
2000-2004	10,59	5,95
2005-2009	11,08	6,62
2010-2014	10,87	6,56
2015-2019	11,39	7,29
<b>Mực nước thấp nhất</b>	<b>15,45</b>	<b>9,18</b>

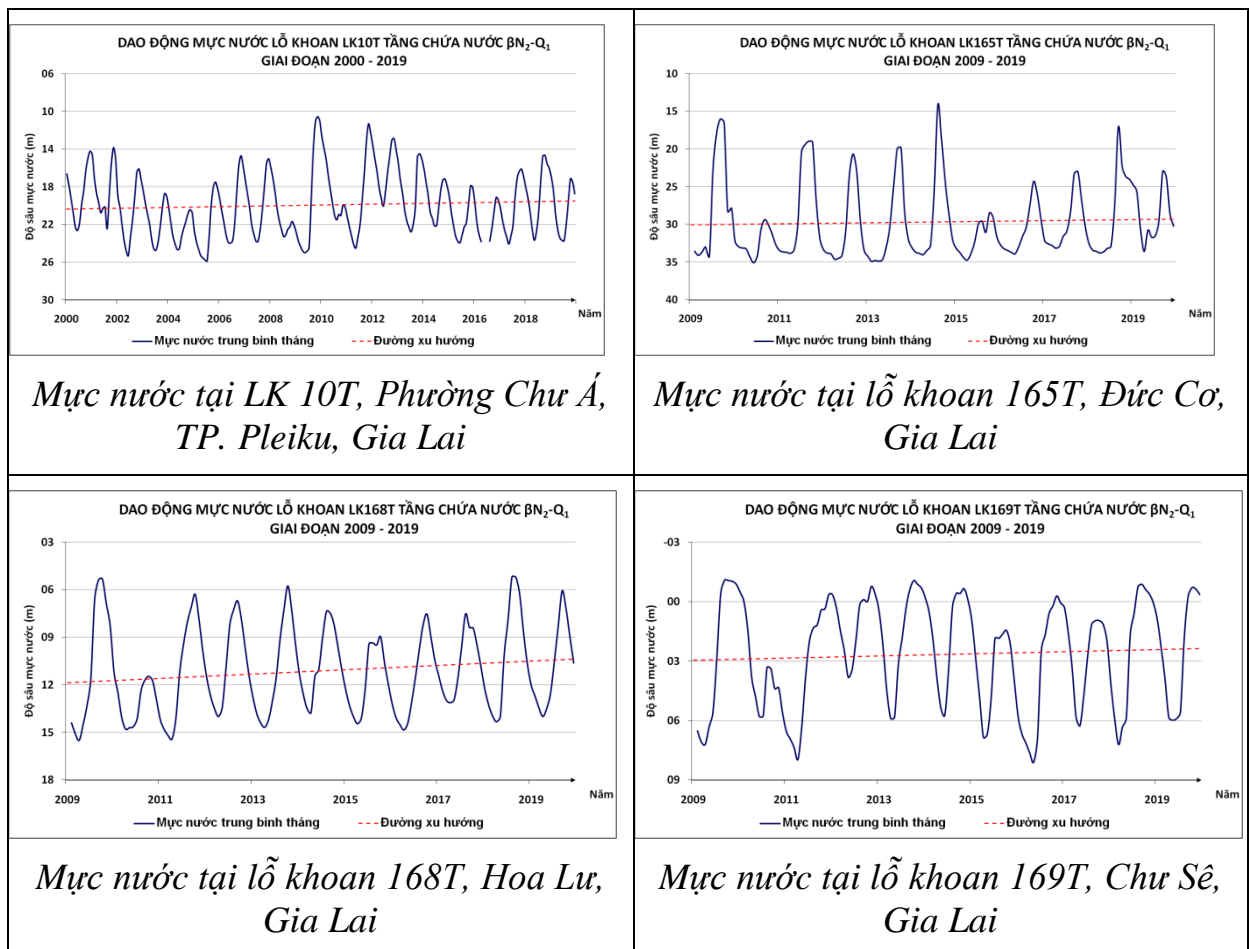
Mực nước trung bình tháng cho giai đoạn 5 năm 2000-2004, 2005-2009, 2010-2014 và 2015-2019 tại lỗ khoan 65T cho thấy mực nước trung bình tháng có xu hướng hạ thấp dần khoảng 0,5m cho mỗi giai đoạn, đặc biệt giai đoạn 2015-2019 có mức độ hạ thấp đáng kể so với giai đoạn 2010-2014 là gần 1,0m (Hình 13).



Hình 13. Mực nước trung bình tháng theo giai đoạn 5 năm lỗ khoan LK65T tại Chư Prông, Gia Lai.

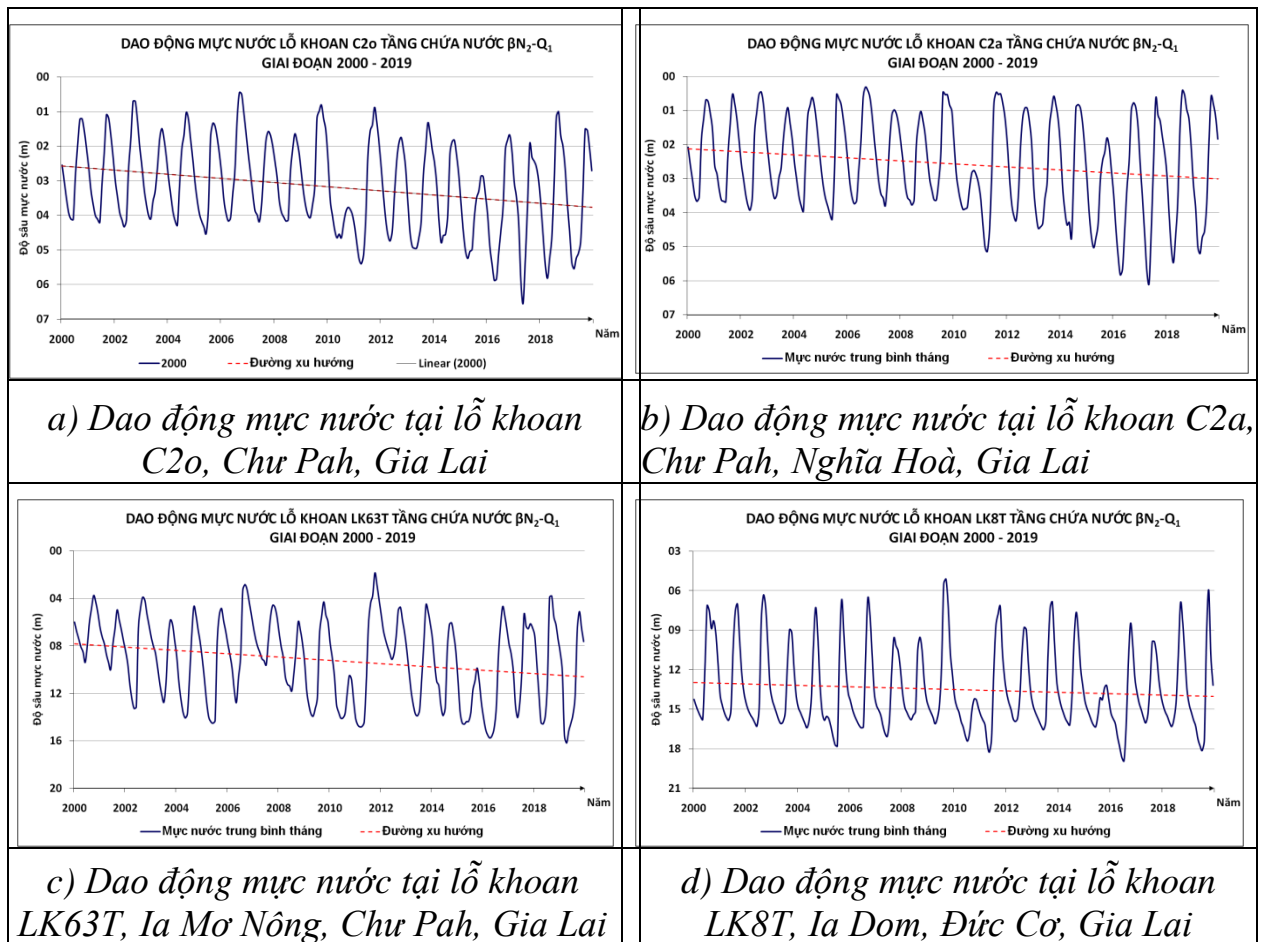
### II.3.2.2. Tầng chứa nước khe nứt - lỗ hổng phun trào bazan Pliocen - Pleistocen $\beta(N_2-Q_1)$

Tầng chứa nước trong thành tạo bazan  $\beta(N_2-Q_1)$  thuộc tỉnh Gia Lai là tầng chứa nước chính đã và đang được khai thác rộng khắp trên địa bàn tỉnh. Trong tầng chứa nước này có 25 công trình quan trắc, bao gồm 22 lỗ khoan và 3 điểm lộ. Trong đó có 3 điểm lộ có lưu lượng dao động lớn giữa các năm và vào mùa khô hầu như các mạch lộ này rất ít nước đặc biệt năm 2016 xảy ra hạn hán không có nước. Mức nước tại 5 lỗ khoan trong giai đoạn 2000-2019 có xu hướng không thay đổi tại các lỗ khoan LK7T, LK9T, LK60T, LK66T, LK67T và 6 lỗ khoan trong giai đoạn 2009-2019 gồm LK143T, LK144T, LK145T, LK161T, LK162T, LK163T. Có 04 lỗ khoan (LK10T, LK165T, LK168T, LK169T) mức nước tăng từ 0,73m (LK165T) đến 1,46m (LK168T) (Hình 14). Mức nước dao động theo mùa tại các lỗ khoan có mức nước dâng là tương đối lớn lên đến 20m. Các lỗ khoan này nằm gần các hồ chứa nước Chư Sê và khu vực miệng núi lửa âm nên có thể có quan hệ thủy lực với các hồ chứa này, đặc biệt là lỗ khoan 168T mức nước tăng trên 1,46m trong giai đoạn 2009-2019.



Hình 14. Mức nước tại các lỗ khoan có xu hướng tăng, tỉnh Gia Lai

Số lượng lỗ khoan có mực nước dưới đất giảm là 10 lỗ khoan (46%), mực nước giảm từ 0,5m đến trên 2,8m, điển hình là các lỗ khoan C2a (-0,69m), C2o (-1,39m), LK63(-2,78m), LK8T (-0,70) (Hình 15 abcd, Bảng 29).



Hình 15. Dao động mực nước các lỗ khoan thuộc tầng chứa nước Pliocen - Pleistocen có xu hướng giảm tại Gia Lai

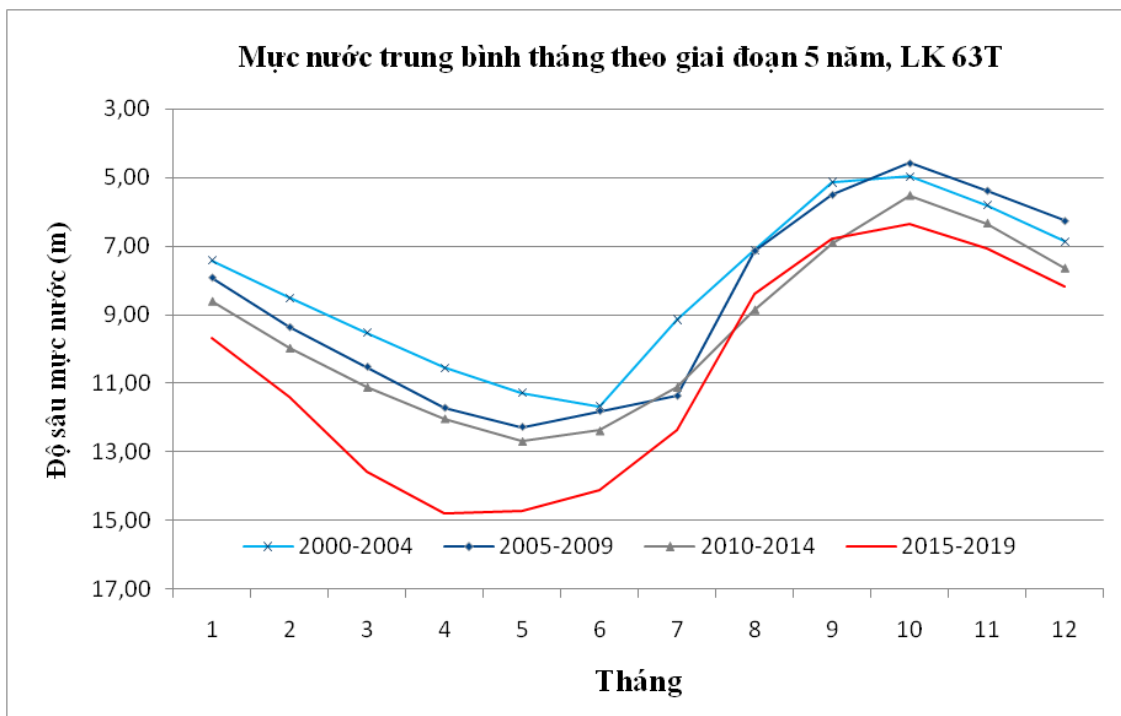
Mực nước dưới đất hạ thấp nhất trùng với thời gian hạn hán nghiêm trọng xảy ra vào năm 2005, 2011 và 2016, tần xuất diễn ra hạn hán xảy ra mau hơn trong 5 năm trở lại đây (Hình 16). Đặc trưng mực nước suy giảm được thể hiện trong Bảng 29. Kết quả cho thấy mực nước trung bình 5 năm có giảm dần, trong đó giai đoạn gần đây 2010-2014, 2015-2019 mực nước trung bình giảm mạnh nhất từ 0,4-0,7m, đặc biệt LK63T mực nước giai đoạn 2014-2019 hạ thấp 1,19 m so với giai đoạn 2010-2014.

Bảng 29. Đặc trưng suy giảm mực nước tầng chứa nước  $\beta(N_2-Q_1)$

Chiều sâu mực nước TB giai đoạn (m)	C2o	C2a	LK63T	LK8T
2000-2019	3,17	2,57	9,22	13,50
2000-2004	2,74	2,24	8,17	12,85

2005-2009	2,81	2,27	8,65	13,37
2010-2014	3,41	2,68	9,43	13,67
2015-2019	3,77	3,08	10,62	14,13
Mức nước thấp nhất	6,55	5,83	15,76	16,04
Xu thế hạ thấp giai đoạn 2000-2019				

Độ sâu mực nước dưới đất trung bình của các tháng trong giai đoạn 2000-2004, 2005-2009, 2010-2014 và 2015-2019 tại lỗ khoan LK63 có mực nước suy giảm lớn cho thấy mực nước trung bình tháng có xu hướng giảm dần khoảng 0,5m cho mỗi giai đoạn. Đặc biệt giai đoạn 2010-2019 mực nước hạ thấp lớn vào mùa khô lên đến 2m so với giai đoạn 2010-2014 (Hình 16)



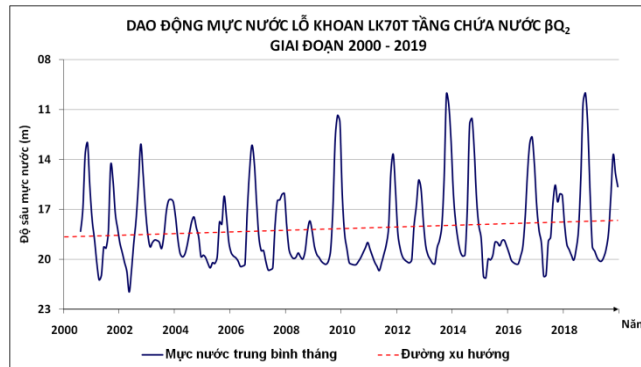
Hình 16. Dao động mực nước trung bình giai đoạn 5 năm tại lỗ khoan LK63T

### II.3.3. Thực trạng biến động mực NDD tỉnh Đắk Lắk

#### II.3.3.1. Tầng chứa nước khe nứt - lỗ hổng phun trào bazan Pleistocen ( $\beta Q_{II}$ )

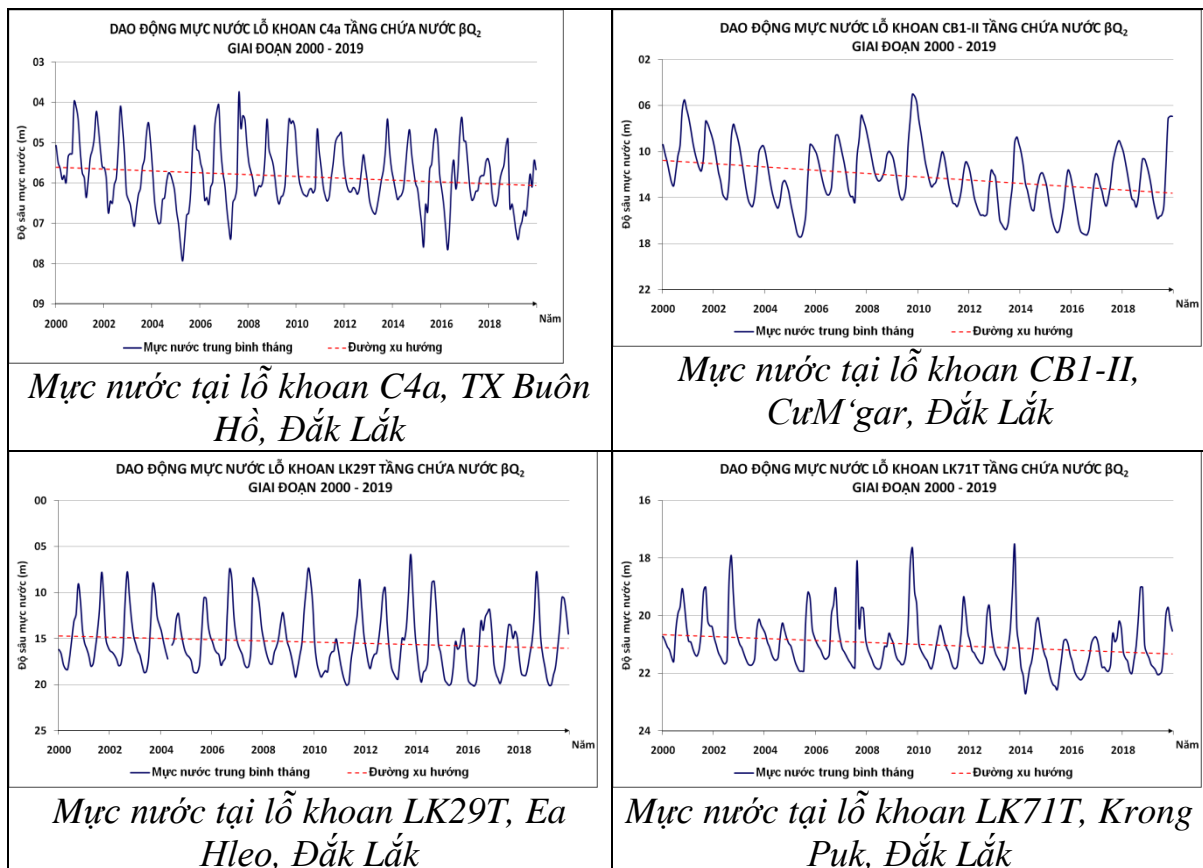
Trong thành tạo bazan Pleistocen ( $\beta Q_{II}$ ) có 13 công trình quan trắc, trong đó có 01 là mạch lộ. Mực nước dưới đất dao động theo mùa và năm mạnh từ 2 - 15m trong giai đoạn 2000-2019. Các lỗ khoan có mực nước nước dưới đất dao động trên 10m nằm ở thành phố Buôn Ma Thuột và huyện Ea Hleo (LK70T, LK29T).

Mức nước trong lỗ khoan cao nhất và thấp nhất giữa các năm dao động lớn từ 1 - 3m. Theo tài liệu quan trắc mức nước dưới đất từ năm 2000 đến năm 2019 cho thấy có hai lỗ khoan (LK74T, LK75T) mức nước ổn định (dao động <0,3m); 01 lỗ khoan LK70T có mức nước tăng 0,7m.



*Hình 17. Mức nước tại các lỗ khoan LK70 có xu hướng tăng tại tỉnh Đắk Lắk*

Mức nước có xu hướng giảm tại 9/12 lỗ khoan, trong đó các lỗ khoan tại Krong Ana và Cư Mgar mức nước hạ thấp từ 0,7 đến hơn 2,8m, thể hiện rõ nét ở LK C4a (-0,7m), cụm lỗ khoan CB(1-5-II) (-2,8m), LK 29T(-1,4m), LK 71T(-0,7m) và LK76T(-0,7m) (Hình 18).



*Hình 18. Mức nước tại các lỗ khoan có xu hướng giảm tại tỉnh Đắk Lắk*

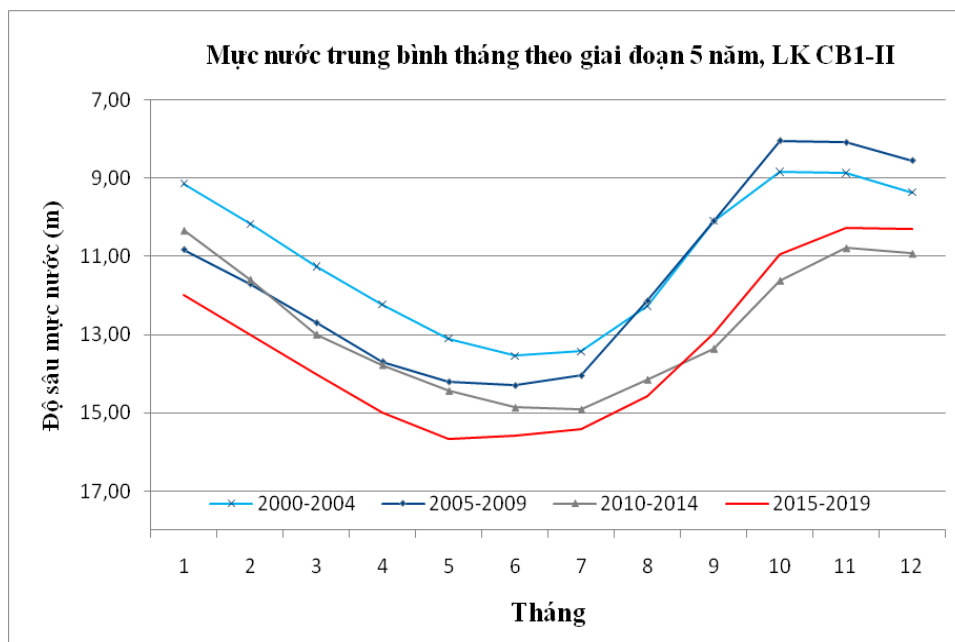


Mức nước dưới đất hạ thấp ghi nhận thời gian hạn hán nghiêm trọng xảy ra vào 2005, 2013, 2015 và 2016, tần xuất diễn ra hạn hán xảy ra mau hơn trong 5 năm trở lại đây (Hình 19). Đặc trưng mực nước suy giảm được thể hiện trong Bảng 30. Kết quả cho thấy mực nước trung bình 5 năm có giảm dần nhưng mức giảm không nhiều khoảng 0,3m, trong đó hai lỗ khoan CB1-II và LK29T có mức giảm lớn từ 0,5-1,0m trong giai đoạn gần đây 2010-2014, 2015-2019.

Bảng 30. Đặc trưng suy giảm mực nước tầng chứa nước ( $\beta Q_{II}$ ) tỉnh Đắk Lắk

Chiều sâu mực nước TB giai đoạn (m)	C4a	CB1-II	LK29T	LK71T
2000-2019	5,84	12,17	15,39	20,99
2000-2004	5,69	11,03	14,82	20,72
2005-2009	5,74	11,53	14,79	20,84
2010-2014	5,84	12,81	15,63	21,06
2015-2019	6,02	13,31	16,32	21,34
Mức nước thấp nhất	7,66	17,21	20,13	22,23
Xu thế hạ thấp giai đoạn 2000-2019				

Độ sâu mực nước dưới đất trung bình của các tháng trong giai đoạn 2000-2004, 2005-2009, 2010-2014 và 2015-2019 tại lỗ khoan CB1-II có suy giảm lớn, và có xu hướng giảm dần gần 1,0m cho mỗi giai đoạn (Hình 19).

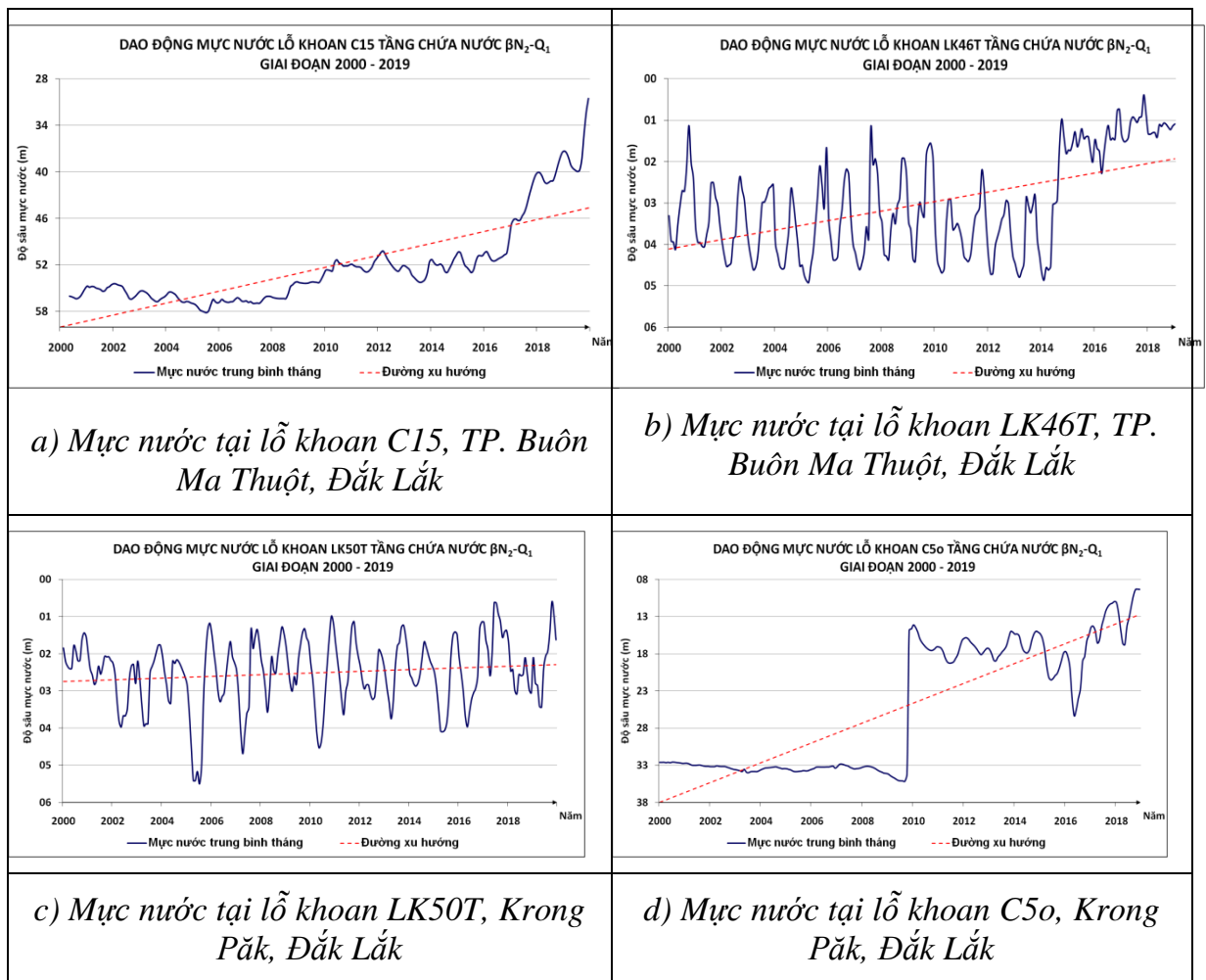


Hình 19. Dao động mực nước trung bình giai đoạn 5 năm tại lỗ khoan CB1-II

### II.3.3.2. Tầng chứa nước khe nứt - lỗ hổng phun trào bazan Pliocen - Pleistocen $\beta(N_2-Q_1)$

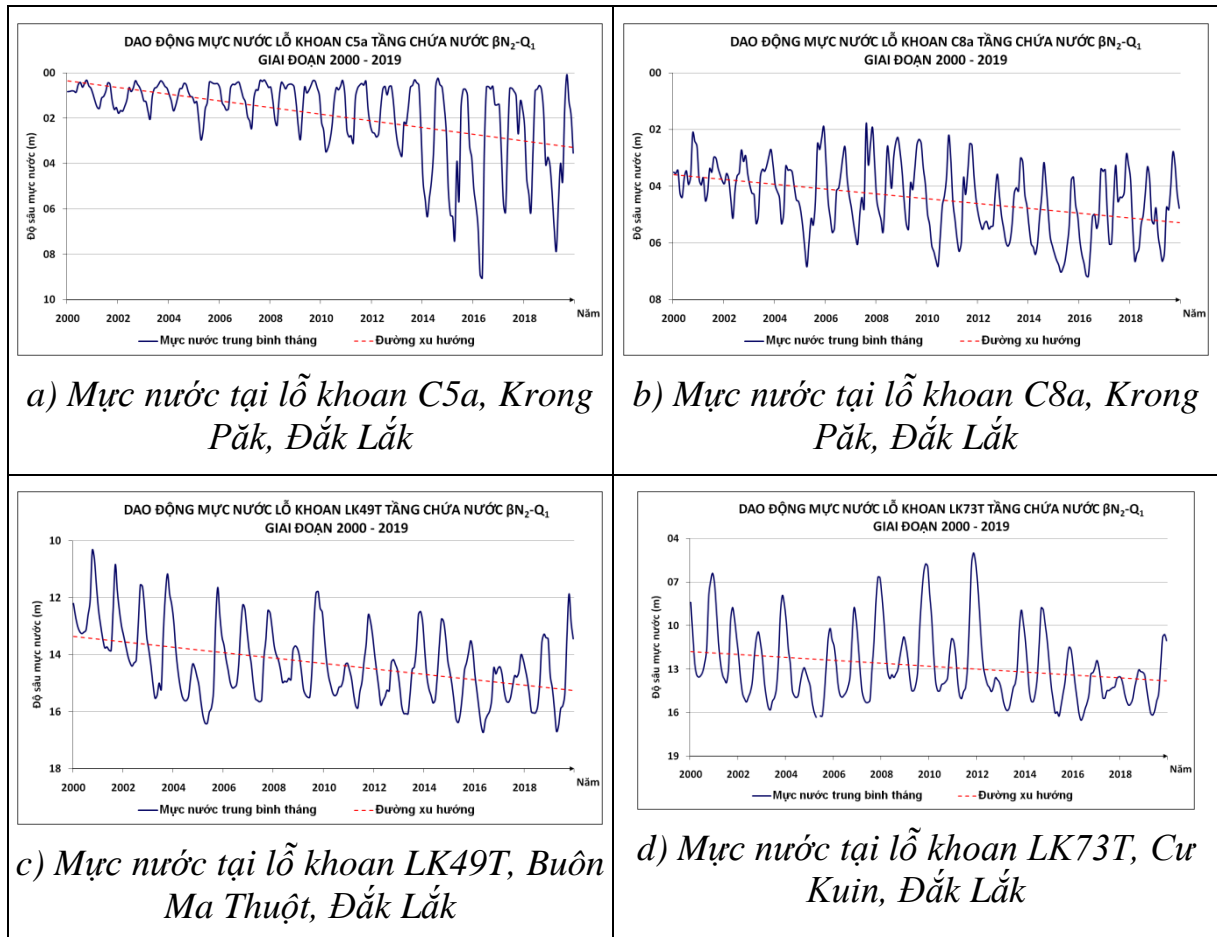
Trong thành tạo bazan Pliocen - Pleistocen  $\beta(N_2-Q_1)$  có 14 lỗ khoan quan trắc cho thấy mực nước dưới đất dao động lớn giống như trong thành tạo bazan Pleistocen ( $\beta Q_{II}$ ), trong đó có 1 lỗ khoan có mực nước ổn định (LK69T), 04 lỗ khoan mực nước tăng và 9 lỗ khoan có mực nước giảm. Các lỗ khoan có mực nước dao động lớn nằm ở khu vực Buôn Ma Thuột và Krông Ana. Mực nước trung bình cao nhất và thấp nhất giữa các năm trong lỗ khoan dao động từ 1-5m.

Các lỗ khoan có mực nước tăng gồm lỗ khoan C15, C5o, LK48T và LH50T. Các lỗ khoan có mực nước tăng thường là do ảnh hưởng của hồ chứa, đập thủy lợi có xu hướng tăng cụ thể tại Hòa Phú, TP. Buôn Ma Thuột (LK48T) tăng 1,6m tại xã Ea Knuéc, huyện Krông Pắc (LKC5o, Hình 20d) tăng 7,5 m trong giai đoạn 2000-2018, do từ năm 2010 chịu ảnh hưởng của hồ Ea Nhái ở thượng lưu nên mực nước có xu hướng tăng rõ rệt. Đặc biệt lỗ khoan C15 có mực nước dâng trên 8m (Hình 20a). Đây là một trong những giải pháp tốt để bổ cập cho nước dưới đất từ việc xây dựng các hồ, đập chứa nước.



Hình 20. Dao động mực nước tại các lỗ khoan có xu hướng tăng ở tỉnh Đắk Lắk

Mức nước dưới đất từ năm 2000 đến năm 2019 có xu hướng giảm tại 9/14 lỗ khoan từ 0,7-2,8m, thể hiện rõ nét tại các cụm lỗ khoan C8a (-1,39m), C5a (-2,8m), LK49T (-2,1m) và LK73T (-2,0m) (Hình 21 a,b,c,d).



*Hình 21. Mức nước tại các lỗ khoan có xu hướng giảm, tỉnh Đắk Lắk*

Các năm có mực nước dưới đất hạ thấp nhất ghi nhận thời gian hạn hán nghiêm trọng giống nước dưới đất trong thành tạo bazan Pleistocen ( $\beta Q_{II}$ ) và đặc biệt trong 5 năm trở lại đây, mực nước hạ thấp rất lớn trong mùa khô so với các năm trước đó (Hình 22). Tại lỗ khoan C5a mực nước cao khá ổn định và gần mặt đất, chứng tỏ nước dưới đất được phục hồi tốt trong thời kỳ mùa mưa, mặc dù mùa khô trong vài năm trở lại đây mực nước xuống thấp, như năm 2016 sâu tới 10m.

Đặc trưng mực nước suy giảm được thể hiện trong Bảng 31. Kết quả cho thấy mực nước trung bình 5 năm có giảm dần nhưng mức giảm khoảng 0,4-1,7m, trong đó hai lỗ khoan C5a và LK73T có mức giảm lớn từ 0,9-1,7m trong giai đoạn gần đây 2010-2014, 2015-2019.

Bảng 31. Đặc trưng suy giảm mực nước tầng chứa nước  $\beta(N_2-Q_1)$  tại Đắk Lắk

Chiều sâu mực nước TB giai đoạn (m)	C8a	C5a	LK49T	LK73T
2000-2019	4,44	1,82	14,31	12,8
2000-2004	3,74	0,94	13,40	12,29
2005-2009	4,02	1,06	14,25	12,31
2010-2014	4,87	1,96	14,60	12,42
2015-2019	5,11	3,33	15,00	14,17
<b>Mực nước thấp nhất</b>	<b>7,18</b>	<b>9,04</b>	<b>16,04</b>	<b>16,52</b>

Độ sâu mực nước dưới đất trung bình của các tháng trong giai đoạn 2000-2004, 2005-2009, 2010-2014 và 2015-2019 tại lỗ khoan C5a có mực nước suy giảm lớn cho thấy mực nước trung bình tháng mùa khô có xu hướng giảm và càng ngày càng lớn khoảng từ 1-3,0m. Đặc biệt trong giai đoạn 2014-2019 mực nước hạ thấp lớn vào mùa khô lên đến trên 3m so với giai đoạn 2010-2014 (Hình 22).



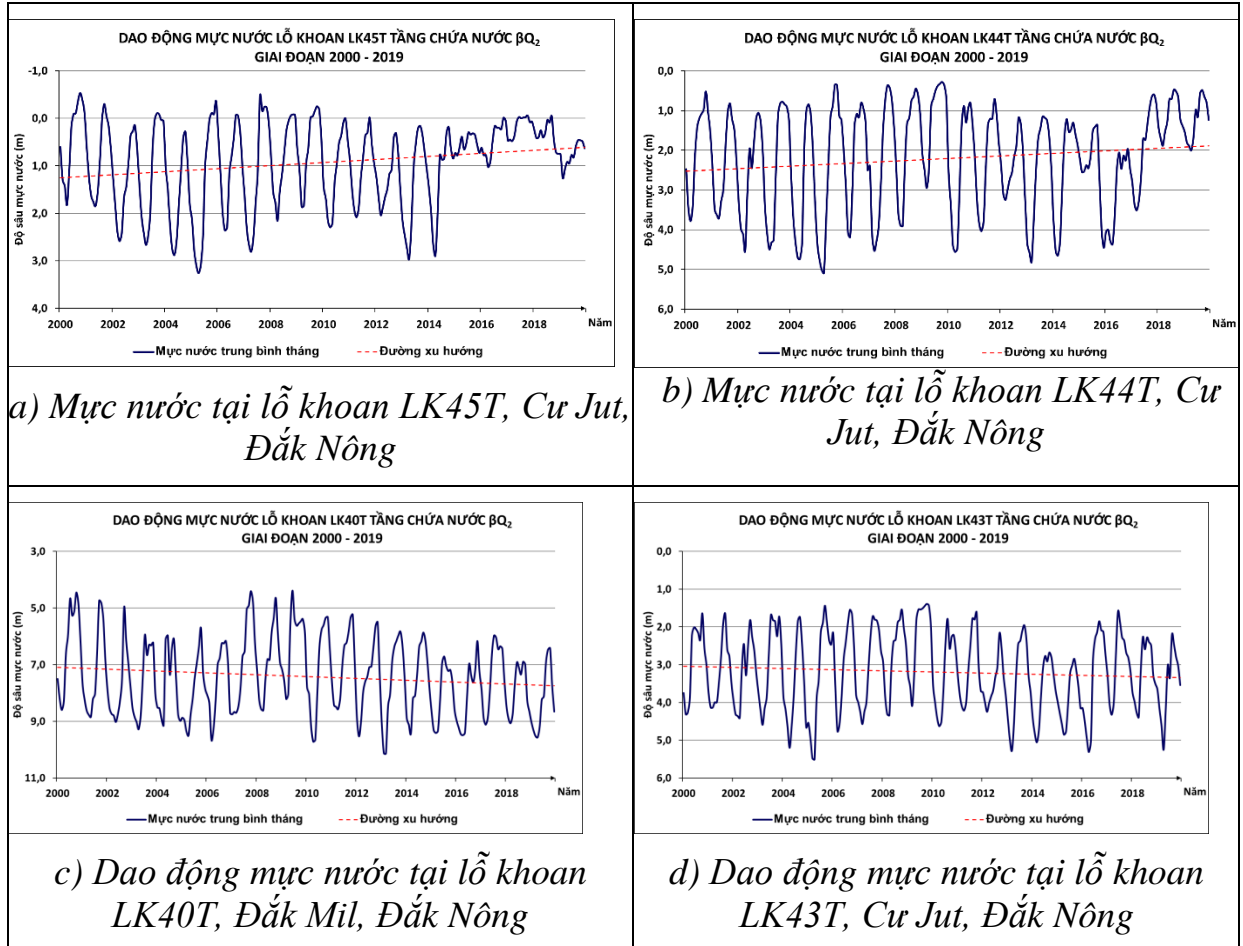
Hình 22. Dao động mực nước trung bình giai đoạn 5 năm tại lỗ khoan C5a

### II.3.4. Thực trạng biến động mực NĐĐ tỉnh Đắk Nông

#### II.3.4.1. Tầng chứa nước khe nứt - lỗ hồng phun trào bazan Pleistocen ( $\beta Q_{II}$ )

Trong tầng chứa nước này tại Đắk Nông có 04 lỗ khoan quan trắc, trong đó hai lỗ khoan (LK44T, LK45T) có xu thế tăng nhẹ từ 0,5-1,0m (Hình 23a,b) và hai lỗ khoan (LK40T, LK43T) mực nước có xu thế giảm không nhiều dưới

1m trong giai đoạn 2000-2019 (Hình 23c,d). Nhìn chung biến động mực nước dưới đất trong thành tạo bazan Pleistocen ( $\beta Q_{II}$ ) tại Đắk Nông nhỏ, các lỗ khoan có mực nước tăng nhẹ do các lỗ khoan này được bố trí gần hồ, sông và có quan hệ thủy lực.



Hình 23. Mực nước tại các lỗ khoan có xu hướng giảm tại tỉnh Đắk Nông

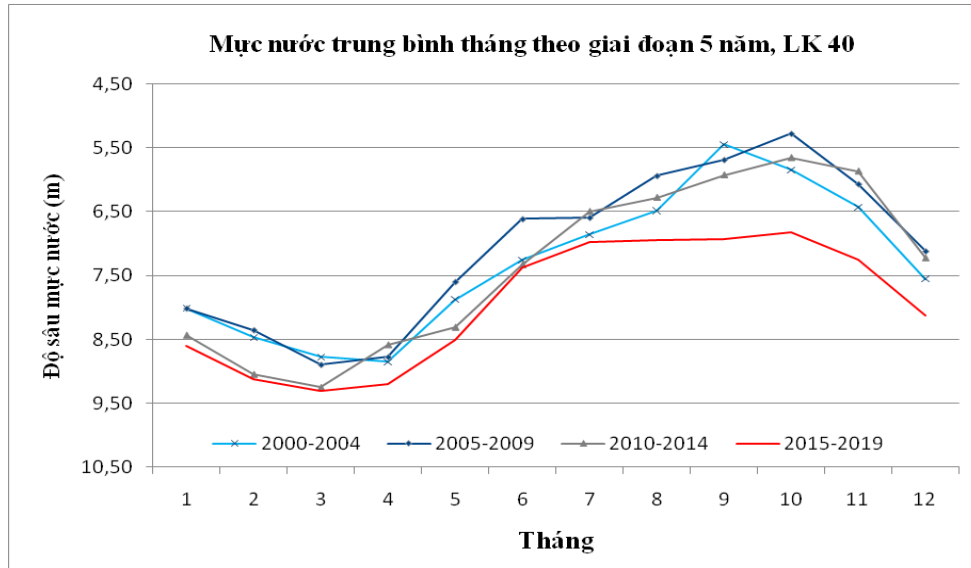
Đặc trưng mực nước suy giảm tại các lỗ khoan LK40T và LK42T được thể hiện trong Bảng 32. Kết quả cho thấy mực nước trung bình 5 năm có giảm dần nhưng mức giảm nhỏ hơn 0,5m.

Bảng 32. Đặc trưng suy giảm mực nước tầng chứa nước ( $\beta Q_{II}$ )

Chiều sâu mực nước TB giai đoạn (m)	LK40T	LK43T
2000-2019	7,42	3,19
2000-2004	7,32	3,16
2005-2009	7,08	2,86
2010-2014	7,37	3,37
2015-2019	7,93	3,37

<b>Mức nước thấp nhất</b>	<b>10,13</b>	<b>5,51</b>
---------------------------	--------------	-------------

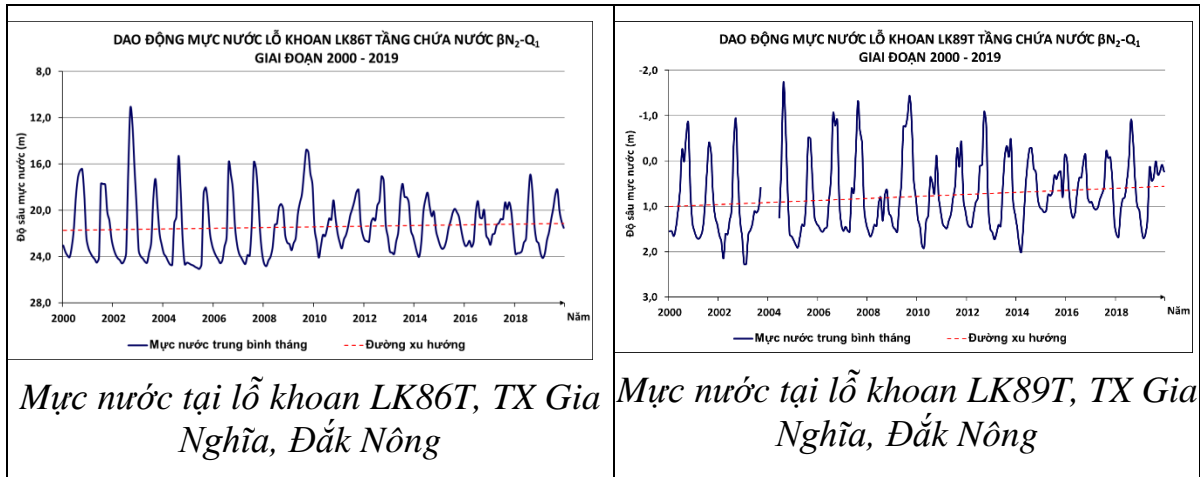
Độ sâu mực nước dưới đất trung bình của các tháng trong giai đoạn 2000-2004, 2005-2009, 2010-2014 và 2015-2019 tại lỗ khoan LK40 có mực nước giảm không lớn trừ mực nước giai đoạn 2014-2019 hạ thấp lớn vào mùa mưa khoảng 1,0m so với giai đoạn 2010-2014 (Hình 24).



Hình 24. Dao động mực nước trung bình giai đoạn 5 năm tại lỗ khoan LK40 tỉnh Đắk Nông

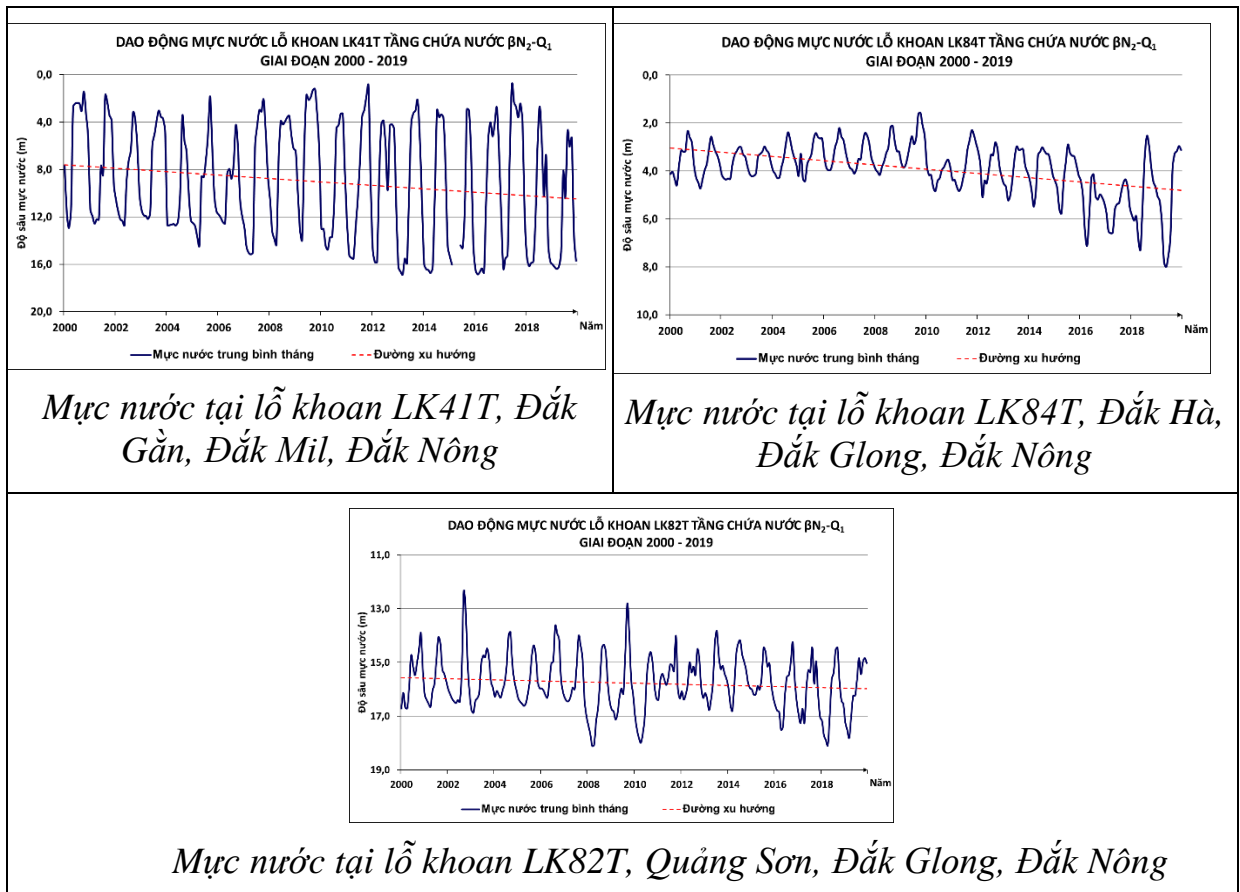
#### II.3.4.2. Tầng chứa nước khe nứt - lỗ hổng phun trào bazan Pliocen - Pleistocen $\beta(N_2-Q_1)$

Tầng chứa nước của thành tạo bazan  $\beta(N_2-Q_1)$  trên địa bàn tỉnh Đắk Nông hiện có 13 công trình quan trắc. Các công trình này chủ yếu phân bố ở huyện Đắk Nông, và ở thị trấn Gia Nghĩa, Đắk Glong, trong đó có 7 lỗ khoan mực nước có xu thế không thay đổi (LK83, LK87, LK88, LK90, LK91, LK92, LK93Tm1), tầng giảm trên dưới 30cm trong giai đoạn 2000-2019. Có hai lỗ khoan (LK86T, LK89T) mực nước có xu hướng tăng từ 0,5m - 1,1m (Hình 25) do ảnh hưởng của hồ Gia Nghĩa và hồ Đắk Nia tại phường Nghĩa Trung - thị xã Gia Nghĩa.



Hình 25. Dao động mực nước tại các lỗ khoan có xu hướng tăng tại tỉnh Đắk Nông

Trong tầng chứa nước này có 03/12 lỗ khoan (LK41T, LK82T, LK84T) có xu thế mực nước giảm từ 0,4m đến 2,3m, đặc biệt là lỗ khoan LK41 Đắk Gằn, Đắk Min, Đắk Nông mực nước hạ thấp 2,3m (Hình 26).



Hình 26. Mực nước tại các lỗ khoan có xu hướng giảm tại tỉnh Đắk Nông

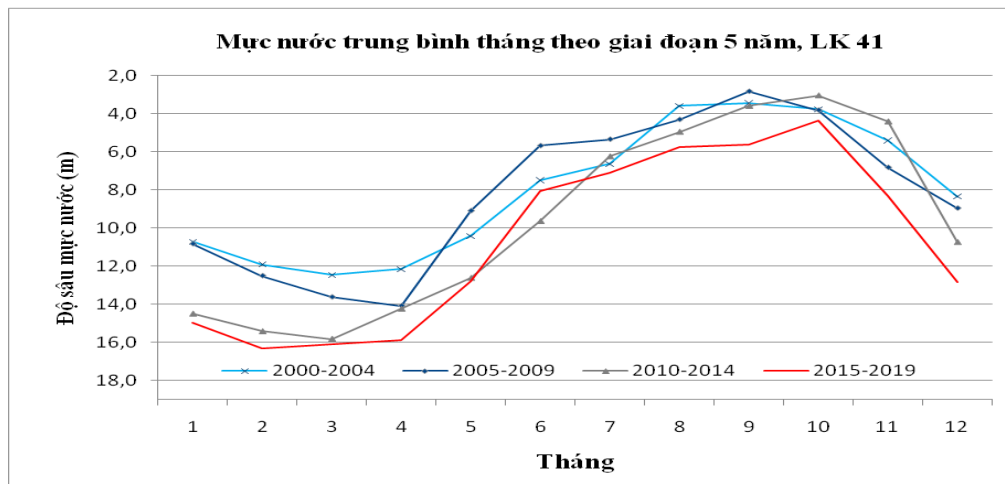
Đặc trưng mực nước suy giảm được thể hiện trong Bảng 33. Kết quả cho thấy mực nước trung bình 5 năm có giảm dần nhưng mức giảm không nhiều từ

0,2-0,3m, trong đó hai lỗ khoan LK41T và LK84T có mức giảm lớn từ 0,5-1,0m trong giai đoạn gần đây 2010-2014, 2015-2019.

*Bảng 33. Đặc trưng suy giảm mực nước tầng chứa nước  $\beta(N_2-Q_1)$*

<b>Chiều sâu mực nước TB giai đoạn (m)</b>	<b>LK41T</b>	<b>LK82T</b>	<b>LK84T</b>
2000-2019	9,05	15,77	3,91
2000-2004	8,03	15,57	3,59
2005-2009	8,17	15,80	3,19
2010-2014	9,60	15,68	3,88
2015-2019	10,45	16,05	4,99
<b>Mức nước thấp nhất</b>	<b>16,85</b>	<b>17,51</b>	<b>7,11</b>

Độ sâu mực nước dưới đất trung bình của các tháng trong giai đoạn 2000-2004, 2005-2009, 2010-2014 và 2015-2019 tại lỗ khoan LK41, mực nước dao động có xu hướng giảm khoảng 0,5m cho mỗi giai đoạn. Giai đoạn 2010-2019 mực nước hạ thấp lớn vào mùa khô khoảng 2,5m so với giai đoạn trước (Hình 27).



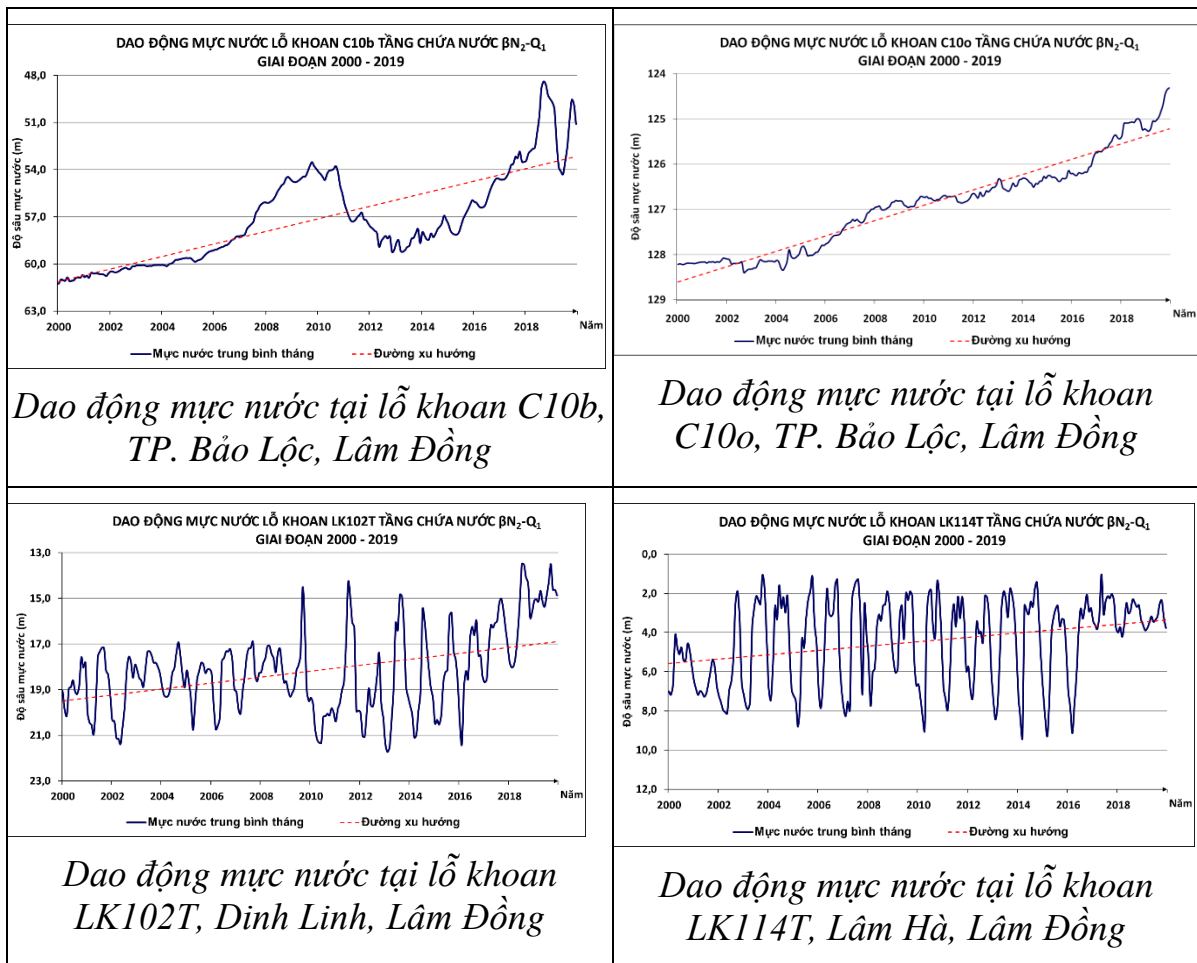
*Hình 27. Mực nước trung bình giai đoạn 5 năm tại lỗ khoan LK41 tỉnh Đắk Nông*

### **II.3.5. Thực trạng biến động mực NĐĐ tỉnh Lâm Đồng**

Hiện tại tỉnh Lâm Đồng có 20 lỗ khoan quan trắc, toàn trong các thành tạo khe nứt - lỗ hổng phun trào bazan Pliocen - Pleistocen  $\beta(N_2-Q_1)$  và không có lỗ khoan quan trắc trong thành tạo khe nứt - lỗ hổng phun trào bazan Pleistocen  $\beta Q_1^2$ .

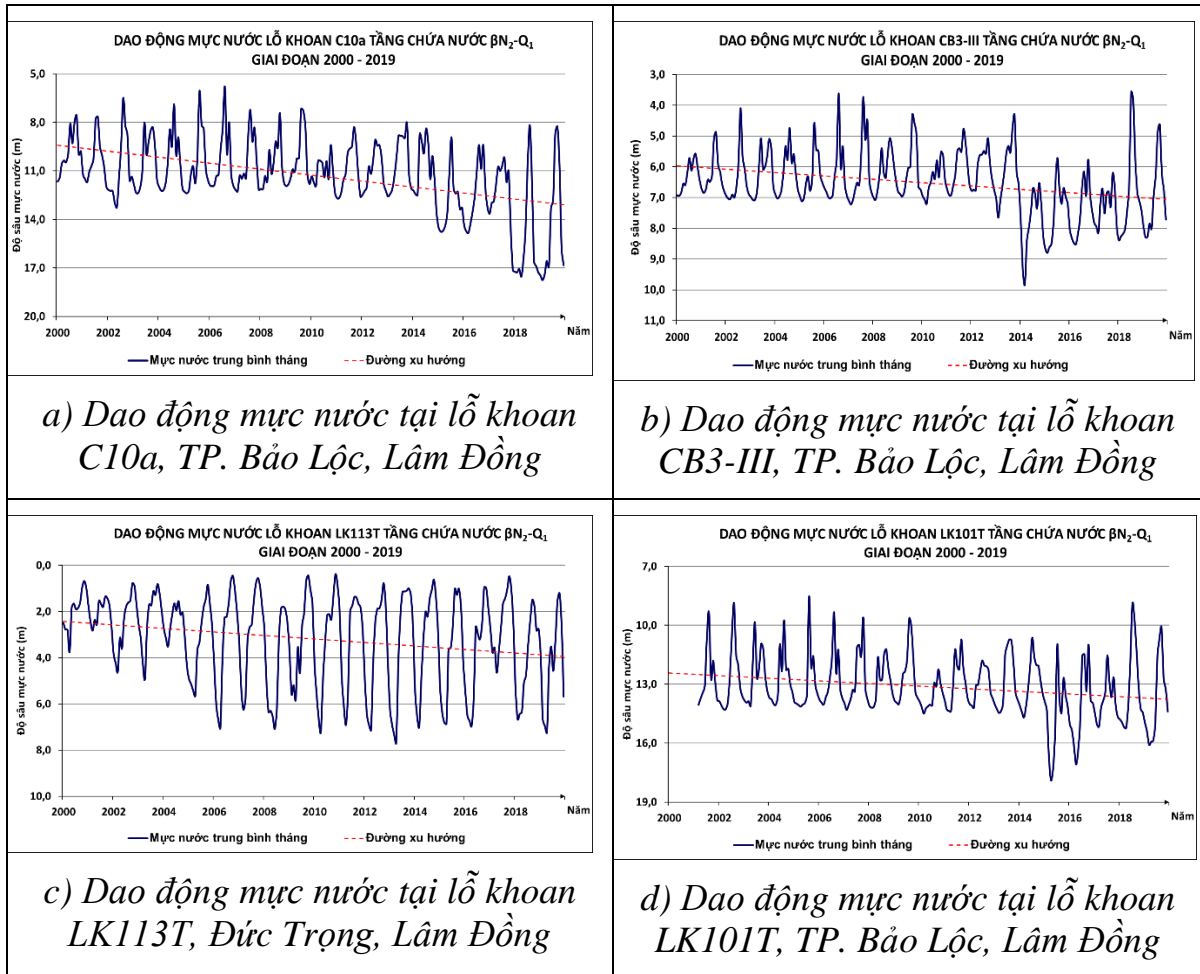


Kết quả quan trắc cho thấy trong tổng số 20 lỗ khoan quan trắc của tầng chứa nước  $\beta N_2-Q_1$  có 01 lỗ khoan (LK112T) có đường xu hướng mực nước nằm ngang. 13 lỗ khoan trên địa bàn tỉnh Lâm Đồng có xu thế mực nước tăng lên từ 0,3m đến trên 3,0m trong giai đoạn 2009-2019 và 2000-2019, chiếm 65% số lỗ khoan quan trắc trong tỉnh. Trong đó có các lỗ khoan C10b, C10o (Bảo Lộc), LK102T (Di Linh) và LK114T (Lâm Hà) (Hình 28 a,b,c,d) có mực nước tăng lên trên 2m trong giai đoạn 2000-2019, có thể liên quan tới hồ đập thủy lợi. Các lỗ khoan khác có mực nước tăng ít có thể do lượng mưa tăng và được bổ cập cho nước dưới đất.



*Hình 28. Mực nước tại các lỗ khoan có xu hướng tăng tại tỉnh Lâm Đồng*

Có 6/20 lỗ khoan đường xu thế mực nước giảm từ 0,4m đến dưới 2,0m (Hình 29b,c,d) riêng lỗ khoan C10a (Hình 29a) (TP. Bảo Lộc) giảm tới 3,7m trong giai đoạn 2000-2019. Mực nước hạ thấp nhiều thường xảy ra những năm gần đây, từ năm 2014.



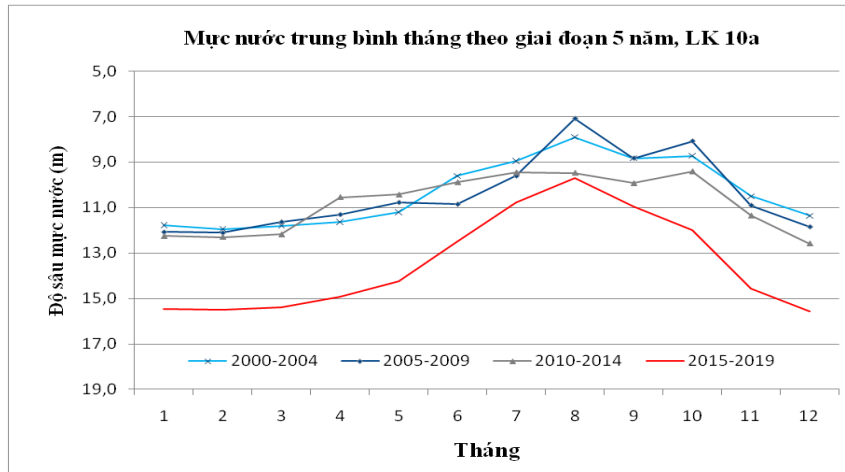
Hình 29. Mực nước tại các lỗ khoan có xu hướng giảm tại tỉnh Lâm Đồng

Đặc trưng mực nước suy giảm được thể hiện trong Bảng 34. Kết quả cho thấy mực nước trung bình 5 năm có giảm dần nhưng mức giảm không nhiều khoảng 0,3-0,5m, trong đó lỗ khoan LK10a có mức giảm lớn từ 2,64m trong giai đoạn gần đây 2015-2019.

Bảng 34. Đặc trưng suy giảm mực nước tầng chứa nước  $\beta(N_2-Q_1)$

Chiều sâu mực nước TB giai đoạn (m)	C10a	CB3-III	LK101T	LK113T
2000-2019	11,25	6,52	13,14	3,18
2000-2004	10,36	6,25	12,66	2,27
2005-2009	10,43	6,17	12,80	3,34
2010-2014	10,82	6,47	13,08	3,42
2015-2019	13,46	7,18	13,92	3,70
<b>Mức nước thấp nhất</b>	<b>17,75</b>	<b>9,84</b>	<b>14,70</b>	<b>7,68</b>

Độ sâu mực nước dưới đất trung bình của các tháng trong giai đoạn 2000-2004, 2005-2009, 2010-2014 và 2015-2019 tại lỗ khoan LK10a, mực nước dao động có xu hướng giảm không rõ rệt trước giai đoạn 2010-2014. Giai đoạn 2010-2019 mực nước hạ thấp lớn vào mùa khô khoảng 3,0m so với giai đoạn trước (Hình 30)



*Hình 30. Mức nước trung bình giai đoạn 5 năm tại lỗ khoan LK10a tại tỉnh Lâm Đồng.*

Sự biến động mực nước cho toàn Tây Nguyên tại các thời điểm 2000, 2005, 2010, 2015 và 2019 và cả giai đoạn 2000-2019 của hai tầng chứa nước  $\beta_{Q_{II}}$  và  $\beta(N_2-Q_1)$  (xem bản đồ trang sau) cho thấy tầng  $\beta_{Q_{II}}$  có 37 lỗ khoan quan trắc, trong đó có 8 công trình có mực nước tăng, 20 công trình có mực nước giảm, 9 công trình có mực nước không thay đổi trong cả giai đoạn 2000-2019, còn đánh giá trong từng giai đoạn một thì xu hướng mực nước có thể thay đổi không theo xu hướng chung cho cả giai đoạn. Đối với tầng chứa nước  $\beta(N_2-Q_1)$  có 66 công trình quan trắc, trong đó có 22 công trình có mực nước tăng, 29 công trình có mực nước giảm và 15 công trình có mực nước không thay đổi cho cả giai đoạn 2000-2019 và giống như tầng  $\beta_{Q_{II}}$  mực nước cho từng giai đoạn có xu hướng có thể khác với xu hướng của cả giai đoạn.

## **Tóm tắt Chương II**

Tổng hợp hiện trạng khai thác NĐĐ tại Tây Nguyên được thể hiện tại Bảng 35, trong đó giai đoạn 2000-2018, lượng nước khai thác ở đô thị tăng từ  $35.664\text{m}^3/\text{ng}$  lên  $160.285\text{m}^3/\text{ng}$  (tăng 4,5 lần), ở nông thôn tăng từ  $71.860\text{m}^3/\text{ng}$  lên  $288.497\text{m}^3/\text{ng}$  (tăng 4 lần), cho tưới cà phê tăng từ  $1.298.742\text{m}^3/\text{ng}$  lên  $1.565.078\text{m}^3/\text{ng}$  (tăng 21%). Tổng lượng khai thác toàn Tây Nguyên tăng từ  $1.406.266\text{m}^3/\text{ng}$  lên  $2.013.860\text{m}^3/\text{ng}$ , tăng hơn 43%. Lượng nước khai thác phục vụ sinh hoạt ở đô thị và nông tăng hơn 4 lần trong giai đoạn 2000-2018, tuy

nhiên chỉ chiếm 22% tổng lượng nước khai thác còn lại là phục vụ cho việc tưới cho cây cà phê.

*Bảng 35. Hiện trạng khai thác nước dưới đất khu vực Tây Nguyên*

Mục đích khai thác NĐĐ	Lượng nước NĐĐ khai thác (m <sup>3</sup> /ng)			
	2000	2005	2010	2018
Đô thị	35.664	68.223	119.203	160.285
Nông thôn	71.860	174.350	204.602	288.497
Tưới cà phê	1.298.742	1.207.966	1.390.312	1.565.078
<b>Tổng cộng</b>	<b>1.406.266</b>	<b>1.450.539</b>	<b>1.714.117</b>	<b>2.013.860</b>

Như vậy, qua kết quả đánh giá tình hình khai thác sử dụng nước dưới đất tại thời điểm năm 2018 cho 5 tỉnh Tây Nguyên cho thấy, tại thời điểm 2018 tổng lượng khai thác nước dưới đất cho toàn khu vực Tây Nguyên là 2.013.860m<sup>3</sup>/ng trong đó trừ lượng có thể khai thác nước dưới đất toàn Tây Nguyên khoảng 9.731.878m<sup>3</sup>/ng [47]. Lượng nước tưới cho cây cà phê là 1.565.078m<sup>3</sup>/ng do diện tích trồng cà phê chủ yếu trên đất đỏ bazan nên lượng nước này được lấy trong các thành tạo bazan. Trữ lượng có thể khai thác trong các thành tạo bazan là 6,9 tỉ m<sup>3</sup>/ng.

Như vậy, hiện nay tổng lượng khai thác nước dưới đất khu vực Tây Nguyên và lượng nước khai thác trong các thành tạo bazan còn nhỏ hơn nhiều trữ lượng có thể khai thác (trữ lượng khai thác an toàn). Tuy nhiên, do việc khai thác không đồng đều theo tỉnh, khu vực và theo tầng chứa nước, mà tập trung chủ yếu vào các tầng chứa nước bazan, nơi phát triển các đô thị và đặc biệt là trên diện tích trồng cây công nghiệp cà phê. Điều này đã dẫn đến mực nước dưới đất trong giai đoạn 2000-2019, có 49 công trình có mực nước giảm chiếm 48%, mực nước suy giảm thường từ 1-3m và 30 công trình có mực nước tăng chiếm 29%, còn lại 23% các công trình có mực nước ổn định. các khu vực Buôn Ma Thuột và Bảo Lộc có xu hướng suy giảm mạnh từ 1,5 - 2,8m.

## **CHƯƠNG III - NGUYÊN NHÂN SUY GIẢM MỨC NƯỚC DƯỚI ĐẤT TRONG CÁC THÀNH TẠO BAZAN TÂY NGUYÊN VÀ ĐỀ XUẤT CÁC GIẢI PHÁP BẢO VỆ VÀ PHÒNG CHỐNG**

### **III.1. Nguyên nhân suy giảm mực nước dưới đất**

#### **III.1.1. Nguyên nhân nội sinh**

##### **III.1.1.1. Đặc điểm địa chất, kiến tạo**

Bazan Tây Nguyên được hình thành từ trong thời kỳ Kainozoi thuộc hệ tầng Đại Nga  $\beta(N_2dn)$ , hệ tầng Túc Trung  $\beta(N_2-Q_1^{1tt})$ , hệ tầng Xuân Lộc  $\beta Q_1^{2xl}$ . Các thành tạo bazan có mức độ nứt nẻ rất không đồng nhất, theo đới và phổ biến 2 kiểu mặt cắt: kiểu thứ nhất chỉ bao gồm các tập bazan dạng đặc sít, nứt nẻ, lỗ hổng và các lớp bazan phong hóa thành đất đỏ nằm xen kẽ. Kiểu mặt cắt thứ 2 có sự xen kẽ của các tập bazan với các tập trầm tích và các tập bazan phong hóa. Trong hệ tầng này, ngoài các đá tương phun trào thực sự là chủ yếu, còn có một khối lượng đáng kể các dăm kết tuf, tuf vụn núi lửa.

Phun trào bazan được hình thành từ nhiều đợt phun trào (có nơi đến 6 đợt phun trào) với qui mô và phân bố rất khác nhau, giữa các đợt là thời gian ngừng nghỉ, hình thành các đới phong hóa giữa tầng có thành phần chủ yếu là sét bột và mảnh đá gốc phong hóa dờ dang, dạng thấu kính, phân bố không theo quy luật.

Trong các thành tạo bazan có những đới, khu vực khe nứt, lỗ hổng bị ngăn cách bởi các đới bazan đặc sít nhưng không chứa nước. Trong quá trình khoan điều tra khảo sát xuất hiện hiện tượng nước theo lỗ khoan chảy từ trên xuống dưới ở khoảng độ sâu từ 40 m - 60m, phân bố cục bộ, được phát hiện ở phía Bắc Buôn Ma Thuột, với diện tích khoảng 10km<sup>2</sup>. Ở độ sâu này, có tập bazan đặc sít dày khoảng 4 - 6m, bên dưới là bazan lỗ rỗng phong hóa dờ dang có khả năng chứa nước nhưng không có nguồn cấp nên tạo thành các “túi rỗng”, khi bị chọc thủng thì nước từ trên chảy xuống dưới, mực nước từ 20 - 22m, hạ xuống khoảng 40 - 42m [42].

Do đặc điểm địa chất có nhiều đợt phun trào và giữa các đợt là các đới phong hoá dờ dang và một lượng lớn dăm kết, tuf vụn núi lửa và thành tạo bazan có mức độ nứt nẻ rất không đồng nhất nên mức độ chứa nước trong bazan rất phức tạp nó không chỉ phụ thuộc vào mức độ nứt nẻ, lỗ hổng, các đới dập vỡ mà còn phụ thuộc vào nguồn bổ cập từ nước mưa và nước mặt.

Các tỉnh Tây Nguyên và Duyên hải NTB nằm ở rìa phía Đông địa khối Indosini, có đặc điểm cấu trúc địa chất – kiến tạo, tân kiến tạo khác nhau, quy

định những nét cơ bản về nền tảng rắn của cảnh quan/điều kiện địa lý tự nhiên lãnh thổ.

### **III.1.1.1.1 Các hệ thống đứt gãy**

Theo kết quả phân tích và tổng hợp tài liệu địa chất - địa vật lý cho thấy vùng nghiên cứu đã trải qua nhiều kỳ hoạt động kiến tạo với mức độ khác nhau, tạm ngừng nghỉ rồi lại tái hoạt động mạnh mẽ hơn trong giai đoạn sau. Trên bình đồ hiện tại có thể xác lập 4 hệ thống đứt gãy chính. Hệ thống đứt gãy TB – ĐN, ĐB – TN, á kinh tuyến và á vĩ tuyến.

#### **1. Hệ thống đứt gãy phương TB – ĐN**

Đây là hệ thống đứt gãy phát triển mạnh mẽ trên toàn bộ khu vực nghiên cứu. Trong loạt đứt gãy này các đứt gãy đóng vai trò phân chia đới và khối cấu trúc là đứt gãy Tà Lao – Khâm Đức, Sông Ba I, Hương Hóa – Huế, Đăk Glei – Tuy Phước, Đồng Xuân – Tuy An. Trong đó các đứt gãy Tà Lao – Khâm Đức, Hương Hóa – Huế, Sông Ba 2 có chiều sâu phát triển theo dãi được trên 40km, các đứt gãy Sông Ba I, Kbang – Tuy Phước, Đồng Xuân – Tuy An, Đăk Rong – Hội An, v.v... chiều sâu theo dãi được 30 – 40km. Ngoài ra, còn nhiều đứt gãy khác có thể xem là những đứt gãy sâu (nhưng cường độ và không gian hoạt động kém hơn) như: đứt gãy Kbang – Tuy Phước, Đồng Xuân – Tuy An, v.v...

#### **2. Hệ thống đứt gãy ĐB – TN**

Hệ thống đứt gãy phát triển chủ yếu ở phía tây nam Miền Trung từ 12<sup>0</sup>40’ đến 15<sup>0</sup>20’. Đáng quan tâm nhất là các đứt gãy: Ba Tơ – Gia Vực, Tuy Hòa – Buôn Ma Thuột, Quế Sơn – Buôn Hồ, Vĩnh Thạch – Hoài Nhơn, Vĩnh An – Cát Tiên, v.v... Trong đó đứt gãy Ba Tơ – Gia Vực và Tuy Hòa – Buôn Mê Thuột có độ sâu phát triển hơn cả. Theo tài liệu tính toán độ sâu từ đứt gãy này nhỏ hơn 40km. Đứt gãy Bơ Tơ – Gia Vực: đứt gãy kéo dài từ phía nam Kon Tum qua Ba Tơ ra bờ biển.

#### **3. Hệ thống đứt gãy á vĩ tuyến**

Hệ thống đứt gãy á vĩ tuyến quan sát rõ chủ yếu ở khu vực phía bắc vùng nghiên cứu (từ 15<sup>0</sup>00’ đến 17<sup>0</sup>00’), dưới 15<sup>0</sup>00’ hệ thống này chỉ quan sát được các đoạn không liên tục, có lẽ chúng bị các hệ thống đứt gãy khác phân cắt và làm dịch chuyển.

#### **4. Hệ thống đứt gãy á kinh tuyến**

Đây là hệ thống đứt gãy hoạt động ở thời kỳ muộn nhất so với các hệ thống đứt gãy khác trong vùng. Các đứt gãy này theo dãi được liên tục trên bình đồ trường địa vật lý và ít khi bị các đứt gãy theo các hệ thống khác nhau làm

dịch chuyển. Trong hệ thống đứt gãy á kinh tuyến đáng lưu ý là các đứt gãy: Kon Plông – A Yua Pa, M’Đrắc – An Khê, v.v... Các đứt gãy này theo dõi được ở độ sâu lớn.

Vùng Tây Nguyên đã trải qua nhiều kỳ hoạt động kiến tạo với mức độ khác nhau và trong nhiều giai đoạn đã hình thành 4 hệ thống đứt gãy chính: Hệ thống đứt gãy TB – ĐN, ĐB – TN, á kinh tuyến và á vĩ tuyến. Với các hoạt động kiến tạo phức tạp xảy ra trong Kanozoi đã làm cho các thành tạo bazan tại Tây Nguyên bị dập vỡ tạo thành các đới dập vỡ chứa nước, thường chạy dọc theo các đứt gãy.

### *III.1.1.2. Đặc điểm địa hình, địa mạo*

Các thành tạo bazan có bề mặt dạng vòm nổi cao ở giữa và dốc thoải dần về các phía xung quanh có độ cao trung bình 600-800m, nằm trên các thành tạo địa chất cổ hơn và chỉ bị phủ bởi các trầm tích hệ Đệ tứ. Do đặc điểm hình thái dạng vòm nên các sông suối có dạng toả tia và uốn lượn quanh các vòm.

Các cao nguyên bazan Tây Nguyên phân bố ở những độ cao khác nhau, từ 300 - 400 m đến trên 1.500 - 1.700m. Tính từ Bắc vào Nam có cao nguyên Kon Plông với độ cao trung bình 1.100 - 1.300m. Cao nguyên Kon Hà Nừng 700 - 1.000m; Cao nguyên bazan Pleiku có dạng vòm, địa hình tương đối bằng phẳng, độ cao ở phía Bắc và Đông Bắc từ 750 - 800m, về phía Nam còn 400 - 500m. Cao nguyên Buôn Ma Thuột có bề mặt địa hình khá bằng phẳng, độ cao ở phía Bắc 800m, giảm mạnh về phía Nam còn 400m và về phía Tây còn 300m. Cao nguyên M’Đrắc có bề mặt lượn sóng cao trung bình 500m. Cao nguyên Di Linh có dạng một thung lũng kéo dài phương Đông - Tây cao từ 800 – 1.000m. Cao nguyên Đà Lạt là bề mặt san bằng cổ, ở phía Bắc cao 1.600m, về phía Nam còn 1.400m, có các đỉnh núi sót >2.000m.

Độ nghiêng địa hình phân bố đá bazan ảnh hưởng đến hướng vận động của nước dưới đất trong bazan. Bề mặt nước dưới đất của tầng chứa nước có dạng uốn lượn và vận động theo hướng nghiêng của địa hình. Địa hình các khu vực tiếp giáp với các thành tạo bazan có ảnh hưởng đến khả năng cung cấp hoặc thoát nước của tầng chứa nước trong bazan. Tại các vùng địa hình của thành tạo bazan thấp hơn địa hình của các thành tạo khác thì tầng chứa nước trong bazan nhận sự cung cấp nước của các thành tạo này. Tuy nhiên, các thành tạo nêu trên thường rất nghèo nước, vì vậy việc địa hình của các thành tạo này cao hơn tạo điều kiện góp phần ngăn dòng mặt và nước mưa để chúng có điều kiện cung cấp cho tầng chứa nước trong bazan. Ngược lại các vùng địa hình của thành tạo

bazan cao hơn địa hình các thành tạo khác, thì nước dưới đất trong tầng chứa nước bazan cung cấp cho các thành tạo đó.

Mức độ chia cắt bề mặt địa hình của thành tạo bazan cũng ảnh hưởng đến khả năng cung cấp và tiêu thoát của nước dưới đất trong tầng chứa nước này. Những khu vực có mức độ chia cắt địa hình nhỏ, thường là khu vực trung tâm vòm thì địa hình tương đối bằng phẳng sẽ tạo điều kiện thuận lợi cho nước mưa thấm cung cấp cho nước dưới đất và ít nguồn thoát dưới dạng mạch lộ. Những khu vực này thể hiện đặc điểm động thái miền cấp như các vùng Pleiku, Mang Yang, Chư Pah, Đức Cơ, Buôn Ma Thuột, Đăk Nông, Bảo Lộc. Ngược lại, những khu có mức độ chia cắt địa hình lớn, rìa vòm thường thì địa hình dốc, sẽ làm tăng tốc độ thoát của nước mưa và làm giảm lượng cung cấp của nước mưa cho nước dưới đất. Những khu vực này thể hiện đặc điểm động thái của miền thoát như các vùng nam Chư Sê, tây nam Đức Cơ, tây bắc Ia Grai, tây nam Chư Prông [39].

Địa hình Tây Nguyên có sự chia cắt và phân bậc mạnh nhưng nhìn chung phần cao nhất chiếm ưu thế ở phía Bắc và Đông, nghiêng dần về phía Nam và phía Tây, gợi lên hình tượng thường được mệnh danh là “mái nhà của Đông Dương”, từ đó nước mưa một mặt chảy xuống đồng bằng và đổ ra biển, một mặt thoát về phía Tây vào hệ thống sông Mê Kông, chỉ giữ lại trên “mái” một phần. Điều đó ảnh hưởng rất lớn đến điều kiện thủy văn, tạo ra hệ thống sông suối thấp hơn các thành tạo bazan và được thành tạo này cung cấp phần lớn nước cho hệ thống thủy văn trong mùa khô, ngược lại hệ thống thủy văn không cấp nước cho thành tạo bazan, vì vậy có thể giải thích tại sao đối với một lãnh thổ như Tây Nguyên mưa nhiều, tiềm năng nước lớn nhưng thường xuyên bị khô hạn.

### *III.1.1.3. Đặc điểm lớp vỏ phong hoá bazan*

Kiểu vỏ phong hoá alferit (AlFe): Chủ yếu phát triển trên đá bazan, tập trung ở các cao nguyên Kon Hà Nừng, Pleiku, Buôn Ma Thuột, Đăk Nông và Di Linh. Diện phân bố của kiểu vỏ alferit phát triển trên đá bazan chứa quặng bôxít chiếm diện tích rất lớn ở Đăk Nông và Di Linh. Khi tiến hành nghiên cứu chi tiết, 2 phụ kiểu vỏ phong hóa tương ứng với các giai đoạn phun trào bazan cổ và trẻ được xác định gồm [1]:

- Phụ kiểu vỏ phong hóa trên đá phun trào bazan Pliocen - Pleistocen sớm  $\beta(N_2-Q_1^1)$ : Phân bố tập trung ở cao nguyên Kon Hà Nừng, Di Linh và Đăk Nông, rìa của cao nguyên Buôn Ma Thuột và Pleiku. Có cường độ phong hóa mạnh nhất vào giai đoạn Pleistocen giữa và Pleistocen sớm, ở những vùng có lượng mưa lớn, địa hình chia cắt mạnh và cường độ tiêu thoát nước tốt. Bề dày



trung bình từ 10 - 20m, lớn nhất ở vòm cao nguyên Kon Hà Nừng, Đăk Nông (dày 32 - 82,5m), ở các rìa cao nguyên chỉ đạt 3 - 5m. Thành phần chính của vỏ phong hóa này là ôxit của sắt, nhôm, magiê và mangan; nghèo các nguyên tố kiềm, kiềm thổ, silic và một số nguyên tố vi lượng cần thiết cho sinh vật. Nhiều nơi, đới laterit tàn tích tạo thành đới quặng bôxít rắn chắc, ít các khoáng sắt.

Đặc trưng của kiểu vỏ phong hóa này là có đới laterit, mặt cắt từ trên xuống gồm các đới:

+ Đới thổ nhưỡng: dày 0,1 - 1,0m; chủ yếu là bột sét lẫn rễ cây và các cục laterit;

+ Đới laterit: dày 0,5 - 12,3m; dạng dăm, sạn, que, khung xương, lỗ rỗng, kết cấu khá cứng.

+ Đới sét hóa: dày 2 - 70m, là sét phong hóa tàn dư dạng cầu, còn giữ được cấu tạo của đá mẹ.

+ Đới biến đổi yếu (đang trong quá trình phong hóa), dày 1 - 5m, là lớp đá bazan nứt vỡ thành dăm, cục, tảng, khoáng vật chủ yếu là nguyên sinh.

- Phụ kiểu vỏ phong hóa trên đá phun trào bazan Pleistocen giữa ( $\beta Q_1^2$ ): Phân bố và phát triển ở trung tâm vòm nâng Pleiku, Buôn Hồ, Krông Ana, Đăk Mil và Đức Trọng. Dày trung bình từ 15 - 20m; lớn nhất ở phần vòm cao nguyên Kon Hà Nừng và Đăk Mil; dày 50 - 70m ở vòm Pleiku, nhỏ nhất ở vùng Krông Ana (chỉ 3 - 10m). Đặc trưng cho loại phun trào bazan này là kiểu vỏ phong hóa sét hóa, mặt cắt từ trên xuống gồm các đới: thổ nhưỡng - sét hóa - đới biến đổi yếu. Trong đó, đới thổ nhưỡng dày từ 0 - 0,5m (chủ yếu là bột sét lẫn rễ cây); đới sét hóa 5 - 10m, là sét màu nâu đỏ chuyển xuống màu loang lổ xám nâu, còn giữ được cấu tạo của đá mẹ; đới biến đổi yếu dày 1 - 3m là đá bazan nứt vỡ thành dăm, cục, tảng, khoáng vật chủ yếu là nguyên sinh.

Như vậy, vỏ phong hóa trên các thành tạo bazan ở Tây Nguyên thuộc loại tương đối dày và mực nước dưới đất cũng lớn. Điều này được chứng minh bằng thời gian lệch pha giữa lượng mưa và mực nước dưới đất trong tầng chứa nước trong bazan. Tại các lỗ khoan quan sát trong đới phong hoá cho thấy có chiều sâu mực nước dưới đất lớn hơn 15m thì khi lượng mưa đạt cực đại vào tháng VII, nhưng mực nước dưới đất đạt cực đại vào tháng IX tức là thời gian lệch pha 2 tháng. Tại các lỗ khoan có chiều sâu mực nước nhỏ hơn 3m thì thời gian lệch pha chỉ có 1 tháng, tức là mưa đạt cực đại vào tháng VII và mực nước dưới đất đạt cực đại vào tháng VIII.

Ngoài ra, khi mực nước dưới đất nằm nông dưới 5m thì khả năng cung cấp của nước mưa cho nước dưới đất nhanh hơn và nước dưới đất cũng bị ảnh hưởng lớn của sự bốc hơi. Khi chiều sâu mực nước dưới đất lớn hơn 5m, thì nước dưới đất ít chịu ảnh hưởng của quá trình bốc hơi, nhưng nước mưa thấm đến bề mặt nước dưới đất mất nhiều thời gian hơn, do vậy có sự lệch pha biên độ dao động mực nước nhiều hơn [31]. Trong lớp vỏ phong hoá bazan có thành phần sét nên khi vỏ phong hoá bão hoà nước đây cũng là yếu tố ngăn cản lượng nước mưa từ mặt đất thấm xuống cung cấp cho tầng chứa nước bazan nứt nẻ ở phía dưới.

### **III.1.2. Nguyên nhân ngoại sinh**

#### **III.1.2.1. Biến động khí hậu**

##### **III.1.2.1.1 Lượng mưa**

Mưa ở Tây Nguyên thuộc loại mưa vùng nhiệt đới gió mùa, lượng mưa tập trung vào thời kỳ gió mùa Tây Nam, chênh lệch lượng mưa giữa mùa mưa và mùa khô rất lớn. Phân bố không gian của lượng mưa ở Tây Nguyên rất không đồng đều, phụ thuộc nhiều vào điều kiện địa hình. Lượng mưa lớn nhất đều thuộc về các sườn đón gió mùa Tây Nam của các cao nguyên và dãy núi chính. Nơi mưa nhiều có lượng mưa năm có thể gấp 3 lần nơi ít mưa. Vùng Tây Nam của cao nguyên Bảo Lộc và vùng núi Ngọc Linh là hai khu vực có lượng mưa nhiều nhất Tây Nguyên, với lượng mưa năm trên 3.200mm. Tiếp đến là khu vực cao nguyên Bảo Lộc, Di Linh, vùng núi Chư Yang Sin, Tây Nam của cao nguyên Pleiku với lượng mưa năm trung bình 2.400-2.800mm. Nơi ít mưa nhất thuộc thung lũng sông Ba, với lượng mưa năm <1.400mm, các vùng trũng An Khê, EaSup, Krông Búk lượng mưa 1.400-1.600mm. Còn lại các vùng núi thấp và các cao nguyên Kon Plong, Pleiku, M’Đrăk, Buôn Mê Thuột, Đăk Nông, Đăk Mil, Đà Lạt, Liên Khương, v.v... có lượng mưa trung bình 1.600-2.400mm/năm.

Biến trình năm của lượng mưa có sự phân hóa rõ rệt. Mưa tập trung vào thời kỳ từ tháng V đến tháng X (thời kỳ hoạt động mạnh của gió mùa Tây Nam), lượng mưa trong thời kỳ này chiếm khoảng 85-90% tổng lượng mưa năm, trừ các vùng thuộc sườn phía Đông (M’Đrăk, An Khê) tỷ lệ này dưới 70%.

Mùa mưa ở Tây Nguyên kéo dài từ tháng V đến tháng X, ở một số vùng phía Đông và Nam Tây Nguyên thì có thể kéo dài đến tháng XI, XII. Phía Nam Tây Nguyên mùa mưa bắt đầu sớm hơn, từ tháng IV (Đăk Nông, Đà Lạt, Liên Khương, Bảo Lộc).

Mùa khô kéo dài từ tháng XI đến tháng IV, thời kỳ thịnh hành của gió mùa Đông Bắc. Trong thời kỳ này, ở sườn Tây Nam của các dãy núi và cao nguyên là khu vực có lượng mưa ít nhất, với lượng mưa trong thời kỳ này đạt trên dưới 200mm.

Mưa là yếu tố có tính biến động lớn nhất trong các yếu tố khí hậu. Lượng mưa năm có độ biến động rất lớn từ năm này qua năm khác, lượng mưa của năm nhiều mưa có thể lớn gấp 2 lần lượng mưa năm ít mưa. Biến động của lượng mưa tháng lớn hơn so với lượng mưa năm và biến động của thời kỳ ít mưa lớn hơn nhiều so với thời kỳ nhiều mưa.

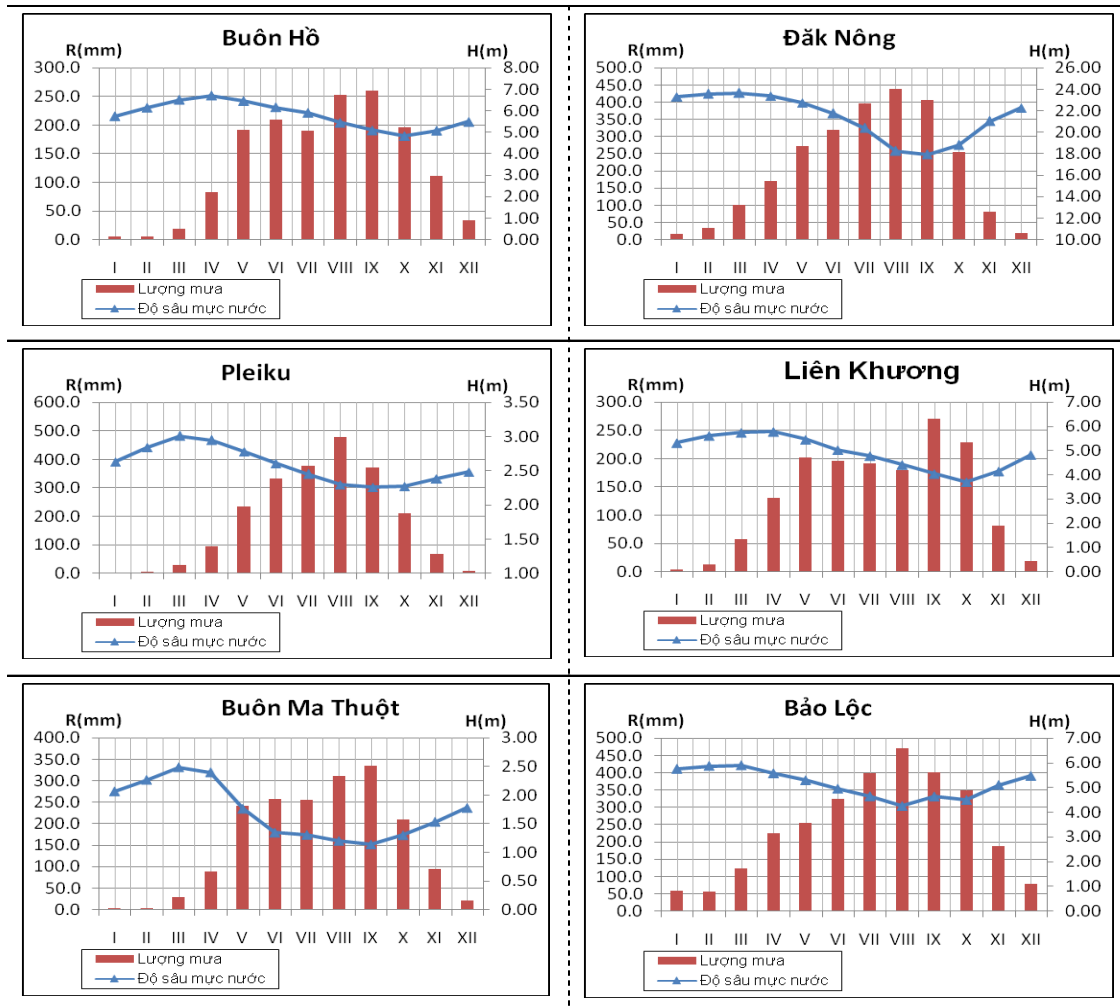
*Bảng 36. Hệ số biến động của lượng mưa tháng và năm (%)*

<b>Trạm</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>	<b>VII</b>	<b>VIII</b>	<b>IX</b>	<b>X</b>	<b>XI</b>	<b>XII</b>	<b>Năm</b>
Đắk Tô	238,3	173,8	79,6	57,1	44,2	52,0	30,7	35,5	44,3	61,6	107,6	204,6	20,0
Kon Tum	179,1	163,5	110,6	56,6	49,5	46,1	39,0	32,4	42,4	64,8	107,8	213,6	16,8
Pleiku	269,7	177,0	107,4	76,3	49,1	58,9	42,5	39,4	35,1	60,6	92,8	273,5	18,5
An Khê	104,8	111,3	99,3	92,0	47,0	59,8	55,8	43,8	47,7	45,4	68,6	102,2	25,1
Ayunpa	227,1	211,9	146,0	85,5	42,8	60,4	50,0	38,1	39,6	60,9	70,2	194,2	19,1
Buôn Hồ	191,9	247,9	131,0	61,0	40,4	45,0	41,8	50,1	39,2	53,3	76,8	125,3	14,5
Buôn Mê Thuột	259,5	277,4	116,0	79,7	35,9	43,9	35,2	40,4	33,9	66,0	84,6	147,5	15,6
M’Đrắk	108,3	112,5	115,7	116,0	38,9	48,5	47,6	60,9	34,5	49,4	70,7	101,2	31,9
Đắk Nông	149,7	159,1	56,1	58,1	36,8	37,5	28,9	35,3	29,6	41,6	73,8	125,7	16,2
Đà Lạt	158,1	134,4	70,1	53,5	40,0	37,2	33,7	42,3	36,0	35,7	69,9	119,9	11,7
Liên Khương	204,2	171,0	87,0	62,0	46,6	41,2	37,9	43,0	40,7	40,6	76,2	145,7	13,7
Bảo Lộc	141,7	83,5	70,0	52,9	51,3	36,1	34,0	43,0	31,1	41,9	55,5	86,5	17,7

Hệ số biến động của lượng mưa năm ( $C_v$ , %) hay còn gọi là biến suất tương đối ở Tây Nguyên phổ biến dao động trong khoảng 10-20%. Riêng ở cao nguyên M’Đrắk và An Khê là có biến suất đạt trên 20%. Trong các tháng I, II, XII (trừ khu vực cao nguyên Bảo Lộc) có biến suất tương đối lớn đạt trên 100%, có nơi trên 200%.

Qua phân tích các biểu đồ quan hệ giữa lượng mưa và chiều sâu mực NĐĐ tại các lỗ khoan trong vùng nghiên cứu (Hình 31) ta thấy giữa chúng có quan hệ tỷ lệ nghịch. Khi lượng mưa tăng thì độ sâu mực NĐĐ giảm hay nói

cách khác là mực NĐĐ dâng cao gần mặt đất. Độ sâu mực NĐĐ giảm nhanh vào các tháng giữa và cuối mùa mưa.



Hình 31. Biến trình năm của lượng mưa và độ sâu mực NĐĐ

Nước mưa là nguồn cung cấp chính cho NĐĐ nên chúng có mối quan hệ chặt chẽ với nhau. Trong mùa mưa, lượng mưa và mực NĐĐ trong tầng chứa nước trong bazan có quan hệ tỉ lệ thuận. Khi lượng mưa tăng thì mực NĐĐ cũng dâng cao đồng thời hoặc trễ hơn, lệch pha so với lượng mưa từ 1 đến 2 tháng tùy thuộc vào chiều dày lớp vỏ phong hoá và chiều sâu mực nước dưới đất (chiều dày đới thông khí), điều kiện địa hình và lớp phủ (Hình 31). Để đánh giá mối quan hệ giữa mực NĐĐ và lượng mưa, các lỗ khoan gần các đài trạm khí tượng được lựa chọn. Kết quả cho thấy hệ số tương quan giữa mực NĐĐ và lượng mưa là khá cao từ trên 0,6 - 0,86 (Bảng 37). Hệ số tương quan cao xảy ra ở khu vực Bảo Lộc, Đắk Nông. Thời điểm đạt cực đại và cực tiểu trong năm tại các

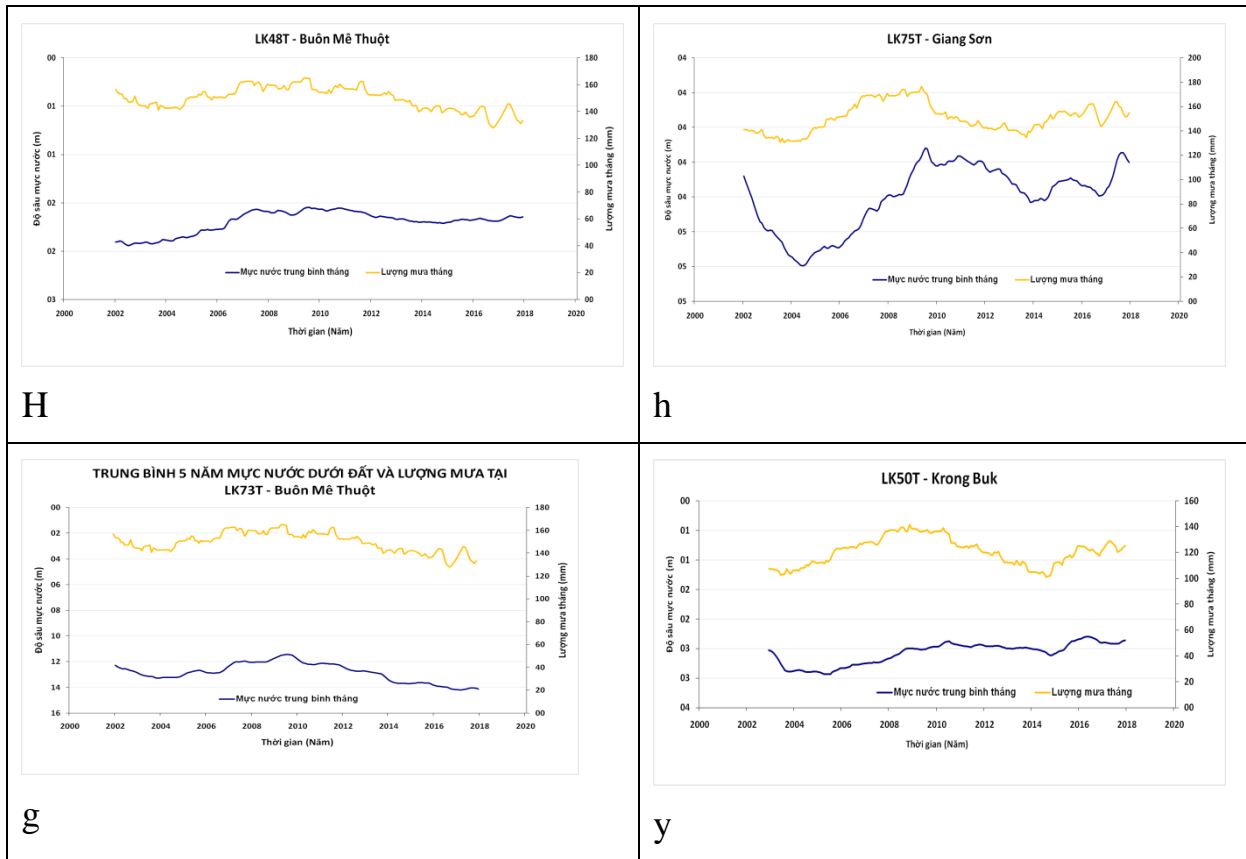
khu khác nhau thì khác nhau, tùy thuộc vào thời điểm bắt đầu và kết thúc mùa mưa [29].

*Bảng 37. Hệ số tương quan giữa độ sâu mực nước dưới đất và lượng mưa (R)*

Tỉnh	Trạm	Lỗ khoan	Thời gian trễ (tháng)			
			0	1	2	3
Gia Lai	TP.Pleiku	LK 64T	0,45	0,69	0,72	0,62
	TP.Pleiku	CB3-I	0,19	0,63	0,80	0,79
	Ia Grai	LK 7T	0,31	0,69	0,79	0,71
	Đức Cơ	LK 8T	0,33	0,69	0,80	0,68
Đắk Lắk	Buôn Ma Thuật	LK 48T	0,66	0,60	0,53	0,32
	Krông Pak	C8a	0,46	0,64	0,52	0,33
	Cư M'gar	CB1-II	0,21	0,12	0,36	0,58
	Ea H'leo	LK70T	0,11	0,53	0,71	0,68
	Ea H'leo	LK29T	0,38	0,72	0,71	0,59
	Krông Ana	LK74T	0,15	0,16	0,39	0,61
	Krông Ana	LK75T	0,23	0,57	0,72	0,69
	Buôn Hồ	LK C4a	0,34	0,65	0,60	0,55
Đắk Nông	Gia Nghĩa	LK87T	0,75	0,82	0,60	0,30
	Gia Nghĩa	LK92T	0,74	0,86	0,71	0,42
Lâm Đồng	Đức Trọng	LK 112T	0,49	0,72	0,62	0,45
	Đức Trọng	LK113T	0,45	0,65	0,64	0,46
	Lâm Hà	LK114T	0,66	0,63	0,45	0,16
	Bảo Lộc	CB1-III	0,70	0,66	0,44	0,15
	Bảo Lộc	C10a	0,77	0,65	0,39	0,13

Xét sự tương quan giữa mực NĐĐ và lượng mưa cho thấy đặc trưng rõ nét nhất của động thái NĐĐ nhiều vùng của Tây Nguyên là hiện tượng lệch pha so với lượng mưa từ 1 đến 3 tháng. Thời điểm mưa nhiều vào tháng VIII, tháng IX mực NĐĐ vẫn còn nằm sâu, chỉ sau 1-3 tháng (X-XII) mới dâng lên mức cao nhất. Cũng như vậy, về mùa khô mực NĐĐ hạ xuống mức thấp nhất sau khi lượng mưa đạt cực tiểu 1-3 tháng (II-IV). Phần lớn các khu vực trên Tây Nguyên có độ lệch pha giữa lượng mưa và mực NĐĐ là khoảng 1-2 tháng, với hệ số tương quan khá cao 66-77%. Riêng ở khu vực Bảo Lộc, Lâm Hà có độ trễ nhỏ hơn một tháng với hệ số tương quan khoảng 70%. Quan hệ giữa lượng mưa

và mực NĐĐ tại các lỗ khoan gần trạm khí tượng cho thấy mối quan hệ chặt chẽ với mực NĐĐ và lượng mưa và dao động đồng pha với nhau nên sự biến động lượng mưa cũng sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến mực NĐĐ (Hình 32)

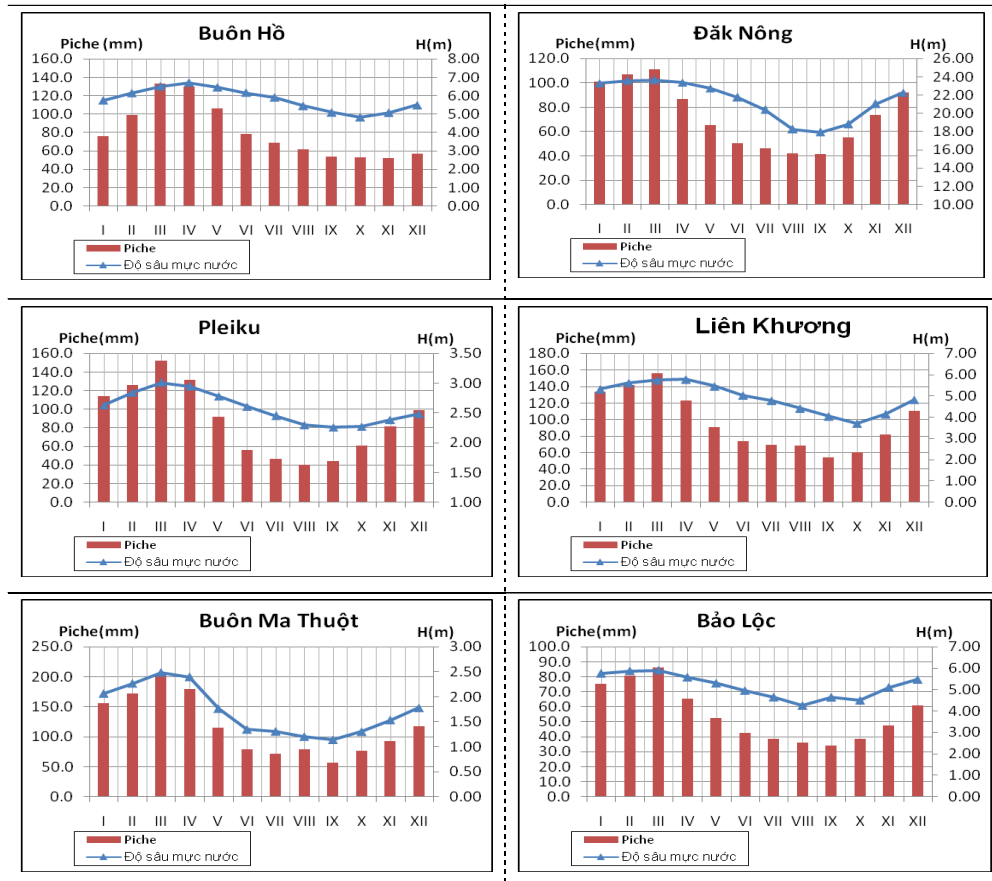


Hình 32. Dao động trung bình 5 năm lượng mưa và mực NĐĐ khu vực Buon Ma Thuot

### III.1.2.1.2 Lượng bốc hơi

Bốc hơi là một trong những nguyên nhân làm hao hụt lượng nước, vì vậy nó được xem là một thành phần quan trọng của cán cân cân bằng nước và ảnh hưởng đến trữ lượng và chất lượng của NĐĐ.

Biến trình năm của độ sâu mực nước gần như trùng pha với biến trình năm của lượng bốc hơi Piche, cũng có nghĩa là độ cao mực nước có biến trình ngược pha với lượng bốc hơi Piche. Độ sâu mực nước đạt cực đại vào khoảng tháng III, tháng IV và đạt cực tiểu vào khoảng tháng VIII, IX, X đây cũng là các tháng lượng bốc hơi Piche đạt cực đại (tháng III, IV) và cực tiểu (tháng VIII, IX) (Hình 33).



Hình 33. Biến trình năm của lượng bốc hơi Piche và độ sâu mực nước

Giá trị tương quan giữa lượng bốc hơi Piche và độ sâu mực nước ngầm với độ trễ 1-3 tháng được trình bày trong Bảng 38 cho thấy:

Nếu như giữa lượng mưa và độ cao mực NĐĐ tại vùng nghiên cứu có mối tương quan tỷ lệ thuận, thì lượng bốc hơi và độ cao mực NĐĐ có mối tương quan tỷ lệ nghịch (Hình 33) hay nói cách khác mối tương quan giữa lượng bốc hơi và độ sâu mực nước có mối tương quan tỷ lệ thuận, bốc hơi càng lớn thì độ sâu mực nước ngầm càng tăng. Sự tương quan giữa chúng khá chặt chẽ, tùy thuộc vào chiều sâu mực NĐĐ và lớp phủ thực vật. Hệ số tương quan lớn nhất biến đổi  $r = 70-83\%$  (Bảng 38), với độ trễ từ 0 đến 1 tháng. Có nghĩa là lượng bốc hơi có ảnh hưởng ngay tới mực nước ngầm, với độ trễ khoảng trên dưới một tháng.

Bảng 38. Hệ số tương quan giữa độ sâu mực nước dưới đất và lượng bốc hơi (Piche)

Trạm	Lỗ khoan	Độ trễ (tháng)			
		0	1	2	3
Pleiku	LK 64T	72,9	75,2	56,9	28,8
Buôn Ma Thuột	LK 48T	83,2	74,0	45,4	11,8

Buôn Hồ	LK C4a	69,6	64,4	41,8	13,4
Đắk Nông	LK 87T	0,75	0,55	0,22	0,20
Liên Khương	LK 112T	63,6	78,4	69,1	48,7
Bảo Lộc	CB1-III	80,0	67,9	40,4	4,5

### *III.1.2.2. Khai thác nước dưới đất*

Khai thác nước dưới đất là nguyên nhân chính gây ra hiện tượng suy giảm mực NĐĐ do hoạt động khai thác quá mức phục vụ cho mục đích phát triển kinh tế - xã hội. Hiện trạng khai thác NĐĐ phục vụ cho các mục đích sinh hoạt và tưới cho cây cà phê trên toàn Tây Nguyên tại các thời điểm 2000, 2005, 2010 và 2018 được thể hiện trong bảng sau (Bảng 39):

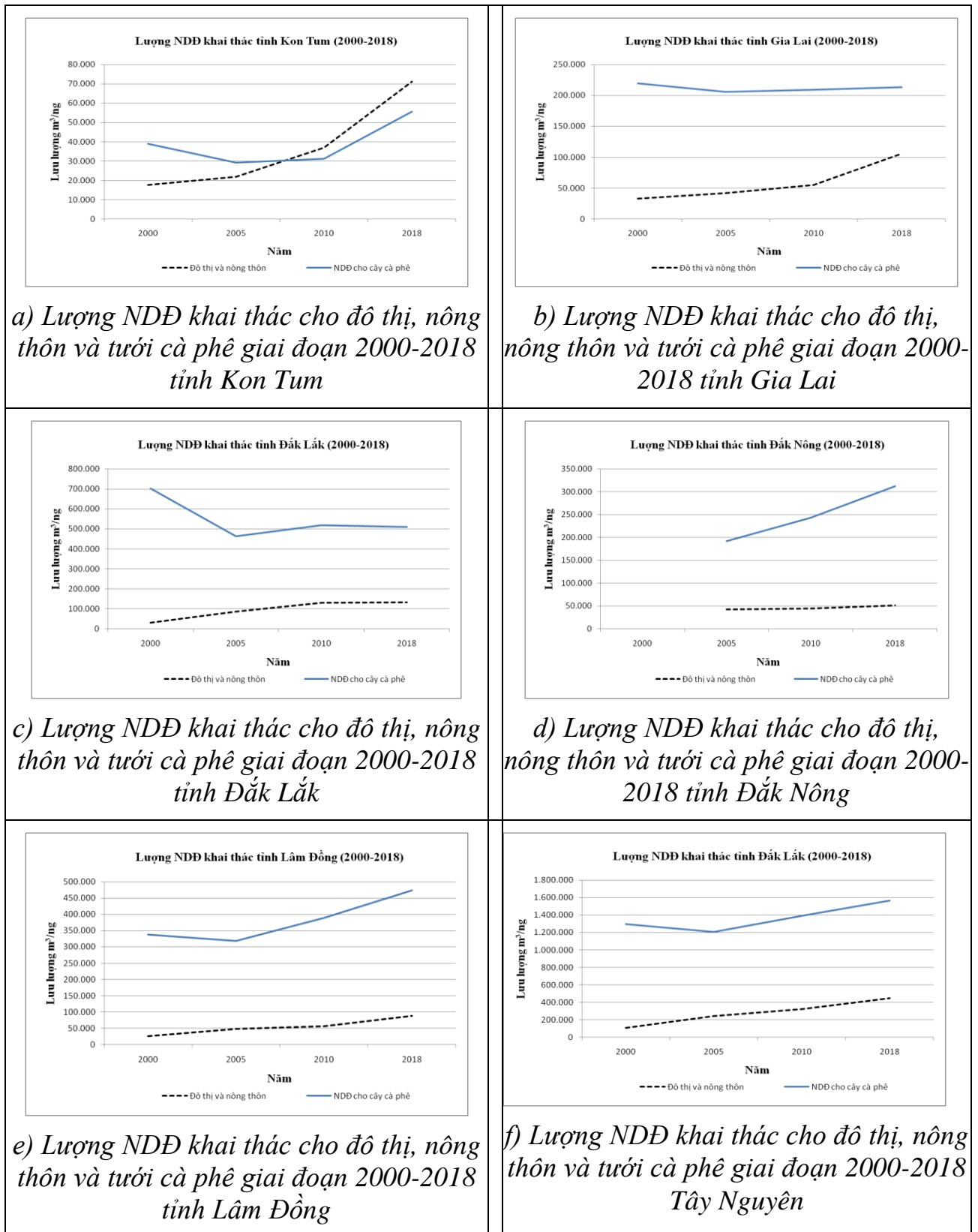
*Bảng 39. Hiện trạng khai thác nước dưới đất các tỉnh Tây Nguyên thời điểm năm 2000, 2005, 2010 và 2018*

<b>Tỉnh Kon Tum</b>				
<b>Mục đích khai thác NĐĐ</b>	<b>Lượng nước NĐĐ khai thác (m<sup>3</sup>/ng)</b>			
	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2018</b>
Đô thị và nông thôn	17.770	21.900	36.922	71.117
Tưới cho cây cà phê	39.068	29.160	31.197	55.570
Tổng cộng	56.838	51.060	68.119	126.687
<b>Tỉnh Gia Lai</b>				
<b>Mục đích khai thác NĐĐ</b>	<b>Lượng nước NĐĐ khai thác (m<sup>3</sup>/ng)</b>			
	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2018</b>
Đô thị và nông thôn	33.100	42.391	55.331	105.851
Tưới cà phê	219.796	205.892	209.343	213.631
Tổng cộng	252.896	248.283	264.674	319.482
<b>Tỉnh Đắk Lắk</b>				
<b>Mục đích khai thác NĐĐ</b>	<b>Lượng nước NĐĐ khai thác (m<sup>3</sup>/ng)</b>			
	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2018</b>
Đô thị và nông thôn	30.514	86.962	130.197	132.930
Tưới cà phê	702.575	462.188	517.417	509.755
Tổng cộng	733.089	549.150	647.614	642.685
<b>Tỉnh Đắk Nông</b>				
<b>Mục đích khai thác NĐĐ</b>	<b>Lượng nước NĐĐ khai thác (m<sup>3</sup>/ng)</b>			



	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2018</b>
Đô thị và nông thôn		42.602	44.675	51.097
Tưới cà phê		191.924	243.719	312.099
Tổng cộng		234.526	288.394	363.196
<b>Tỉnh Lâm Đồng</b>				
Mục đích khai thác NĐĐ	Lượng nước NĐĐ khai thác (m <sup>3</sup> /ng)			
	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2018</b>
Đô thị và nông thôn	26.140	48.718	56.680	87.787
Tưới cà phê	337.303	318.802	388.636	474.023
Tổng cộng	363.443	367.520	445.316	561.810
<b>Toàn Tây Nguyên</b>				
Mục đích khai thác NĐĐ	Lượng nước NĐĐ khai thác (m <sup>3</sup> /ng)			
	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2018</b>
Đô thị và nông thôn	107.524	242.573	323.805	448.782
Tưới cà phê	1.298.742	1.207.966	1.390.312	1.565.078
Tổng cộng	1.406.266	1.450.539	1.714.117	2.013.860

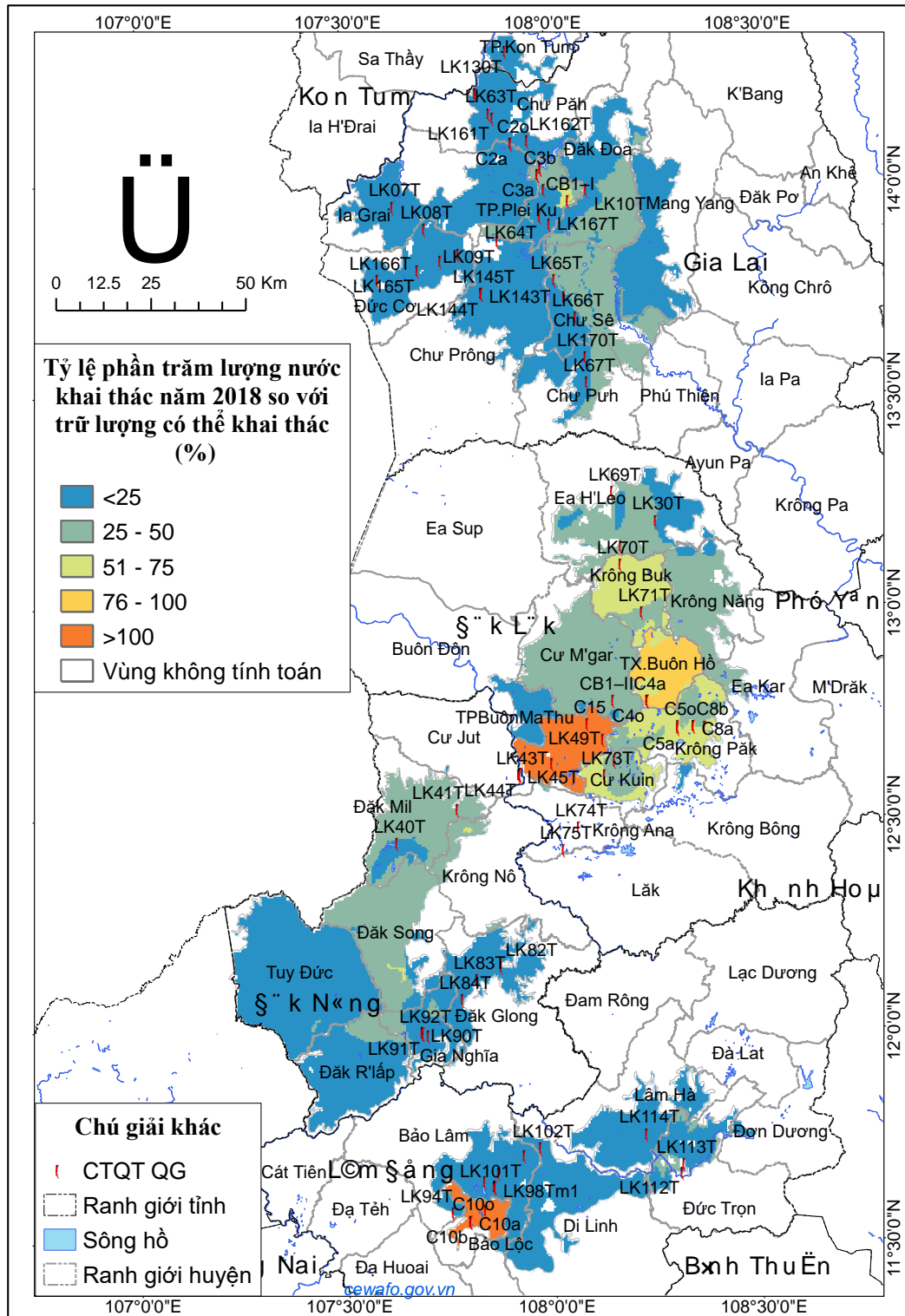
Lượng NĐĐ khai thác phục vụ cho tưới cà phê chiếm từ 70-90% tổng lượng nước khai thác. Các tỉnh có lượng NĐĐ khai thác phục vụ cho tưới cho cây cà phê tăng 40-52% trong giai đoạn từ 2000-2018 là tỉnh Lâm Đồng, Kon Tum và Đắk Nông. Các tỉnh Gia Lai và Đắk Lắk lượng NĐĐ khai thác có xu hướng không tăng nhiều do diện tích trồng cà phê không biến động nhiều, thậm chí còn giảm đôi chút tại tỉnh Gia Lai (Hình 34a,b,c,d,e). Tính trên toàn Tây Nguyên lượng NĐĐ khai thác cho sinh hoạt và trồng trọt khoảng 500.000 m<sup>3</sup>/ng chiếm một tỉ lệ nhỏ chỉ 12,0% so với lượng nước tưới cho cây cà phê hơn 1,5 triệu m<sup>3</sup>/ng (78%) (Hình 34f). Tổng lượng NĐĐ khai thác trên toàn Tây Nguyên là khoảng 2,0 triệu m<sup>3</sup>/ng vẫn nhỏ hơn trữ lượng có thể khai thác là 6,95 triệu m<sup>3</sup>/ng.



*Hình 34. Lượng NĐĐ khai thác cho đô thị, nông thôn và tưới cà phê giai đoạn 2000-2018 từng tỉnh và trên toàn Tây Nguyên*

Từ lượng nước dưới đất khai thác năm 2018 trên toàn vùng Tây Nguyên (Hình 35) cho thấy khu vực Đắk Lắk có diện tích khai thác nước dưới đất thuộc

loại khá lớn, trữ lượng khai thác tại khu vực Buôn Ma Thuột và Bảo Lộc đã vượt quá trữ lượng có thể khai thác.

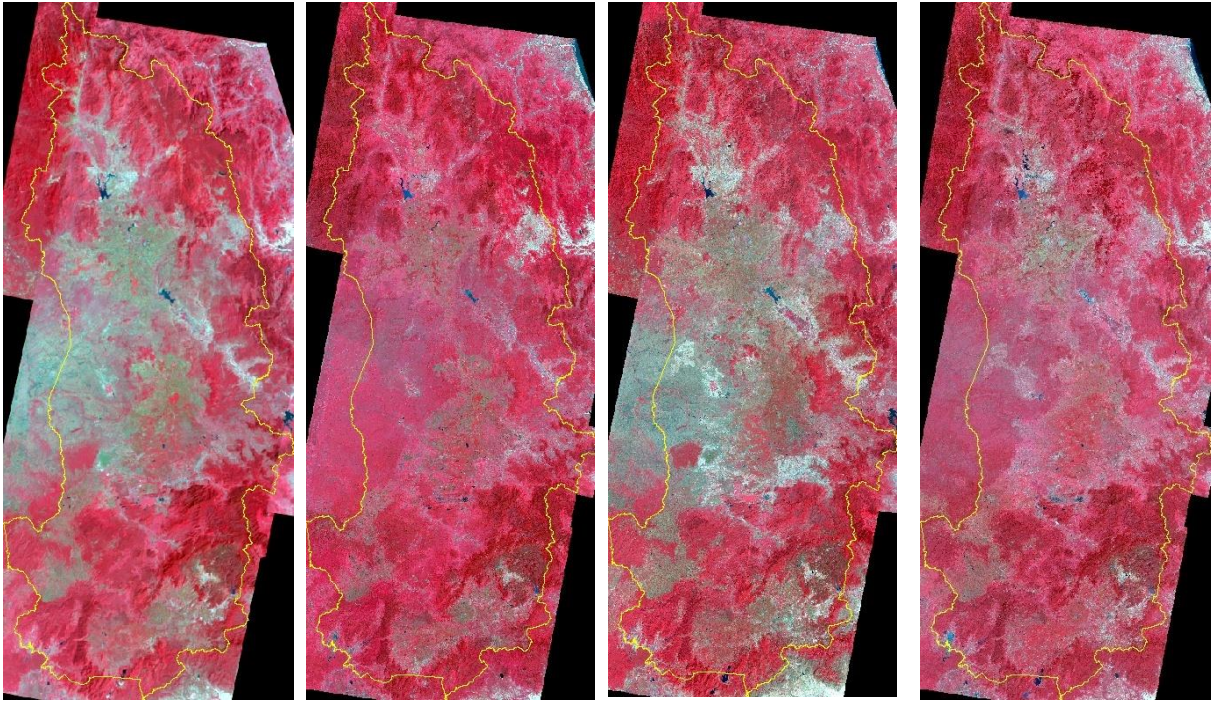


Hình 35. Bản đồ khai thác nước dưới đất năm 2018 vùng Tây Nguyên

### *III.1.2.3. Biến động diện tích rừng*

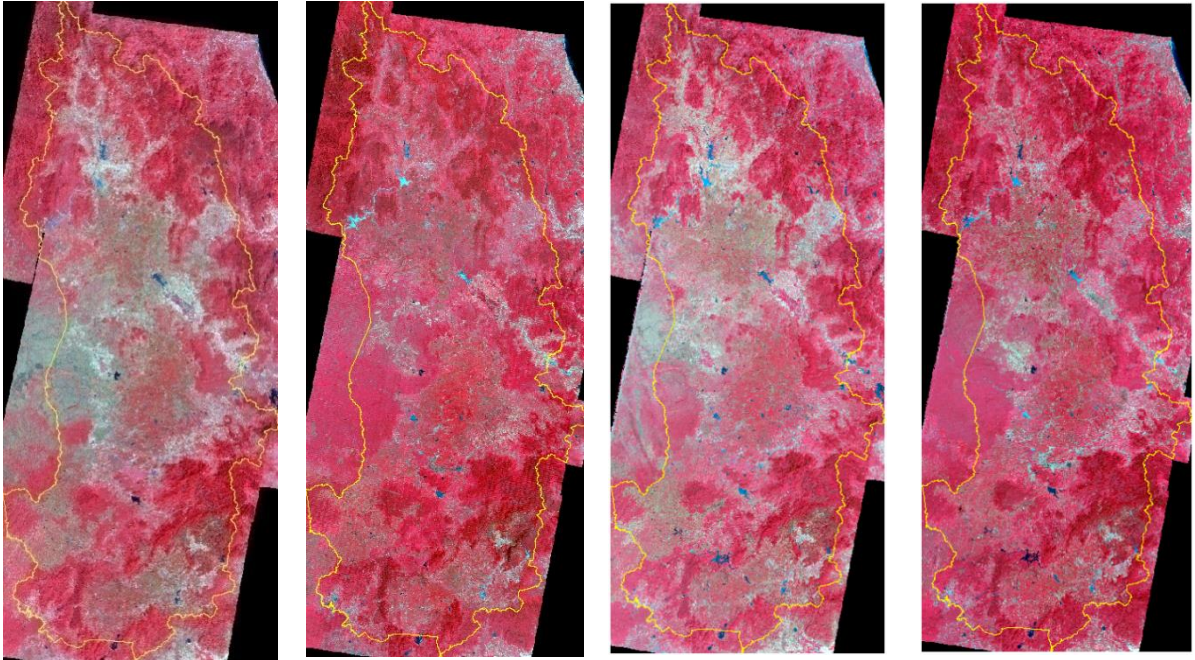
Rừng là một hệ sinh thái mà quần xã cây rừng giữ vai trò chủ đạo trong mối quan hệ tương tác giữa sinh vật với môi trường. Rừng cung cấp nguồn gỗ, củi, điều hòa không khí, tạo ra oxy, điều hòa nước, là nơi cư trú của động thực vật và tàng trữ các nguồn gen quý hiếm, bảo vệ và ngăn chặn gió bão, chống xói mòn đất, đảm bảo cho sự sống, bảo vệ sức khỏe của con người, đặc biệt là nó có mối quan hệ mật thiết với tài nguyên nước. Rừng có vai trò điều hòa nguồn nước giảm dòng chảy bề mặt, tạo điều kiện thuận lợi cho nước ngấm xuống đất và bổ sung cho nước dưới đất, điều hòa được dòng chảy của các con sông, con suối (tăng lượng nước sông, nước suối vào mùa khô, giảm lượng nước sông suối vào mùa mưa). Vì vậy, biến động diện tích rừng sẽ ảnh hưởng đến tài nguyên nước. Để nghiên cứu, thống kê diện tích rừng, nguồn tư liệu ảnh viễn thám được thu nhận từ các thế hệ ảnh vệ tinh Landsat 5 (TM), Landsat 7 (ETM+) và Landsat 8 (OLI), bao gồm gần một trăm cảnh ảnh cả mùa khô và mùa mưa thu được tại các thời điểm khác nhau của các năm 2000, 2005, 2010, 2015 và 2018. Các cảnh được xử lý lọc mây và chồng ghép để thể hiện được các đối tượng lớp phủ rõ ràng nhất.

Các cảnh ảnh mùa khô và mùa mưa sẽ được chuẩn hóa, loại bỏ mây và được ghép thành một ảnh cho khu vực Tây Nguyên. Sau đó, tiến hành tính các chỉ số NDVI, NDSI, Tasseled cap để làm các kênh ảnh đầu vào phục vụ cho công tác phân loại. Bộ số liệu 18 kênh ảnh cuối cùng được sử dụng để phân loại lớp phủ bề mặt khu vực Tây Nguyên bao gồm: 06 kênh ảnh Landsat độ phân giải 30m khu vực Tây Nguyên mùa khô và mùa mưa và 01 kênh ảnh chỉ số NDVI mùa khô, mùa mưa của các năm; 01 kênh ảnh chỉ số NDSI; 03 kênh ảnh chỉ số tasseled cap (TC) năm 2000, 2005, 2010, 2015, 2018 (Hình 36 - Hình 40).



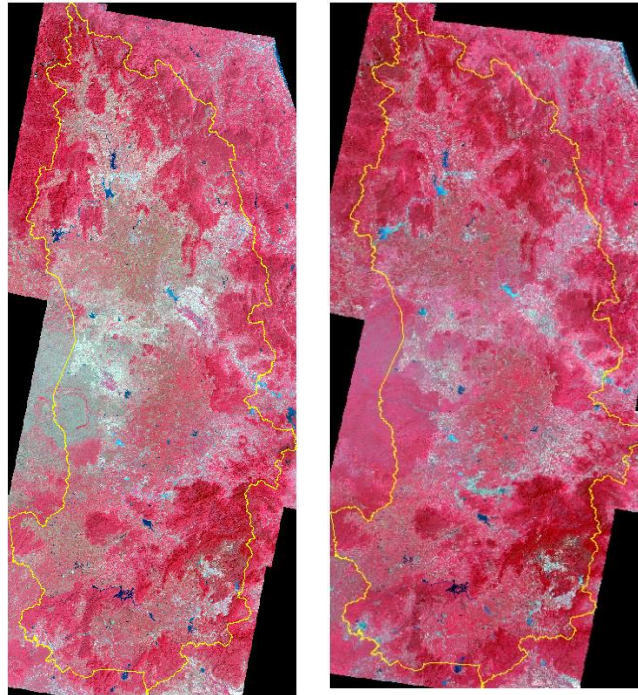
Hình 36. Ảnh Landsat mùa khô (bên trái) và mùa mưa (bên phải) khu vực Tây Nguyên năm 2000

Hình 37. Ảnh Landsat mùa khô (bên trái) và mùa mưa (bên phải) khu vực Tây Nguyên năm 2005



Hình 38. Ảnh Landsat mùa khô (bên trái) và mùa mưa (bên phải) khu vực Tây Nguyên năm 2010

Hình 39. Ảnh Landsat mùa khô (bên trái) và mùa mưa (bên phải) khu vực Tây Nguyên năm 2015



*Hình 40. Ảnh Landsat mùa khô (bên trái) và mùa mưa (bên phải) khu vực Tây Nguyên năm 2018*

#### ***III.1.2.3.1 Phương pháp phân loại lớp phủ vùng tây nguyên***

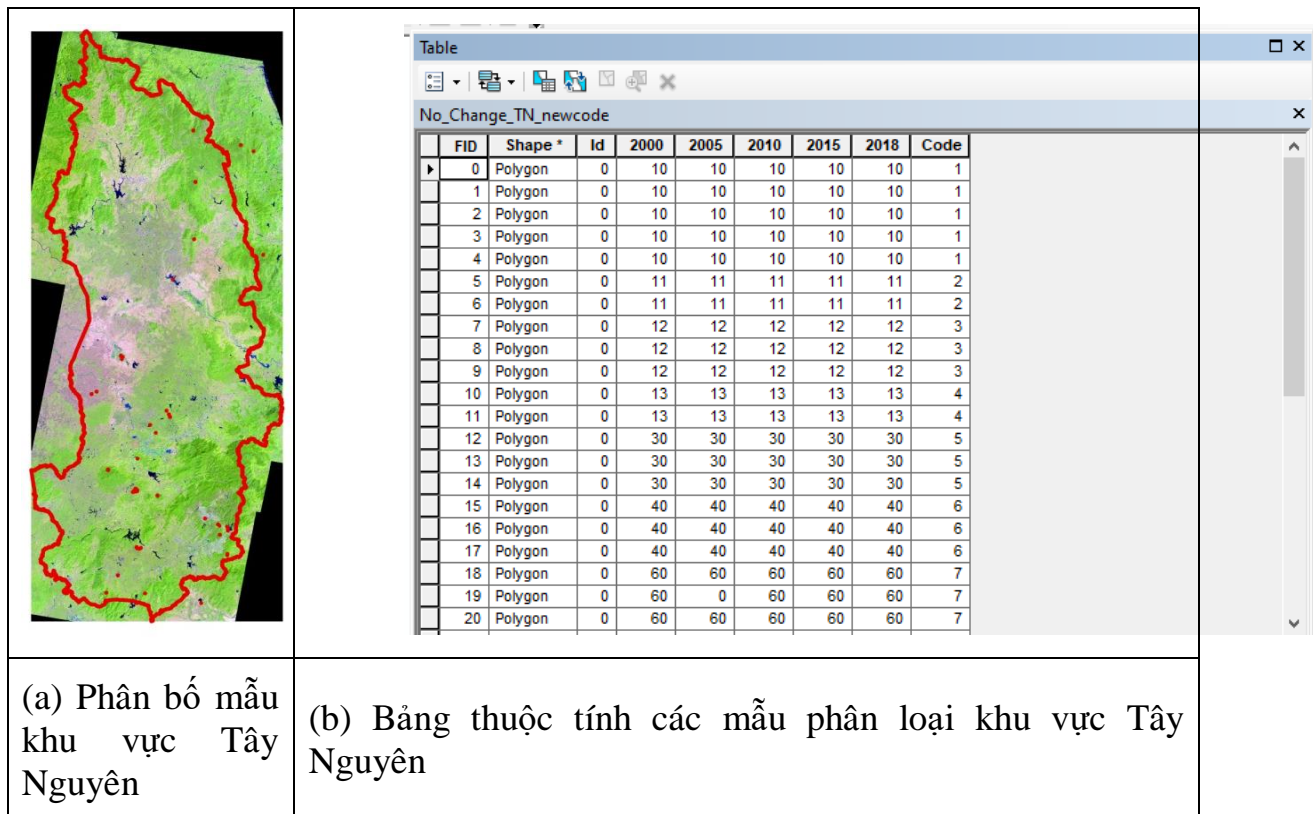
Do đặc điểm lớp phủ rừng của khu vực Tây Nguyên bao gồm nhiều loại lớp phủ đặc biệt có sự xuất hiện của rừng khộp rụng lá. Chính vì vậy để xây dựng được hiện trạng lớp phủ khu vực này cần thu thập được nhiều thời điểm ảnh trong 1 năm. Trong nghiên cứu này, chúng tôi lựa chọn 2 thời điểm thu thập ảnh vệ tinh bởi lẽ khu vực Tây Nguyên là khu vực có khí hậu cận xích đạo được chia làm 2 mùa rõ rệt: mùa mưa và mùa khô.

##### *Mẫu phân loại*

Việc chọn mẫu là một những bước quan trọng nhất trong việc xây dựng bản đồ lớp phủ. Độ chính xác của kết quả phân loại sẽ phụ thuộc chủ yếu bởi quá trình chọn mẫu. Trên cơ sở phân tích các tài liệu về thảm thực vật của khu vực Tây Nguyên cùng với các tài liệu hiện có, dựa vào nội dung nghiên cứu của đề tài, có thể phân ra một số các loại thảm thực vật sau: rừng tự nhiên, rừng trồng, rừng rụng lá, cỏ cây bụi, đất trống, đất nông nghiệp, nước, v.v...Việc chọn mẫu mỗi đối tượng của khu vực Tây Nguyên là một công việc rất khó

khẩn, tỉ mỉ đòi hỏi người chọn mẫu phải chọn ra được bộ số liệu mẫu đại diện cho từng đối tượng và trải dài trên cả khu vực Tây Nguyên.

Trong nghiên cứu này, đối với mỗi lớp phân loại chúng tôi sẽ chọn từ 3-5 mẫu. Mỗi mẫu có diện tích ít nhất là 5\*5 pixel trên ảnh Landsat. Quá trình chọn mẫu hầu hết được dựa trên phần mềm ArcGIS và trên ảnh Google, cùng với một số các điểm mẫu trên thực địa. Một số hình ảnh về quá trình chọn mẫu phân loại ảnh Landsat của khu vực Tây Nguyên:



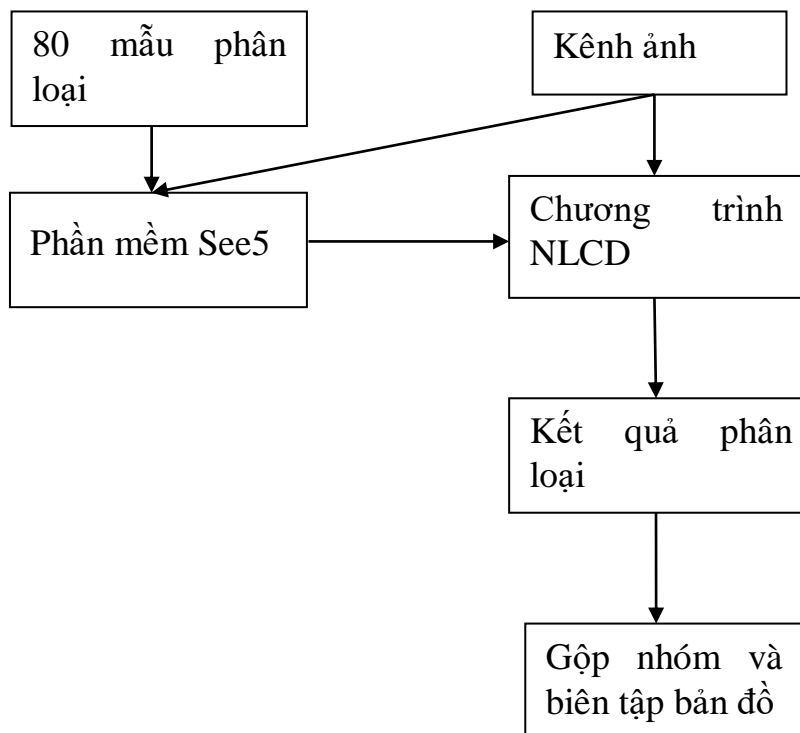
*Hình 41. Phân bố mẫu các đối tượng lớp phủ khu vực Tây Nguyên*

80 mẫu được xây dựng rải đều trên khu vực Tây Nguyên (Hình 41). Các mẫu được chọn bao gồm rừng tự nhiên, rừng trồng, rừng rụng lá, cây công nghiệp, cây nông nghiệp, cỏ cây bụi, mặt nước, v.v.... được mã “code” từ 1 cho đến 13 đối với từng loại mẫu để phục vụ cho quá trình phân loại ảnh Landsat của khu vực nghiên cứu.

*Phương pháp phân loại ảnh viễn thám bằng phương pháp cây quyết định.*

Ngày nay, có nhiều phương pháp phân loại để thành lập bản đồ lớp phủ bề mặt. Mỗi phương pháp có một số ưu điểm và nhược điểm điển hình. Với dữ liệu đa thời gian, số lượng kênh ảnh khá nhiều (6 kênh ảnh) cùng với một loạt các chỉ số như NDVI (chỉ số thực vật), NDSI (chỉ số đất), chỉ số tasslled cap (TC). Phương pháp phân loại cây quyết định được nhóm tác giả sử dụng để thành lập

bản đồ lớp phủ khu vực Tây Nguyên. Phương pháp này sử dụng giá trị DN của từng pixel ảnh trên tất cả các kênh ảnh. Để tính toán các giá trị này chúng tôi ứng dụng chương trình NLCD trên nền của ERDAS IMAGINE 2016, được tải xuống miễn phí từ trang web của Trung tâm dữ liệu EROS, USGS; chương trình See5 là bản quyền của RuleQuest Research Pty Ltd. Ngoài ra, trong nghiên cứu này chúng tôi còn sử dụng phần mềm ArcGIS 10.1 để biên tập bản đồ lớp phủ bề mặt khu vực Tây Nguyên. Dưới đây là quy trình nghiên cứu phân loại ảnh bằng phương pháp Cây phân loại (Hình 42).



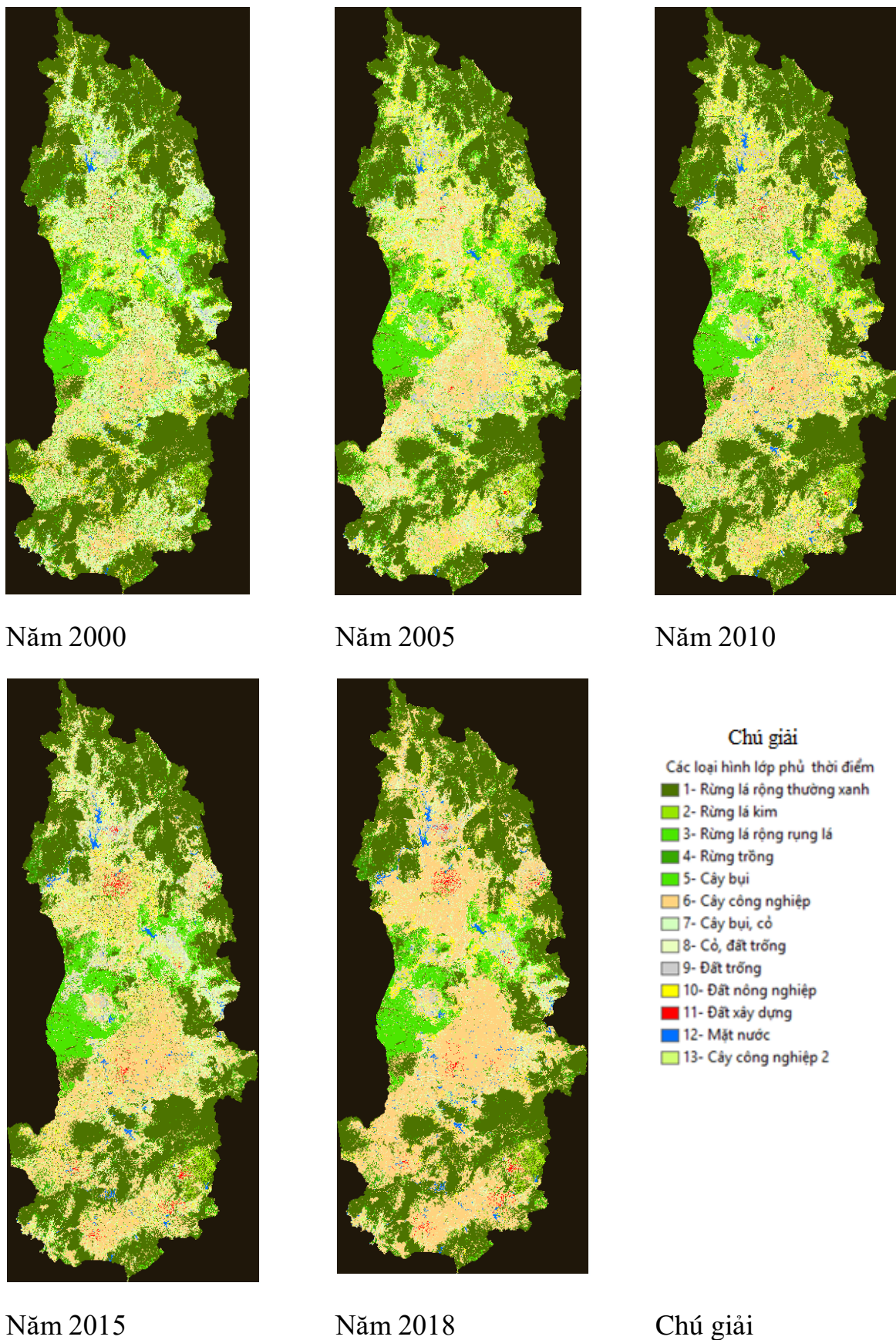
*Hình 42. Quy trình thành lập bản đồ lớp phủ bằng phương pháp cây phân loại*

Trên cơ sở tính toán, phân tích mẫu trong chương trình See 5, chúng tôi sử dụng kết quả này làm đầu vào cho phân loại ảnh trong phần mềm Erdas Imagine 2016.

### **III.1.2.3.2 Thành lập bản đồ lớp phủ tỷ lệ 1:250.000 vùng Tây Nguyên**

Sau khi phân loại 18 kênh ảnh năm 2000 theo số liệu đầu vào và phương pháp như trên đã trình bày, chúng tôi có được kết quả phân loại lớp phủ khu vực Tây Nguyên ở khuôn dạng GeoTIFF (Hình 43) Cơ sở dữ liệu dạng điểm ảnh với kích thước điểm ảnh 30m hoàn toàn cho phép xây dựng bản đồ với tỷ lệ 1:250.000 và nhỏ hơn.





Hình 43. Kết quả phân loại lớp phủ bề mặt vùng Tây Nguyên giai đoạn 2000-2018

Để đánh giá kết quả của phương pháp phân loại cây cho khu vực Tây Nguyên, nhóm tác giả chúng tôi sử dụng 300 điểm mẫu để kiểm tra. Các điểm mẫu này được chọn ngẫu nhiên bằng công cụ Create Random Points trong phần mềm ArcGIS 10.1.

Kết quả đánh giá độ chính xác đạt 88%. Một số đối tượng bị lẫn bao gồm: cây công nghiệp 1 (cà phê, tiêu, điều), cây công nghiệp 2 (cao su) lẫn sang đất trống cỏ cây bụi, v.v..., rừng trồng lẫn đất nông nghiệp. Nguyên nhân nhầm lẫn là do quá trình khai thác khác với thời điểm thu thập ảnh vệ tinh chính vì vậy mà độ chính xác kết quả giải đoán ảnh vẫn chỉ ở mức tương đối cao.

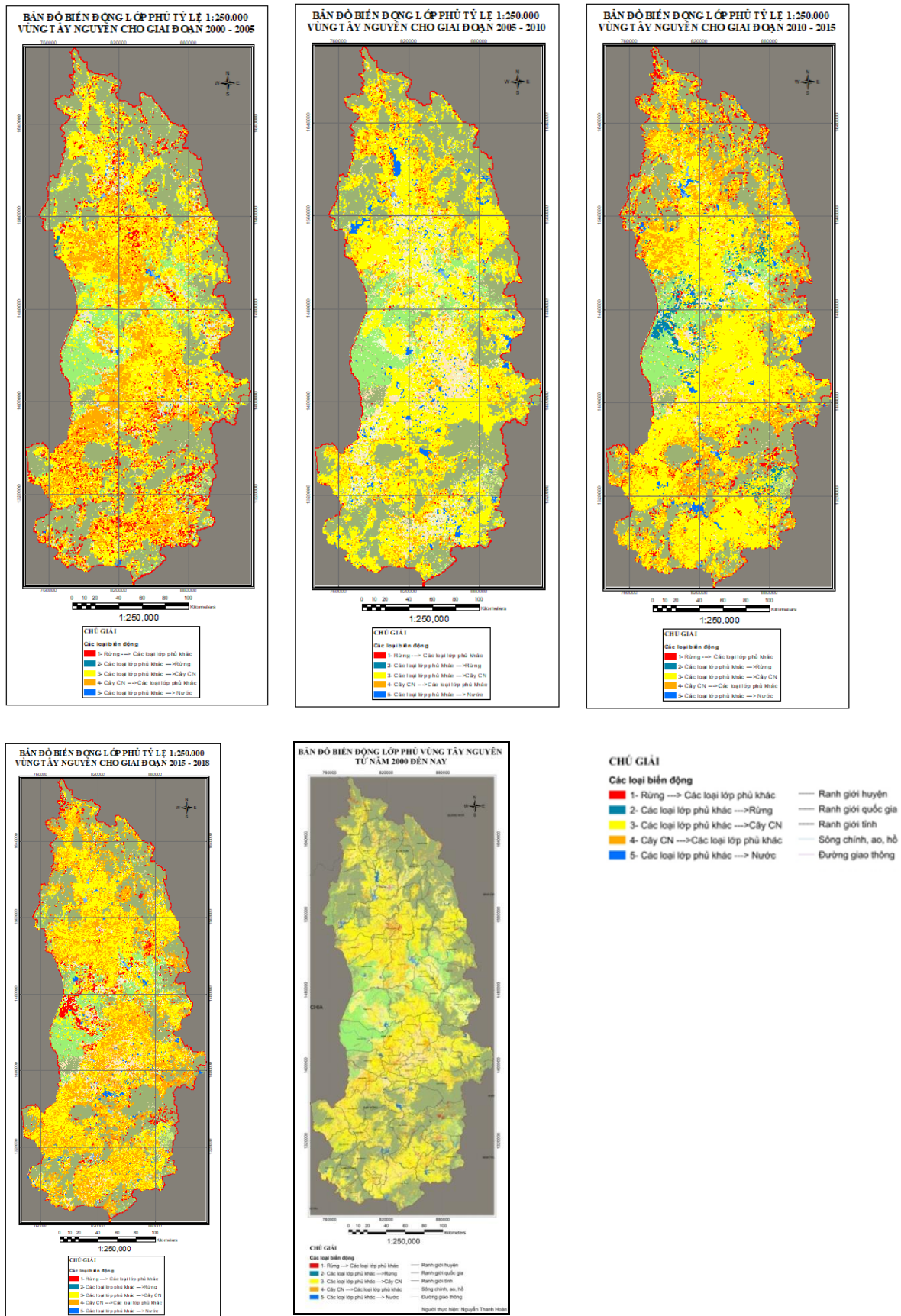
### ***III.1.2.3.3 Đánh giá sự biến động lớp phủ khu vực Tây Nguyên***

Xây dựng các loại hình biến động

Để đáp ứng yêu cầu của đề tài đánh giá mối quan hệ giữa mực nước dưới đất và lớp phủ bề mặt khu vực nghiên cứu, căn cứ theo các loại lớp phủ đã được phân loại và điều kiện tự nhiên kinh tế - xã hội khu vực Tây Nguyên, chúng tôi đề xuất một số loại hình biến động lớp phủ sau:

- 1- Rừng biến động thành các loại lớp phủ khác
- 2- Các loại lớp phủ khác biến động thành rừng
- 3- Các loại lớp phủ khác biến động thành cây công nghiệp
- 4- Cây công nghiệp biến động thành các loại lớp phủ khác
- 5- Các loại lớp phủ khác biến động thành mặt nước

Sử dụng phép toán chồng phủ 2 kết quả loại lớp phủ khu vực Tây Nguyên năm 2005 và 2010, bằng công cụ lập trình EASI Modeling trong phần mềm PCI Geomatica 9.1. Sau đó tiến hành lọc những pixel đơn lẻ, ta được kết quả một số loại biến động lớp phủ khu vực Tây Nguyên theo các giai đoạn (Hình 44)



*Hình 44. Bản đồ biến động lớp phủ tỷ lệ 1:250.000 vùng Tây Nguyên*

Diện tích biến động một số loại lớp phủ vùng Tây Nguyên như sau: (Bảng 40)

*Bảng 40. Diện tích biến động lớp phủ vùng Tây Nguyên qua các giai đoạn*

Số TT	Loại biến động	Diện tích biến động (ha)				
		2000-2005	2005-2010	2010-2015	2015-2018	2000-2018
1	Rừng biến động thành các loại lớp phủ khác	37.058,7	10.542,6	24.851,2	16.748,0	55.315,8
2	Các loại lớp phủ khác biến động thành rừng	660,0	Nhỏ, không tính	13.659,0	Nhỏ, không tính	863,8
3	Các loại lớp phủ khác biến động thành cây công nghiệp	227.650,1	334.834,1	382.534,5	233.865,5	1.154.533,0
4	Cây công nghiệp biến động thành các loại lớp phủ khác	151.967,3	574.13,3	143.356,1	187.461,6	181.625,6
5	Các loại lớp phủ khác biến động thành nước	2.335,9	21.416,9	9.744,7	6.163,9	34.038,8

Qua việc đánh giá sự biến động của các lớp phủ gồm rừng tự nhiên, cây công nghiệp và các lớp phủ khác cho thấy diện tích biến động của các lớp phủ khác thành diện tích lớp phủ cây công nghiệp theo các giai đoạn là lớn nhất khoảng từ 230.000ha tới 380.000ha, nếu tính cho cả giai đoạn 2000-2018 thì biến động hơn một tỉ ha. Trong đó lớp phủ rừng và cây công nghiệp biến động mạnh trong giai đoạn 2010-2015.

Sự biến động của lớp phủ rừng sang lớp phủ khác cũng tăng mạnh từ trên 37.000 ha giai đoạn 2000-2005 và giảm dần trong các giai đoạn sau. Nếu tính cả giai đoạn 2000-2018 thì diện tích rừng giảm đi khoảng 55.315ha.

#### **III.1.2.3.4 Đánh giá mối quan hệ giữa lớp phủ và tài nguyên nước**

Để đánh giá mối quan hệ giữa các lớp phủ, đặc biệt là rừng với NĐĐ rất khó thực hiện do mực NĐĐ hạ thấp chủ yếu là do hoạt động khai thác, vì vậy

thay vì đánh giá trực tiếp với NĐĐ, đề tài đánh giá mối quan hệ giữa sự biến đổi lớp phủ với mực nước đo tại các trạm thủy văn vào 3 tháng mùa kiệt, đây là lượng nước được cung cấp bởi nước ngầm.

Xây dựng mối quan hệ giữa biến động lớp phủ và tài nguyên nước trong giai đoạn từ năm 2000-2018, thông qua bộ số liệu lớp phủ khu vực Tây Nguyên trong giai đoạn từ 2000-2018 và số liệu mực nước thực đo của 4 trạm thủy văn tiêu biểu trong khu vực nghiên cứu. Loại hình lớp phủ tiêu biểu có ảnh hưởng nhiều đến biến động mực nước ngầm theo lý thuyết của khu vực Tây Nguyên được sử dụng trong nghiên cứu sẽ là: Rừng tự nhiên; Rừng trồng và cây công nghiệp. Đề tài lựa chọn 4 trạm thủy văn (Bảng 41) có số liệu thủy văn từ năm 2000-2018 [52].

*Bảng 41. Danh sách các trạm thủy văn sử dụng trong nghiên cứu*

TT	Tên trạm	Thuộc lưu vực	Địa chỉ			Vị trí	
			Xã	Huyện	Tỉnh	Kinh độ	Vĩ độ
1	An Khê	Sông Ba	P. An Tân	TX. An Khê	Gia Lai	108,648	13,951
2	Bản Đôn	Sêrêpôk	Krông Na	Buôn Đôn	Đắk Lắk	107,764	12,906
3	Đắk Nông	Đồng Nai	P. Phú Nghĩa	TX. Gia Nghĩa	Đắk Nông	107,6878	12,00083
4	Kon Tum	Sê San	P. Thắng Lợi	TP. Kon Tum	Kon Tum	108,031	14,35

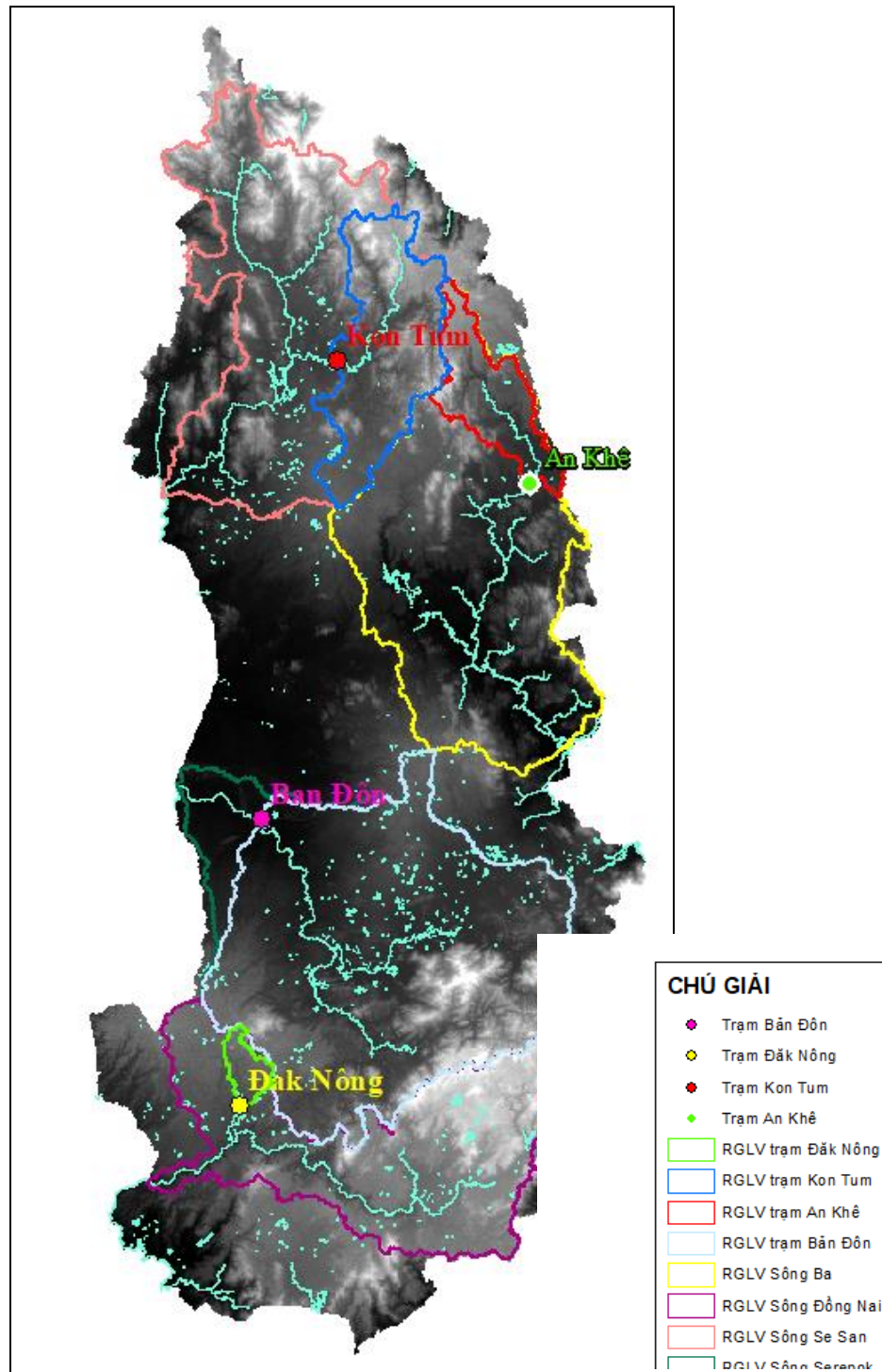
Các số liệu thủy văn trung bình ngày của 3 trạm được tính toán cho 3 tháng mùa kiệt (tháng 2,3,4) được thể hiện tại Bảng 42

*Bảng 42. Mực nước trung bình 3 tháng kiệt nhất tại các trạm thủy văn*

TT	Năm	Mực nước trung bình 3 tháng kiệt nhất (cm) (tháng II, III, IV)			
		Trạm An Khê	Trạm Bản Đôn	Trạm Đắk Nông	Trạm Kon Tum
1	2000	40,173	16,839	58,742	51,663
2	2001	40,156	16,838	58,796	51,645
3	2002	40,143	16,803	58,729	51,623
4	2003	40,149	16,798	58,729	51,611
5	2004	40,145	16,797	58,729	51,606

6	2005	40,133	16,760	58,728	51,585
7	2006	40,151	16,817	58,735	51,580
8	2007	40,137	16,817	58,733	51,561
9	2008	40,151	16,796	58,736	51,561
10	2009	40,163	16,825	58,762	51,548
11	2010	40,143	16,821	58,748	51,590
12	2011	40,127	16,817	58,744	51,544
13	2012	40,139	16,846	58,748	51,584
14	2013	40,140	16,799	58,738	51,513
15	2014	40,146	16,804	58,752	51,572
16	2015	40,133	16,782	58,737	51,510
17	2016	40,135	16,766	58,736	51,492
18	2017	40,152	16,832	58,749	51,514
19	2018	40,152	16,810	58,741	51,502

Lưu vực sông của 4 trạm thủy văn An Khê (thuộc lưu vực sông Ba); Bản Đôn (thuộc lưu vực sông Sêrêpôk); Đăk Nông (thuộc lưu vực sông Đồng Nai); Kon Tum (thuộc lưu vực sông Sê San) được thể hiện trong Hình 45

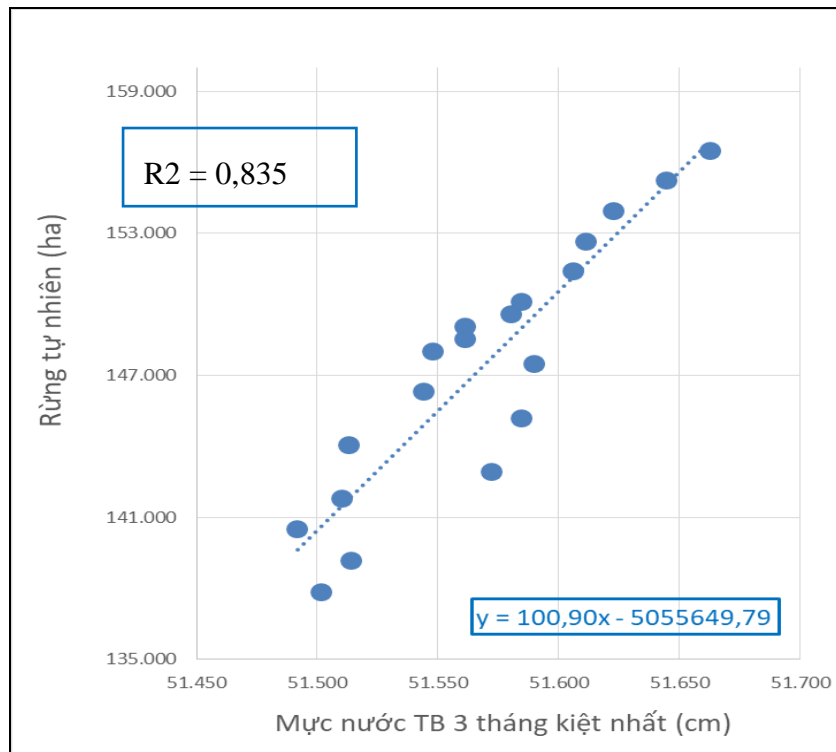


Hình 45. Lưu vực sông của 4 trạm thủy văn

Đề tài chỉ có số liệu lớp phủ của 5 thời điểm 2000, 2005, 2010, 2015 và 2018, nên để có chuỗi số liệu 19 năm từ 2000-2018 tương thích với chuỗi số liệu thủy văn, chúng tôi tiến hành nội suy số liệu diện tích lớp phủ theo phương pháp tuyến tính giữa các cặp thời điểm: 2000-2005; 2005-2010; 2010-2015 và 2015-2018. Sau đó tính diện tích 3 loại hình lớp phủ tiêu biểu trong khu vực Tây Nguyên là Rừng tự nhiên (bao gồm: Rừng lá rộng thường xanh; Rừng lá kim; Rừng lá rộng rụng lá); Rừng trồng và Cây công nghiệp, chúng tôi có được bộ số

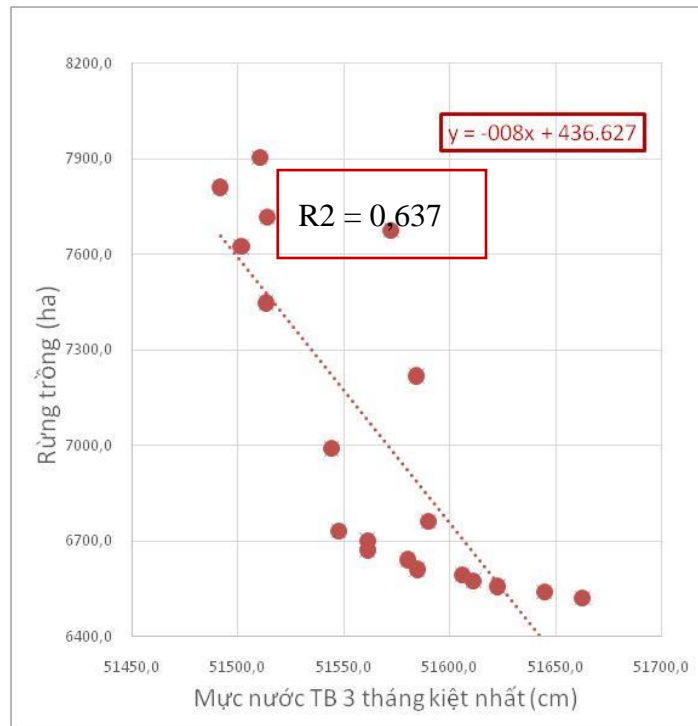
liệu lớp phủ từ 2000-2018 theo ranh giới lưu vực sông của 4 trạm thủy văn An Khê, Bản Đôn, Đăk Nông và Kon Tum.

Để xây dựng mối quan hệ giữa biến động lớp phủ và tài nguyên nước trong giai đoạn từ năm 2000 đến nay khu vực Tây Nguyên, chúng tôi đã sử dụng phương pháp phân tích hồi quy tuyến tính. Qua kết quả phân tích hồi quy mối quan hệ giữa mực nước trung bình 3 tháng kiệt nhất với riêng 3 loại hình lớp phủ: rừng tự nhiên, rừng trồng và cây công nghiệp cùng các biểu đồ thể hiện mối quan hệ của các đối tượng trên tại các lưu vực của trạm thủy văn cho thấy tại trạm Kon Tum thì mối quan hệ giữa ba loại lớp phủ trên với mực nước 3 tháng mùa kiệt là khá chặt (Hình 46 đến Hình 48)  $R^2 > 0,6$ , đặc biệt quan hệ giữa rừng tự nhiên và mực nước là rất chặt  $R^2 > 0,83$ , có thể khu vực này ít dân cư và các hồ đập thủy lợi, thủy điện.

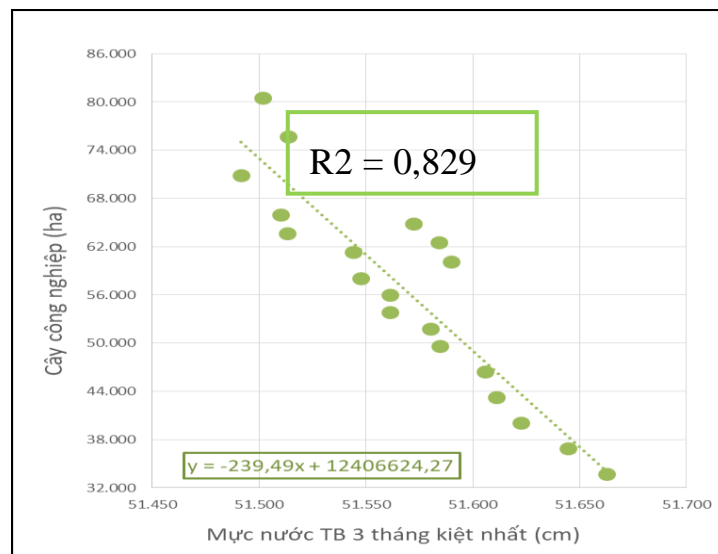


Hình 46. Đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa mực nước trung bình 3 tháng kiệt nhất và Rừng tự nhiên thuộc lưu vực trạm Kon Tum





Hình 47. Đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa mực nước trung bình 3 tháng kiệt nhất và Rừng trồng thuộc lưu vực trạm Kon Tum



Hình 48. Đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa mực nước trung bình 3 tháng kiệt nhất với Cây công nghiệp thuộc lưu vực trạm Kon Tum

Các khu vực trạm An Khê, Bản Đôn và Đăk Nông thì hầu như không có mối quan hệ giữa sự biến đổi của 3 loại lớp phủ trên và mực nước tại trạm. Điều này có thể lý giải là do các khu vực này là khu vực canh tác phát triển các cây công nghiệp nên dòng chảy mùa kiệt đã bị người dân khai thác nước phục vụ tưới trên các con sông có nhiều đập và hồ chứa.

Dựa trên việc đánh giá lớp phủ qua ảnh vệ tinh cho thấy diện tích rừng tự nhiên năm 2018 là 2.281.114 ha chiếm 42% diện tích Tây Nguyên và giảm 243.232 ha (13%) so với năm 2000 và chiếm 6,2% diện tích toàn Tây Nguyên. Diện tích rừng trồng năm 2018 là 208.161 ha chiếm 4% diện tích Tây Nguyên và tăng 30.158 ha (17%) so với năm 2000 và chiếm 0,5% diện tích toàn Tây Nguyên. Diện tích trồng cây công nghiệp 2.136.990 ha chiếm 39% diện tích Tây Nguyên và tăng 1.124.534 ha (211%) so với năm 2000 và chiếm 20,5% diện tích toàn Tây Nguyên (Bảng 43). Như vậy trong vòng 20 năm qua trên Tây Nguyên, diện tích đất rừng tự nhiên mất 6,2% và diện tích trồng cây công nghiệp tăng thêm 20,5%. Đây là nguyên nhân gây ra sự hạ thấp mực nước tại một số khu vực trọng điểm phát triển cây công nghiệp.

*Bảng 43. Diện tích các loại lớp phủ khu vực Tây Nguyên tại 5 thời điểm 2000, 2005, 2010, 2015 và 2018*

<b>TT</b>	<b>Các loại hình lớp phủ</b>	<b>Năm 2000 (ha)</b>	<b>Năm 2005 (ha)</b>	<b>Năm 2010 (ha)</b>	<b>Năm 2015 (ha)</b>	<b>Năm 2018 (ha)</b>
1	Rừng lá rộng thường xanh	2.184.669	2.096.217	2.071.523	1.975.197	1.892.314
2	Rừng lá kim	24.971	21.803	29.550	32.336	30.916
3	Rừng lá rộng rụng lá	414.706	408.125	363.491	362.799	357.884
<b>Rừng tự nhiên</b>		<b>2.624.346</b>	<b>2.526.145</b>	<b>2.464.564</b>	<b>2.370.332</b>	<b>2.281.114</b>
4	Rừng trồng	178.004	172.567	172.751	222.221	208.161
5	Cây CN	805.678	1.111.755	1.228.337	1.516.736	2.055.016
6	Cây CN2 (Rừng trồng cao su)	206.778	75.729	273.646	333.846	81.974
<b>Cây công nghiệp</b>		<b>1.012.456</b>	<b>1.187.483</b>	<b>1.501.983</b>	<b>1.850.583</b>	<b>2.136.990</b>
7	Cây bụi	200.782	227.418	150.693	71.539	55.194
8	Cây bụi, cỏ	535.798	305.271	204.338	124.823	65.492
9	Cỏ, đất trống	517.249	433.360	468.272	592.713	418.637
10	Đất trống	65.088	174.293	106.958	82.237	82.218
11	Đất NN	307.802	415.277	349.239	85.165	140.030
12	Đất xây dựng	3.613	5.289	5.289	22.626	26.778
13	Nước	26.434	23.679	46.695	49.308	56.935



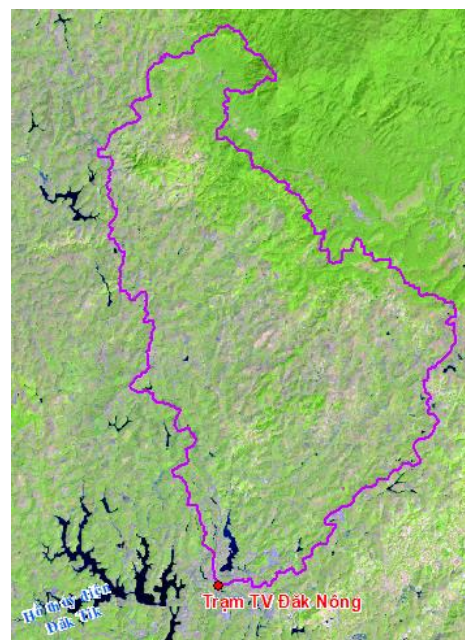
Trạm Kon Tum



Trạm An Khê



Trạm Bản Đôn



Trạm Đắk Nông

Hình 49. Lưu vực đo của các trạm thủy văn

Tương tự, chúng tôi tiến hành đánh giá mối quan hệ giữa biến động lớp phủ và lưu lượng dòng chảy trung bình 3 tháng mưa nhiều VIII, IX, X của 4 lưu vực An Khê, Bản Đôn, Đắk Nông và Kon Tum, trong giai đoạn từ năm 2000 đến nay khu vực Tây Nguyên. Lưu lượng dòng chảy đã được chuẩn hoá theo lượng mưa. Kết quả cho thấy mối quan hệ tuyến tính giữa biến động lớp phủ Rừng tự nhiên; Rừng trồng; Cây công nghiệp và lưu lượng dòng chảy 3 tháng mưa nhiều là rất kém  $R^2 < 0,3$ , điều này có thể là do hàng loạt các đập, công trình thủy lợi đã được xây dựng trên các dòng chảy của các con sông.

#### *III.1.2.4. Biến động dòng mặt*

Để đánh giá ảnh hưởng của sự thay đổi hiện trạng sử dụng đất đến dòng chảy trên lưu vực, đề tài đã sử dụng mô hình SWAT để tính toán và mô phỏng.

##### *III.1.2.4.1 Giới thiệu mô hình*

SWAT (Soil and Water Assessment Tool) là công cụ đánh giá nước và đất được xây dựng bởi tiến sĩ Jeff Arnold ở Trung tâm phục vụ Nghiên cứu Nông nghiệp (ARS - Agricultural Research Service) thuộc Bộ Nông nghiệp Hoa Kỳ (USDA - United States Department of Agriculture) và giáo sư Srinivasan thuộc Đại học Texas A&M, Hoa Kỳ.

Mô hình SWAT được xây dựng để đánh giá tác động của việc sử dụng đất, xói mòn trên một hệ thống lưu vực sông. Mô hình SWAT cho phép mô hình hóa nhiều quá trình vật lý trên cùng một lưu vực. SWAT được tích hợp với GIS, phân lưu vực thành các đơn vị Hydrological Response Unit (HRU), đây là sự kết hợp đan xen của các lớp bản đồ sử dụng đất, thổ nhưỡng và độ dốc. SWAT mô hình hóa chu trình thủy văn dựa trên phương trình cân bằng nước sau:

$$SW_t = SW_0 + \sum_{i=1}^t (R_{day} - Q_{surf} - E_a - W_{seep} - Q_{gw})$$

Trong đó:

$SW_t$ : Tổng lượng nước tại cuối thời đoạn tính toán (mm)

$SW_0$ : Tổng lượng nước ban đầu tại ngày thứ  $i$  (mm)

$t$ : Thời gian (ngày)

$R_{day}$ : Tổng lượng mưa tại ngày thứ  $i$  (mm)

$Q_{surf}$ : Tổng lượng nước mặt của ngày thứ  $i$  (mm)

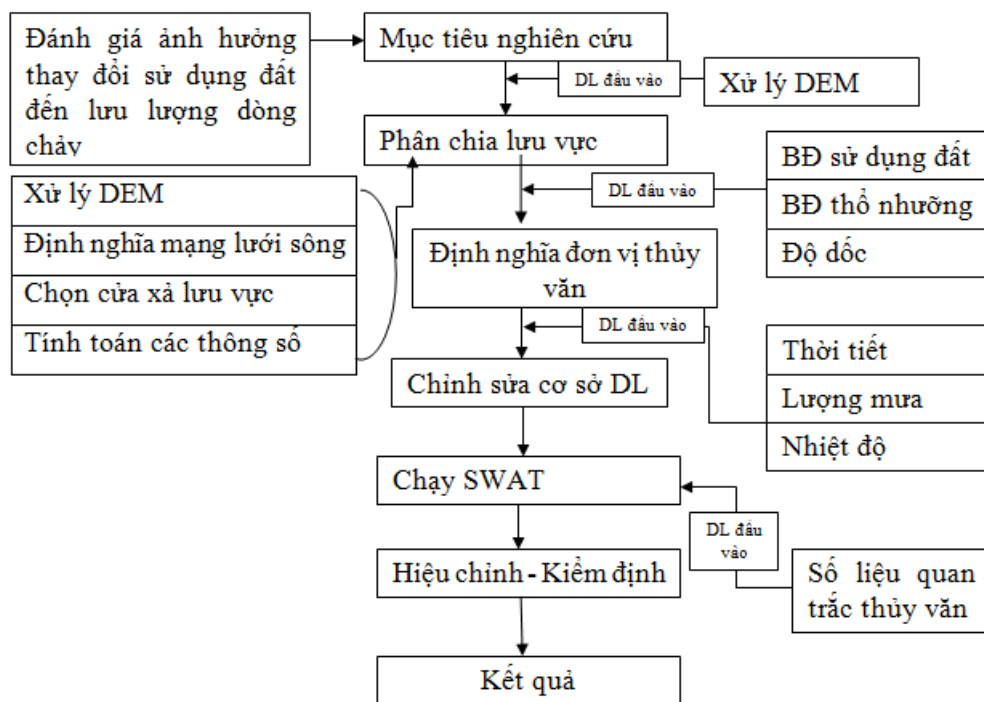
$E_a$ : Lượng bốc thoát hơi tại ngày thứ  $i$  (mm)

$W_{seep}$ : Lượng nước đi vào tầng ngầm tại ngày thứ  $i$  (mm)

$Q_{gw}$ : Lượng nước hồi quy tại ngày thứ  $i$  (mm)

Mô hình SWAT có nhiều ưu điểm so với các mô hình tiền thân như cho phép mô hình hóa các lưu vực không có mạng lưới quan trắc, mô phỏng tác động của thay đổi dữ liệu đầu vào như sử dụng đất, thực hành quản lý đất đai và khí hậu [2], điều này rất phù hợp đối với Tây Nguyên nơi có hệ thống quan trắc thủy văn thưa thớt. Trong nghiên cứu này, tác giả sẽ tập trung sử dụng dữ liệu đã xử lý khi đưa vào mô hình SWAT trên 5 bản đồ sử dụng đất vùng Tây Nguyên tại các thời điểm năm 2000; 2005; 2010; 2015 và 2018. Dựa trên bản đồ này so sánh sự khác nhau về sử dụng đất, dữ liệu về thời tiết và thủy văn để đánh giá tác động của sự thay đổi sử dụng đất đến lưu lượng dòng chảy mặt và lượng bùn cát trên lưu vực.

Để ứng dụng mô hình SWAT mô phỏng lưu lượng dòng chảy tại các lưu vực sông thuộc Tây Nguyên, các dữ liệu như bản đồ thổ nhưỡng, bản đồ hiện trạng sử dụng đất, bản đồ địa hình, dữ liệu khí hậu, v.v... (Hình 50) cần được thu thập và xử lý để phù hợp với yêu cầu của mô hình dưới sự hỗ trợ của phần mềm ArcGIS. Toàn bộ tiến trình thực hiện được thể hiện như Hình 50 [2].



Hình 50. Sơ đồ phương pháp luận cho mô hình

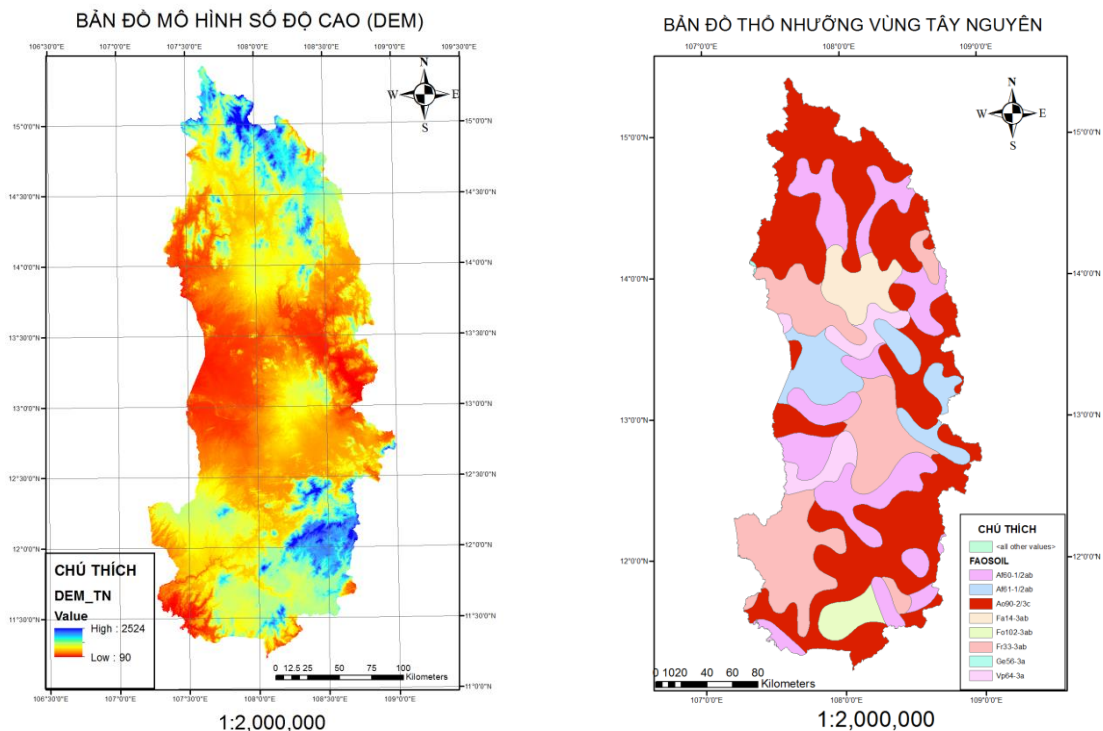
#### III.1.2.4.2 Biên tập dữ liệu đầu vào

Dữ liệu cần thiết cho mô hình SWAT để ứng dụng cho các lưu vực sông trên Tây Nguyên được thu thập từ nhiều nguồn khác nhau. Chi tiết các dữ liệu thu thập và xử lý làm đầu vào cho mô hình được thể hiện trong bảng dưới (Bảng 44).

Bảng 44. Chuẩn bị dữ liệu đầu vào mô hình SWAT

STT	Dữ liệu	Chi tiết	Nguồn
1	Lượng mưa	Lượng mưa ngày tại 31 trạm	Trung tâm Khí tượng thủy văn Quốc gia
2	Nhiệt độ không khí	Nhiệt độ không khí cao nhất, thấp nhất ngày tại 11 trạm	
3	Lưu lượng nước	Lưu lượng nước trung bình ngày tại các trạm Thủy văn	
4	Bản đồ số độ cao (DEM)	Dạng Gridfile; Độ phân giải 30m	Trang Web: AW3D30 (ALOS Global Digital Surface Model "ALOS World 3D)
5	Bản đồ đất	Dạng Shapefile; Gridfile	FAO/UNESCO - Digital Soil Map of the World
6	Bản đồ sử dụng đất	Dạng Gridfile; Độ phân giải 0,5 km (5 bản đồ hiện trạng sử dụng đất cho 5 giai đoạn: 2000, 2005, 2010, 2015, 2018).	Thiết lập

a) Dữ liệu không gian ( Dạng bản đồ)

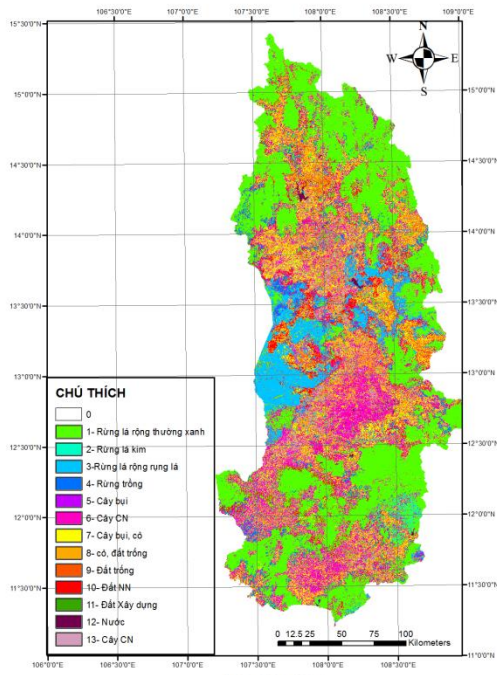


a

b

Hình 51. a) Bản đồ mô hình số độ cao vùng Tây Nguyên; b) bản đồ thổ nhưỡng vùng Tây Nguyên

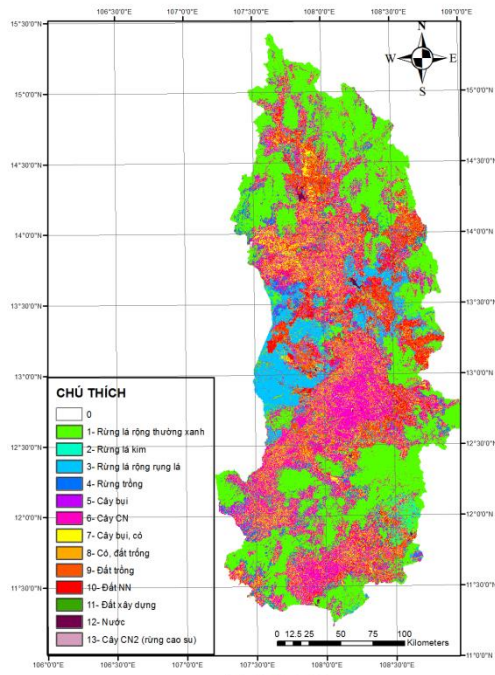
**BẢN ĐỒ HIỆN TRẠNG SỬ DỤNG ĐẤT TÂY NGUYÊN NĂM 2000**



1:2,000,000

a

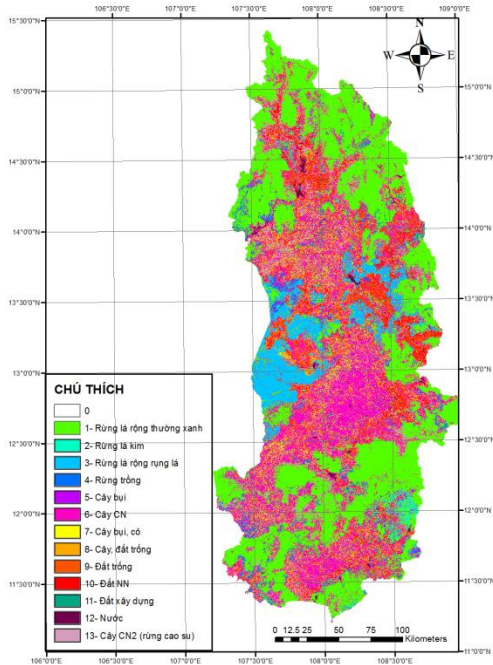
**BẢN ĐỒ HIỆN TRẠNG SỬ DỤNG ĐẤT TÂY NGUYÊN NĂM 2005**



1:2,000,000

b

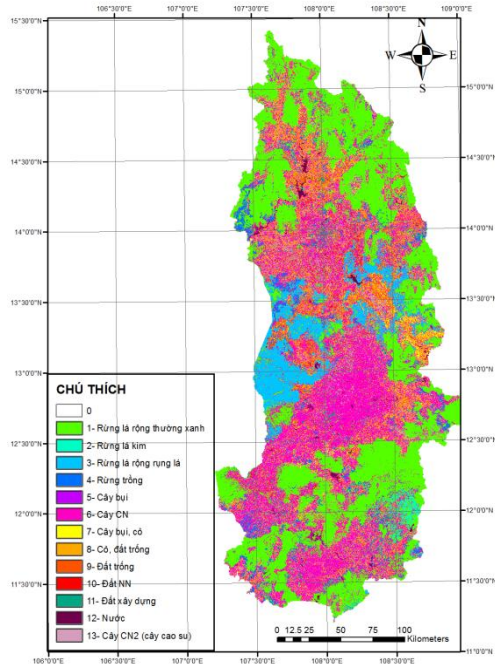
**BẢN ĐỒ HIỆN TRẠNG SỬ DỤNG ĐẤT TÂY NGUYÊN NĂM 2010**



1:2,000,000

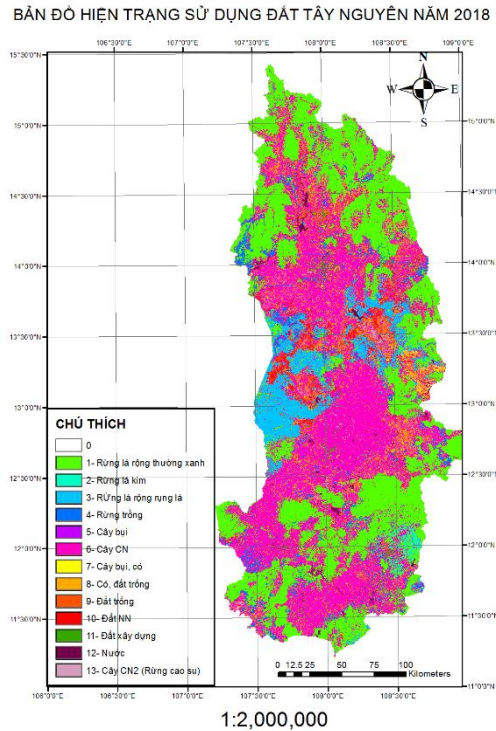
c

**BẢN ĐỒ HIỆN TRẠNG SỬ DỤNG ĐẤT TÂY NGUYÊN NĂM 2015**



1:2,000,000

d



e

Hình 52. Bản đồ Hiện trạng sử dụng đất 5 giai đoạn vùng Tây Nguyên: a) 2000; b)2005; c)2010; d)2015; e)2018  
b) Số liệu thuộc tính - số liệu thời tiết cho 4 lưu vực sông thuộc Tây Nguyên.

Dữ liệu trong mô hình SWAT là một phần quan trọng trong vòng tuần hoàn thủy văn. Dữ liệu thời tiết cần cho mô hình SWAT được thu thập trong nghiên cứu gồm: lượng mưa, nhiệt độ không khí lớn nhất, nhỏ nhất theo ngày. Nghiên cứu đã lựa chọn trong khoảng thời gian từ 2000–2018 tại các trạm đo phân bố bao quanh khu vực nghiên cứu.

Bảng 45. Danh sách các trạm thu thập số liệu lượng mưa

TT	Tên trạm	Năm thu thập	Tọa độ (độ)		Cao độ (m)
			Vĩ độ	Kinh độ	
1	M’Đrắk	2000-2018	12,733	108,75	419
2	Bản Đôn	2000-2018	12,883	107,78	70
3	Buôn Ma Thuột	2000-2018	12,667	108,05	470
4	Buôn Hồ	2000-2018	12,917	108,27	707
5	Cầu 14	2000-2018	12,6	107,93	41
6	Đăk Mill	2000-2018	12,45	107,62	760
7	Đức Xuyên	2000-2018	12,3	109	150



8	Giang Sơn	2000-2018	12,5	108,18	50
9	Krông Bông	2000-2018	12,55	108,45	879
10	Krông Buk	2000-2018	12,766	108,37	80
11	Lắk	2000-2018	12,367	108,2	423
12	Bảo Lộc	2000-2018	11,533	107,82	804,33
13	Đại Nga	2000-2018	11,50	107,87	747,72
14	Đắk Nông	2000-2018	12,00	107,683	593,4
15	Liên Khương	2000-2018	11,75	108,38	957,17
16	Tà Lài	2000-2018	11,367	107,36	124
17	Đà Lạt	2000-2018	11,95	108,43	1.506
18	An Khê	2000-2018	13,95	108,63	422,16
19	AyunPa	2000-2018	19,633	105,57	159
20	Chư Sê	2000-2017	13,70	108,07	527
21	EA Knop	2000-2017	12,80	108,45	461
22	Pơ Mư Rê	2000-2018	14,033	108,35	680
23	Đắk Mốt	2000-2018	14,750	107,777	869
24	Đắk Tô	2000-2018	14,65	107,83	620,35
25	Kon Plông	2000-2018	14,67	108,42	1115
26	Kon Tum	2000-2018	14,50	108,02	537,55
27	Pleiku	2000-2018	13,96	108,02	778,87
28	Sa Thầy	2000-2018	14,41	107,86	570
29	Yaly	2000-2018	14,70	107,75	547,3
30	Chư Prong	2000-2017	13,75	107,60	508
31	Ea Soup	2000-2017	13,04	108,52	125

*Bảng 46. Danh sách các trạm thu thập số liệu nhiệt độ không khí*

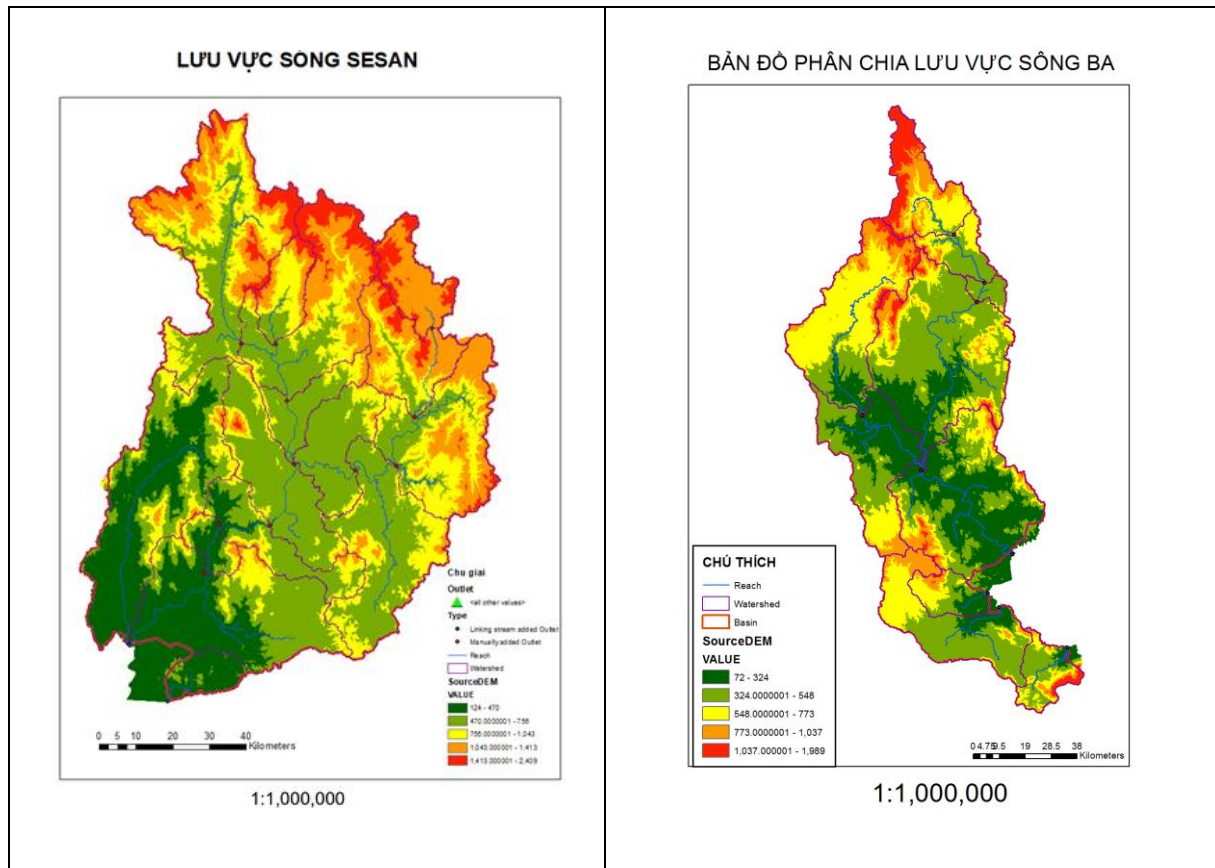
TT	Tên trạm	Năm thu thập	Tọa độ (độ)		Cao độ (m)
			Vĩ độ	Kinh độ	
1	Buôn Ma Thuột	2000-2018	12,667	108,05	470
2	Buôn Hồ	2000-2018	12,917	108,27	707
3	M’Đrak	2000-2018	12,733	108,75	419
4	Đắk Tô	2000-2018	14,65	107,83	620,35
5	Kon Tum	2000-2018	14,50	108,02	537,55

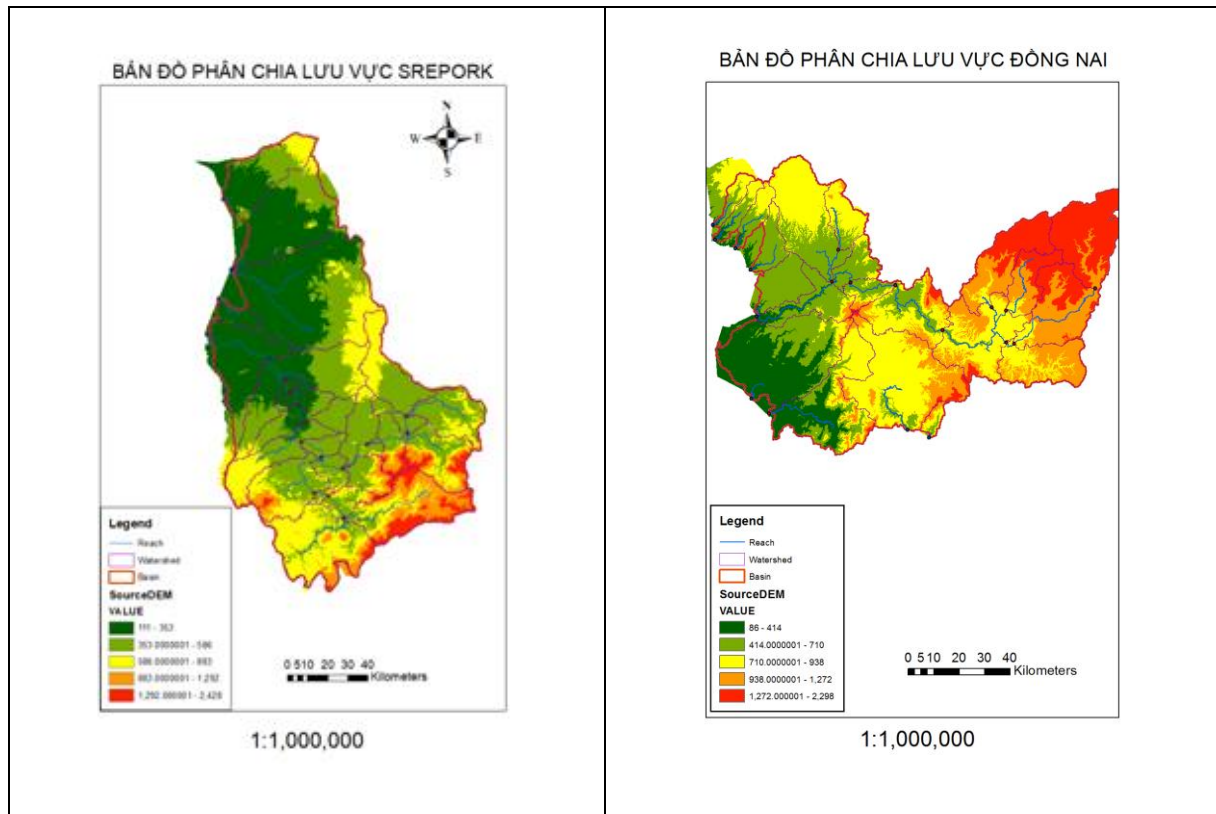
6	Pleiku	2000-2018	13,96	108,02	778,87
7	An Khê	2000-2018	13,950	108,633	422,2
8	AyunPa	2000-2018	19,633	105,567	159
9	Bảo Lộc	2000-2018	11,533	107,817	804,3
10	Đắk Nông	2000-2018	12,000	107,683	593,4
11	Đà Lạt	2000-2018	11,950	108,433	1.509

*III.1.2.5. Phân chia lưu vực*

Dựa trên dữ liệu về bản đồ số độ cao DEM, 4 lưu vực sông Sêrêpôk, Đồng Nai, Sêsan, sông Ba được tiến hành phân định lưu vực (Hình 53).

Kết quả phân định lưu vực sông được thể hiện dưới đây:





Hình 53. Bản đồ phân chia 4 lưu vực sông

### III.1.2.5.1 Đánh giá mô hình

Hiệu chỉnh mô hình nhằm xác định giá trị tối ưu cho bộ thông số thiết lập bởi người sử dụng. Trong báo cáo đã tiến hành hiệu chỉnh mô hình thông qua chương trình hiệu chỉnh tự động SWAT - CUP bằng phương pháp Sequential Uncertainty Fitting (SUFI-2). Sau khi kết thúc hiệu chỉnh, quá trình kiểm định được thực hiện nhằm đánh giá hiệu quả của mô hình sử dụng bộ thông số hiệu chỉnh trong việc mô phỏng các chức năng thủy văn trên lưu vực với khoảng thời gian độc lập với giai đoạn hiệu chỉnh.

Quá trình hiệu chỉnh, kiểm định mô hình được thực hiện bằng cách sử dụng hệ số xác định  $R^2$  và chỉ số hiệu quả Nash-Scutcliffe (NSE). Công thức tính toán các hệ số này được thể hiện trong chương trình sau đây:

$$NSE = 1 - \frac{[\sum_{i=1}^n (Q_{obs}^i - Q_{sim}^i)^2]}{[\sum_{i=1}^n (Q_{obs}^i - \bar{Q}_{obs})^2]}$$

$$R^2 = \frac{[\sum_{i=1}^n (Q_{obs}^i - \bar{Q}_{obs}) * (Q_{sim}^i - \bar{Q}_{sim})]^2}{\sum_{i=1}^n (Q_{obs}^i - \bar{Q}_{obs})^2 * \sum_{i=1}^n (Q_{sim}^i - \bar{Q}_{sim})^2}$$

**Trong đó:** n là số giá trị của chuỗi quan trắc và mô phỏng;  $Q_{obs}^i$ ,  $\bar{Q}_{obs}$  là giá trị thực đo và thực đo trung bình;  $Q_{sim}^i$ ,  $\bar{Q}_{sim}$  là giá trị mô phỏng và mô phỏng trung bình.

Bảng 47. Bảng kết quả đánh giá mô hình SWAT bằng chỉ tiêu NSE và R<sup>2</sup>

Mức độ	Chấp nhận	Tốt	Rất tốt
NSE	0,50÷0,54	0,55÷0,65	> 0,65
R <sup>2</sup>	0,50÷0,64	0,65÷0,81	> 0,82

**- Chỉ tiêu NSE:**

Giá trị NSE cho biết mức độ trùng khớp của đường giá trị quan trắc so với giá trị mô phỏng.

**- Chỉ tiêu R<sup>2</sup>:**

Giá trị R<sup>2</sup> cho biết mối liên hệ giữa giá trị quan trắc và giá trị mô phỏng.

Nhìn chung, mô hình được chấp nhận khi hệ số R<sup>2</sup> và chỉ số NSE lớn hơn 0,5.

Số liệu quan trắc lưu lượng dòng chảy trung bình tháng tại các trạm Giang Sơn, Kon Tum, An Khê, Đăk Nông, tại các giai đoạn khác nhau được sử dụng lần lượt cho quá trình hiệu chỉnh, kiểm định mô hình SWAT. Phân tích độ nhạy dựa trên dòng chảy mặt cho thấy các thông số nhạy nhất trong quá trình mô phỏng thủy văn trên lưu vực đó là CN2, ALPHA\_BF, GW\_DELAY VÀ GWQMN. Bốn thông số này được lựa chọn để hiệu chỉnh thông qua phương pháp SUFI-2.

Sau khi định nghĩa tự động giá trị tối ưu của các biến mô hình, tiến hành chạy mô hình SWAT – CUP với các thông số này để đánh giá hiệu suất của mô hình. Quá trình này được thực hiện bằng cách so sánh các giá trị lưu lượng dòng chảy quan trắc và mô phỏng tại các trạm thủy văn cho cả 2 thời kỳ hiệu chỉnh và kiểm định. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định được thể hiện ở các hình sau (Hình 54 – Hình 57). Phạm vi và giá trị tối ưu của các thông số đã hiệu chỉnh được xác định trong Bảng 48 đến Bảng 51.

Bảng 48. Phạm vi và giá trị tối ưu của các thông số mô hình cho LV Sêrêpôk

Thông số	Mô tả	Giá trị hiệu chỉnh		
		Giá trị tối ưu	Giá trị nhỏ nhất	Giá trị lớn nhất
r_CN2	Chỉ số CN2 ứng với điều kiện độ ẩm II	0,83	0	1
v_ALPHA_BF	Hệ số triết giảm	0,62	0	1

v_GW_DELAY	Sự chậm trễ nước ngầm	252,6	30	450
v_GWQMN	Ngưỡng sinh dòng chảy ngầm (mm)	0,26	0	2

*Bảng 49. Phạm vi và giá trị tối ưu của các thông số mô hình cho lưu vực Sesan*

Thông số	Mô tả	Giá trị hiệu chỉnh		
		Giá trị tối ưu	Giá trị nhỏ nhất	Giá trị lớn nhất
r_CN2	Chỉ số CN ứng với điều kiện độ ẩm II	-0,14	-0,2	0,2
v_ALPHA_BF	Hệ số triết giảm	0,25	0	1
v_GW_DELAY	Sự chậm trễ nước ngầm	135	30	450
v_GWQMN	Ngưỡng sinh dòng chảy ngầm (mm)	1,7	0	2

*Bảng 50. Phạm vi và giá trị tối ưu của các thông số mô hình cho LV Đồng Nai*

Thông số	Mô tả	Giá trị hiệu chỉnh		
		Giá trị tối ưu	Giá trị nhỏ nhất	Giá trị lớn nhất
r_CN2	Chỉ số CN ứng với điều kiện độ ẩm II	0,132	-0,2	0,2
v_ALPHA_BF	Hệ số triết giảm	0,67	0	1
v_GW_DELAY	Sự chậm trễ nước ngầm	252,59	30	450
v_GWQMN	Ngưỡng sinh dòng chảy ngầm (mm)	0,26	0	2

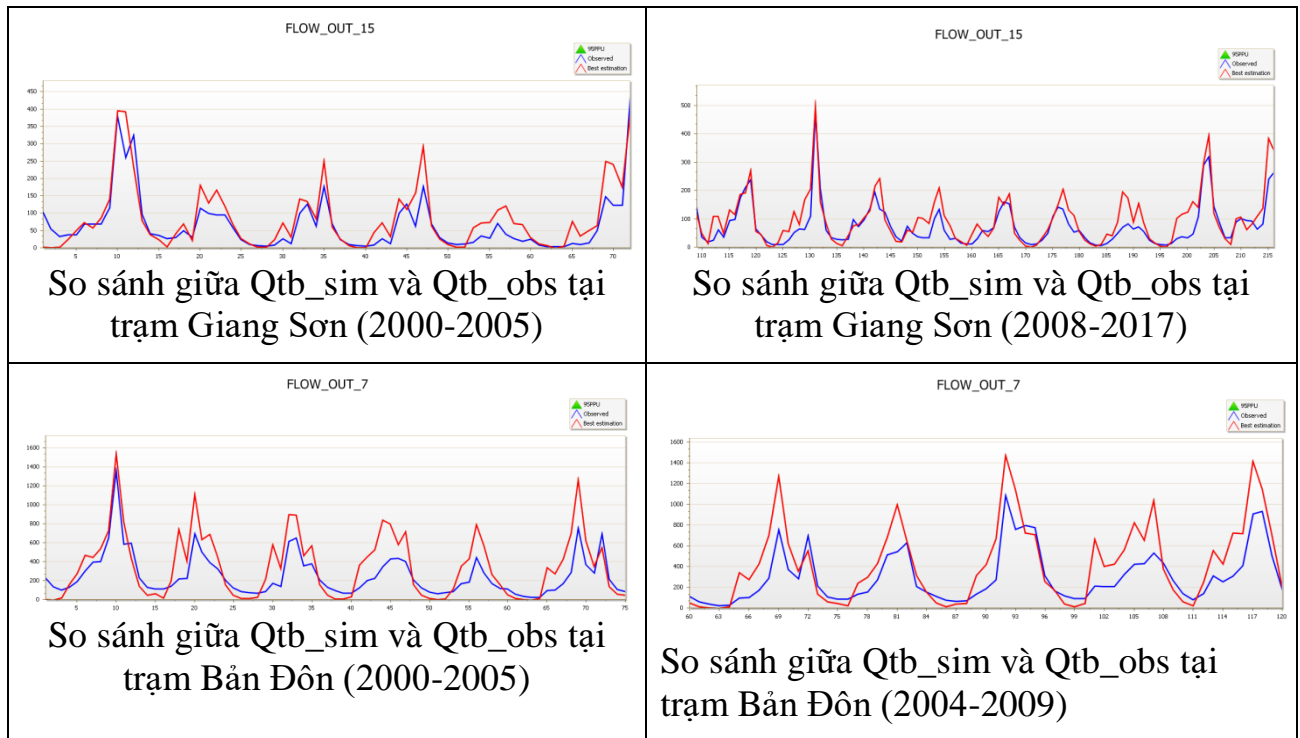
*Bảng 51. Phạm vi và giá trị tối ưu của các thông số mô hình cho lưu vực Sông Ba*

Thông số	Mô tả	Giá trị hiệu chỉnh		
		Giá trị tối ưu	Giá trị nhỏ nhất	Giá trị lớn nhất
r_CN2	Chỉ số CN ứng với điều kiện độ ẩm II	0,132	-0,2	0,2
v_ALPHA_BF	Hệ số triết giảm	0,67	0	1
v_GW_DELAY	Sự chậm trễ nước ngầm	252,59	30	450
v_GWQMN	Ngưỡng sinh dòng chảy ngầm (mm)	0,26	0	2

Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định được thể hiện trong Bảng 52– Bảng 55 và Hình 54- Hình 57.

Bảng 52. Đánh giá kết quả mô phỏng dòng chảy giai đoạn hiệu chỉnh, kiểm định lưu vực Sêrêpôk

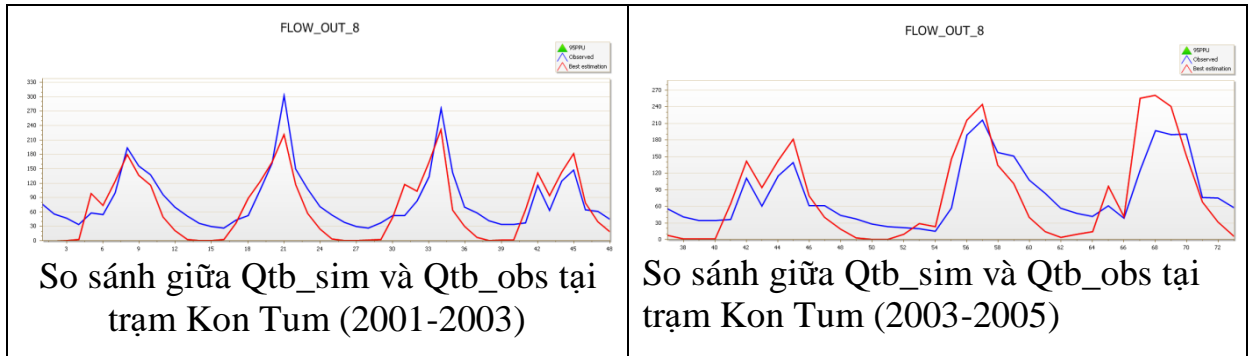
Giai đoạn	Giá trị	
	R2	NSE
Hiệu chỉnh tại Giang Sơn (2000-2005)	0,81	0,71
Kiểm định Giang Sơn (2008-2017)	0,81	0,64
Hiệu chỉnh tại Bản Đôn (2000-20005)	0,79	0,51
Kiểm định Bản Đôn (2004-2009)	0,76	0,55



Hình 54. So sánh giữa Qtb\_sim và Qtb\_obs tại trạm thủy văn

Bảng 53. Đánh giá kết quả mô phỏng dòng chảy giai đoạn hiệu chỉnh, kiểm định lưu vực SeSan

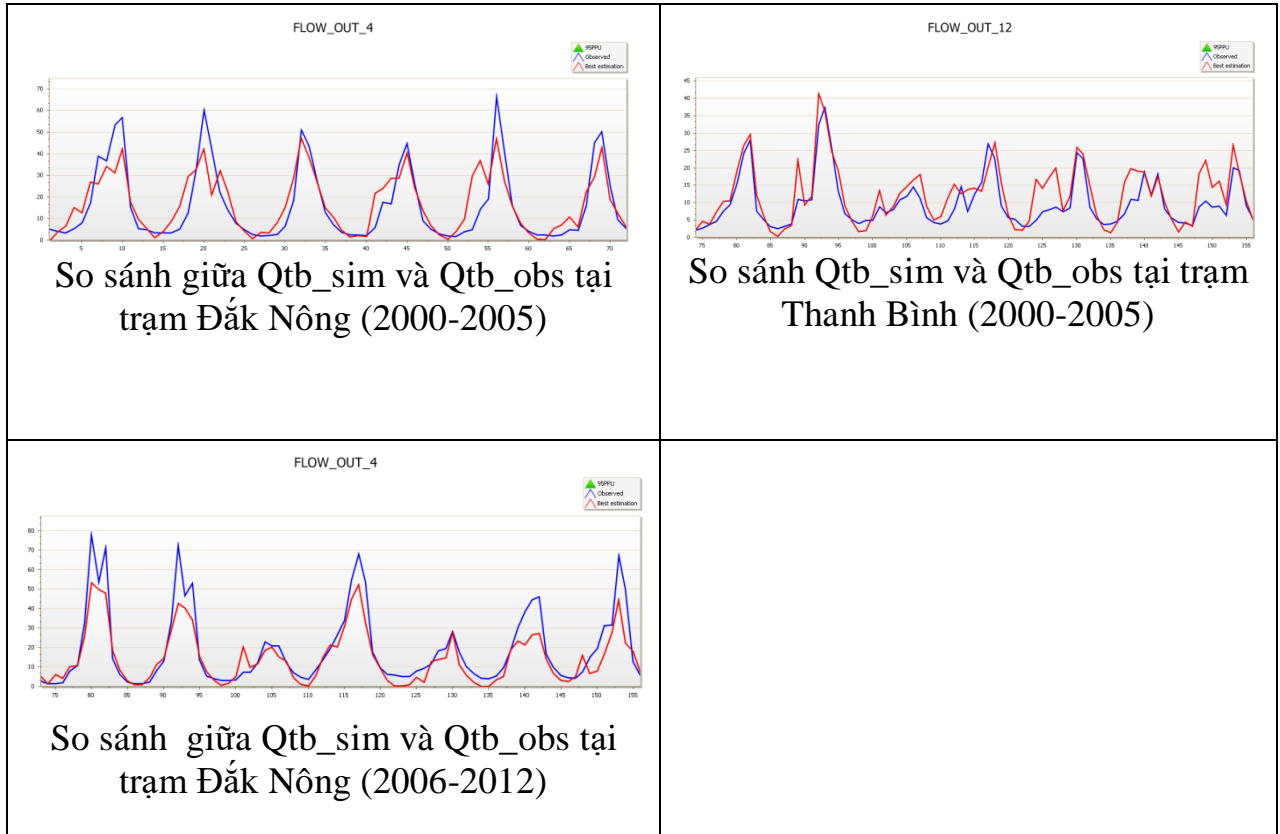
Giai đoạn	Giá trị	
	R2	NSE
Hiệu chỉnh (2001 -2003)	0,73	0,58
Kiểm định (2003-2005)	0,69	0,52



Hình 55. So sánh giữa Qtb\_sim và Qtb\_obs tại trạm thủy văn

Bảng 54. Đánh giá kết quả mô phỏng dòng chảy giai đoạn hiệu chỉnh, kiểm định lưu vực Đồng Nai

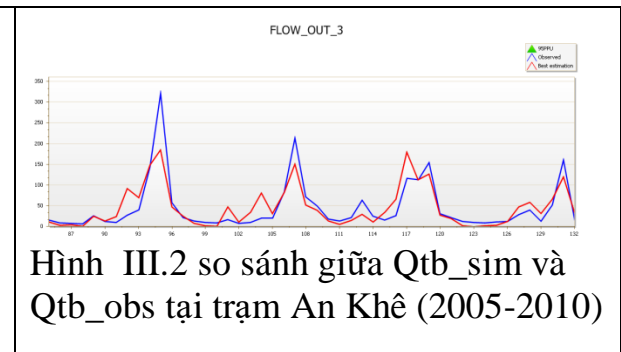
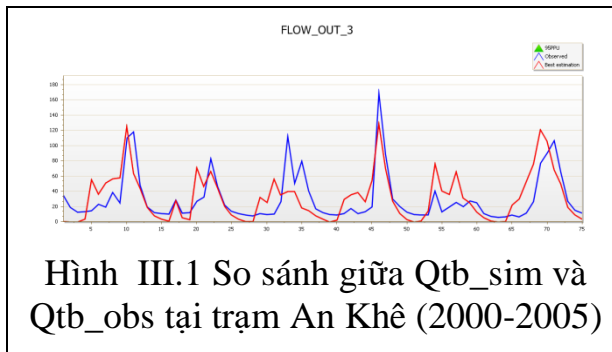
Giai đoạn		Giá trị	
		R2	NSE
Hiệu chỉnh	Đắk Nông (2000-2005)	0,75	0,74
	Thanh Bình(2005-2012)	0,65	0,53
Kiểm định (2006-2012)		0.83	0,83



Hình 56. So sánh giữa Qtb\_sim và Qtb\_obs tại trạm thủy văn

*Bảng 55. Đánh giá kết quả mô phỏng dòng chảy giai đoạn hiệu chỉnh, kiểm định lưu vực Sông Ba*

Giai đoạn	Giá trị	
	R2	NSE
Hiệu chỉnh (2000-2005)	0,6	0,59
Kiểm định (2006-2010)	0,7	0,6



*Hình 57. So sánh giữa Qtb\_sim và Qtb\_obs tại trạm thủy văn An Khê*

*III.1.2.6. Đánh giá kết quả ảnh hưởng giữa thay đổi sử dụng đất đến lưu lượng dòng chảy vùng Tây Nguyên*

*a) Đánh giá mức độ thay đổi các loại hình sử dụng đất*

Loại hình sử dụng đất trên toàn lãnh thổ Tây Nguyên bao gồm 13 loại: Đất dùng cho rừng lá rộng thường xanh; Rừng lá kim; Rừng lá rộng rụng lá; Rừng trồng; Cây bụi; Cây Công nghiệp; Cây bụi, cỏ; Cỏ, đất trống; Đất trống; Đất Nông nghiệp; Nước, Cây trồng cao su. Các nhóm đất đã có sự thay đổi chuyển hóa qua lại với nhau qua các giai đoạn. Sự thay đổi được tính cụ thể trong Bảng 56.



Bảng 56. Diện tích các loại hình sử dụng đất 5 năm và mức độ thay đổi các loại hình sử dụng đất cho 4 giai đoạn

TT	Tên theo Tiếng Việt	Tên theo SWAT	Diện tích năm 2000 (km <sup>2</sup> )	Diện tích năm 2005 (km <sup>2</sup> )	Diện tích năm 2010 (km <sup>2</sup> )	Diện tích năm 2015 (km <sup>2</sup> )	Diện tích năm 2018 (km <sup>2</sup> )	2000-2005		2005-2010		2010-2015		2015-2018	
								Diện tích (km <sup>2</sup> )	Tỷ lệ (%)	Diện tích (km <sup>2</sup> )	Tỷ lệ (%)	Diện tích (km <sup>2</sup> )	Tỷ lệ (%)	Diện tích (km <sup>2</sup> )	Tỷ lệ (%)
1	Rừng lá rộng thường xanh	Forest Evergreen (FRSE)	21846,69	20962,17	20715,23	19751,97	18923,14	-884,52	-4%	-246,94	-1%	-963,26	-5%	-828,83	-4%
2	Rừng lá kim	Deciduous Needleleaf Forest (FODN)	249,71	218,03	295,50	323,36	309,16	-31,68	-13%	77,47	36%	27,86	9%	-14,20	-4%
3	Rừng lá rộng rụng lá	Forest-Deciduous (FRSD)	4147,06	4081,25	3634,91	3627,99	3578,84	-65,81	-2%	-446,33	-11%	-6,92	0%	-49,15	-1%
4	Rừng trồng	Plaintains (PLAN)	1780,04	1725,67	1727,51	2222,21	2081,61	-54,37	-3%	1,84	0%	494,70	29%	-140,60	-6%
5	Cây bụi	Shrubland (SHRB)	2007,82	2274,18	1506,93	715,39	551,94	266,35	13%	-767,25	-34%	-791,53	-53%	-163,46	-23%
6	Cây CN	Coffee (COFF)	8056,78	11117,55	12283,37	15167,36	20550,16	3060,77	38%	1165,82	10%	2884,00	23%	5382,80	35%
7	Cây bụi, cỏ	Mixed grassland/Shrubland (MIGS)	5357,98	3052,71	2043,38	1248,23	654,92	-2305,27	-43%	-1009,3	-33%	-795,15	-39%	-593,32	-48%
8	Cỏ, đất trồng	Dryland cropland and Pasture (CRDY)	5172,49	4333,60	4682,72	5927,13	4186,37	-838,89	-16%	349,12	8%	1244,41	27%	-1740,8	-29%
9	Đất trống	Barren (BARR)	650,88	1742,93	1069,58	822,37	822,18	1092,06	168%	-673,35	-39%	-247,21	-23%	-0,19	0%
10	Đất NN	Agricultural Land-Close-grown (AGRC)	3078,02	4152,77	3492,39	851,65	1400,30	1074,75	35%	-660,38	-16%	-2640,7	-76%	548,65	64%
11	Đất xây dựng	Commercial (URBN)	36,13	52,89	52,89	226,26	267,78	16,76	46%	0,00	0%	173,37	328%	41,52	18%
12	Nước	Water (WATR)	264,34	236,79	466,95	493,08	569,35	-27,55	-10%	230,16	97%	26,13	6%	76,3	15%
13	Cây CN2 (Rừng cao su)	Rubber Trees (RUBR)	2067,78	757,29	2736,46	3338,46	819,74	-1310,49	-63%	1979,18	261%	602,00	22%	-2518,7	-75%

(Dấu "-" thể hiện sự giảm)

\* Giai đoạn từ 2000-2005, diện tích các loại rừng như rừng lá rộng thường xanh, rừng lá kim, rừng lá rộng rụng lá, rừng trồng, rừng cao su, những chỗ đất trống xen kẽ cỏ, cây bụi có xu hướng giảm. Trong khi đó thì đất sử dụng cho nông nghiệp, cho xây dựng, cây công nghiệp và đất trồng lại tăng. Như vậy, diện tích đất trống giảm, chuyển sang cho đất xây dựng, còn diện tích rừng được chuyển dịch sang trồng các cây công nghiệp và nông nghiệp.

\* Giai đoạn 2005-2010, diện tích trồng rừng lá rộng thường xanh và rừng lá rộng rụng lá tiếp tục giảm, thay vào đó là diện tích trồng rừng lá kim tăng. Diện tích đất có các cây bụi, cỏ, đất trống, đất dùng cho nông nghiệp giảm, phần lớn diện tích đất này được chuyển sang làm đất sử dụng cho cây trồng cao su hoặc bị ngập úng.

\* Giai đoạn 2010-2015: Rừng lá rộng thường xanh tiếp tục giảm, đất sử dụng được chuyển sang làm đất trồng rừng lá kim và đất rừng trồng. Diện tích đất có cây bụi, cỏ giảm, đất được chuyển giao sang thành đất xây dựng.

\* Giai đoạn 2015-2018: hầu hết diện tích rừng và đất trồng đều giảm, thay vào đó là đất nông nghiệp và xây dựng tăng. Tuy nhiên, phần đất sử dụng cho nông nghiệp nhiều hơn dùng cho xây dựng.

Từ kết quả chuyển đổi qua lại về diện tích giữa các loại đất trong 4 giai đoạn dẫn đến diện tích đất nông nghiệp, công nghiệp tăng nhưng diện tích rừng lại giảm. Diện tích hoang hóa, đất cho cây bụi, cỏ, đất trống đã được thu hẹp, các nhóm đất đã dần quy hoạch lại hợp lý và tiết kiệm hơn. Điều này phản ánh định hướng phát triển kinh tế của vùng làm ảnh hưởng đến lượng dòng chảy mặt của vùng.

*b) Đánh giá ảnh hưởng của sự thay đổi hiện trạng sử dụng đất và lượng mưa đến dòng chảy.*

Mô hình SWAT mô phỏng dòng chảy lưu vực theo 5 năm ứng với bản đồ sử dụng đất năm 2000; 2005; 2010; 2015 và 2018. Các bản đồ sử dụng đất này thay đổi cơ cấu cây trồng theo từng năm. Báo cáo sử dụng số liệu mưa của các năm 2000; 2005; 2010; 2015; 2018, từ đó đánh giá định lượng sự thay đổi của các yếu tố mưa và con người đó là sự thay đổi sử dụng đất đến dòng chảy.

Đề tài đã sử dụng lưu lượng dòng chảy tại cửa xả của lưu vực. Lưu lượng dòng chảy bề mặt phụ thuộc vào lượng mưa, độ che phủ của rừng trong lưu vực. Trong vùng nghiên cứu, vào những tháng mùa khô (tháng II,III,IV) thì hầu như là không có mưa nên dòng chảy sinh ra rất thấp, đến khi mưa xuất

hiện với cường độ tăng dần thì mới sinh ra dòng chảy mặt (nhất là vào các tháng VII,VIII,IX,X), thậm chí tăng rất nhanh do là các tháng mùa mưa lũ.

Lưu lượng dòng chảy trung bình ứng với từng năm 2000; 2005; 2010; 2015; 2018 cũng được thể hiện ở Bảng 57 dưới đây. Có thể thấy rằng lượng giảm theo các năm phù hợp với kết quả tính lưu lượng. Tuy nhiên, ngoài nguyên nhân lượng mưa giảm, dòng chảy giảm thì vấn đề chuyển đổi sử dụng đất cũng là một trong các nguyên nhân gây ra sự thay đổi dòng chảy mặt. Cụ thể:

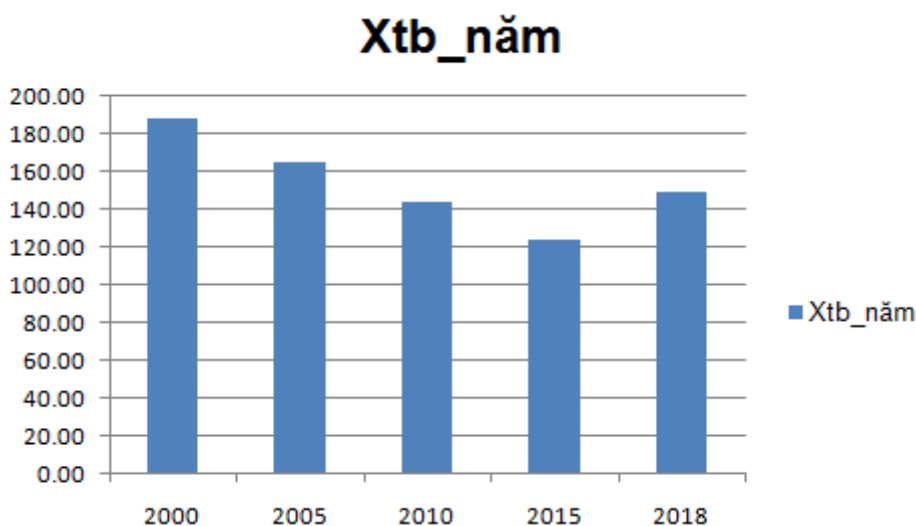
- Từ năm 2000 - 2005, Diện tích đất nông nghiệp, công nghiệp và xây dựng tăng lên, các loại đất trồng rừng đều giảm. Lượng mưa giảm và các yếu tố trên làm dòng chảy năm 2005 giảm.
- Từ năm 2005 - 2010: Diện tích xây dựng không tăng, độ che phủ của các loại rừng tăng nhưng không nhiều. Bên cạnh đó thì diện tích đất sử dụng cho nông nghiệp giảm mạnh. Lượng mưa giảm kết hợp với các yếu tố nêu trên làm lưu lượng dòng chảy đối với năm 2010 giảm.
- Từ năm 2010-2015: Lượng mưa tiếp tục giảm mạnh, làm lưu lượng giảm. Tuy nhiên, diện tích đất sử dụng cho xây dựng và cho cây công nghiệp cao su tăng mạnh, rừng lá rộng thường xanh lại giảm làm ảnh hưởng đến dòng chảy. Trên thực tế, với lượng mưa giảm mạnh thì dòng chảy cũng giảm mạnh nhưng do lớp phủ rừng giảm khiến cho dòng chảy mặt giảm nhưng với một lượng khá nhỏ.
- Với 2015 - 2018: Hầu hết các diện tích đất trồng và đất cho các loại rừng giảm, đặc biệt diện tích đất cho ngành công nghiệp cao su giảm mạnh. Thay vào đó là diện tích đất cho 1 số công trình cấp nước và cho nông nghiệp. Lượng mưa tăng và các yếu tố trên làm lưu lượng dòng chảy mặt tăng lên.

Đánh giá tỉ lệ lượng mưa trung bình của toàn Tây Nguyên tại 5 thời điểm trên lưu lượng trung bình năm khá ổn định dao động từ 0,1 - 0,11, điều này cho thấy lượng dòng chảy phụ thuộc rất chặt chẽ với lượng mưa.

*Bảng 57. Tổng hợp lượng mưa trung bình tháng của các lưu vực qua 5 thời điểm 2000, 2005, 2010, 2015 và 2018 (mm)*

<b>Tháng/năm</b>	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2018</b>
<b>I</b>	17,60	4,08	36,63	2,65	17,50
<b>II</b>	17,33	6,03	3,33	7,02	7,60

<b>III</b>	61,85	23,67	18,79	16,26	59,12
<b>IV</b>	140,84	75,91	88,52	42,02	92,21
<b>V</b>	246,08	202,09	133,91	169,80	191,79
<b>VI</b>	270,14	186,29	178,74	247,81	240,66
<b>VII</b>	282,30	290,91	257,18	239,19	311,80
<b>VIII</b>	337,90	362,59	229,67	241,58	303,01
<b>IX</b>	263,31	401,20	206,65	234,23	317,40
<b>X</b>	378,14	204,02	269,73	156,49	77,89
<b>XI</b>	158,63	105,99	267,38	91,63	94,11
<b>XII</b>	71,87	114,52	31,99	28,28	70,60
<b>X_tb năm</b>	<b>187,17</b>	<b>164,78</b>	<b>143,54</b>	<b>123,08</b>	<b>148,64</b>



Hình 58. Biểu đồ lượng mưa trung bình các năm trên vùng Tây Nguyên(mm)

Bảng 58. LLTB tháng qua các năm ứng với các HTSDĐ tại LV Sông Ba ( $m^3/s$ )

<b>Tháng/năm</b>	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2018</b>
<b>I</b>	64,9	19,6	40,5	116,3	58,3
<b>II</b>	27,9	18,0	37,6	45,8	52,1
<b>III</b>	20,3	15,4	31,7	40,1	44,8
<b>IV</b>	23,6	13,9	28,5	17,9	40,0
<b>V</b>	219,9	149,7	259,7	98,6	385,9

<b>VI</b>	322,7	150,9	246,6	170,7	408,6
<b>VII</b>	387,4	373,9	314,7	179,6	384,1
<b>VIII</b>	511,7	572,5	359,0	402,3	378,9
<b>IX</b>	502,8	466,0	302,6	496,2	420,2
<b>X</b>	1283,2	534,2	398,3	329,0	406,8
<b>XI</b>	1008,3	453,1	927,0	673,0	425,0
<b>XII</b>	602,8	579,7	528,3	191,6	166,9
<b>Qtb_năm</b>	414,6	278,9	289,5	230,1	264,3

Bảng 59. LLTB tháng qua các năm ứng với các HTSDD tại LV Sêrêpôk ( $m^3/s$ )

Tháng/năm	2000	2005	2010	2015	2018
<b>I</b>	200,0	161,5	209,5	293,8	175,5
<b>II</b>	18,9	33,2	146,1	146,1	52,9
<b>III</b>	19,83	28,4	138,9	168,2	45,4
<b>IV</b>	35,9	25,7	57,3	123,9	40,7
<b>V</b>	103,4	324,7	55,9	119,6	158,5
<b>VI</b>	216,9	381,1	154,3	553,2	270,7
<b>VII</b>	340,9	503,0	671,9	557,2	514,4
<b>VIII</b>	358,7	718,9	706,8	617,8	595,0
<b>IX</b>	520,4	1019,2	799,1	630,7	834,4
<b>X</b>	1051,8	815,3	802,8	625,0	648,1
<b>XI</b>	711,9	712,6	937,1	552,2	627,2
<b>XII</b>	634,0	752,3	706,2	272,9	566,3
<b>Qtb_năm</b>	351,1	456,3	448,8	388,4	377,4

Bảng 60. LLTB tháng qua các năm ứng với các HTSDD tại LV Sesan ( $m^3/s$ )

Tháng/ năm	2000	2005	2010	2015	2018
<b>I</b>	157	63,0	110,2	31,6	78,1
<b>II</b>	64	27,9	43,7	10,5	100,0
<b>III</b>	59	22,1	68,8	11,7	66,2
<b>IV</b>	45,9	19,7	31,1	45,5	17,0
<b>V</b>	126,6	34,7	96,7	150,9	93,7
<b>VI</b>	344,1	130,0	180,4	164,1	327,0

<b>VII</b>	692,4	367,9	208,5	757,2	512,0
<b>VIII</b>	807,0	995,7	439,2	821,7	833,6
<b>IX</b>	940,5	874,0	390,7	1027,2	713,3
<b>X</b>	726,9	692,0	466,6	738,0	520,0
<b>XI</b>	507,5	560,7	272,6	369,9	363,6
<b>XII</b>	348,4	443,2	180,2	143,3	566,5
<b>Qtb_năm</b>	<b>401,6</b>	<b>352,6</b>	<b>207,4</b>	<b>356,0</b>	<b>349,3</b>

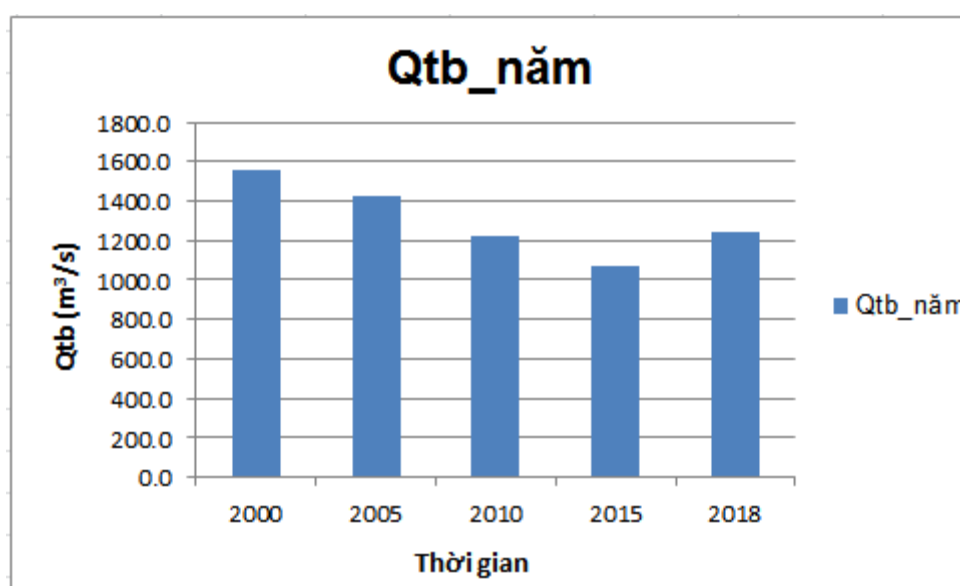
Bảng 61. LLTB tháng qua các năm ứng với các HTSDĐ tại LV Đồng Nai ( $m^3/s$ )

<b>Tháng/năm</b>	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2018</b>
<b>I</b>	104,2	40,7	102,2	42,4	150,4
<b>II</b>	41,2	37,8	40,3	39,4	118,3
<b>III</b>	89,8	35,3	88,7	34,2	108,6
<b>IV</b>	190,6	36,1	19,0	35,2	56,2
<b>V</b>	230,6	41,9	109,2	176,2	132,6
<b>VI</b>	339,4	118,0	137,4	264,7	287,5
<b>VII</b>	468,8	217,9	405,2	531,2	607,3
<b>VIII</b>	556,1	682,2	553,0	531,1	660,1
<b>IX</b>	669,7	759,2	665,3	556,9	906,1
<b>X</b>	958,5	722,1	854,1	622,6	645,4
<b>XI</b>	689,1	592,1	388,4	500,1	557,8
<b>XII</b>	597,8	520,1	297,9	226,1	487,2
<b>Qtb_năm</b>	<b>411,3</b>	<b>317,0</b>	<b>305,1</b>	<b>296,7</b>	<b>393,1</b>

Bảng 62. Lưu lượng tháng trên toàn lãnh thổ Tây Nguyên ứng với 5 thời điểm HTSDĐ ( $m^3/s$ )

<b>Tháng/năm</b>	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2018</b>
<b>I</b>	526,1	284,8	462,4	484,1	462,3
<b>II</b>	152,1	116,8	267,7	241,8	323,4
<b>III</b>	188,9	101,3	328,1	254,2	265,0
<b>IV</b>	296,1	95,5	135,8	222,5	153,9
<b>V</b>	680,5	550,9	521,6	545,3	770,7
<b>VI</b>	1.223,1	779,9	718,8	1152,7	1.293,8

<b>VII</b>	1.889,4	1.462,7	1.600,2	2.025,3	2.017,9
<b>VIII</b>	2.233,5	2.969,3	2.058,0	2.372,9	2.467,6
<b>IX</b>	2.633,3	3.118,4	2.157,6	2.711,1	2.874,0
<b>X</b>	4.020,4	2.763,5	2.521,8	2.314,5	2.220,3
<b>XI</b>	2.916,8	2.318,5	2.525,1	2.095,2	1.973,6
<b>XII</b>	2.183,0	2.295,3	1.712,5	833,9	1.786,9
<b>Qtb_năm</b>	<b>1.578,6</b>	<b>1.404,7</b>	<b>1.250,8</b>	<b>1.271,1</b>	<b>1.384,1</b>



Hình 59. Biểu đồ lưu lượng trung bình năm qua các thời điểm trên vùng Tây Nguyên

c) *Đánh giá ảnh hưởng của sự thay đổi hiện trạng sử dụng đất qua 5 thời điểm đến dòng chảy trên lưu vực*

Trong phần này, báo cáo sử dụng mô hình SWAT mô phỏng dòng chảy lưu vực theo 5 kịch bản ứng với 5 bản đồ sử dụng đất khác nhau của 5 năm (2000; 2005; 2010; 2015; 2018). Các kịch bản chỉ khác nhau về dữ liệu sử dụng đất, các dữ liệu còn lại như thổ nhưỡng, thời tiết là như nhau. Sau đó, kết quả đầu ra của SWAT liên quan đến dòng chảy sẽ được xem xét, so sánh giữa các kịch bản. Chuỗi số liệu khí tượng được sử dụng từ năm 2000 – 2018, qua đó cho phép đánh giá định lượng tác động của thay đổi sử dụng đất đến dòng chảy. Báo cáo sử dụng số liệu tính toán về dòng chảy tại các cửa xả của lưu vực. Theo như kết quả tính toán cho thấy, dòng chảy trên các lưu vực sông có xu hướng thay đổi nhưng không nhiều theo hiện trạng sử dụng đất của các năm

2000, 2005, 2010, 2015 và 2018, hay nói cách khác là sự thay đổi hiện trạng sử dụng đất ứng với 5 thời điểm trên không ảnh hưởng nhiều đến dòng mặt (Hình 60 - Hình 63). Tại kịch bản 5 của lưu vực sông Sê San và Sông Ba cho thấy dòng chảy có tăng hơn so với các kịch bản khác nhưng không thật rõ ràng, chỉ thể hiện tại một vài năm.



*Bảng 63. Lưu lượng dòng chảy của lưu vực sông Sê San theo các kịch bản (m<sup>3</sup>/s)*

Sesan	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>KB1</b>	4819	5087	3715	3813	4163	4413	4332	4068	3673	4330	2354	5132	4032	4885	3767	2540	3828	3292	4013
<b>KB2</b>	4444	4971	3565	3884	4231	4231	3945	3617	3765	3817	2752	5021	3914	4838	3686	2548	3652	3346	3901
<b>KB3</b>	4681	5074	3593	4000	4092	4339	3997	3549	3757	3789	2489	5113	4109	4905	3756	2626	3817	3480	3954
<b>KB4</b>	6528	4960	3545	3147	3772	4125	4563	3955	3540	2709	2177	4648	4763	4225	4241	2571	3479	3284	3902
<b>KB5</b>	6378	6103	5759	3282	3742	5412	5088	4283	3664	2857	2072	4967	4835	4299	4241	2747	4300	3652	4191

*Bảng 64. Lưu lượng dòng chảy của lưu vực Sông Ba theo các kịch bản (m<sup>3</sup>/s)*

Sông Ba	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>KB1</b>	4716	2514	2455	3082	1579	3887	2647	3968	3872	4543	3503	3554	2700	3603	2251	2374	4861	4671	1510
<b>KB2</b>	4599	2499	2369	3083	1726	3377	2569	4201	3618	4117	3288	3629	2683	3793	2398	2406	4703	4471	1544
<b>KB3</b>	4382	2630	2058	3171	1875	2914	2728	4191	3639	4128	3475	3217	2674	3783	2387	2405	4703	4460	1751
<b>KB4</b>	5210	2549	3061	3746	1504	3875	2848	3905	3613	4960	3852	3124	2711	5487	2329	2431	4934	4876	1453
<b>KB5</b>	5209	2490	3083	3756	1928	3659	3172	3699	4674	3978	3660	2981	2701	5553	2365	2306	4271	7433	1425

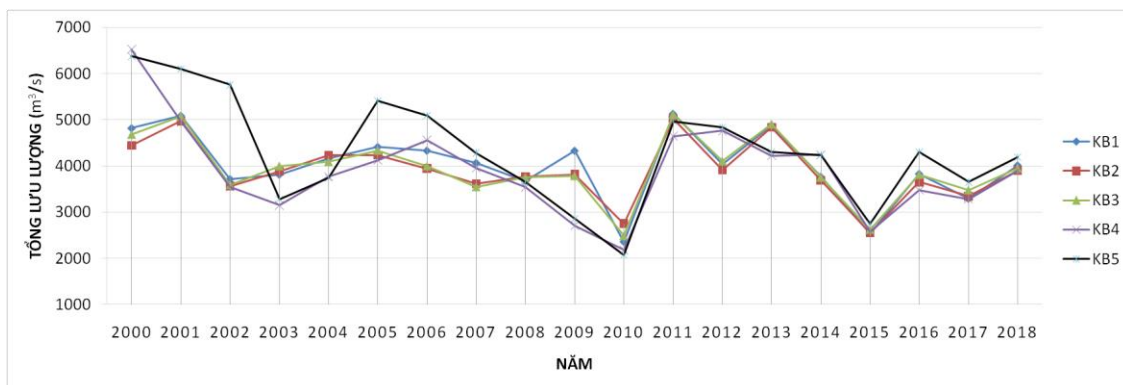
*Bảng 65. Lưu lượng dòng chảy của lưu vực sông Sêrêpôk theo các kịch bản (m<sup>3</sup>/s)*

Sêrêpô	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>KB1</b>	6045	5948	4943	4832	3494	5374	5834	8062	5324	8151	4794	6852	6106	6774	6077	4343	5066	7442	4558
<b>KB2</b>	6051	5949	4949	4843	3500	5304	5831	8063	5329	8142	4804	6643	6104	6772	6079	4351	4980	7349	4633
<b>KB3</b>	6043	5961	5112	4199	3538	5603	5834	8067	5334	8154	4805	6649	6116	6780	6087	4360	4979	7356	4750
<b>KB4</b>	6022	5963	5099	4192	3498	5591	5840	8060	5331	8160	4800	6641	6123	6782	6106	4261	4972	7354	4770
<b>KB5</b>	6019	5955	5084	4187	3483	5579	5921	8038	5315	8146	4690	6628	5909	6763	6136	4244	4962	7336	4529

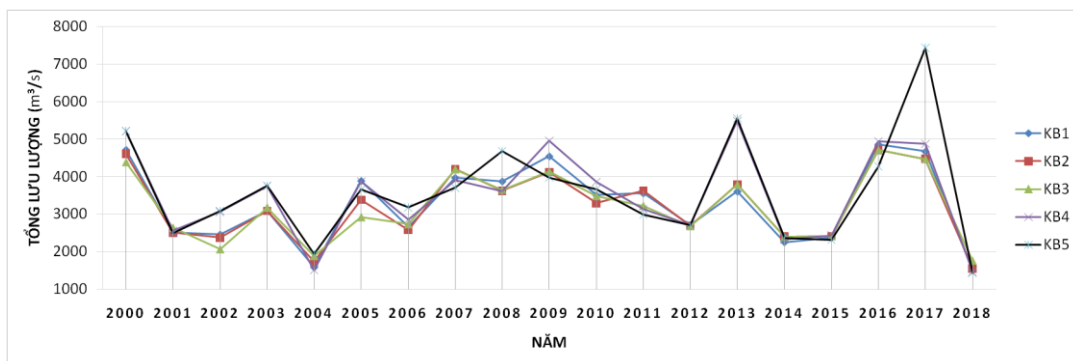
*Bảng 66. Lưu lượng dòng chảy của lưu vực sông Đồng Nai theo các kịch bản (m<sup>3</sup>/s)*

Đồng Nai	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>KB1</b>	4936	5616	4415	4170	4209	3893	4975	5333	4013	5615	3905	3919	4589	4449	4658	3635	3616	5700	4640
<b>KB2</b>	4941	5766	4664	4545	4808	4202	5052	5383	4004	5465	4054	3998	4884	4609	4898	3668	3856	5699	4763
<b>KB3</b>	4819	5504	4504	4091	4733	4427	4932	5363	4010	5401	3894	3908	4879	4448	4716	3567	3604	5545	4655
<b>KB4</b>	4792	4797	4493	4153	4427	4420	4920	5014	4007	5392	3891	3901	4472	4439	4706	3560	3601	5437	4715
<b>KB5</b>	4765	4801	4504	4161	4430	4425	4724	5019	3918	5491	3902	3907	4479	4440	4692	3562	3606	5338	4718

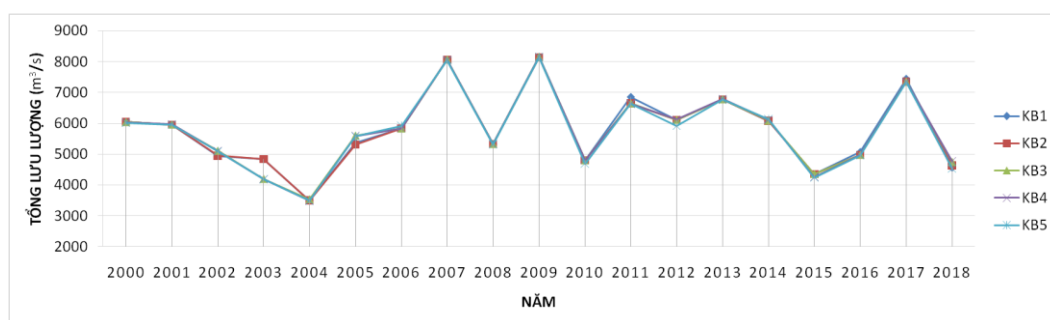
Hiện trạng sử dụng đất tại 5 thời điểm trên không tác động rõ ràng tới dòng chảy mặt có thể do lượng mưa lớn lại tập trung chủ yếu vào mùa mưa tạo nên dòng mặt lớn, song vào mùa khô thì lượng mưa nhỏ tạo ra dòng mặt nhỏ, mà dòng mặt chủ yếu được tạo ra do nước dưới đất cung cấp cho sông suối. Mặt khác, diện tích rừng tự nhiên không còn nhiều mà đây lại là lớp phủ ảnh hưởng tới dòng mặt lớn nhất. Các lớp phủ khác như cây công nghiệp, rừng trồng và các loại đất khác tác động tới dòng chảy mặt là không nhiều.



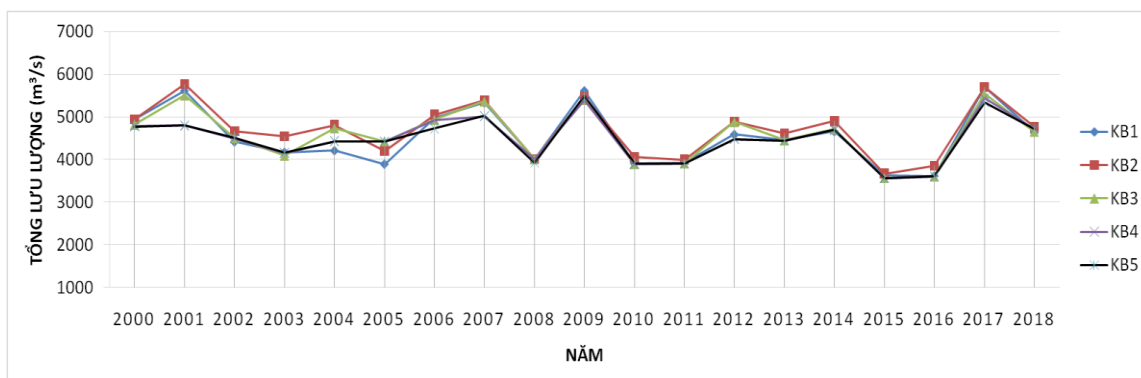
Hình 60. Tổng lưu lượng dòng chảy năm lưu vực sông Sê San ứng với 5 kịch bản



Hình 61. Tổng lưu lượng dòng chảy năm lưu vực sông Ba ứng với 5 kịch bản



Hình 62. Tổng lưu lượng dòng chảy năm lưu vực sông Sêrêpôk ứng với 5 kịch bản



Hình 63. Tổng lưu lượng dòng chảy năm lưu vực sông Đồng Nai ứng với 5 kịch bản

### III.2. Đề xuất các giải pháp bảo vệ và giảm thiểu suy giảm mực nước dưới đất

Để thực hiện tốt công tác quản lý, khai thác, sử dụng bền vững tài nguyên nước, nhất là bảo vệ nước trong các thành tạo bazan và vỏ phong hóa của chúng ở khu vực Tây Nguyên, trong thời gian tới, cần tiến hành các giải pháp bảo vệ phi công trình và công trình sau đây:

#### III.2.1. Nhóm giải pháp phi công trình

- Tiếp tục củng cố và tăng cường tổ chức quản lý từ trung ương đến cơ sở, hoàn chỉnh hệ thống văn bản quy phạm pháp luật về quản lý, bảo vệ tài nguyên nước dưới đất và môi trường liên quan. Bộ Tài nguyên và môi trường cần tăng cường mạnh hơn nữa sự phối hợp các bộ, ngành có liên quan để hoàn thiện chính sách pháp luật, chiến lược về tài nguyên nước; chỉ đạo các đơn vị chức năng xây dựng quy hoạch tài nguyên nước của các tỉnh Tây Nguyên; tiến hành rà soát, điều chỉnh, bổ sung các quy hoạch chuyên ngành có khai thác, sử dụng tài nguyên nước dưới đất.

- Trong thời gian tới cần khẩn trương triển khai việc kiểm kê, tập hợp đầy đủ các nguồn tài liệu hiện có, thành lập cơ sở dữ liệu thống nhất về ĐCTV và tài nguyên nước dưới đất. Từ đó tiến hành việc tổng hợp, đánh giá một cách toàn diện, có hệ thống và chi tiết hơn tài nguyên nước dưới đất toàn khu vực và nhất là đối với các thành tạo bazan.

- Đối với các vùng có nhiều công trình khai thác nước dưới đất cần nhanh chóng thực hiện việc rà soát, xử lý trám lấp các giếng không sử dụng; khoanh định các vùng hạn chế/cấm khai thác; lập quy hoạch khai thác sử dụng, bảo vệ nước dưới đất và từng bước xây dựng mạng quan trắc nước dưới đất địa phương, khu vực. Các vùng có hiện tượng suy giảm mực nước, chất lượng

nước cần xây dựng phương án giảm thiểu hoặc nghiên cứu giải pháp cấp nước khác thay thế. Ngoài ra, cần sớm đầu tư, hoàn thiện hệ thống cấp nước ở các đô thị để hạn chế việc xây dựng các công trình khai thác nước dưới đất quy mô nhỏ lẻ nhằm bảo vệ tài nguyên nước.

- Các tỉnh trên địa bàn Tây nguyên cần thực hiện các dự án để làm cơ sở cho công tác quản lý, khai thác, sử dụng bền vững và bảo vệ nguồn nước dưới đất, đó là: Quy hoạch tổng thể tài nguyên nước; Khoanh định vùng hạn chế khai thác nước dưới đất (Nghị định 167/2018/NĐ-CP); Khoanh định hành lang bảo vệ nguồn nước, các khu vực đăng ký khai thác nước dưới đất (Nghị 43/2015/NĐ-CP); xử lý, trám lấp các loại giếng khoan, giếng đào không sử dụng (Thông tư 72/2017/TT-BTNMT); v.v....

- Từ những kết quả quan trắc quốc gia động thái nước dưới đất, cũng như mạng quan trắc của các địa phương đang hoạt động và kết quả của các đề tài nghiên cứu chuyên đề về ô nhiễm, cạn kiệt, về tác động môi trường của nước dưới đất, tiến hành việc dự báo những biến đổi số lượng và chất lượng của nước trong các thành tạo bazan theo thời gian và không gian; cung cấp cho các ngành các địa phương kèm theo những điều cảnh báo, khuyến nghị về việc khai thác sử dụng hợp lý nguồn nước trong các tầng chứa nước bazan, tránh những tác động tiêu cực đến tài nguyên và môi trường.

- Dựa trên sự đánh giá đầy đủ tài nguyên nước dưới đất, các địa phương tính toán cân đối với tài nguyên nước mặt, nước mưa và đối chiếu với nhu cầu sử dụng nước trong chiến lược phát triển kinh tế - xã hội của địa phương để xây dựng quy hoạch khai thác sử dụng nguồn nước một cách hợp lý, có hiệu quả vào các mục đích kinh tế - dân sinh.

- Đẩy mạnh ứng dụng khoa học, công nghệ và các nguồn lực quốc tế trong công tác điều tra, đánh giá và quản lý tài nguyên nước dưới đất bazan Tây Nguyên; tuyên truyền, vận động nhằm nâng cao nhận thức của cộng đồng về việc sử dụng tiết kiệm, hiệu quả nguồn nước dưới đất; thanh tra, kiểm tra ngăn chặn, xử lý kịp thời những hoạt động gây ô nhiễm, cạn kiệt nguồn NĐĐ.

- Nâng cao độ che phủ Theo phê duyệt Quy hoạch xây dựng vùng Tây Nguyên đến năm 2030[59], cần chú trọng trồng rừng tập trung, kết hợp khoanh nuôi, tái sinh rừng tự nhiên, đảm bảo diện tích rừng năm 2030 là 3.336.000ha.

Đề quản lý bảo vệ và phát triển rừng bền vững để giữ đất, giữ nước ở Tây Nguyên cần thực hiện tốt việc tăng cường quản lý nhà nước về lâm nghiệp tại địa phương; quản lý lâm trường quốc doanh và công ty lâm nghiệp; quản lý khai thác rừng, quản lý các cơ sở chế biến gỗ và nghiên cứu chính sách khôi phục, phát triển lâm nghiệp.

- Cần điều chỉnh cơ cấu cây trồng phù hợp với nguồn nước, đặc biệt là qui hoạch lại diện tích trồng cây cà phê tại những khu vực xa nguồn nước và khả năng đáp ứng nguồn nước tưới hạn chế vào mùa khô.

- Tăng cường khai thác nước mặt thay thế cho nước dưới đất phục vụ sinh hoạt và tưới.

### **III.2.2. Nhóm giải pháp công trình**

Triển khai, áp dụng phương pháp bổ sung nhân tạo trữ lượng nước dưới đất từ nguồn nước mưa, nước mặt ở những vùng có yêu cầu cấp thiết và có điều kiện cấu trúc tầng chứa nước cho phép hoặc xây dựng công trình bổ sung nhân tạo nước dưới đất trong vùng “phễu hạ thấp mực nước” của giếng khoan khai thác nước.

#### **III.2.2.1. Bổ sung mật độ các tuyến và các lỗ khoan quan trắc**

Mạng quan trắc hiện có nhìn chung mới chỉ đáp ứng nghiên cứu động thái của nước dưới đất mang tính chất khu vực là chủ yếu, một số vùng chưa kiểm soát được toàn diện tài nguyên nước dưới đất. Mật độ công trình quan trắc còn thưa khoảng 417 km<sup>2</sup>/1 công trình cho toàn khu vực Tây Nguyên (cho tất cả các tầng chứa nước) và gần 200 km<sup>2</sup>/1 công trình cho diện tích phân bố của 2 tầng chứa nước bazan Pleistocen ( $\beta Q_{II}$ ) và Pliocen - Pleistocen  $\beta(N_2-Q_1)$ . Với mật độ đó, khi thành lập các bản đồ thủy đẳng áp, thủy đẳng cao mực nước có độ chính xác không cao, chưa phản ánh đúng thực tế.

Sự phát triển kinh tế - xã hội quá nhanh, nhiều cụm dân cư, khu công nghiệp, khu khai thác chế biến khoáng sản ra đời, sự phát triển ồ ạt trồng cây cà phê, v.v... trên các tầng chứa nước bazan đã làm cho môi trường nước dưới đất thay đổi. Trong khi đó thì hầu như chưa bố trí hoặc có rất ít công trình quan trắc ở những khu vực này. Ví dụ như: các khu khai thác chế biến mỏ Bau xít ở Tân Rai (Lâm Đồng) và Nhân Cơ (Đắk Nông); vùng khai thác nước dưới đất quá mức để cung cấp nước cho thành phố Buôn Ma Thuột, thành phố Bảo Lộc); nhiều vùng phát triển mạnh về diện tích trồng cà phê (Đắk Lắk, Gia Lai),

v.v... Để khắc phục các tồn tại nêu trên, nhằm kiểm soát được toàn diện tài nguyên nước dưới đất khu vực Tây Nguyên nói chung và đối với các tầng chứa nước bazan nói riêng, cần thiết phải bổ sung thêm một số dạng (tuyến cân bằng, sân cân bằng, cụm lỗ khoan quan trắc) và công trình quan trắc trên một số tuyến quan trắc đã có hiện nay gồm:

Triển khai ngay Quyết định số 90/QĐ-TTg về phê duyệt “Quy hoạch mạng lưới quan trắc tài nguyên và môi trường quốc gia giai đoạn 2016 - 2025, tầm nhìn đến năm 2030”, theo đó, đối với hệ thống mạng quan trắc NĐĐ khu vực Tây Nguyên sẽ bổ sung 57 công trình quan trắc, trong đó đối với 2 tầng chứa nước bazan Pleistocen ( $\beta Q_{II}$ ) và Pliocen - Pleistocen  $\beta(N_2-Q_1)$ , sẽ được bổ sung thêm 30 điểm quan trắc với 34 công trình (có 32 công trình lỗ khoan và 2 công trình nước mặt), đối với 6/10 Trạm quan trắc khu vực Tây Nguyên (dự kiến xây dựng vào thời gian từ năm 2021 đến 2025) như sau:

1) Trạm quan trắc Đăk Đoa - An Khê (Gia Lai):

Bổ sung 2 công trình quan trắc trong tầng chứa nước bazan Pliocen - Pleistocen  $\beta(N_2-Q_1)$  ở thị trấn Kon Dong, huyện Măng Yang, tỉnh Gia Lai;

2) Trạm quan trắc Bản Đôn - Ea H'leo (Đăk Lăk):

Bổ sung 2 công trình quan trắc trong tầng chứa nước bazan Pleistocen  $\beta Q_{II}$  ở huyện Ea H'leo, tỉnh Đăk Lăk;

3) Trạm quan trắc Buôn Ma Thuột (Đăk Lăk):

- Bổ sung 6 công trình quan trắc trong tầng chứa nước bazan Pleistocen  $\beta qp$ , trong đó ở huyện Krông Păk 3 công trình, huyện Krông Ana 2 công trình và thành phố Buôn Ma Thuột 1 công trình;

- Bổ sung 5 công trình trong tầng chứa nước bazan Pliocen - Pleistocen  $\beta(N_2-Q_1)$  ở thành phố Buôn Ma Thuột;

- Bổ sung 1 công trình quan trắc nước mặt ở xã Ea Yong - Krông Păk;

4) Trạm Cur Jút - Đăk Min (Đăk Nông):

- Bổ sung 2 công trình quan trắc trong tầng chứa nước bazan Pleistocen ( $\beta Q_{II}$ ), ở huyện Cur Jút;

- Bổ sung 2 công trình trong tầng chứa nước bazan Pliocen - Pleistocen

$\beta(N_2-Q_1)$  ở huyện Cư Jút;

- Bổ sung 1 công trình quan trắc nước mặt cũng ở huyện Cư Jút (Đắk Nông);

5) Trạm quan trắc Gia Nghĩa - Quảng Sơn (Đắk Nông):

- Bổ sung 1 sân cân bằng gồm 5 lỗ khoan (1 lỗ khoan trung tâm và 4 lỗ khoan phong bì) trong tầng chứa nước bazan Pliocen - Pleistocen  $\beta(N_2-Q_1)$ , ở xã Nghĩa Hành, thị xã Gia Nghĩa (Đắk Nông);

- Bổ sung 4 công trình quan trắc trong tầng chứa nước bazan Pliocen - Pleistocen  $\beta(N_2-Q_1)$ , trong đó 2 công trình ở thị xã Gia Nghĩa và 2 công trình ở xã Đắk Hà, huyện Đắk Glong;

6) Trạm quan trắc Bảo Lộc - Bảo Lâm (Lâm Đồng):

Bổ sung 4 công trình quan trắc trong tầng chứa nước bazan Pliocen - Pleistocen  $\beta(N_2-Q_1)$  ở thành phố Bảo Lộc.

Số hiệu, đối tượng quan trắc, vị trí, tọa độ của các công trình quan trắc bổ sung, hoàn thiện mô hình hệ thống mạng quan trắc NĐĐ đối với các tầng chứa nước bazan Pleistocen ( $\beta Q_{II}$ ) và Pliocen - Pleistocen  $\beta(N_2-Q_1)$  ở khu vực Tây Nguyên, theo Quyết định 19/CP-TTg của Thủ tướng Chính phủ ngày 29 tháng 01 năm 2007, được thể hiện ở Bảng 67.

*Bảng 67. Danh sách các công trình quan trắc bổ sung, hoàn thiện hệ thống mạng quan trắc đối với các tầng chứa nước bazan Tây Nguyên*

TT	Số hiệu điểm	Số hiệu công trình	Đối tượng quan trắc	Vị trí địa lý			Tọa độ	
				Xã	Huyện, thị	Tỉnh	X (m)	Y (m)
<b>1. Trạm quan trắc Đắk Đoa - An Khê</b>								
1	LK171	LK171T	$\beta(n_2-qp)$	TT. Kon Dong	Măng Yang	Gia Lai	1558491	205944
2	LK172	LK172T	$\beta(n_2-qp)$	TT. Kon Dong	Măng Yang	Gia Lai	1555608	209636
<b>Cộng</b>	<b>2</b>	<b>2</b>						
<b>2. Trạm quan trắc Bản Đôn EaH'leo</b>								
1	LK179	LK179T	$\beta qp$	Ea Ral	Ea H'Leo	Đắk Lắk	1463719	193642
2	LK180	LK180T	$\beta qp$	Ea Khal	Ea H'Leo	Đắk Lắk	1458463	194653
<b>Cộng</b>	<b>2</b>	<b>2</b>						
<b>3. Trạm quan trắc Buôn Ma Thuột</b>								



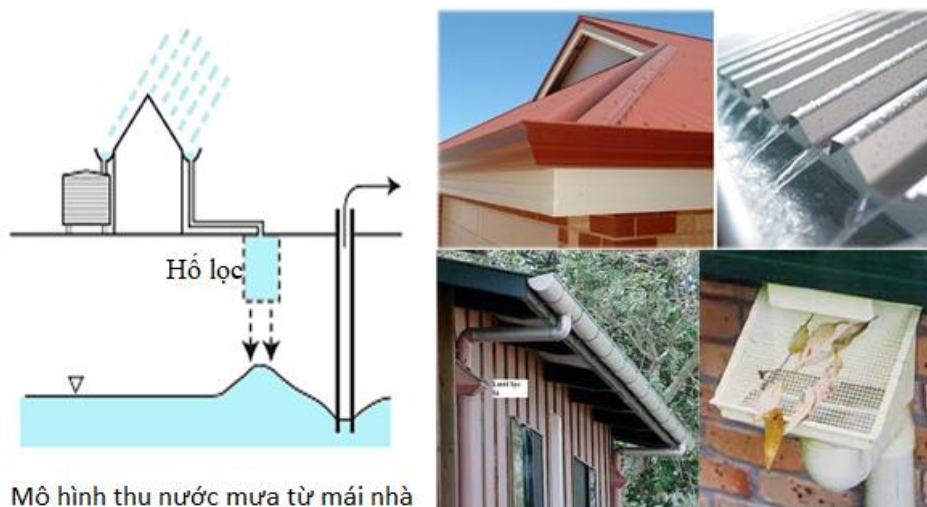
TT	Số hiệu điểm	Số hiệu công trình	Đối tượng quan trắc	Vị trí địa lý			Tọa độ	
				Xã	Huyện, thị	Tỉnh	X (m)	Y (m)
1	21S	21S	Nước mặt	Ea Yông	Krông Păk	Đắk Lắk	1402816	207616
2	LK185	LK185T	$\beta_{qp}$	Ea Yông	Krông Păk	Đắk Lắk	1405519	203067
3	LK186	LK186T	$\beta_{qp}$	Ea Kly	Krông Păk	Đắk Lắk	1407895	218178
4	LK187	LK187T	$\beta_{qp}$	Ea Kly	Krông Păk	Đắk Lắk	1408956	219846
5	LK141	LK141T	$\beta_{qp}$	Ea Tam	TP. Buôn Ma Thuột	Đắk Lắk	1400087	179871
6	LK142	LK142T	$\beta(n_2-qp)$	Hòa Thắng	TP. Buôn Ma Thuột	Đắk Lắk	1402361	185430
7	LK188	LK188T	$\beta(n_2-qp)$	Hòa Phú	TP. Buôn Ma Thuột	Đắk Lắk	1395924	820747
8	LK189	LK189T	$\beta(n_2-qp)$	Hòa Khánh	TP. Buôn Ma Thuột	Đắk Lắk	1396753	823811
9	LK190	LK190T	$\beta(n_2-qp)$	Ea Tam	TP. Buôn Ma Thuột	Đắk Lắk	1398975	177167
10	LK191	LK191T	$\beta(n_2-qp)$	Hòa Thắng	TP. Buôn Ma Thuột	Đắk Lắk	1401350	182625
11	LK192	LK192T	$\beta_{qp}$	Quảng Điền	Krông Ana	Đắk Lắk	1376102	177748
12	LK193	LK193T	$\beta_{qp}$	Quảng Điền	Krông Ana	Đắk Lắk	1375966	177606
<b>Cộng</b>	<b>12</b>	<b>12</b>						
<b>4. Trạm Cư Jút - Đắk Min</b>								
1	10S	10S	Nước mặt		Cư Jút	Đắk Nông	1393917	809413
2	LK194	LK194T	$\beta_{qp}$		Cư Jút	Đắk Nông	1393715	809495
3	LK195	LK195T	$\beta_{qp}$		Cư Jút	Đắk Nông	1393506	809634
4	LK196	LK196T	$\beta(n_2-qp)$		Cư Jút	Đắk Nông	1393304	809672
5	LK197	LK197T	$\beta(n_2-qp)$		Cư Jút	Đắk Nông	1393165	809735
<b>Cộng</b>	<b>5</b>	<b>5</b>						
<b>5. Trạm quan trắc Gia Nghĩa - Quảng Sơn</b>								
1	CB-V	CB1-V	$\beta(n_2-qp)$	Nghĩa Hành	TX. Gia Nghĩa	Đắk Nông	1328451	794496
		CB2-V	$\beta(n_2-qp)$	Nghĩa Hành	TX. Gia Nghĩa	Đắk Nông	1328460	794498
		CB3-V	$\beta(n_2-qp)$	Nghĩa Hành	TX. Gia Nghĩa	Đắk Nông	1328464	794492
		CB4-V	$\beta(n_2-qp)$	Nghĩa Hành	TX. Gia Nghĩa	Đắk Nông	1328468	794500
		CB5-V	$\beta(n_2-qp)$	Nghĩa Hành	TX. Gia Nghĩa	Đắk Nông	1328470	794502
2	LK198T	LK198T	$\beta(n_2-qp)$	Quảng Thành	TX. Gia Nghĩa	Đắk Nông	1326190	789127
3	LK199T	LK199T	$\beta(n_2-qp)$	Nghĩa Đức	TX. Gia Nghĩa	Đắk Nông	1330334	796202
4	LK200T	LK200T	$\beta(n_2-qp)$	Đăk Ha	Đăk Glong	Đắk Nông	1332405	799385
5	LK201T	LK201T	$\beta(n_2-qp)$	Đăk Ha	Đăk Glong	Đắk Nông	1335033	802013
<b>Cộng</b>	<b>5</b>	<b>9</b>						

TT	Số hiệu điểm	Số hiệu công trình	Đối tượng quan trắc	Vị trí địa lý			Tọa độ	
				Xã	Huyện, thị	Tỉnh	X (m)	Y (m)
<b>6. Trạm quan trắc Bảo Lộc - Bảo Lâm</b>								
8	LK202	LK202T	$\beta(n_2-q_p)$	Lộc Châu	TP. Bảo Lộc	Lâm Đồng	1273271	796783
9	LK203	LK203T	$\beta(n_2-q_p)$	Lộc Châu	TP. Bảo Lộc	Lâm Đồng	1275798	799006
10	LK204	LK204T	$\beta(n_2-q_p)$	Lộc Tiến	TP. Bảo Lộc	Lâm Đồng	1277718	800219
11	LK205	LK205T	$\beta(n_2-q_p)$	Đạm B'ri	TP. Bảo Lộc	Lâm Đồng	1283276	804464
<b>Cộng</b>	<b>4</b>	<b>4</b>						
<b>Tổng</b>	<b>30</b>	<b>34</b>						

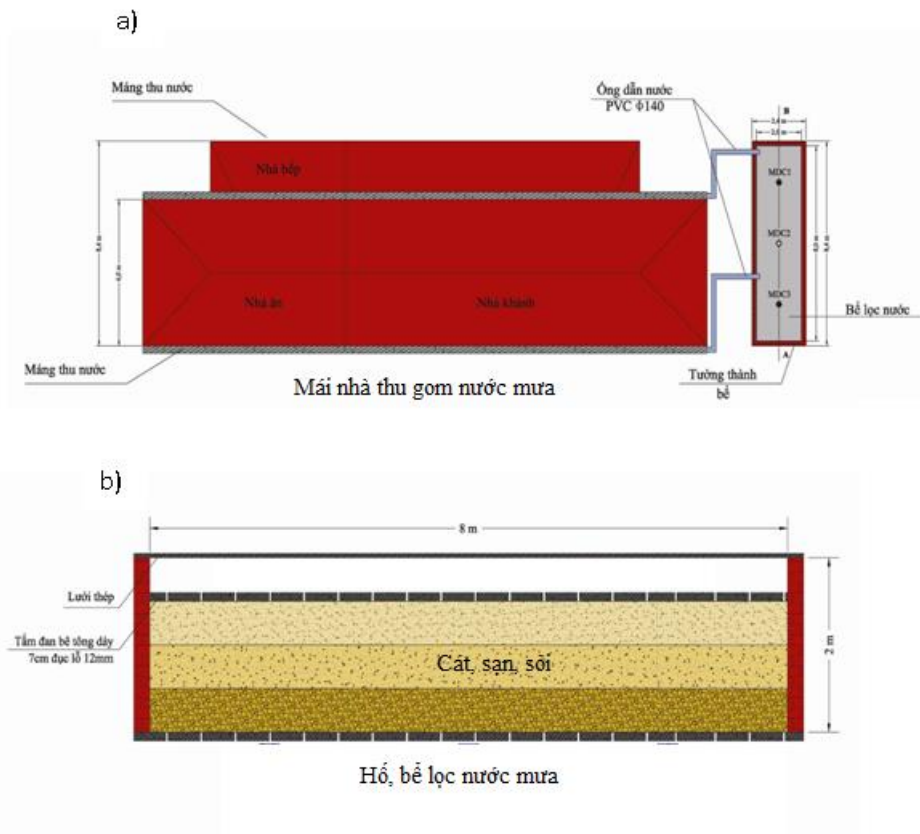
### III.2.2.2. Bổ sung nhân tạo cho nước dưới đất

#### III.2.2.2.1 Bổ sung cho nước dưới đất từ nước mưa thu gom trên mái nhà thông qua hố, rãnh lọc

Đây là mô hình đơn giản dễ triển khai tại hộ gia đình, chỉ cần hệ thống hứng nước mưa và dẫn nước tới hố thấm lọc cát, sỏi rồi để thấm tự nhiên (Hình 64, Hình 65). Qua triển khai thực tế cho thấy mô hình này rất hiệu quả tăng lượng bổ cập đáng kể cho NĐĐ.



Hình 64. Sơ đồ mô hình bổ cập NĐĐ từ nước mưa thu gom trên mái nhà



*Hình 65. Mô hình bố cục NDD từ nước mưa thu gom trên mái nhà*

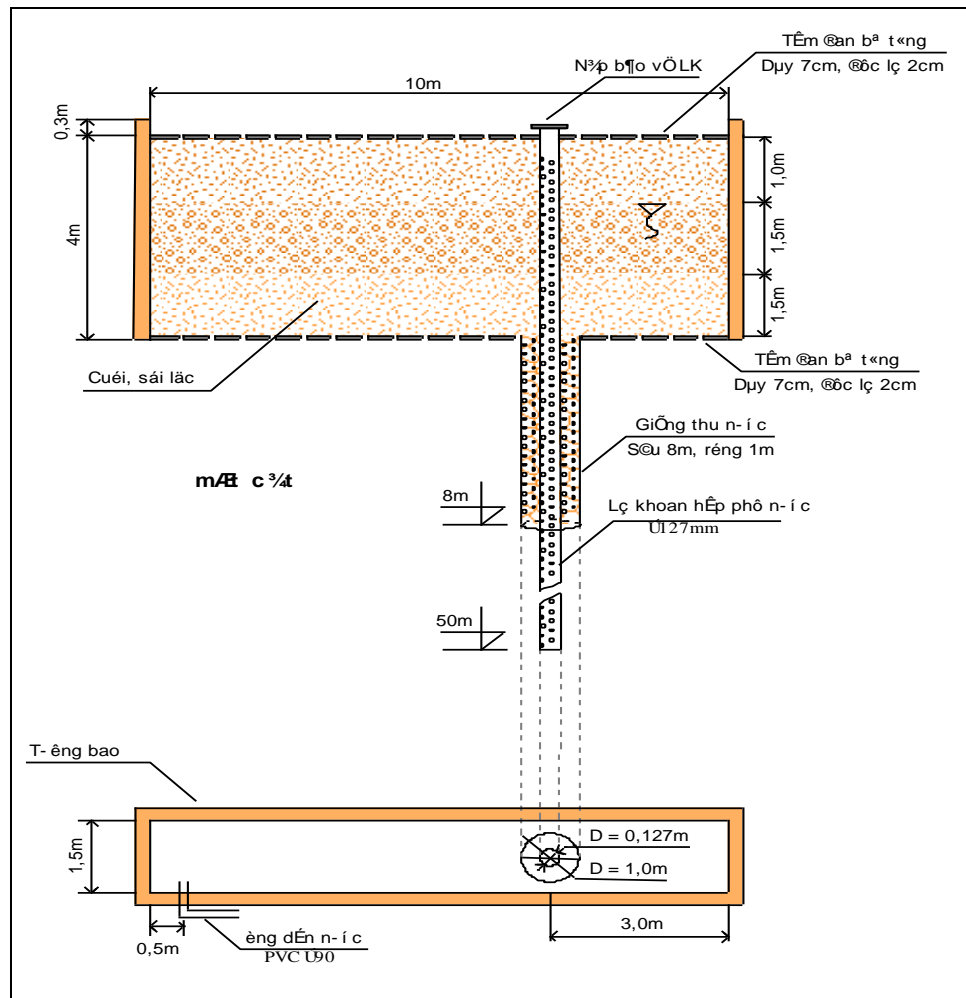
Trên thực tế mô hình này đã được triển khai ở tại Buôn Ma Thuột (Hình 66).



*Hình 66. Mô hình bố cục nước mưa từ mái nhà cho nước dưới đất đã được triển khai tại Buôn Ma Thuột*

### III.2.2.2.2 Bổ sung cho nước dưới đất từ nước mưa thu gom trên mái nhà thông qua lỗ khoan hấp phụ nước

Nước mưa được thu gom từ mái nhà sau đó dẫn tới bể lọc có các lỗ khoan hấp phụ nước, nước sau khi được lọc sẽ xuống nước dưới đất thông qua lỗ khoan hấp phụ nước này (Hình 67)



Hình 67. Mặt cắt mô hình công trình bổ sung nhân tạo cho nước dưới đất

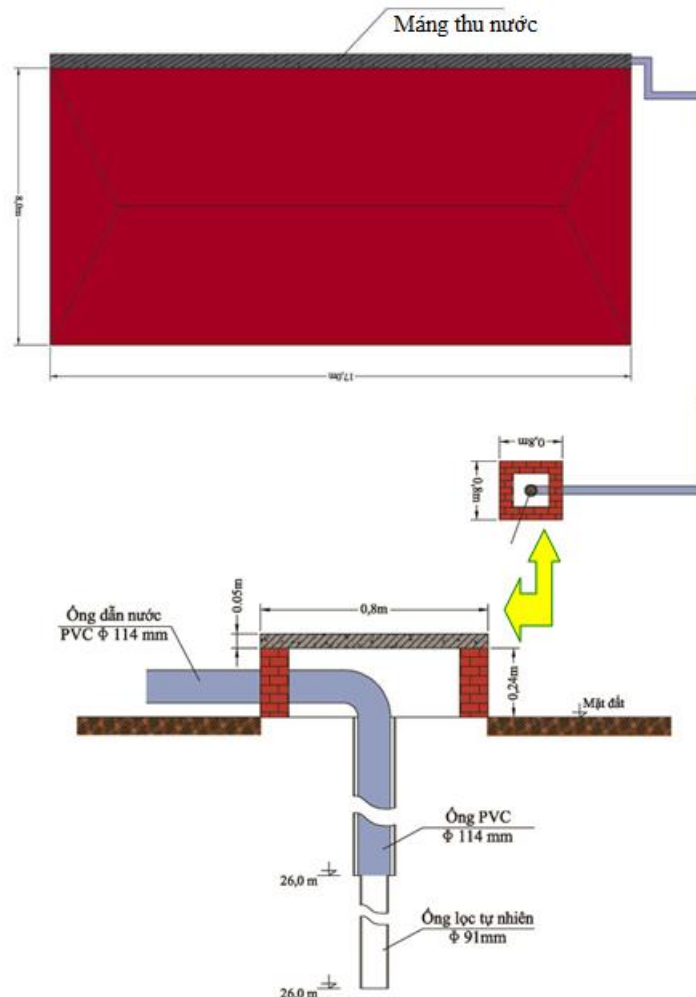
Mô hình bổ sung cho NĐĐ thông qua lỗ khoan hấp phụ đã được triển khai tại một số khu vực trên Tây Nguyên như sau:

#### Mô hình tại thành phố Pleiku, Gia Lai

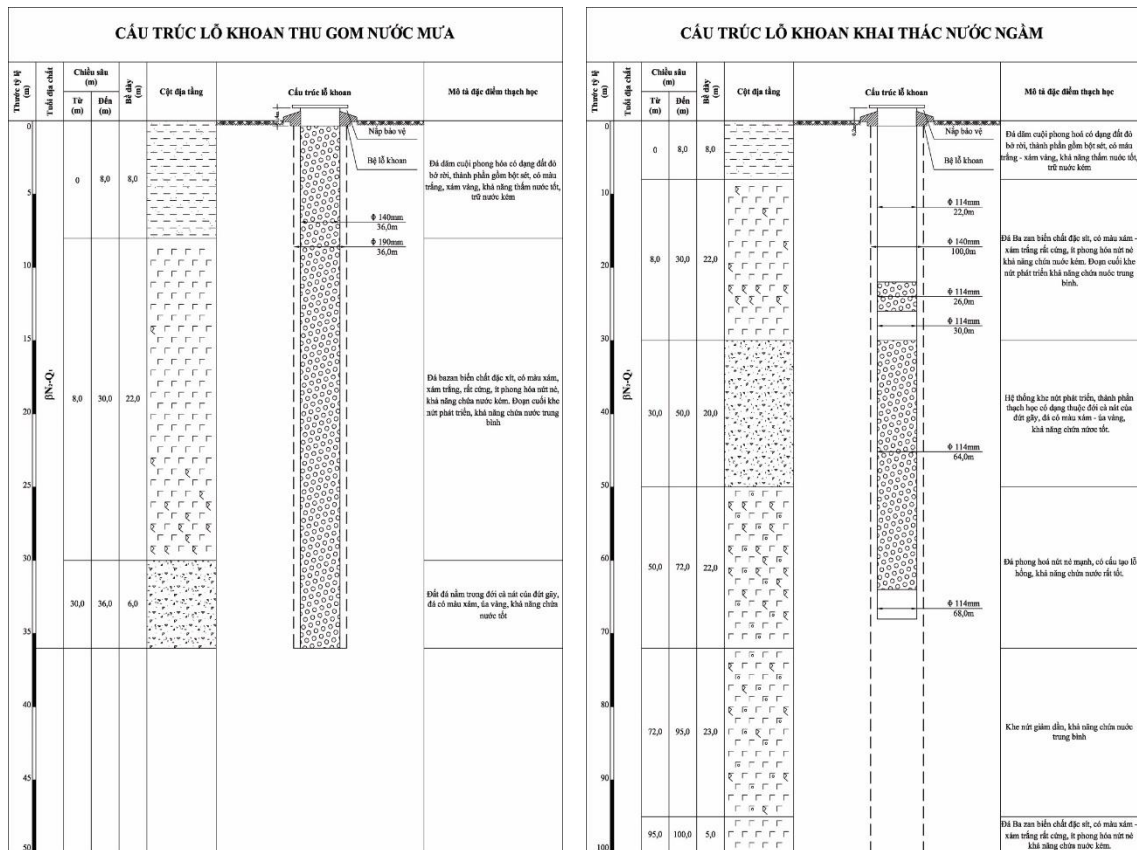
Vị trí xây dựng mô hình: Trung tâm nước SH & VSMT Nông thôn tỉnh Gia Lai. Địa chỉ: Số 99, đường Phạm Văn Đồng, thành phố Pleiku.

Mô hình thu gom nước mưa ở đây được thiết kế tương đối đơn giản. Toàn bộ nước mưa từ mái nhà cơ quan của cơ quan Trung tâm được thu vào hệ thống ống nhựa đường kính 114 mm, qua ống lọc rác và các vật chất lơ lửng khác rồi đưa thẳng vào giếng khoan hấp thu nước. Giếng khoan hấp thu nước phân bố cách giếng khoan khai thác nước 3,0m nằm ở sân sau của cơ quan. Mô hình được trình bày trong Hình 68 Mặt cắt địa chất và kết cấu giếng khoan hấp thu nước mưa và giếng khoan khai thác nước được trình bày trong Hình 69.

Giếng khoan khai thác nước sâu 100m, ống lọc  $\Phi 114\text{mm}$  đặt trong khoảng độ sâu 30 - 68m (đới chứa nước thứ hai). Giếng khoan này hàng ngày bơm nước phục vụ hoạt động của Trung tâm. Giếng khoan hấp thu nước có độ sâu 36m (đới chứa nước nông), ống lọc  $\Phi 140\text{mm}$  đặt từ miệng giếng khoan đến hết độ sâu giếng khoan [5].



Hình 68. Mô hình thu gom nước mưa đưa trực tiếp vào giếng khoan trong tầng chứa nước đang khai thác [5]



**Hình 69. Mặt cắt địa chất và kết cấu GK khai thác, GK hấp thụ nước đưa trực tiếp vào tầng chứa nước tại Trung tâm NSH và VSMT NT Gia Lai [5]**

**Mô hình tại thành phố Bảo Lộc, Lâm Đồng**

Nước mưa thu gom từ mái nhà diện tích 270m<sup>2</sup> bằng hệ thống máng thu và ống thu đường kính 90mm. Nước mưa từ ống thu đưa vào giao thông hào có kích thước dài 10m, rộng 2m và sâu 2m. Trong hố đào đổ đầy cuội, sỏi, cát lọc. Thiết kế lỗ khoan hấp thụ nước xem Hình 70 và mô hình triển khai xem Hình 71.

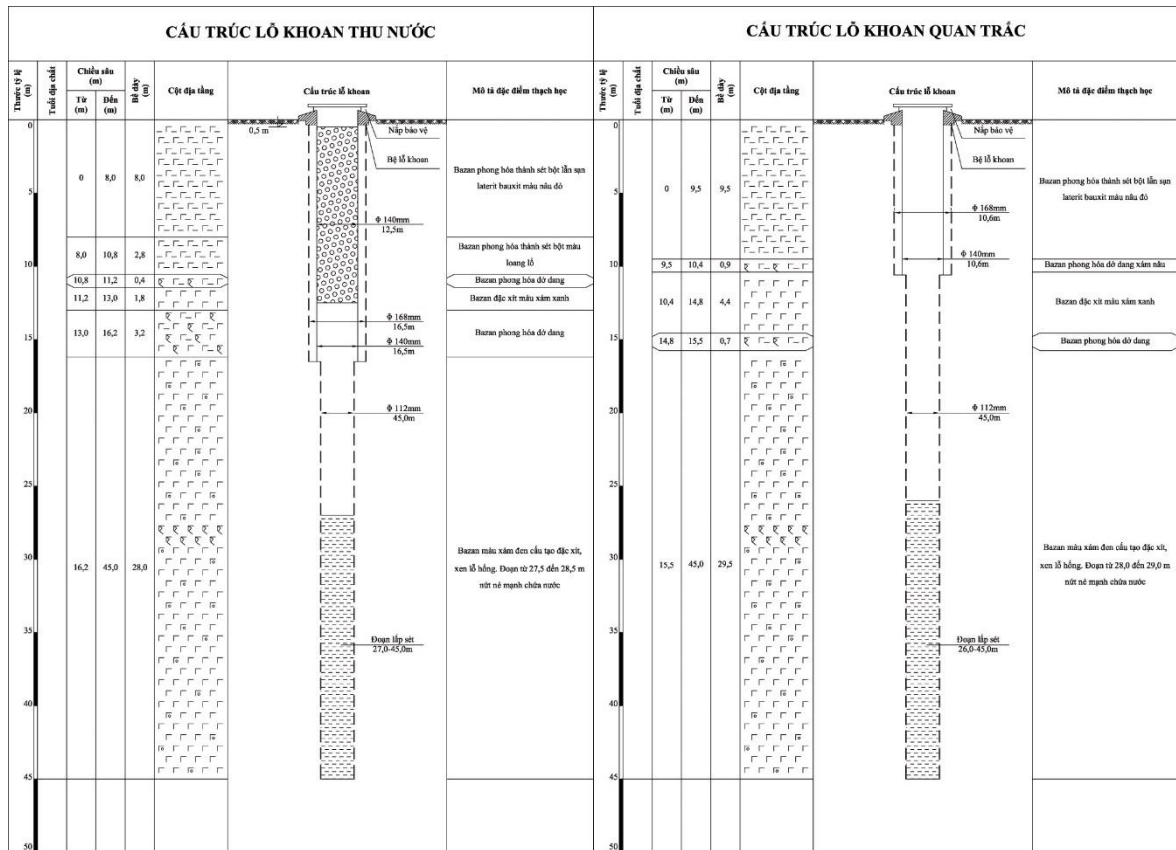
Trong hố đào có ba giếng khoan phân bố cách nhau 2m được ký hiệu là MDC1, MDC2 và MDC3. Hai giếng khoan MDC1 và MDC3 đưa nước mưa vào tầng chứa nước nông ở độ sâu đến 45m. Giếng khoan MDC2 phân bố ở giữa làm nhiệm vụ khai thác nước và QTĐT mực nước. Các lỗ khoan được kết cấu ống chống, ống lọc phù hợp với nhiệm vụ của nó (Hình 71). Các lỗ khoan đều có chiều sâu 45m. Các lỗ khoan MDC1, MDC3 là lỗ khoan hấp thụ sẽ được kết cấu phân thoát nước suốt chiều dài thành lỗ khoan, trong đó phần đối diện với lớp phong hóa đất đỏ được chống ống lọc để chống sập lở, phần đá cứng nứt nẻ để thành lỗ khoan làm ống lọc tự nhiên. Như vậy lỗ khoan có

chiều dài thoát nước là 30m làm nhiệm vụ đưa nước mưa từ bề lọc vào tầng chứa nước. Lỗ khoan MDC2, 10m trên cùng được kết cấu ống chống, 25m tiếp theo là ống lọc tự nhiên làm nhiệm vụ quan trắc mực nước trong tầng chứa nước khi tầng chứa nước tiếp nhận nước mưa và có thể làm giếng khoan khai thác nước. Tất cả các lỗ khoan đều có 15m cuối cùng làm ống lắng (Hình 71).

Khả năng hấp thu của một lỗ khoan tùy thuộc vào thành phần thạch học, mức độ nứt nẻ của mặt cắt địa chất. Dựa vào các thông số tầng chứa nước, khả năng hấp phụ nước tại các lỗ khoan được tính toán như sau:

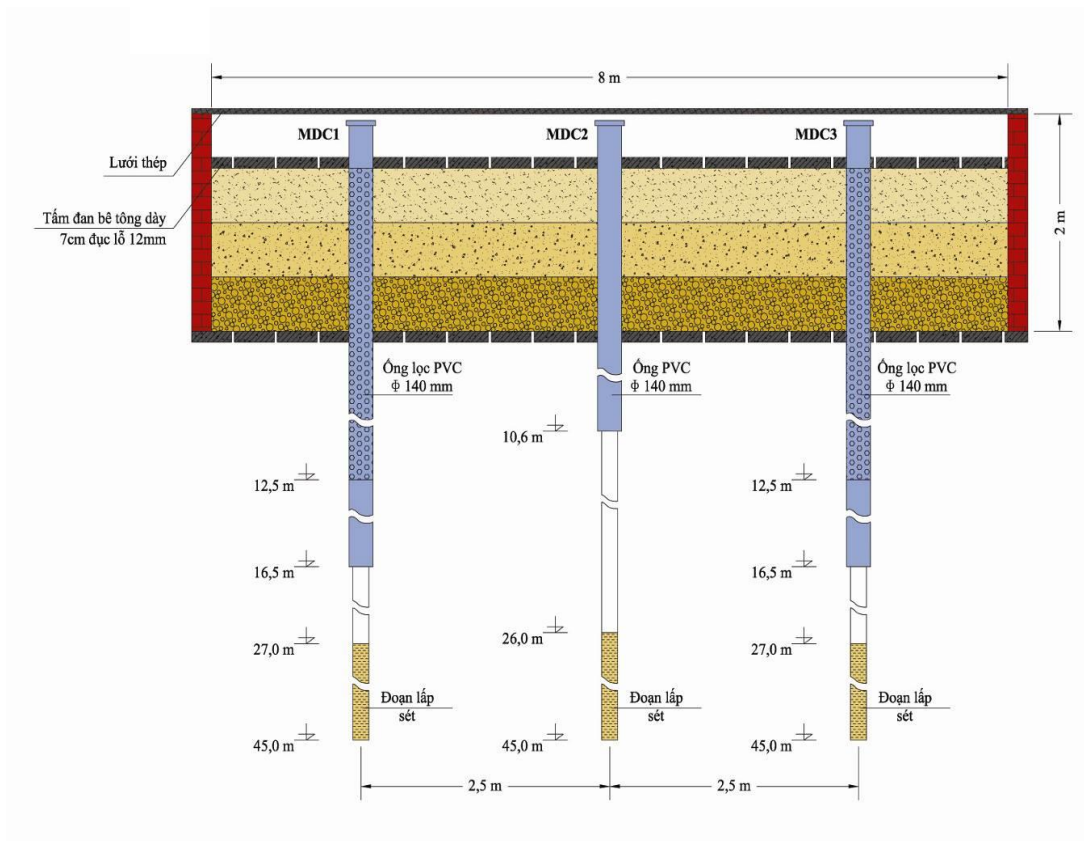
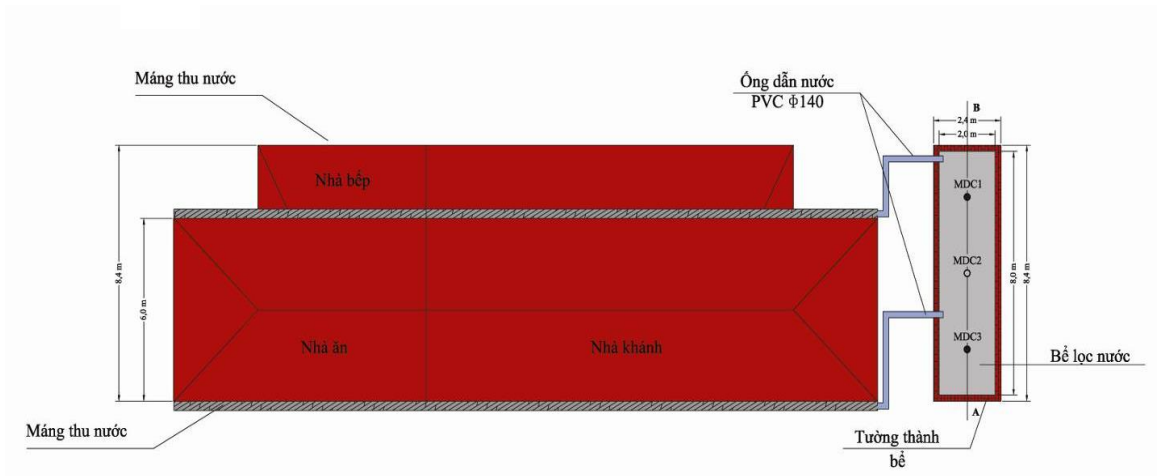
Theo tài liệu đổ nước trong hố đào và ép nước trong các lỗ khoan được thực hiện ở Bảo Lộc, Buôn Ma Thuột và theo tài liệu thu thập được từ các thí nghiệm ép nước trong các công trình thủy điện ở Tây Nguyên, lưu lượng hấp thu đơn vị của các thành tạo bazan có thể lấy như sau:

Để tính toán hệ thống thu gom nước mưa đưa vào tầng chứa nước ở đây chúng tôi sử dụng giá trị hệ số lưu lượng hấp phụ đơn vị  $q = 3,0 \text{ l/phút /m}$ . Mỗi lỗ khoan có chiều dài 30m, có thể hấp thu được một lượng nước là  $3,0 \text{ l/phút /m} * 30\text{m} = 90\text{l/phút} = 5400\text{l/giờ} = 5,4\text{m}^3/\text{giờ}$ . Hai lỗ khoan hấp thu sẽ thu được:  $5,4 * 2 = 10,8 \text{ m}^3/\text{giờ} = 129,6\text{m}^3/\text{ngày}$ , nghĩa là chúng có khả năng thu gom lượng nước mưa lớn nhất trong ngày và trong tháng [5].

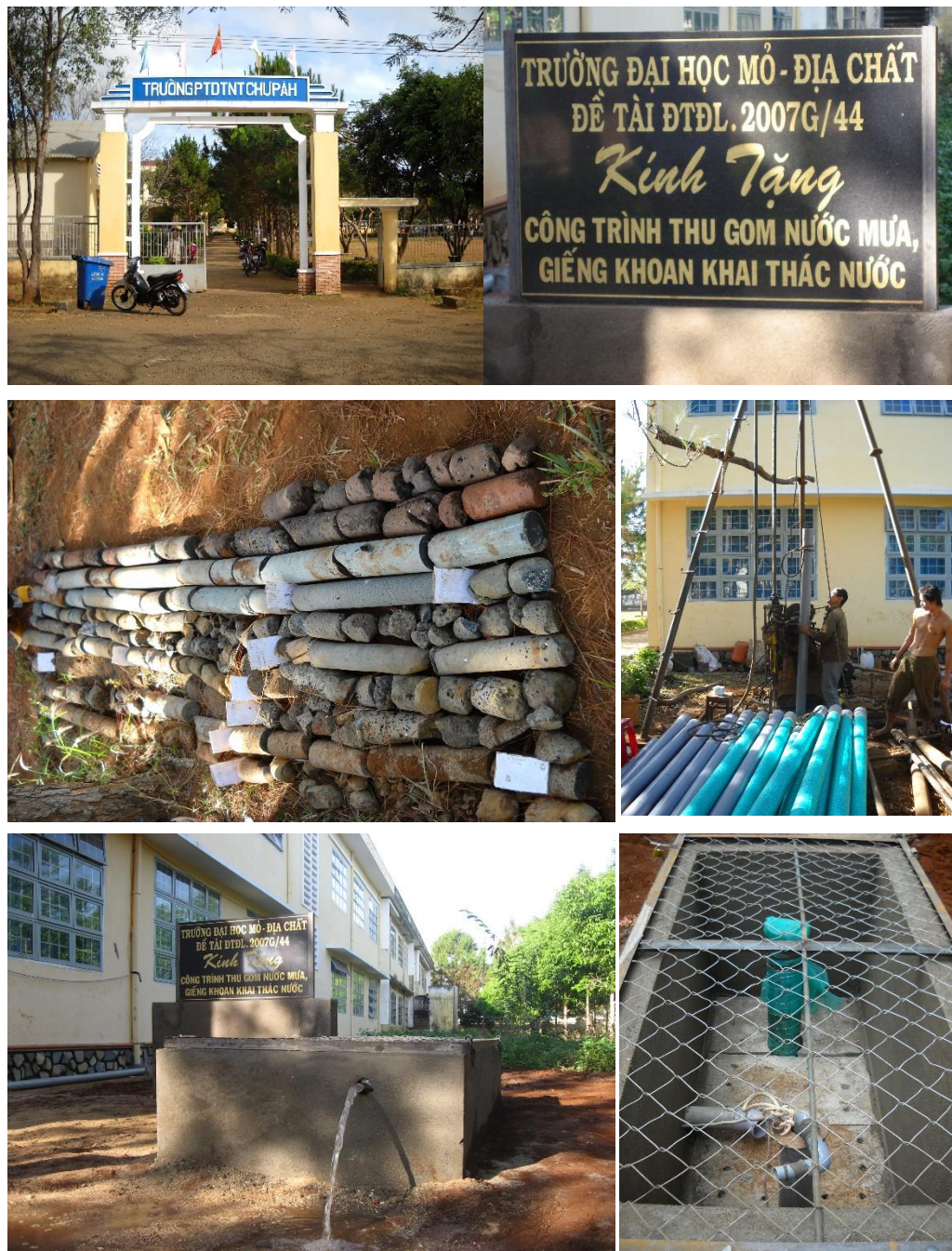


**Hình 70. Kết cấu lỗ khoan hấp thu nước mưa và lỗ khoan khai thác (hoặc QTĐT) mực nước dưới đất) trong quá trình thu gom nước mưa đưa xuống vào tầng chứa nước [5]**





*Hình 71. Dây truyền công nghệ thu gom nước mưa từ mái nhà đưa vào tầng chứa nước. a) Bình đồ, b) Mặt cắt. [5]*



*Hình 72. Hình ảnh xây dựng công trình thu gom nước mưa đưa xuống bể  
sung trữ lượng cho tầng chứa nước kém kết hợp lỗ khoan khai thác nước  
tại trường phổ thông DTNT huyện Chư Păh tỉnh Gia Lai [5]*

### **Mô hình tại Chư Păh tỉnh Gia Lai [5]**

Đây là mô hình thu gom nước mưa kết hợp lỗ khoan khai thác nước dưới đất. Mô hình này được xây dựng tại trường phổ thông Dân tộc nội trú (DTNT) huyện Chư Păh tỉnh Gia Lai. Trường phổ thông DTNT huyện Chư Păh cách thành phố Pleiku 11 km về phía Bắc. Trường nằm trên một quả đồi bazan, xa

nguồn cấp nước. Cán bộ và học sinh đồng bào các dân tộc của trường (khoảng 300 người) từ trước đến nay phải ăn nước giếng đào trong lớp đất đỏ bazan, vào những mùa khô hầu như không có nước.

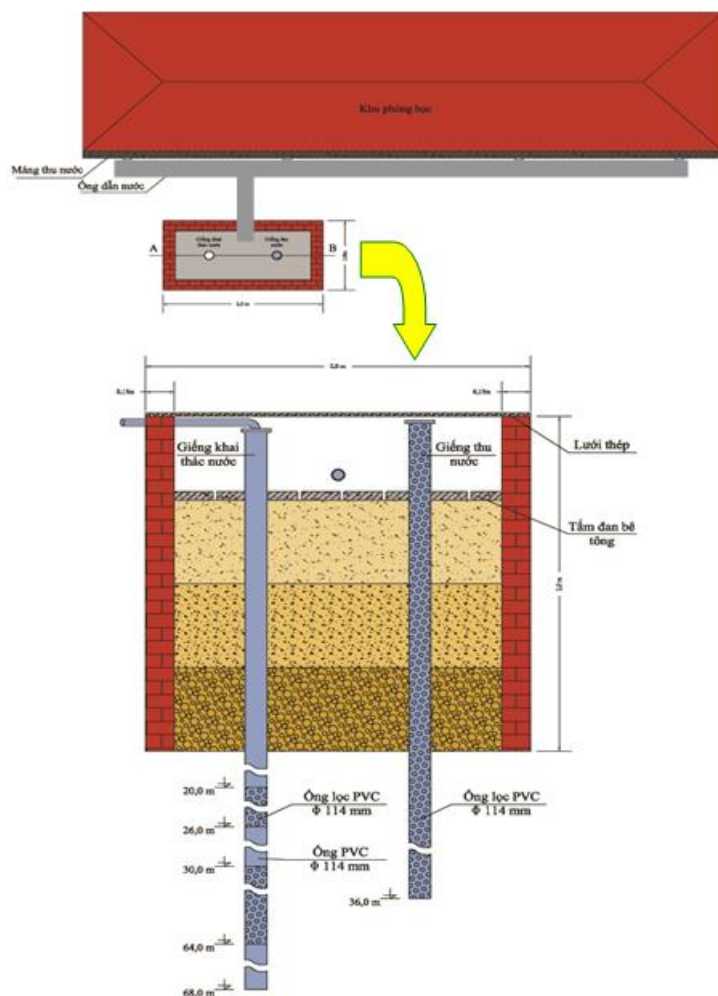
Trường phổ thông DTNT huyện Chư Păh có hai dãy nhà 2 tầng làm lớp học, mỗi dãy nhà 10 gian. Diện tích thu gom bao gồm toàn bộ hai mái nhà của trường là 200m<sup>2</sup>. Lượng mưa có thể thu gom được trình bày trong Bảng 68.

*Bảng 68. Lượng nước mưa có thể thu gom tại trường phổ thông DTNT huyện Chư Păh tỉnh Gia Lai*

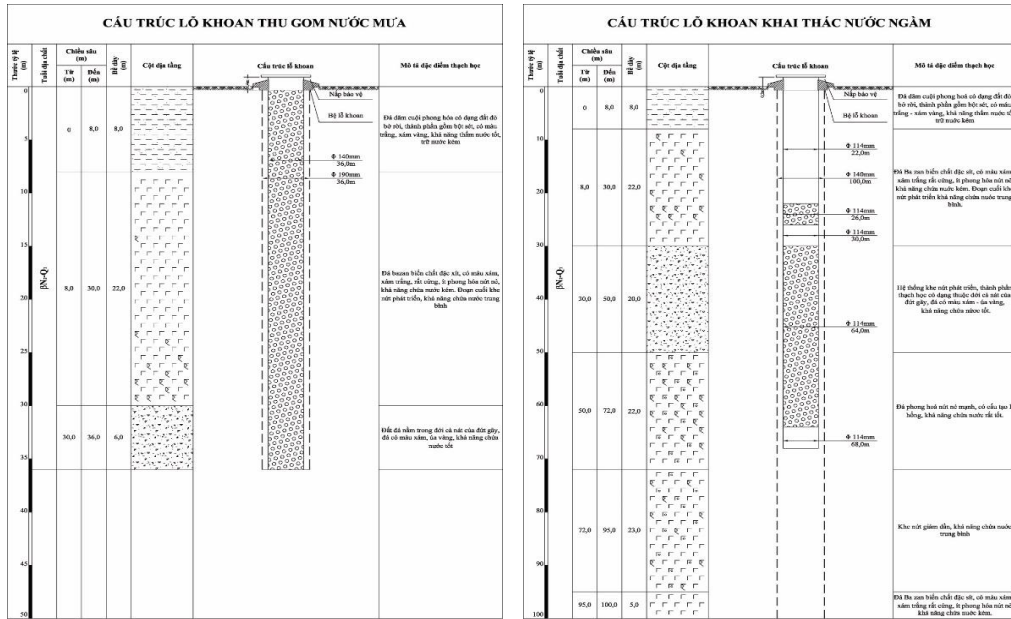
Lượng mưa	Giá trị, m	Diện tích thu gom, m <sup>2</sup>	Hệ số thu gom	Lượng nước có thể thu được
Trung bình năm	2,20	200	0,6	264 m <sup>3</sup> /năm
Năm cao nhất	2,90	200	0,6	348 m <sup>3</sup> /năm
Tháng cao nhất	0,38	200	0,6	45,6 m <sup>3</sup> /tháng
Ngày cao nhất	0.20	200	0,6	24,0 m <sup>3</sup> /ngày

Mô hình thu gom nước mưa đưa vào tầng chứa nước kém kết hợp lỗ khoan khai thác được trình bày trong Hình 72. Nước mưa từ mái nhà sẽ được thu vào máng nước, từ máng nước theo hệ thống 4 đường ống đường kính 110mm đi vào hố đào lọc sơ bộ, nước từ hố đào này sẽ tự chảy qua giếng khoan hấp thu vào tầng chứa nước.

Hố đào kích thước 1,0\*2,0m, sâu 2,0m. Hố đào được xây gạch bao quanh, đáy lót tấm đan bê tông đục lỗ. Trong hố đào đổ đầy cuội sỏi lọc. Trong hố đào khoan hai lỗ khoan cách nhau 1,0m. Lỗ khoan hấp thu nước sâu 30 m, kết cấu ống lọc đường kính 114mm suốt chiều sâu lỗ khoan. Ống lọc là ống nhựa tiêu chuẩn đục lỗ, bao quanh bởi lưới nhựa. Lỗ khoan khai thác nước có độ sâu 100m, được kết cấu ống chống đường kính 114mm, trong đó ống lọc đục lỗ bọc lưới được đặt trong khoảng độ sâu từ 30 - 64m. Cột địa tầng và kết cấu giếng khoan hấp thu nước mưa và giếng khoan khai thác nước được trình bày trong Hình 73.



Hình 73. Mô hình thu gom nước mưa, giếng khoan khai thác nước tại trường Phổ thông THNT huyện Chu Pah tỉnh Gia Lai [5]



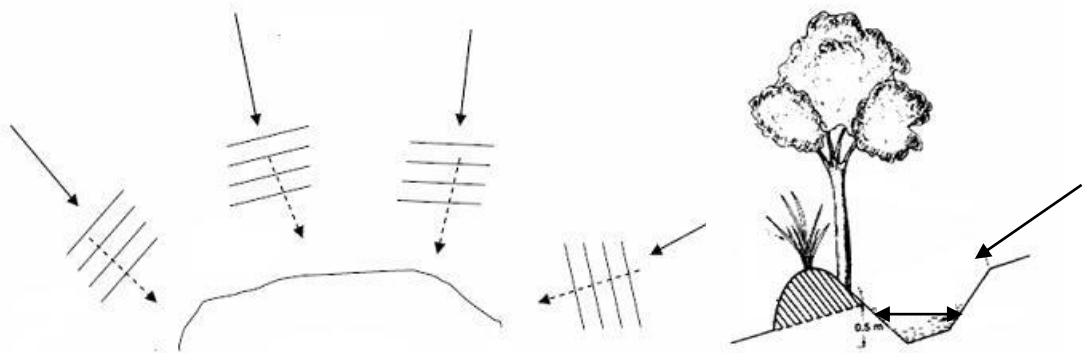
**Hình 74. Cột địa tầng và kết cấu lỗ khoan hấp thu và lỗ khoan khai thác nước Poligon tại trường PT DTNT huyện Chư Păh tỉnh Gia Lai [5]**



**Hình 75. Mô hình giếng khoan khai thác kết hợp bổ sung nhân tạo cho nước dưới đất [5]**

### **III.2.2.2.3 Bổ sung cho nước dưới đất từ nước mưa được lưu giữ trên mặt đất**

Do đặc điểm khai thác nước ở đây là phục vụ tưới tiêu và tưới cà phê là chính, cho nên để giảm thiểu lượng nước tưới, giảm thiểu khai thác nước quá mức, tăng cường độ ẩm đất trong mùa khô hạn, khôi phục lại mực nước dưới đất, giải pháp làm chậm dòng chảy tràn trên mặt vào mùa mưa và tăng cường lượng nước thấm vào lớp đất đỏ bazan. Giải pháp này được thực hiện bằng các rãnh đào chạy theo đường đồng mức địa hình trên các sườn đồi canh tác kết hợp với các giếng đào hấp thu nước (Hình 76)



*Hình 76. Mô hình làm chậm dòng chảy trên mặt bằng các rãnh đào theo đường đồng mức canh tác trên sườn đồi*

Theo kinh nghiệm, hệ thống rãnh đào theo đường đồng mức có thể làm cho cây trồng đủ ẩm nếu tầng đất canh tác đủ tơi xốp và có khả năng lưu giữ nước và cho nước thấm qua. Đất đỏ bazan ở Tây Nguyên là rất phù hợp thực hiện mô hình này. Rãnh đào có kích thước rộng 1,5m, sâu 0,5 - 1,0m được đào dọc theo đường đồng mức. Tùy thuộc diện tích canh tác và loại cây cần tưới mà lựa chọn khoảng cách giữa các rãnh đào cho phù hợp, có thể 5 - 10m một rãnh đào. Trong rãnh, đào các hố thấm càng sâu càng tốt để đây cuối sỏi để làm đường dẫn cho nước mưa xuống sâu hơn, hay để tăng cường độ thấm thấu của lớp đất đỏ bazan.

Giải pháp trên đã được thử nghiệm xây dựng tại trang trại xã Hòa Thắng huyện Krông Pắc TP Buôn Ma Thuột. Diện tích thử nghiệm rộng 1,0ha. Theo sườn dốc đào 5 rãnh đào cách nhau 20m. Chiều dài rãnh đào là 100m, rộng 2,0m, sâu 1,5m. Trong mỗi rãnh có 02 giếng đào sâu 1,0m kể từ đáy rãnh đào [5].

Một số hình ảnh xây dựng rãnh thu nước theo đường đồng mức được trình bày trong Hình 77.



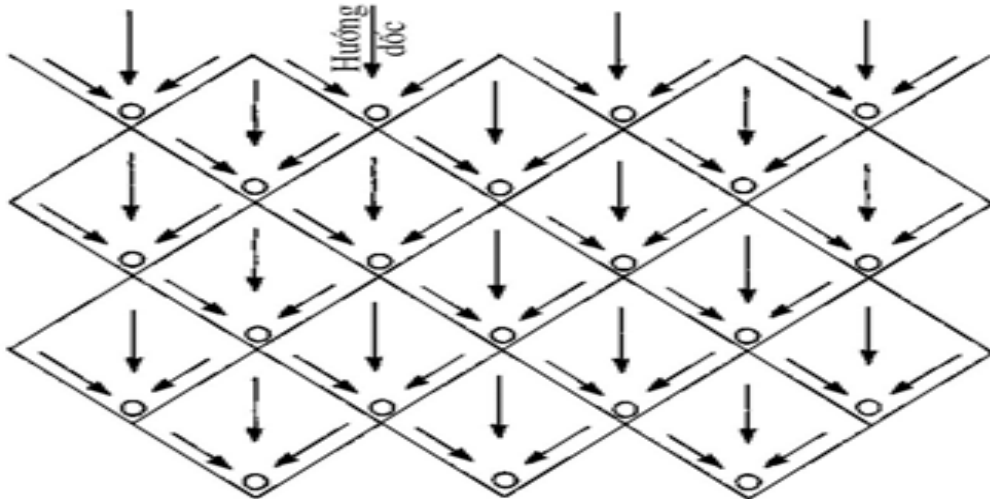
*Hình 77. Rãnh đào theo đường đồng mức và hố đào hấp thu nước trong trang trại cà phê ở xã Hòa Thắng, TP Buôn Ma Thuột [5]*

Phát triển hệ thống rãnh mương trên các vùng đồi để có thể giữ lại một phần nước mưa đáp ứng nhu cầu nước sau mưa và tăng cường lượng nước bổ cập cho nguồn nước ngầm. Hệ thống hồ, rãnh, mương không chỉ giúp cho tưới, ngăn lũ, giảm xói mòn còn góp phần quan trọng bổ sung nguồn nước cho nước dưới đất và cải tạo khí hậu trên các cao nguyên.

Trong các trang trại trồng cà phê, hồ tiêu, những giếng đào nào cạn nước thì không lấp bỏ đi mà nên lấp bằng cuội sỏi, cát để làm một cột đất thấm nước. Đó cũng là giải pháp bảo vệ tầng chứa nước, nhưng bảo vệ một cách tích cực. Hình thức canh tác và giải pháp tăng cường độ ẩm cho đất trình bày ở trên tuy không có gì mới, nhưng lại chưa đi sâu vào đời sống nông nghiệp ở Tây Nguyên. Vì vậy, rất cần sự tuyên truyền vận động để mọi hộ nông dân cũng như các nông trại áp dụng một cách rộng rãi và thường xuyên.

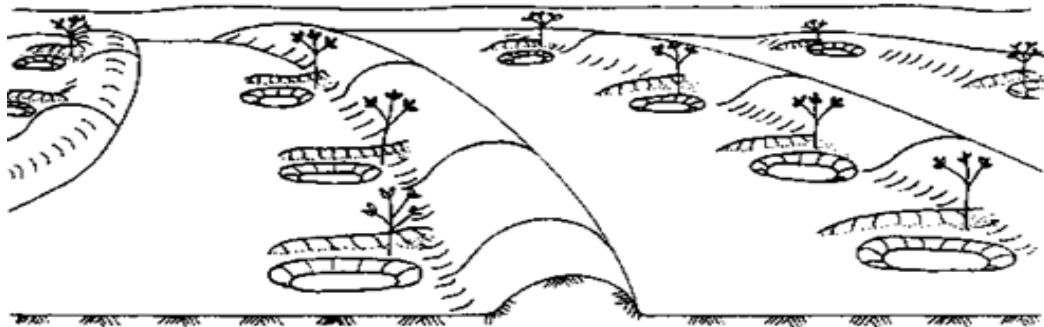
- Thu trữ nước tiểu lưu vực: Đây là hình thức trữ nước phục vụ cho nông nghiệp. Hình thức này tạo ra các bồn thu nước cho các gốc cây, tạo hồ vẩy cá trên sườn dốc để giữ ẩm cho cây, cấp nước tưới cho cây trồng diện nhỏ.

Mô hình thu trữ nước tạo thành tiểu lưu vực có dạng hình thoi được đắp bằng các bờ đất nhỏ và bố trí một vùng thấm ở vị trí góc thấp nhất của lưu vực. Nước mưa được thu trong phạm vi lưu vực và trữ vào vùng thấm (Hình 78). Cây trồng được trồng giữa vùng thấm. Kỹ thuật này được áp dụng khi trồng các loại cây ăn quả có tán nhỏ ở những vùng thiếu hụt độ ẩm. Ngoài việc thu trữ nước mưa cho cây trồng, kỹ thuật này còn có tác dụng chống xói mòn đất khá hiệu quả và được áp dụng tương đối rộng rãi vì đặc điểm nổi bật là dễ làm.



*Hình 78. Sơ đồ hệ thống trữ nước tiểu lưu vực dạng hình thoi*

- Bờ đồng mức trồng cây dài ngày



*Hình 79. Bờ đồng mức trồng cây dài ngày*

Đây là kỹ thuật cải tiến của dạng lưu vực hình thoi bằng cách đơn giản hóa các bước tạo bờ lưu vực, thay vào đó là tạo ra các bờ bám theo các đường đồng mức (Hình 79). Phương pháp này có thể triển khai thi công bằng máy móc, vì vậy mà có thể áp dụng cho những khu vực canh tác rộng lớn. Ngoài ra, giữa 2 bờ đồng mức có thể canh tác cây nông nghiệp ngắn ngày hoặc trồng cỏ.



### *III.2.2.3. Áp dụng các giải pháp tưới tiết kiệm*

Để ngăn ngừa sự suy giảm mực nước dưới đất diễn ra tại một số khu vực trong các thành tạo bazan Tây Nguyên thì cần phải xây dựng và áp dụng rộng rãi qui trình kỹ thuật tưới nước hợp lý, tiết kiệm, tưới nước đúng thời điểm cho cây cà phê như tưới nhỏ giọt, tưới phun.

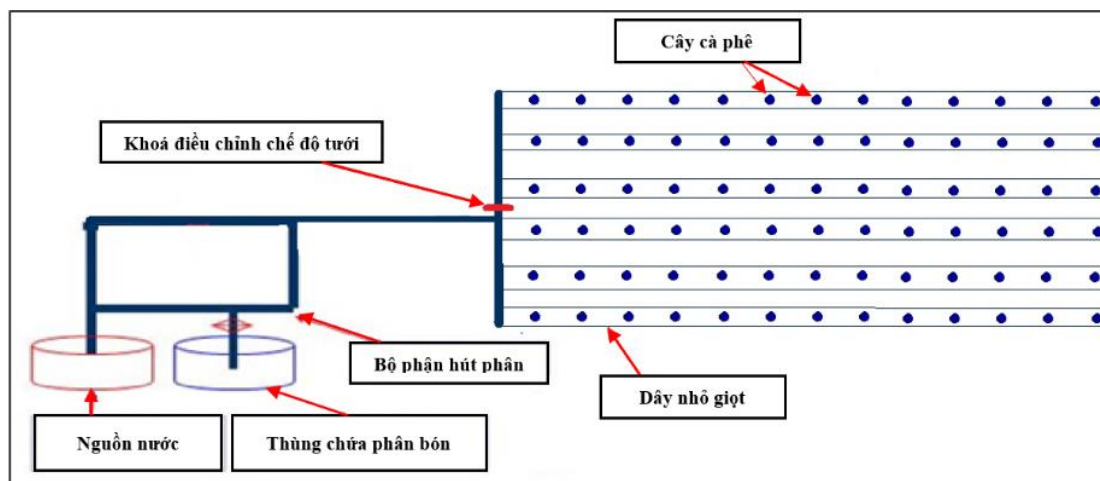
#### *2.1. Hệ thống tưới nhỏ giọt (Hệ thống tưới ISRAEL)[20]*

Hệ thống ứng dụng công nghệ tưới nhỏ giọt nhập khẩu từ Israel là hệ thống hoạt động trên nguyên tắc đưa nước đến vùng rễ cây (cà phê, hồ tiêu, v.v...) thông qua hệ thống ống dẫn, áp suất cao cân bằng kín bù áp. Nước được tưới thông qua các đầu nhỏ giọt thấm đều ở vùng rễ. Thiết kế các dây nhỏ giọt theo khoảng cách cố định chạy dọc 2 bên hàng cây, mỗi 40cm trên đoạn dây có 1 đầu nhỏ giọt. Mỗi đầu nhỏ giọt trung bình từ 1,0 – 1,6 lít/giờ. Vật liệu làm hệ thống là các loại PVC và ống PE nhỏ giọt nhập khẩu từ Israel. Hệ thống đi kèm với bộ châm phân và phải sử dụng bộ lọc nước.

- Hệ thống trung tâm: Bộ lọc nước, bộ châm phân, đồng hồ đo áp, van an toàn, v.v...

- Đường ống chính (542, 49 hoặc 60mm): Là đoạn ống nối trực tiếp từ máy bơm hoặc từ bộ phận cấp phân ra ống cấp 2. Rồi nước được dẫn vào các dây nhỏ giọt qua các đầu khởi thủy. Ống được chôn sâu 20-30cm. Tổng chiều dài ống cần dùng từ 500 - 700m/ha.

- Đường ống nhỏ giọt: Là đoạn ống PE nối từ ống chính qua các khởi thủy. Đường ống này đi dọc hàng cây, mỗi hàng cây chạy 2 dây nhỏ giọt hoặc dây nhỏ giọt quấn quanh gốc. Ống được chôn sâu 20-30cm. Tổng chiều dài ống cần sử dụng 1ha khoảng 9.000m ha.



*Hình 80. Hệ thống tưới nước nhỏ giọt Israrel cho cây cà phê*

## 2.2. Hệ thống tưới tiết kiệm phun mưa tại gốc (Hệ thống tưới Viện KH&KT nông nghiệp Tây Nguyên (WASI))[20]

Là kết quả nghiên cứu tưới tiết kiệm của Viện KHKT Nông lâm nghiệp Tây Nguyên (WASI), được Bộ Nông nghiệp và PTNT ban hành theo Quyết định số 5075/QĐ-BNN-TT ngày 06/12/2016 của Cục Trồng trọt. Tiết kiệm khoảng 25% lượng nước, 33,3% công tưới và 20% lượng phân bón. Lượng nước ra ở mỗi gốc chênh nhau < 10%.

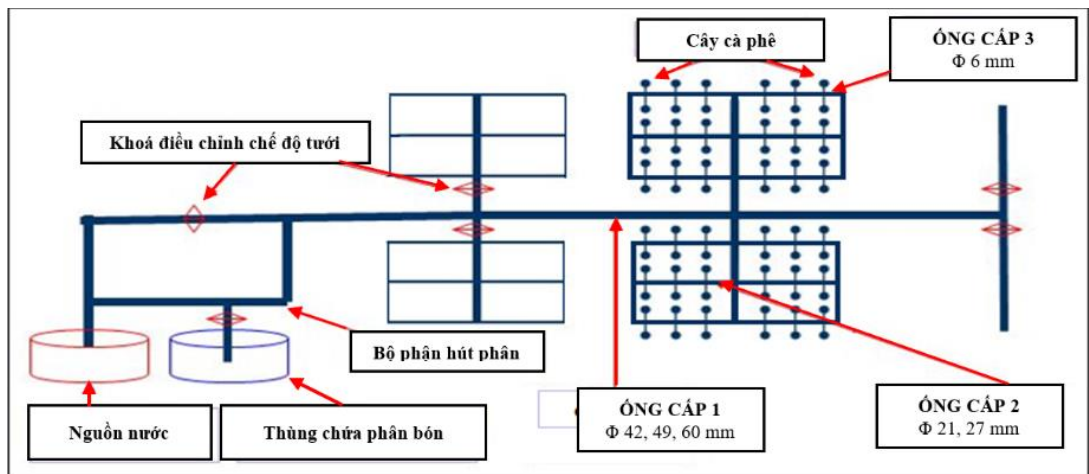
Hệ thống hoạt động trên nguyên tắc đưa nước tới từng gốc cây cà phê, hồ tiêu, v.v...) thông qua hệ thống ống dẫn, áp suất thấp cân bằng hồ không bù áp. Nước được tưới cho cây theo nguyên lý phun mưa tại gốc với đầu béc phun mưa nhỏ, nên nước được thấm đều trên cả diện tích bồn cây, tại vùng rễ. Thiết kế tối ưu theo thực tế địa hình, diện tích tưới, hiện trạng vườn cây và thiết bị cấp nước. Lưu lượng tưới thiết kế phổ biến là 60 lít/giờ. Vật liệu hệ thống sử dụng chủ yếu là các loại PVC và ống PE sẵn có trên thị trường. Hệ thống đi kèm với bộ châm phân và không nhất thiết phải sử dụng bộ lọc nước.

- Đường ống cấp 1 (42mm, 49mm hoặc 60 mm): Là đoạn ống nối trực tiếp từ máy bơm hoặc từ bộ phận cấp phân ra ống cấp 2. Tùy theo địa hình của lô thửa và công suất máy bơm mà ta có thể gắn thêm một số khóa (42, 49, hoặc 60 mm) để điều tiết lượng nước được tưới hoặc chia ra các khu vực tưới khác nhau. Ống được chôn sâu 20-30 cm. Tổng chiều dài ống cần sử dụng từ 500-700m/ha.

- Đường ống cấp 2 (21mm hoặc 27mm): Là đoạn ống PVC, PE nối từ ống cấp 1. Đường ống này đi dọc giữa 2 hàng cây. Ống được chôn sâu 20-30cm. Tổng chiều dài ống cần sử dụng từ 1.250-1.600m/ha.

- Ống cấp 3 (6mm): Là đoạn ống đen mềm nối từ ống cấp 2 ra béc phun mưa cục bộ bằng 1 cút nhựa cứng. Độ dài ống từ ống cấp 2 ra đến gốc cây 1,8m: tính từ gốc cà phê đến ống cấp 2 (1,5m), được chôn sâu 20cm và một đoạn nổi trên mặt đất 30cm. Tổng chiều dài ống cần dùng từ 1.800 – 2.100m/ha (tùy địa hình, yêu cầu sử dụng).

- Béc phun mưa cục bộ: Gắn trực tiếp vào đầu ống cấp 3 và được cố định vào thân cà phê. Béc phun mưa dưới gốc để cung cấp nước cho cà phê với diện tích hình tròn có bán kính khoảng 1-1,5m. Lượng nước ra 60lít/giờ. Cần sử dụng 1.111 béc/ha (mỗi cây 1 béc).





*Hình 81. Hệ thống tưới nước phun WASI tại gốc cho cây cà phê*

Hệ thống tưới tiết kiệm cho cây cà phê bằng phương pháp Israel và Wasa cho thấy nâng cao hiệu quả kinh tế do tiết kiệm được chi phí và nâng cao năng suất thể hiện ở Bảng 69

*Bảng 69. Đánh giá hiệu quả kinh tế của áp dụng tưới tiết kiệm nước*

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Tưới vòi tại gốc	Tưới nhỏ giọt Israel	Tưới tiết kiệm WASA
<b>Đánh giá hiệu quả kinh tế</b>					
1	Năng suất	(tấn/ha)	4,0	4,6	4,5
2	Tổng thu	trđ/ha/năm	160,0	184,0	180,0
3	Tổng chi	trđ/ha/năm	82,5	71,0	66,9
4	Lợi nhuận		77,5	113,0	113,1
<b>Đánh giá lượng nước tiết kiệm</b>					
1	Lượng nước tưới	lít/gốc/năm	2400,0	1250,0	1800,0
2	Lượng nước tiết kiệm	lít/gốc/năm		1150,0	600,0
3	tỉ lệ	%		47,9	25,0

#### *III.2.2.4. Xây dựng các hồ chứa mới, cải tạo nâng cấp tăng dung tích trữ nước*

Hiện tại toàn vùng Tây Nguyên đã xây dựng được 2.354 công trình thủy lợi, trong đó 1.190 hồ chứa, 972 đập dâng, 130 trạm bơm, 62 công trình khác. Với diện tích tưới thiết kế: 290.612 ha. Diện tích tưới thực tế là: 216.556 ha, đạt 74,4% so với diện tích thiết kế, chỉ đạt được 28% diện tích tưới bằng công trình thủy lợi (diện tích cần tưới là 772.310 ha)[58].

Trong số 2.354 công trình thủy lợi có 1.190 hồ chứa, tưới cho 148.907 ha, chiếm đến 69,4% diện tích được tưới. Tuy nhiên, công trình hồ chứa chủ yếu là công trình nhỏ, quy mô chủ yếu là dưới 1 triệu m<sup>3</sup> là 1.065 công trình. Những công trình hồ chứa có quy mô tưới nhỏ đã phát huy tác dụng lớn trong việc cung cấp nước cho các loại cây trồng, đặc biệt là những vùng phân tán, không tập trung. Để tăng hiệu quả của các hồ chứa góp phần cho tưới và góp phần bổ sung cho NĐĐ thì cần phải có các giải pháp khác nhau như sau:

##### *a. Công nghệ tăng dung tích hồ chứa*

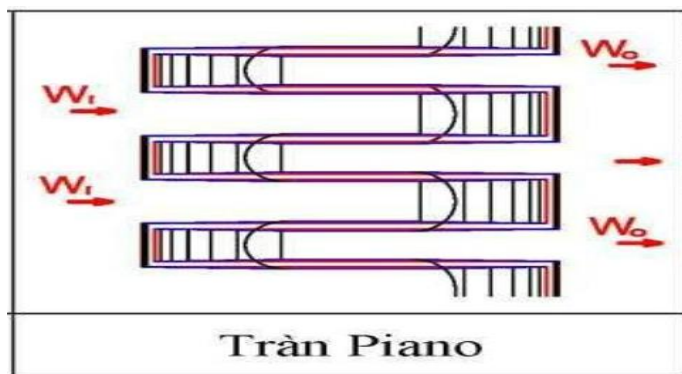
Để tăng dung tích chứa cho hồ chứa nước tức tăng dung tích hữu ích của hồ trên ngưỡng tràn điều tiết cần mở rộng diện tích lòng hồ (F) hoặc tăng độ sâu mực nước của hồ chứa (H). Hồ chứa tự nhiên được tạo bởi địa hình là các khu vực núi bao quanh, để tăng dung tích hữu ích của hồ có thể tăng độ sâu của hồ chứa hay tăng cao trình mực nước dâng bình thường bằng cách tăng cao trình ngưỡng tràn tự do hoặc bố trí cửa van điều khiển trên ngưỡng tràn điều tiết. Giải pháp nâng cao trình mực nước là lựa chọn hợp lý cho khu vực Tây Nguyên.

##### *\* Các giải pháp nâng cao trình ngưỡng tràn tự do*

Đối với hồ chứa có tràn xả lũ dạng ngưỡng tự do, khi nâng cao trình ngưỡng tràn tự do tức nâng cao trình mực nước dâng bình thường, dung tích hữu ích của hồ.

##### *Giải pháp tăng chiều dài đường tràn*

Hiện nay giải pháp tràn piano được áp dụng tương đối phổ biến trên thế giới và Việt Nam (Hình 82). Trên nguyên tắc khi có lũ về, tràn tự động hạ thấp cao trình ngưỡng để tăng phạm vi cột nước tràn, tăng khả năng thoát lũ. Theo giải pháp này giới thiệu các loại tràn đã và đang được áp dụng tại Việt Nam như sau:



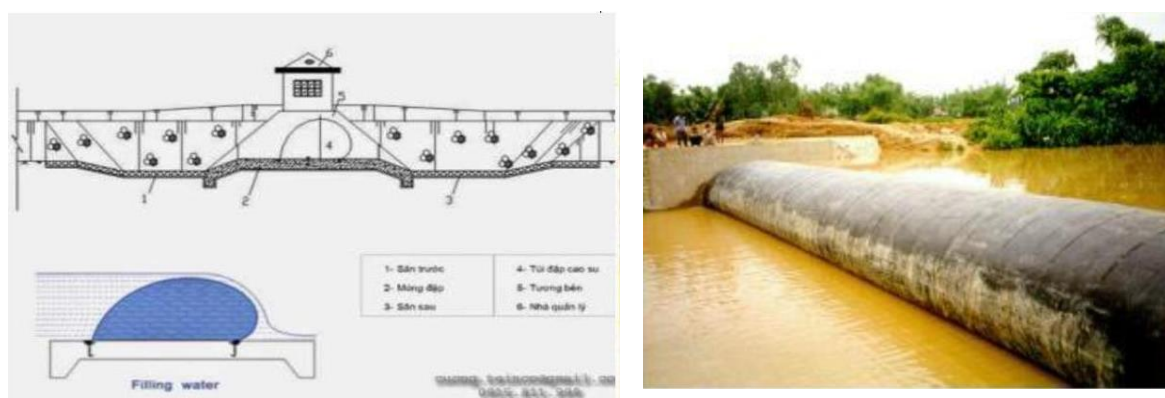
Hình 82. Đập tràn kiểu piano

- Đập tràn cao su

Khi bơm khí hoặc nước vào túi cao su, đập cao su sẽ dần phồng lên, tạo thành một đập ngăn nước, làm dâng mực nước trong hồ chứa, nâng dung tích chứa của hồ. Khi có mưa lũ, khí hoặc nước trong túi cao su sẽ được tháo ra, đập xẹp xuống trả về nguyên trạng của tràn tháo lũ (Hình 83).

Ưu điểm: Tăng khả năng tích nước cho hồ chứa mà không ảnh hưởng tới khả năng thoát lũ thiết kế ban đầu, chiều dài đập không bị hạn chế, trọng lượng đập nhẹ, áp lực đáy móng nhỏ, kết cấu đập linh hoạt, chịu được chấn động và hiện tượng lún không đều, thời gian thi công nhanh, kỹ thuật thi công không phức tạp, chi phí duy tu, bảo dưỡng thấp, thay thế túi đập cao su khi hết tuổi thọ một cách dễ dàng.

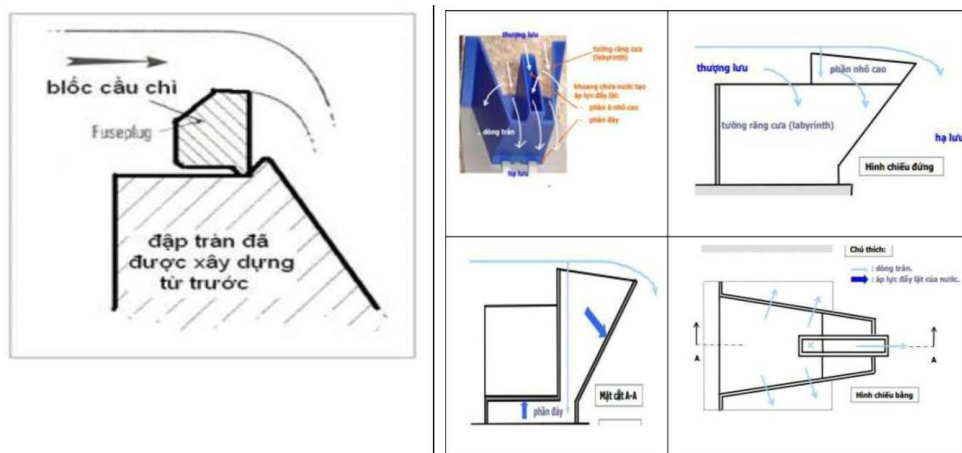
Nhược điểm: Tuổi thọ công trình hạn chế (khoảng 20 năm ở Việt Nam), chiều cao đập cao su bị hạn chế (chỉ dưới 5m), khó thi công với đập hình cong (vì gây gập khúc và nhăn bề mặt), dễ bị rách khi có tác động từ bên ngoài.



Hình 83. Đập cao su [58]

### Đập tràn kiểu lật tăng dung tích hồ chứa

Đây là công nghệ để tăng trữ lượng nước các hồ chứa và tối ưu khả năng hoạt động của các cửa tháo nước, hệ thống cửa xả tự động. Đập tràn lật kiểu cầu chì gồm một hệ thống các cấu kiện (block) độc lập nhau, lắp trên đỉnh đập. Trong điều kiện bình thường, nó có tác dụng giữ nước tăng khả năng lưu trữ của hồ chứa, nhưng khi có lũ với lưu lượng nước lớn vượt mức thì các cầu chì được lật ngược để xả lũ tự động mà không gây nguy hại đến kết cấu của đập, đảm bảo an toàn cho đập chắn và kiểm soát lưu lượng nước sông ở hạ lưu.



Hình 84. Đập tràn kiểu cầu chì [58]

**Ưu điểm:** Tăng khả năng tích nước cho hồ chứa mà không ảnh hưởng tới khả năng thoát lũ thiết kế ban đầu. Chiều dài đập không bị hạn chế, không làm thu hẹp dòng chảy qua đập, khả năng xả lũ lớn, bảo đảm an toàn cho cụm công trình đầu mối, khả năng tháo bùn cát đáy, các vật trôi nổi rất tốt. Chấn nước tốt (do có bố trí gioăng cao su). Thời gian thi công nhanh, kỹ thuật thi công không phức tạp, kết cấu linh hoạt, thi công ở nơi khác, lắp ghép và hoàn thiện tại công trình. Vận hành công trình an toàn, thuận lợi (tự động), an toàn cho người vận hành. Chi phí duy tu, bảo dưỡng thấp, lắp ghép dễ dàng, nhanh chóng, tiết kiệm, không phát thải, không tiêu tốn dạng năng lượng nào khác ngoài lực tự nhiên của nước. Vật liệu để làm đập cầu chì cũng rất đa dạng, có thể là nhựa tổng hợp, kim loại hay bê tông hoặc dạng khác. Tùy vào quy mô của đập, người ta sẽ quyết định sử dụng vật liệu nào cho phù hợp.

**Nhược điểm:** Phải lắp lại các khối cầu chì sau mỗi lần xả lũ, hạn chế khi bố trí trên tuyến cong. Chiều cao khối cầu chì bị hạn chế để đảm bảo có thể lật về hạ lưu khi có cột nước lớn và đảm bảo công tác thi công, vận chuyển, lắp

đặt, an toàn hạ lưu. Trọng lượng đập nặng, làm gia tăng áp lực đáy móng, tăng nguy cơ đối với nền công trình mềm yếu.

### ***Giải pháp bố trí cửa van điều tiết trên đỉnh tràn***

Trên đỉnh đập tràn bố trí hệ thống cửa van điều tiết có nhiệm vụ nâng dung tích chứa nước của hồ khi cửa van đóng và mở cửa van đảm bảo thoát lũ an toàn cho hạ lưu khi có lũ về. Hệ thống cửa van tự động hoặc được điều khiển bằng thủ công (đối với cửa van nhỏ) hoặc bằng hệ thống điều khiển tự động. Giải pháp này chính là đảm bảo tăng yếu tố độ sâu cột nước lũ để tăng lưu lượng xả. Cửa van điều tiết tự động có dạng cửa phẳng trực ngang, chiều rộng mỗi cửa từ 15 -30m. Trên toàn mặt cắt ngang công trình có thể bố trí nhiều đơn nguyên cửa van lắp ghép với nhau. Cửa van được điều khiển bằng hệ thống xi lanh thủy lực gắn phía dưới các xà lan đáy và được hỗ trợ bằng hệ thống tay neo tự gập. Các tay neo tự gập có tác dụng giữ và thay thế cho hệ thống xi lanh thủy lực trong suốt quá trình công trình dâng và giữ nước về mùa khô. Toàn bộ các thiết bị điều khiển và quan trắc được đặt trong một đường hầm chạy xuyên suốt từ bên này bờ sang bên kia bờ, tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình quản lý vận hành sau này.

Nguyên tắc hoạt động của cửa van tự động: Khi có lũ về, dưới tác động của trọng lực nước, cửa van trực đứng sẽ tự động hạ thấp dần về bằng cao trình ngưỡng tràn, cửa van trực ngang sẽ tự động chuyển dịch dần thành phương ngang tạo không gian cho nước chảy qua cả phần trên và phần dưới cửa van.



*Hình 85. Đập tràn bố trí cửa van điều tiết trên đỉnh tràn [58]*



### ***Xây dựng các đập nhỏ trên suối để lưu trữ nước***

Đập nhỏ trên suối là công trình nằm trên dòng suối trong khu vực thượng nguồn của dòng chảy, được xây dựng bằng đá, túi sỏi, bao cát, cuộn sợi hoặc các sản phẩm có thể tái sử dụng, có tác dụng làm chậm sự chuyển động của dòng chảy tạo điều kiện tăng bổ cập cho nước dưới đất.

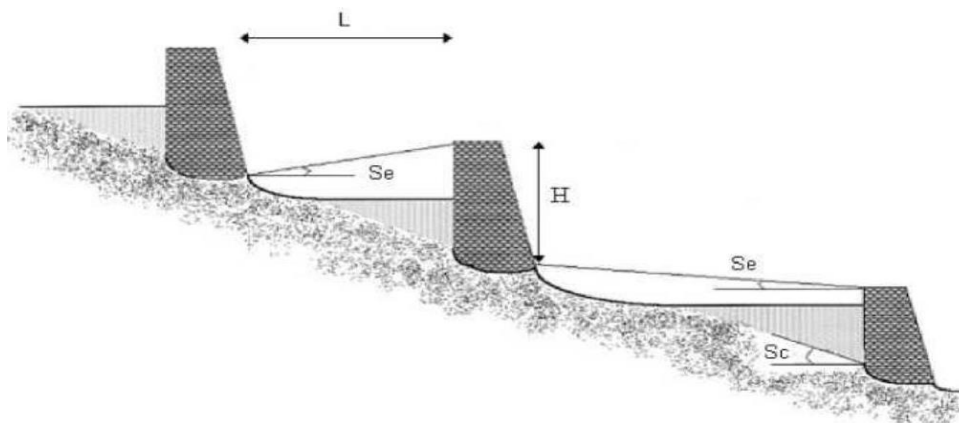
*Ưu điểm:* Tốc độ nước bị chậm lại, làm giảm xói mòn và ngăn ngừa sự hình thành nước không mong muốn trong trận lũ; Không yêu cầu thiết kế rãnh, chỉ sử dụng bề mặt thoát nước hiện có; Tăng lượng bổ cập cho nước dưới đất từ nước mặt làm tăng mực nước dưới đất; Chi phí xây dựng thấp - những con đập này có thể sử dụng vật liệu sẵn có tại địa phương, thời gian thi công ngắn và không đòi hỏi trình độ kỹ thuật cao.

*Nhược điểm:* Không làm trên các dòng sông, suối có dòng chảy tốc độ cao và có thể mở rộng; Không thích hợp trong các suối, kênh thoát nước trên diện tích lớn.

Mô hình thiết kế khoảng cách giữa các đập kiểm tra phải được tính toán cẩn thận. Đối với độ dốc đáy kênh ( $Sc$ ) nhất định, khoảng cách lý tưởng giữa các Check Dam ( $L$ ) sẽ là hàm của chiều cao ( $H$ ) như sau:

$$L = H/Sc$$

Điều này có nghĩa là độ dốc kênh càng dốc, các Check dam càng gần nhau. Phương trình trên dựa trên quy tắc khoảng cách giữa hai Check Dam bằng khoảng cách giữa ngón chân của Check Dam thượng nguồn và đầu Check dam hạ lưu. Độ dốc này thường  $Se < 3\%$  (Hình 86).



*Hình 86. Cấu hình đập kiểm tra điển hình về chiều cao ( $H$ ), khoảng cách ngang ( $L$ ), độ dốc của kênh ( $Sc$ ), độ dốc của đường nối đập tràn và chân đập kiểm tra thượng nguồn ( $Se$ )*

Trên Tây Nguyên, mô hình đã được đồng bào ứng dụng triển khai trên các con suối với qui mô nhỏ bằng các vật liệu địa phương (Hình 87)



Hình 87. Đập ngăn dòng đã được triển khai trên Tây Nguyên bằng các vật liệu khác nhau [58]

### III.2.2.5. Các giải pháp khai thác nước dưới đất bền vững

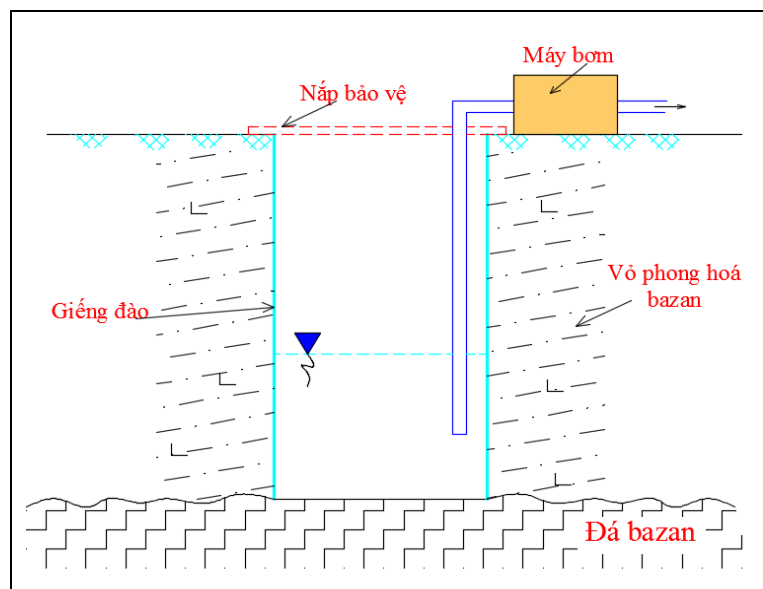
Từ đặc điểm các tầng chứa nước của thành tạo phun trào bazan Pleistocen ( $\beta Q_{II}$ ) và Pliocen - Pleistocen  $\beta(N_2-Q_1)$  khu vực Tây Nguyên, các mô hình khai thác nước đã và đang sử dụng [5,18] một số mô hình khai thác nước hợp lý, hiệu quả được đề xuất như sau:

\* Đối với lớp vỏ phong hóa của các thành tạo phun trào bazan:

Vỏ phong hóa của các đá phun trào bazan khu vực Tây Nguyên khá dày, thay đổi từ 15 - 30m, thành phần là sét, sét pha, đôi nơi lẫn sạn sỏi laterit, có mức độ chứa nước nghèo, chỉ đáp ứng cho cấp nước quy mô nhỏ. Để khai thác nước có hiệu quả, các mô hình khai thác được đề xuất như sau:

- Mô hình khai thác bằng giếng đào:

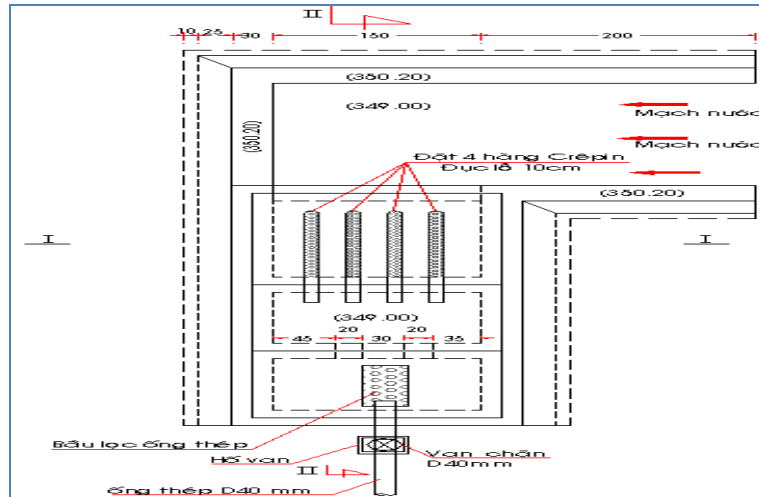
Mô hình này cũng đã được áp dụng từ lâu, thi công đơn giản, với đường kính giếng từ 0,8 - 1,2m; dùng máy bơm ly tâm để khai thác nước (Hình 88). Loại hình khai thác này có hiệu quả cao đối với cấp nước quy mô nhỏ lẻ, hộ gia đình.



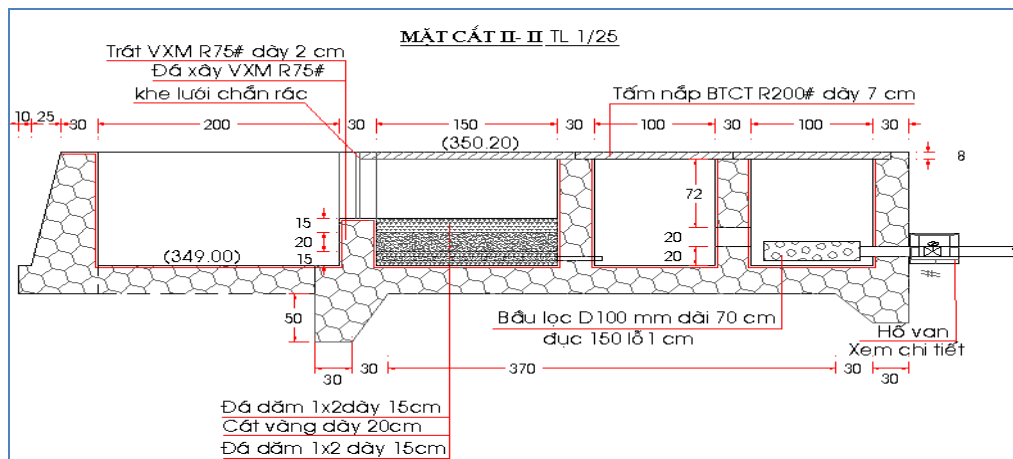
*Hình 88. Mô hình khai thác nước bằng giếng đào trong thành tạo phong hóa bazan*

- Mô hình khai thác điểm lộ nước:

Các khu vực xuất hiện điểm lộ trong thành tạo phong hóa bazan Tây Nguyên chủ yếu nằm ở ven đồi, với diện tích lưu vực nhỏ, nguồn nước mạch lộ chủ yếu dạng chảy xuống. Đối với các điểm lộ này đã được đồng bào các dân tộc Tây Nguyên khai thác từ lâu và mô hình khai thác thường rất đơn giản là cắm một số ống tre, nứa vào đất nơi xuất lộ nước để lấy nước sử dụng. Từ khi có Chương trình cấp nước sạch nông thôn, các tỉnh đã đầu tư xây dựng các công trình khai thác nước từ điểm lộ với một số hình thức, quy mô khác nhau. Mô hình chung cho khai thác điểm lộ trong thành tạo phong hóa bazan được thiết kế chi tiết tại Hình 89 và toàn cảnh công trình khai thác được đưa vào sử dụng khá đơn giản và thuận tiện cho người dân (Hình 90).



a) Mặt bằng công trình



b) Cắt dọc các hạng mục công trình

*Hình 89. Mặt cắt công trình khai thác điểm lộ trong phong hóa bazan Tây Nguyên*

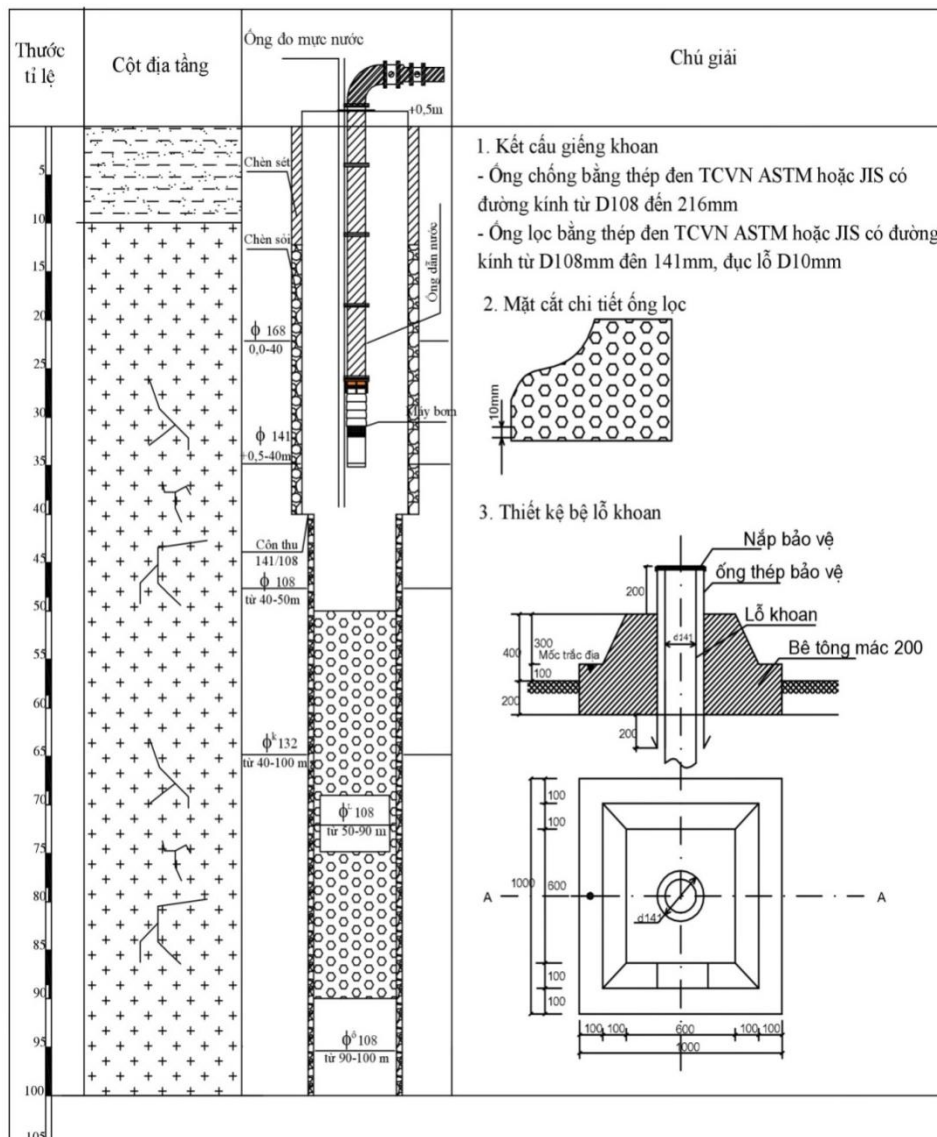


*Hình 90. Công trình khai thác điểm lộ trong thành tạo phong hóa bazan Tây Nguyên*

\* Đối với các tầng chứa nước bazan Pleistocen ( $\beta_{Q_{II}}$ ) và Pliocen - Pleistocen ( $\beta(N_2-Q_1)$ ).

Đây là các tầng chứa nước phân bố rộng rãi trên các cao nguyên khu vực Tây Nguyên, có khả năng và chiếm vị trí quan trọng nhất trong việc cấp nước sinh hoạt, tưới và các nhu cầu cho phát triển kinh tế - xã hội của khu vực nghiên cứu. Các thành tạo bazan có bề dày chủ yếu thay đổi từ 5- 250m, phía trên được phủ bởi thành tạo phong hóa của chúng có chiều dày thường gặp từ 15 - 30m, độ sâu mực nước 8 - 10m, mức độ chứa nước thay đổi rất lớn từ nghèo đến rất giàu, là tầng chứa nước có triển vọng cung cấp nước cho khu vực Tây Nguyên. Các mô hình khai thác nước đang được sử dụng hiệu quả như sau:

- Khai thác bằng giếng khoan sâu



Hình 91. Mô hình cấu trúc giếng khoan khai thác trong đá phun trào bazan Tây Nguyên

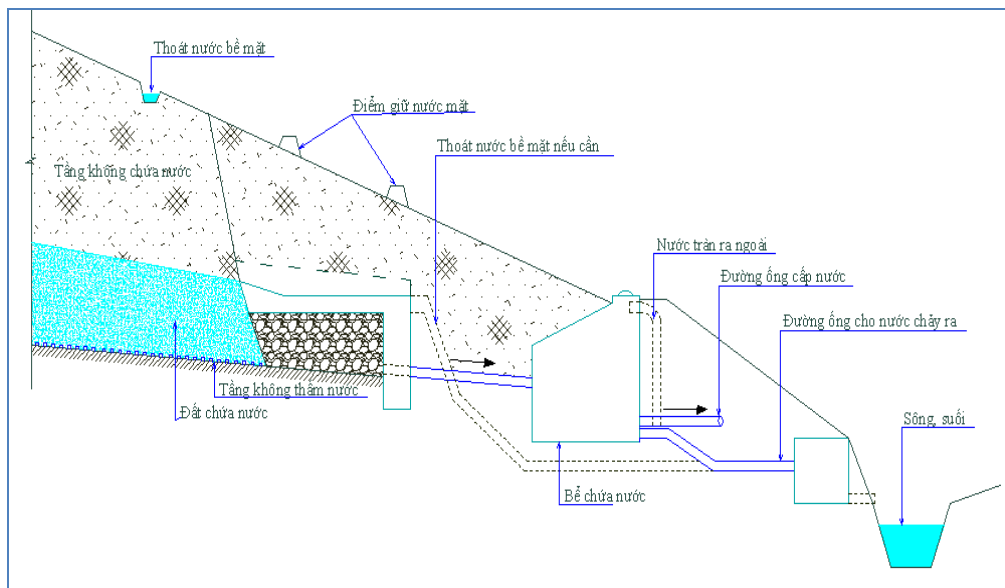
Đề khai thác nước trong các thành tạo chứa nước bazan ( $\beta Q_{II}$ ,  $\beta(N_2-Q_1)$ ) có hiệu quả, mô hình khai thác là các giếng khoan có đường kính thay đổi từ 108 - 216mm, với độ sâu từ 80 - 120m, thường là khoảng 100m, ống chống, ống lọc là ống lọc nhựa hoặc thép (thường dùng ống nhựa). Cấu trúc chung của giếng khai thác nước cơ bản được thể hiện như ở Hình 91.

Đối với khu vực giàu và rất giàu nước có thể khai thác bằng hệ thống các giếng khoan (bãi giếng), với khoảng cách giữa các giếng khoan được tính toán theo từng bãi giếng khai thác cụ thể.

Đối với khu vực chứa nước trung bình và nghèo chỉ nên khai thác bằng các giếng khoan đơn lẻ để cung cấp cho nhu cầu.

- Mô hình khai thác bằng thu gom nước điểm lộ, chum điểm lộ

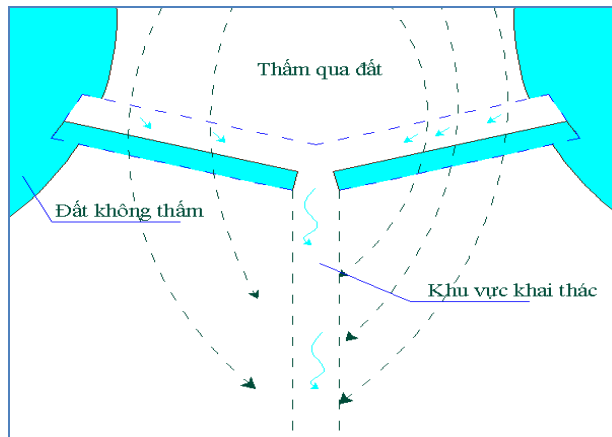
Các điểm lộ của các tầng chứa nước bazan khu vực Tây Nguyên ( $\beta Q_{II}$ ,  $\beta(N_2-Q_1)$ ), thường xuất lộ ở nơi lộ đá gốc, tức là nước chảy ra từ khe nứt, lỗ hổng của đá. Các điểm lộ, chum điểm lộ có lưu lượng lớn, được thu gom khai thác phục vụ cấp nước tập trung (phổ biến ở cao nguyên Buôn Ma Thuột). Tổng thể chung về mô hình khai thác loại này được thể hiện ở Hình 92.



Hình 92. Sơ đồ tổng thể mô hình thu nước điểm lộ

Đối với chum điểm lộ, có thể khai thác theo từng điểm. Tuy nhiên, các điểm khai thác này cần phải có sự liên kết trong khu vực để tránh thất thoát nước. Giải pháp cho dạng xuất lộ này nên gom nước về một nơi để thuận lợi cho việc khai thác sử dụng. Tường chắn nước sẽ được xây dựng để thu nước lại vị trí xây dựng công trình khai thác (Hình 93). Quy mô của tường chắn nước về

chiều dài, chiều cao và chiều sâu tường khi khai thác chum điểm lộ phải thỏa mãn điều kiện như khai thác dạng điểm lộ.



Hình 93. Sơ đồ thu nước điểm lộ dạng chum

### **Tóm tắt Chương III**

Nguyên nhân ảnh hưởng tới sự suy giảm mực nước dưới đất Tây Nguyên gồm có nguyên nhân nội sinh và nguyên nhân ngoại sinh, trong đó các yếu tố ngoại sinh đóng vai trò chính làm suy giảm mực nước dưới đất, đặc biệt là do khai thác nước dưới đất được tổng hợp như sau:

#### **Yếu tố nội sinh**

Do đặc điểm địa chất có nhiều đợt phun trào tạo ra các đới phong hoá dở dang và thành tạo bazan có mức độ nứt nẻ rất không đồng nhất nên mức độ chứa nước trong bazan rất không đồng nhất. Địa hình bazan Tây Nguyên có dạng vòm thuộc phần cao nhất, vì vậy nước mưa thoát nhanh ảnh hưởng tới việc cung cấp cho nước dưới đất. Thêm vào đó hệ thống sông suối thấp hơn các thành tạo bazan và được thành tạo này cung cấp phần lớn nước cho hệ thống thủy văn trong mùa khô. Vỏ phong hóa trên các thành tạo bazan ở Tây Nguyên thuộc loại tương đối dày làm cho nước mưa xuống được tầng chứa nước bazan phải mất 1-3 tháng tùy theo từng khu vực.

#### **Yếu tố ngoại sinh**

Nguyên nhân chính dẫn tới suy giảm mực NĐĐ là do việc khai thác nước phục vụ sinh hoạt và sản xuất, đặc biệt là tưới cho cà phê vào mùa khô, tập trung ở khu vực Buôn Ma Thuật và Bảo Lộc. Mặc dù tổng lưu lượng khai thác toàn Tây Nguyên tới năm 2018 là khoảng 2,0 triệu m<sup>3</sup>/ng vẫn còn nhỏ hơn nhiều so với lưu lượng có thể khai thác (6,95 triệu m<sup>3</sup>/ng) nhưng do khai thác tập trung nên dẫn tới suy giảm mực nước.

Nước mưa là nguồn cung cấp chính cho NĐĐ trong các thành tạo bazan. Lượng mưa Tây Nguyên có độ biến động rất lớn, năm mưa nhiều lớn gấp 2 lần lượng mưa năm ít mưa. Lượng mưa chủ yếu tập trung vào mùa mưa (85%). Trong khi đó lượng bốc hơi lại cao từ 700-1400mm, đặc biệt vào mùa khô. Lượng mưa và lượng bốc hơi có quan hệ chặt với mực NĐĐ.

Sử dụng ảnh Landsat đánh giá sự biến động của lớp phủ rừng sang lớp phủ khác trong giai đoạn 2000-2018 cho thấy giảm 55.315 ha (6,2%) và diện tích trồng cây công nghiệp tăng thêm 20,5%. Đây là nguyên nhân gây ra sự hạ thấp mực nước tại một số khu vực trọng điểm phát triển cây công nghiệp.

Mối quan hệ giữa lớp phủ rừng tự nhiên trên với mực nước 3 tháng mùa kiệt là khá chặt tại trạm Kon Tum ( $0,83 > R^2 > 0,6$ ), có thể quan hệ này tốt đối với khu vực còn nhiều rừng. Sử dụng mô hình SWAT cho toàn Tây Nguyên thì hiện trạng sử dụng đất trong giai đoạn 2000-2018 không ảnh hưởng nhiều tới dòng chảy mặt.

Để phòng chống sự suy giảm NĐĐ cần phải thực hiện đồng bộ một loại các giải pháp như tăng cường khả năng bổ cập của nước mưa và nước mặt cho nước dưới đất bằng cách lưu giữ, giảm vận tốc dòng mặt, triển khai công nghệ tưới tiết kiệm và đưa ra các chính sách, định hướng qui hoạch cây trồng và quản lý nước dưới đất hiệu quả. Các công trình khai thác nước phải được sửa chữa, xây dựng đúng kỹ thuật, đạt hiệu quả khai thác cao. Ngoài ra cần nghiên cứu đánh giá chi tiết về hiện tượng chảy thông tầng tại một số khu vực như phía bắc Buôn Ma Thuột.



## CHƯƠNG IV - DỰ BÁO SỰ SUY GIẢM MỨC NƯỚC DƯỚI ĐẤT KHU VỰC TÂY NGUYÊN

### IV.1. Dự báo mô đun khai thác nước dưới đất Tây Nguyên đến năm 2030

#### IV.1.1. Tính toán modul khai thác đến 2030

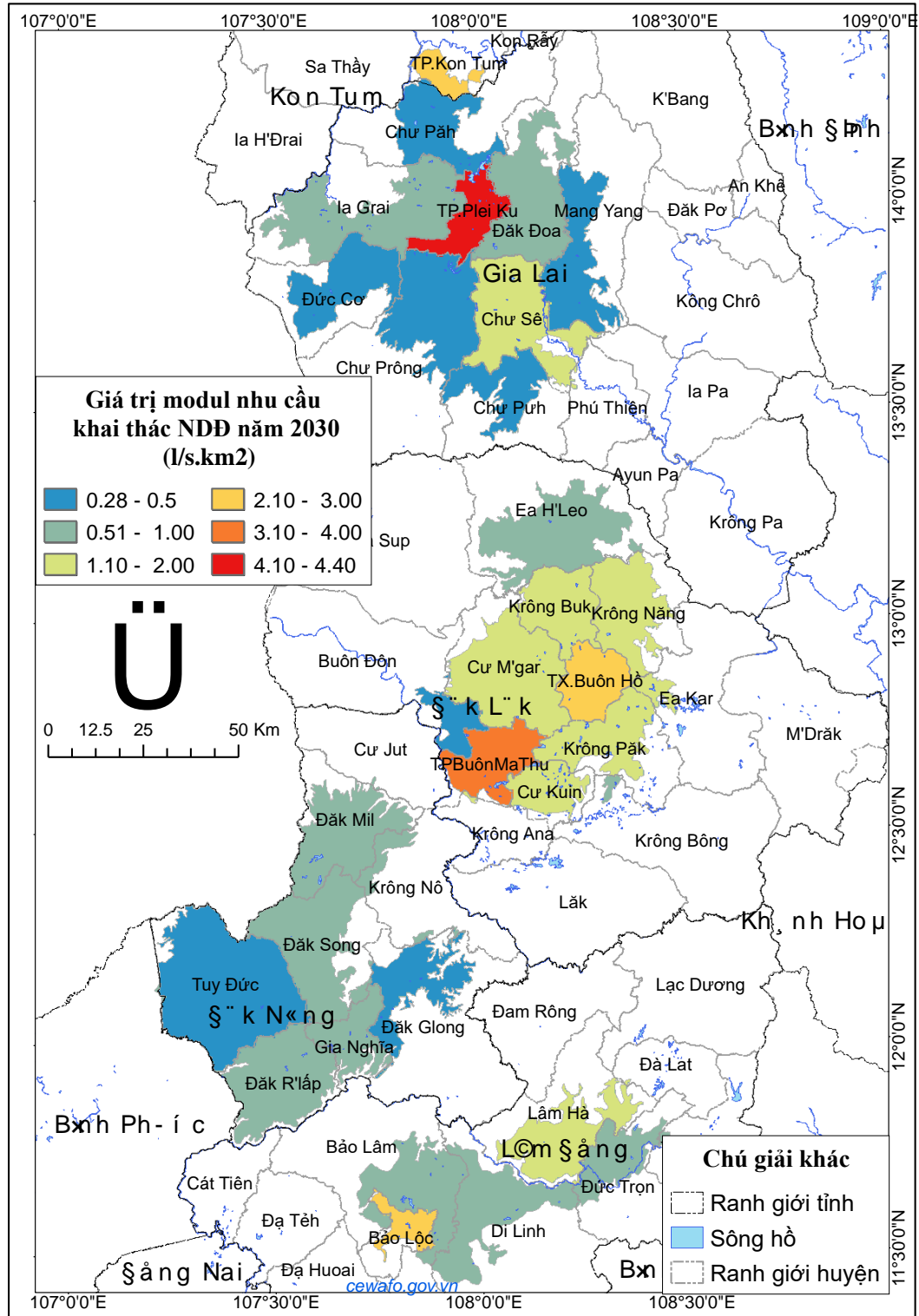
Khai thác nước dưới đất đến năm 2030 được tính toán trên nhu cầu sử dụng cho thành thị, nông thôn, qui hoạch nước dưới đất, qui hoạch phát triển nông, công nghiệp (Bảng 70) để làm cơ sở xây dựng bản đồ modul khai thác đến 2030 (Hình 94).

*Bảng 70. Bảng tính modul khai thác theo huyện các thành tạo bazan Tây Nguyên đến năm 2030*

TT	Tỉnh	Huyện	Diện tích, km <sup>2</sup>	Lưu lượng khai thác (l/s)	Modul khai thác (l/s.km <sup>2</sup> )
				Năm 2030	Năm 2030
1	KonTum	TP. KonTum	432,90	1.088,60	2,51
2		Ia H' Draï	980,22	80,54	0,08
3		Sa Thầy	1.431,73	485,16	0,34
4	Gia Lai	Ia Grai	1.119,60	605,97	0,54
5		Đắk Đoa	985,30	723,93	0,73
6		Chư Păh	974,58	482,62	0,50
7		TP. Pleiku	260,77	1.147,89	4,40
8		Chư Prông	1.693,91	709,03	0,42
9		Đức Cơ	721,86	290,78	0,40
10		Chư Sê	641,04	698,57	1,09
11		Chư Pưh	718,92	318,68	0,44
12		Ia Pa	868,59	610,41	0,70
13		Mang Yang	1.127,18	441,72	0,39
14		Phú Thiện	505,17	909,44	1,80
15	Đắk Lắk	Buôn Đôn	1.410,14	404,30	0,29
16		Krông Ana	355,90	695,71	1,95
17		Cư Kuin	288,30	542,55	1,88
18		Krông Păk	625,76	1.160,90	1,86
19		Cư M'Gar	824,50	1.053,40	1,28

TT	Tỉnh	Huyện	Diện tích, km <sup>2</sup>	Lưu lượng khai thác (l/s)	Modul khai thác (l/s.km <sup>2</sup> )
				Năm 2030	Năm 2030
20	Đắk Nông	Krông Bông	1.256,95	662,42	0,53
21		TP. Buôn Ma Thuột	377,10	1.160,90	3,08
22		TX. Buôn Hồ	282,60	574,58	2,03
23		Ea H'Leo	1.334,08	697,62	0,52
24		Krông Búk	357,68	409,37	1,14
25		Krông Năng	614,61	727,42	1,18
26		Ea Kar	1.037,00	1.173,90	1,13
27		Đắk Nông	Đắk Song	806,46	465,50
28	Krông Nô		813,74	644,03	0,79
29	Đắk Glong		1.447,76	416,67	0,29
30	Đắk Mil		681,58	595,83	0,87
31	Cư Jút		720,70	552,38	0,77
32	TP. Gia Nghĩa		284,11	281,58	0,99
33	Đắk R'lấp		635,67	614,54	0,97
34	Tuy Đức		1.119,25	317,10	0,28
35	Lâm Đồng	TP. Đà Lạt	394,46	546,68	1,39
36		TP. Bảo Lộc	233,15	684,61	2,94
37		Di Linh	1.614,18	887,56	0,55
38		Bảo Lâm	1.463,43	947,49	0,65
39		Đơn Dương	611,35	331,68	0,54
40		Đức Trọng	903,62	729,01	0,81
41		Lâm Hà	930,23	935,44	1,01

#### **IV.1.2. Bản đồ modul khai thác đến năm 2030**



Hình 94. Modul khai thác nước dưới đất năm 2030

#### IV.1.3. Dự báo mức độ khai thác NDD vùng Tây Nguyên năm 2030

Bản đồ dự báo suy giảm nước dưới đất đến năm 2030 (Hình 96) được xây dựng dựa trên việc đánh giá các chỉ số khai thác nước bền vững của

UNESCO, xác định bằng công thức: Lượng nước đang khai thác/Trữ lượng khai thác tiềm năng x 100%

Tiêu chuẩn để đánh giá tính bền vững tài nguyên NĐĐ khi sử dụng chỉ số này được thể hiện ở các kịch bản như sau:

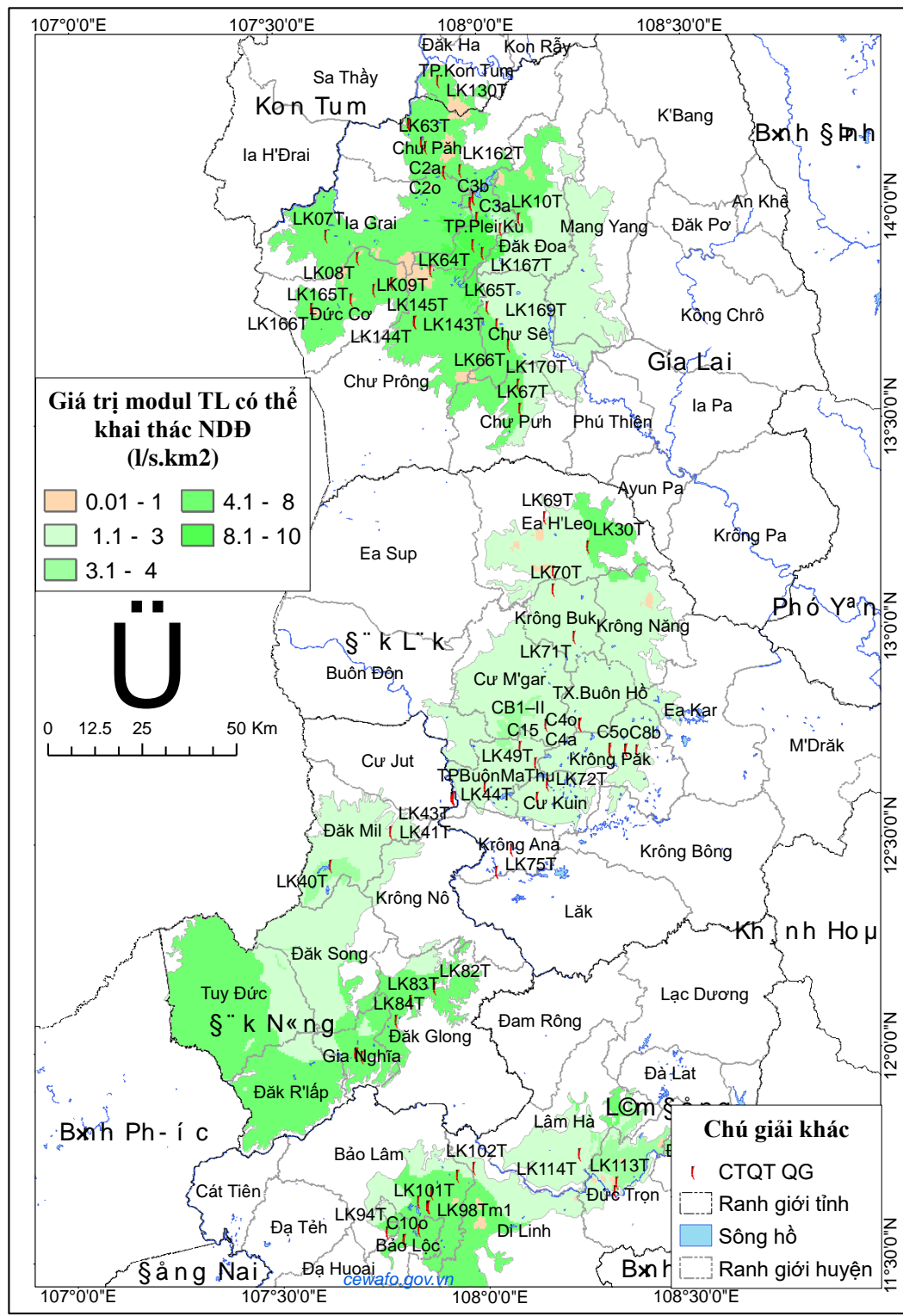
1- Khai thác < Số lượng có khả năng khai thác, chỉ số < 100%: mô tả một vùng có tài nguyên NĐĐ phát triển dưới đất gần đến khả năng và có tiềm năng cho phát triển xa hơn.

2- Khai thác > Số lượng có khả năng khai thác, chỉ số >100%: mô tả tình trạng của vùng nghiên cứu có tài nguyên NĐĐ khai thác quá mức và cần phải đưa ra các điều kiện bắt buộc trong quản lý tài nguyên nước.

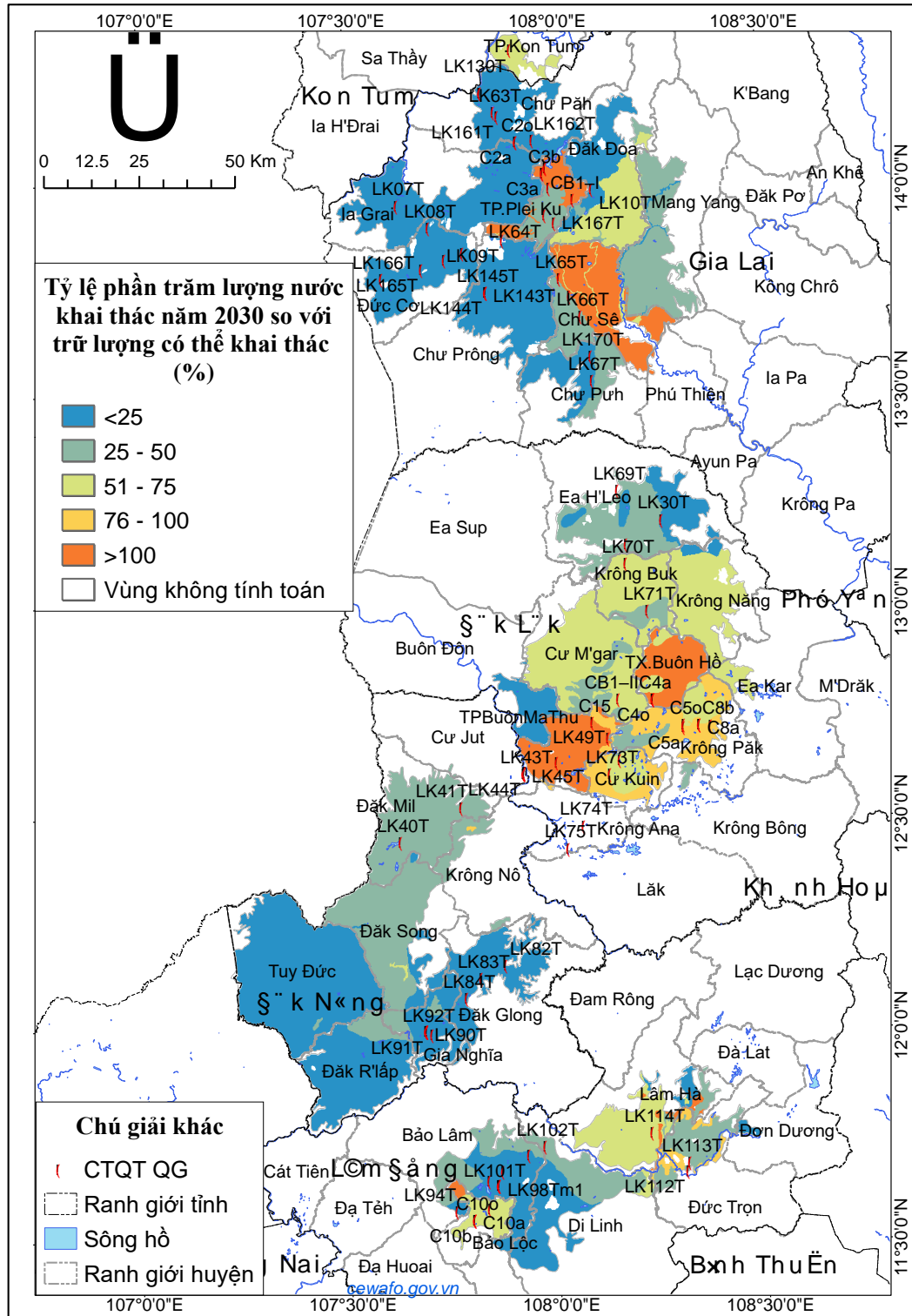
Để phân chia chi tiết mức độ đảm bảo khai thác bền vững NĐĐ, nhóm tác giả chia ra các mức suy giảm như sau:

- Nhỏ hơn 25%: Vùng ít suy giảm
- Từ 25- 50%: Vùng suy giảm yếu
- Từ 50- 75%: Vùng suy giảm trung bình
- Từ 75-100%: Vùng suy giảm mạnh
- Lớn hơn 100%: Vùng suy giảm quá mức

Trữ lượng khai thác tiềm năng được biểu diễn dưới dạng bản đồ Modul khai thác tiềm năng, dựa trên bản đồ “Modul khai thác tiềm năng nước dưới đất vùng Tây Nguyên” từ dự án Biên hội – “Thành lập bản đồ tài nguyên nước dưới đất tỷ lệ 1:200.000 cho các tỉnh trên toàn quốc”[47]



Hình 95. Modul khai thác tiềm năng bazan Tây Nguyên



Hình 96. Bản đồ dự báo mức độ khai thác NDD Tây Nguyên năm 2030

Kết quả dự báo cho thấy khai thác nước dưới đất khu vực Bảo Lộc có xu hướng giảm còn khai thác nước tại Pleiku và khu vực Chư Sê có xu hướng tăng lên chạm đến và vượt ngưỡng khai thác cho phép. Riêng khu vực thành phố Buôn Ma Thuột và Buôn Hồ vẫn ở mức vượt ngưỡng khai thác.

## **IV.2. Dự báo mực nước dưới đất bằng phương pháp thống kê**

### **IV.2.1. Cơ sở lý thuyết của phương pháp thống kê**

Như chúng ta đã biết phương pháp phân tích hàm tương quan giữa mực nước với các nhân tố ảnh hưởng cho phép dự báo sự biến đổi của các yếu tố động thái khi có sự tác động của một hoặc nhiều nhân tố động thái. Sự tác động này có thể có quy luật hoặc ngẫu nhiên (không có quy luật). Mọi quan hệ tương quan được xác định bằng phương pháp đồ thị hoặc bằng phương pháp giải tích (thành lập bảng tương quan và tính hệ số tương quan hay tỷ lệ tương quan). Mọi quan hệ có thể là tuyến tính hoặc phi tuyến tính, cũng như đơn hoặc bội. Phân tích tương quan đơn biến và đa biến (tương quan bội) [48].

#### **Phân tích tương quan đơn biến**

Giả sử giữa mực nước ngầm ký hiệu là  $y$  (có thể là cốt cao, chiều sâu, biên độ dao động mực nước) và lượng mưa hay bốc hơi, nhiệt độ không khí ký hiệu là  $x$  có mối tương quan với nhau. Mối tương quan đó được biểu diễn bởi phương trình:

$$y_i = a + bx_i \quad (5)$$

Ở đây  $i$  biến thiên từ 1 đến  $n$  mà thực tế là một chuỗi quan trắc các yếu tố động thái và nhân tố hình thành động thái. Để tìm mối tương quan trên có thể sử dụng một trong những cách sau đây:

#### **Phân tích tương quan đa biến**

Mối tương quan bội giữa biến dự báo  $y$  và các biến độc lập  $x_i$  có dạng:

$$y = f(x_1, x_2, x_3 \dots x_n) \quad (6)$$

Đối với trường hợp quan hệ tuyến tính, phương trình hồi quy có dạng:

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + \dots + b_nx_n \quad (7)$$

Ở đây:  $a, b_1, b_2, b_3 \dots b_n$  – Các hệ số của phương trình

$x_1, x_2, x_3 \dots x_n$  - Các biến độc lập (thí dụ  $x_1$  - lượng mưa,  $x_2$  - lượng bốc hơi,  $x_3$  - nhiệt độ không khí...)

$y$  - Biến phụ thuộc (đại lượng dự báo). Ví dụ: cốt cao mực nước ngầm

Các hệ số của phương trình cũng được xác định bằng phương pháp bình phương nhỏ nhất.

Việc giải bài toán phân tích tương quan đa biến khá là phức tạp tuy nhiên hiện nay với sự phát triển của tin học có rất nhiều các phần mềm xác suất thống kê có thể xác định được mối tương quan đa biến, hoặc sử dụng

excel có các macro như Excel Multiple Regression Analysis and Forecasting của công ty Business-spreadsheets. Phân tích bằng mô hình trí tuệ nhân tạo ANN. Các bước thực hiện dự báo bằng phương pháp thống kê

Bước 1: Thu thập và tổng hợp số liệu đầu vào

Các tài liệu cần thiết khi sử dụng phương pháp bao gồm: các nhân tố hình thành mực nước dưới đất và các yếu tố khác. Xuất phát từ đối tượng sinh ra tác động, người ta phân các nhân tố hình thành mực nước dưới đất ra hai loại: tự nhiên và nhân tạo.

Nhân tố tự nhiên bao gồm sự thay đổi của các yếu tố khí tượng, thủy văn và địa chất thủy văn. Về khí tượng bao gồm: lượng mưa, bốc hơi, độ ẩm, nhiệt độ không khí. Về thủy văn bao gồm lưu lượng, cốt cao mực nước, chiều sâu mực nước, nhiệt độ nước, thành phần hóa học của nước. Về địa chất thủy văn tài liệu thu thập tương tự như đối với thủy văn.

Những hoạt động của con người trong nhiều trường hợp có ảnh hưởng rất lớn đến mực nước dưới đất. Trong trường hợp này phải thu thập được tài liệu về lượng nước tưới, tiêu, thành phần hóa học của nước ứng với từng khoảng thời gian. Trong trường hợp tiến hành khai thác nước dưới đất cần thu thập lưu lượng khai thác, chiều sâu hoặc cốt cao mực nước trong các lỗ khoan, thành phần hóa học của nước và chu kỳ, chế độ hoạt động của công trình khai thác.

Bước 2: Xây dựng và lựa chọn phương trình tương quan

Dựa trên chuỗi số liệu mực nước dưới đất từ năm 2000 đến 2019 tại các công trình quan trắc và các yếu tố ảnh hưởng (khí tượng, thủy văn, v.v...) tiến hành phân tích, đánh giá mối tương quan giữa nước dưới đất so với từng yếu tố, tất cả các yếu tố để xây dựng được phương trình tương quan đơn biến, đa biến. Trên cơ sở đó xác định hệ số tương quan r để đánh giá mức độ tương quan giữa nước dưới đất với các yếu tố ảnh hưởng. Với hệ số r càng cao mức tương quan càng chặt, từ đó lựa chọn phương trình dự báo tối ưu cho từng công trình.

Hệ số tương quan mẫu r dùng để đo mức độ phụ thuộc tuyến tính giữa các giá trị xi và yi, và được xác định theo công thức:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})(y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^2}} \quad (8)$$



Khi  $|r|=1$  chúng có quan hệ tuyến tính; nếu  $|r|=0$  hai biến không có tương quan; khi  $|r|$  khá gần 0 ta nói chúng tương quan yếu, còn nếu  $|r|$  khá gần 1 chúng tương quan chặt. Do đó khi xét đến hệ số tương quan mẫu ta có thể đánh giá chất lượng dự báo theo các mức độ tương quan như sau:

*Bảng 71. Đánh giá theo tiêu chí hệ số tương quan mẫu (r)*

<b>Trị số r</b>	<b>Mức quan hệ của các đại lượng</b>
$r = 0$	X, Y hoàn toàn độc lập với nhau
$r = 1$	X, Y có quan hệ tuyến tính với nhau
$0,0 < r < 0,3$	Mức độ tương quan yếu
$0,3 < r < 0,5$	Mức độ tương quan trung bình
$0,5 < r < 0,7$	Mức độ tương quan tương đối chặt
$0,7 < r < 0,9$	Mức độ tương quan chặt
$0,9 < r < 1$	Mức độ tương quan rất chặt

Mức độ quan hệ của mỗi tương quan đơn và bội được đánh giá nhờ tỷ lệ tương quan.

$$R = \sqrt{1 - \frac{s_y^2}{\sigma_y^2}} \quad (9)$$

Ở đây:  $\sigma_y$  là độ lệch quân phương trung bình của biến phụ thuộc

$s_y$  là mức độ chính xác của phương trình hồi quy hay sai số dự báo, được xác định theo công thức:

$$s_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - y_{pi})^2}{n - m}} \quad (10)$$

Trong công thức trên:  $y_i$  là giá trị quan trắc thực tế của biến phụ thuộc hay yếu tố dự báo sau chuỗi n năm.

$y_{pi}$  - Giá trị biến phụ thuộc tính theo phương trình hồi quy.

n - Số thành phần của chuỗi quan trắc.

m - Số thành phần tự do đặc trưng cho dạng phương trình hồi quy hay bằng số thành phần không đổi của nó (thí dụ đối với phương trình hồi quy đơn  $m=2$ , tương quan bội ba  $m=3$ , bội bốn  $m=4$ ).

Trong thực tế có thể sử dụng hệ số tương quan bội R2 để đánh giá mức độ tương quan chặt hay không chặt.

### Bước 3: Đánh giá sai số

Trên cơ sở dựa trên chỉ tiêu về sai số cho phép được lấy theo sai số dự báo lũ ban hành theo quyết định số 18/2008/QĐ-BTNMT về quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về dự báo lũ ngày 31/12/2008. Chỉ tiêu về sai số cho phép được tính như sau:

$$Scf = 0,674\sigma \quad (11)$$

trong đó:

Scf: Sai số cho phép;

$\sigma$ : Độ lệch chuẩn của yếu tố dự báo được tính theo công thức sau:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{(n-1)}} \quad (12)$$

$Y_i$ : trị số mực nước thực đo trong dãy số tính toán;

$\bar{Y}$ : trị số trung bình của dãy số tính toán;

n: số số hạng trong dãy số tính toán.

Tuy nhiên, việc dự báo mực nước với sai số cho phép <0,2m là khó khăn. Do đó sai số cho phép đối với lần dự báo được lấy không nhỏ hơn ( $Scf \geq 0,2m$ ).

Như vậy, tiêu chí để đánh giá lần dự báo đạt hay không đạt sẽ dựa vào sai số tuyệt đối AE so sánh với sai số cho phép Scf. Nếu  $AE > Scf$  là không đạt và  $AE \leq Scf$  là đạt.

$$AE = |h_{db} - h_{tt}| \quad (13)$$

Trong đó:

$h_{db}$ : độ sâu mực nước dự báo (m)

$h_{tt}$ : độ sâu mực nước thực tế (m)

Mức độ tin cậy của phép dự báo dựa trên giới hạn sai số tuyệt đối cho phép. Trên cơ sở đó sẽ đánh giá kết quả bao nhiêu % giá trị dự báo đạt và bao nhiêu % giá trị dự báo không đạt.

Phần trăm số lần dự báo đạt được tính dựa trên số lần dự báo đạt so với tổng số lần dự báo trong năm. Được tính theo công thức sau:

$$PTĐ = \frac{\sum LDBĐ}{n} \cdot 100\% \quad (14)$$

LDBĐ: lần dự báo đạt,  $AE \leq Scf$

n: Tổng số lần dự báo trong năm

Dựa vào tiêu chí phần trăm số lần dự báo đạt (PTĐ), chất lượng dự báo mực nước dưới đất được đánh giá như sau:

*Bảng 72. Đánh giá theo tiêu chí phần trăm số lần dự báo đạt (PTĐ)*

<b>Phần trăm số lần dự báo đạt</b>	<b>Đánh giá</b>
< 50%	Không đạt
50-65%	Đạt
65-80%	Tốt
>80%	Rất tốt

#### Bước 4: Ứng dụng dự báo và trình bày kết quả dự báo bằng ANN

Nếu biết được các nhân tố ảnh hưởng (lượng mưa, bốc hơi, mực nước mặt, v.v...) thì chúng ta có thể dự báo được mực nước bằng phương trình tương quan đa biến giữa mực nước phụ thuộc vào lượng mưa, nước mặt. Với chuỗi số liệu để lập phương trình tương quan càng dài thì độ chính xác của phương trình dự báo càng cao, và càng đảm bảo độ tin cậy do đó khi có số liệu mới cần cập nhật và xác định lại phương trình tương quan giữa mực nước với nhân tố ảnh hưởng.

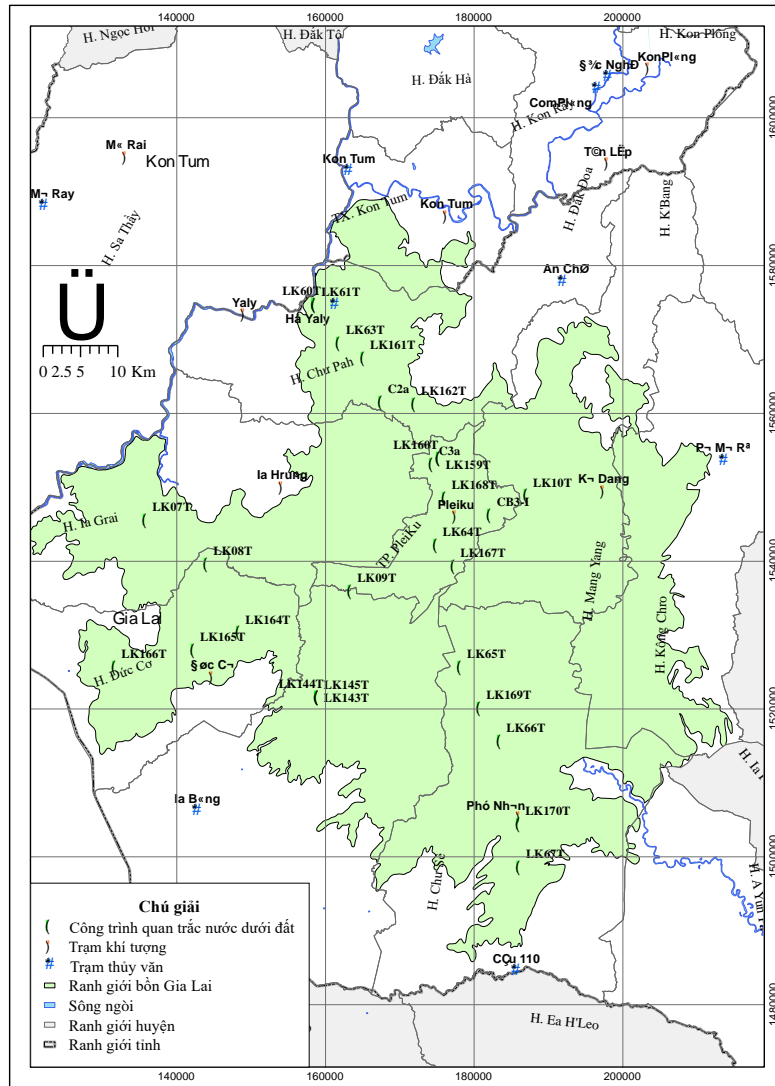
Dựa vào các phương trình tương quan đa biến đã xây dựng, chúng tôi lựa chọn được bộ thông số đầu vào để đưa vào mô hình ANN để tìm ra trọng số tối ưu cho từng công trình quan trắc. Các trọng số này dùng để dự báo mực nước cho các công trình đến năm 2030, các yếu tố đầu vào để phục vụ cho dự báo được lấy từ các kịch bản biến đổi khí hậu của Bộ Tài nguyên và Môi trường đã xây dựng.

### **IV.2.2. Ứng dụng dự báo mực nước dưới đất cho bồn Gia Lai**

#### *IV.2.2.1. Các số liệu về khí tượng*

Để dự báo mực nước tại các công trình quan trắc cần phải thu thập số liệu hiện trạng của các nhân tố ảnh hưởng đến mực NĐĐ gồm các nhân tố tự

nhiên và các nhân tố nhân tạo. Trong đó các số liệu nhân tố tự nhiên gồm các yếu tố lượng mưa, bốc hơi, nhiệt độ và mực nước tại các sông. Các yếu tố khí tượng thu thập chủ yếu tại 2 trạm Ayunpa, Pleiku từ năm 2009 đến 2018 (Hình 97).



*Hình 97. Sơ đồ trạm KTTV và công trình quan trắc nước dưới đất*

Các dữ liệu tổng hợp trung bình tháng nhiều năm được thể hiện ở Bảng 73 đến Bảng 75 và biểu đồ tổng hợp được thể hiện ở Hình 98 và Hình 99.

*Bảng 73. Tổng hợp dữ liệu mưa từ năm 2009 – 2018*

Đơn vị: mm

Trạm	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Ayunpa	5,0	4,0	19,8	68,9	200,8	126,6	136,6	154,1	192,6	182,3	174,4	42,0
Pleiku	2,2	3,1	22,9	108,0	238,6	349,5	453,6	472,8	406,4	249,4	67,3	12,9

*Bảng 74. Tổng hợp dữ liệu bốc hơi từ năm 2009 – 2018*

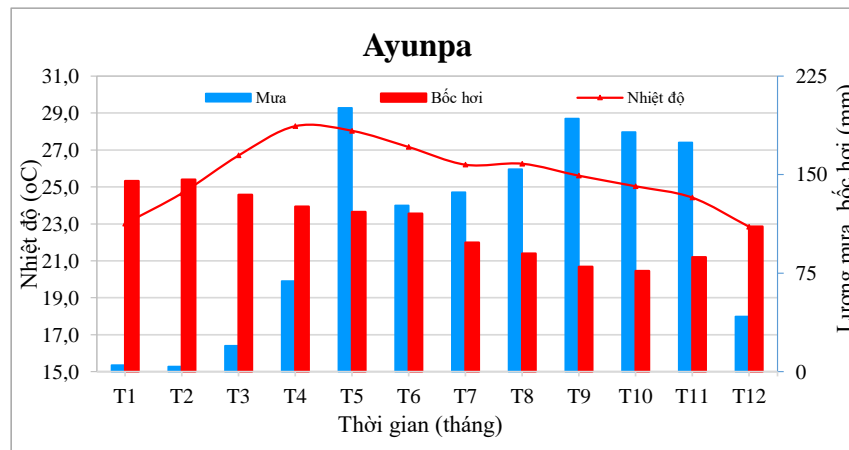
Đơn vị: mm

Trạm	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Ayunpa	145,0	146,3	134,7	125,7	121,6	120,3	98,3	90,0	80,0	76,8	87,1	110,4
Pleiku	162,8	154,6	130,3	108,2	103,3	99,4	97,6	108,9	106,2	108,4	123,7	126,4

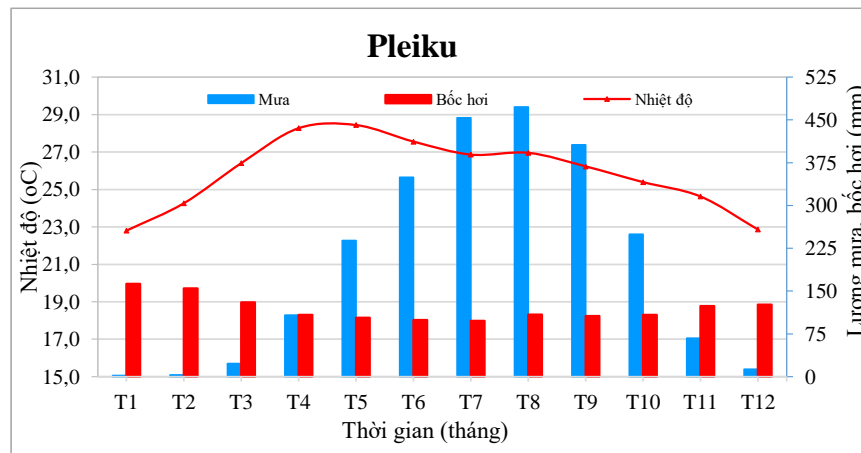
*Bảng 75. Tổng hợp dữ liệu nhiệt độ từ năm 2009 – 2018*

Đơn vị: °C

Trạm	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Ayunpa	23,0	24,7	26,7	28,3	28,0	27,2	26,2	26,3	25,6	25,0	24,4	22,8
Pleiku	22,8	24,3	26,4	28,3	28,4	27,6	26,9	27,0	26,2	25,4	24,6	22,9



*Hình 98. Biểu đồ tổng hợp lượng mưa, bốc hơi, nhiệt độ trạm khí tượng Ayunpa giai đoạn 2009 - 2018*



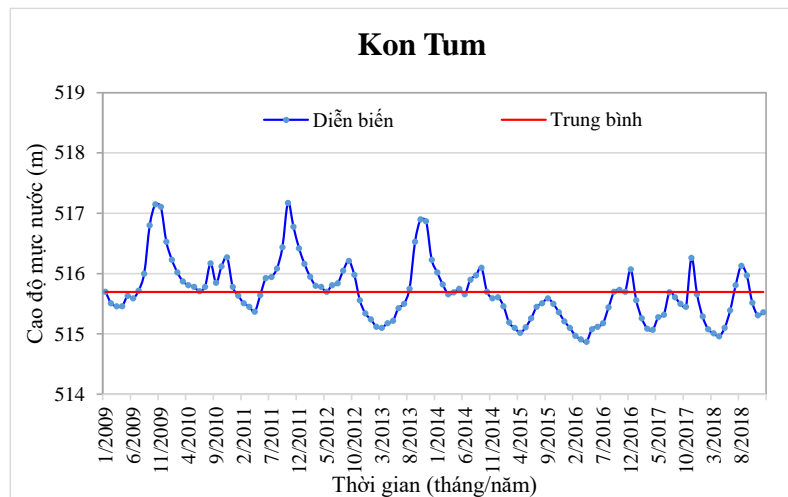
*Hình 99. Biểu đồ tổng hợp lượng mưa, bốc hơi, nhiệt độ trạm khí tượng Pleiku giai đoạn 2009 - 2018*

#### IV.2.2.2. Các số liệu về thủy văn

Đối với số liệu nước mặt trên các sông thu thập chủ yếu tại 2 trạm thủy văn An Khê, Kon Tum từ năm 2009 đến 2018. Diễn biến mực nước mặt tại các sông được thể hiện ở Hình 100 đến Hình 101.



*Hình 100. Diễn biến mực nước trạm An Khê giai đoạn 2009 - 2018*



*Hình 101. Diễn biến mực nước trạm Kon Tum giai đoạn 2009 - 2018*

#### *IV.2.2.3. Xây dựng phương trình tương quan đơn biến và đa biến*

Để xây dựng phương trình dự báo cần phải xây dựng mối tương quan đơn biến và đa biến giữa các nhân tố ảnh hưởng với mực NĐĐ. Trước hết việc xác định tương quan đơn biến để xác định mức độ ảnh hưởng riêng lẻ của từng nhân tố đến NĐĐ xem nhân tố nào ảnh hưởng chính và nhân tố nào ảnh hưởng phụ. Sau khi xác định được mối tương quan đơn biến, sẽ chuyển qua xác định mối tương quan đa biến. Việc xác định tương quan đa biến dựa trên cơ sở tương quan đơn biến đối với biến có tương quan chặt nhất, sau đây sẽ đưa các biến khác lần lượt vào dựa theo mức độ tương quan chặt từ cao đến thấp, khi đưa các nhân tố ảnh hưởng vào trong phương trình đa biến nếu hệ số tương quan bội của phương trình đa biến tăng lên thì tiếp tục đưa các nhân tố ảnh hưởng khác vào, còn nếu hệ số tương quan của phương trình đa biến giảm đi thì sẽ loại bỏ nhân tố ảnh hưởng đó ra và thử với các nhân tố ảnh hưởng khác.

#### **IV.2.2.3.1 Xây dựng phương trình tương quan đơn biến**

Phương trình tương quan đơn biến được xác định cho 15 công trình quan trắc ở bồn bazan khu vực Gia Lai theo 5 nhân tố ảnh hưởng: mưa, bốc hơi, nhiệt độ, thủy văn và xu thế hạ thấp do khai thác NĐĐ. Có thể thấy trong các nhân tố ảnh hưởng thì yếu tố thủy văn ảnh hưởng lớn nhất đến hầu hết các công trình khai thác NĐĐ (có hệ số tương quan lớn nhất so với các nhân tố khác), sau đó là đến các yếu tố như khí tượng như mưa, bốc hơi và nhiệt độ. Xu thế dâng do lượng khai thác nước ngầm giảm thấy được ở công trình LK159T, LK160T với  $R^2 = 0,1$  và  $0,48$ . Một số công trình khác cũng chịu ảnh hưởng của khai thác nhưng ở mức độ yếu hơn như LK60T, LK61T mực nước có xu thế hạ thấp dần theo thời gian.

#### **IV.2.2.3.2 Xây dựng phương trình tương quan đa biến**

Phương trình tương quan đa biến là phương trình được sử dụng để dự báo mực NĐĐ theo các nhân tố ảnh hưởng và được sử dụng để dự báo trong mô hình ANN. Kết quả xây dựng phương trình tương quan dự báo đa biến giữa mực nước dưới đất và các nhân tố ảnh hưởng tại các công trình quan trắc được tổng hợp ở Bảng 76:

*Bảng 76. Tổng hợp phương trình dự báo tương quan đa biến*

TT	Công trình	Phương trình tương quan	Hệ số tương quan	Đánh giá	Ghi chú
1	C3a	$y = 0,0089x_1 - 0,0427x_2 - 0,4731x_3 + 1,293x_4 - 665,1983$	0,73	Chặt	x1: lượng mưa trạm Pleiku
					x2: lượng bốc hơi trạm Ayunpa
					x3: nhiệt độ trạm Ayunpa
					x4: mực nước trạm thủy văn Kon Tum
2	CB3-I	$y = 0,0064x_1 - 0,0354x_2 - 0,3184x_3 + 2,2023x_4 - 1137,2074$	0,76	Chặt	x1: lượng mưa trạm Pleiku
					x2: lượng bốc hơi trạm Ayunpa
					x3: nhiệt độ trạm Ayunpa
					x4: mực nước trạm thủy văn Kon Tum
3	LK159T	$y = -0,0008x_1 - 0,0096x_2 - 0,0709x_3 + 1,5017x_4 + 0,0224x_5 - 774,5432$	0,36	Trung bình	x1: lượng mưa trạm Pleiku
					x2: lượng bốc hơi trạm Ayunpa
					x3: nhiệt độ trạm Ayunpa
					x4: mực nước trạm thủy văn Kon Tum

TT	Công trình	Phương trình tương quan	Hệ số tương quan	Đánh giá	Ghi chú
					x5: Xu hướng
4	LK16 0T	$y = 0,0037x_1 + 0,0139x_2 - 0,0632x_3 + 1,9281x_4 + 0,0597x_5 - 1002,7003$	0,74	Chặt	x1: lượng mưa trạm Pleiku x2: lượng bốc hơi trạm Ayunpa x3: nhiệt độ trạm Ayunpa x4: mực nước trạm thủy văn Kon Tum x5: Xu hướng
5	LK16 6T	$y = 0,0052x_1 - 0,0593x_2 + 0,3944x_3 + 1,1522x_4 - 598,5024$	0,59	Tương đổi chặt	x1: lượng mưa trạm Pleiku x2: lượng bốc hơi trạm Ayunpa x3: nhiệt độ trạm Ayunpa x4: mực nước trạm thủy văn Kon Tum
6	LK16 7T	$y = 0,0055x_1 - 0,0507x_2 - 0,5516x_3 + 4,6911x_4 - 2419,9142$	0,63	Tương đổi chặt	x1: lượng mưa trạm Pleiku x2: lượng bốc hơi trạm Ayunpa x3: nhiệt độ trạm Ayunpa x4: mực nước trạm thủy văn Kon Tum
7	LK64 T	$y = 0,0006x_1 - 0,0035x_2 - 0,0006x_3 + 0,3182x_4 - 166,4494$	0,64	Tương đổi chặt	x1: lượng mưa trạm Pleiku x2: lượng bốc hơi trạm Ayunpa x3: nhiệt độ trạm Ayunpa x4: mực nước trạm thủy văn Kon Tum
8	C2a	$y = 0,0026x_1 - 0,0206x_2 + 0,1757x_3 + 0,8645x_4 - 442,3247$	0,79	Chặt	x1: lượng mưa trạm Pleiku x2: lượng bốc hơi trạm Ayunpa x3: nhiệt độ trạm Ayunpa x4: mực nước trạm thủy văn Kon Tum
9	LK07 T	$y = 0,0035x_1 - 0,0073x_2 - 0,1477x_3 + 0,3911x_4 - 203,8815$	0,74	Chặt	x1: lượng mưa trạm Pleiku x2: lượng bốc hơi trạm Ayunpa x3: nhiệt độ trạm Ayunpa x4: mực nước trạm thủy văn Kon Tum
10	LK08 T	$y = 0,0065x_1 - 0,0266x_2 - 0,223x_3 + 1,5049x_4 - 782,3591$	0,62	Tương đổi chặt	x1: lượng mưa trạm Pleiku x2: lượng bốc hơi trạm Ayunpa



TT	Công trình	Phương trình tương quan	Hệ số tương quan	Đánh giá	Ghi chú
					x3: nhiệt độ trạm Ayunpa x4: mực nước trạm thủy văn Kon Tum
11	LK09 T	$y = 0,0068x_1 - 0,0333x_2 - 0,3639x_3 + 0,0745x_4 - 37,5936$	0,7	Tương đối chặt	x1: lượng mưa trạm Pleiku x2:lượng bốc hơi trạm Ayunpa x3: nhiệt độ trạm Ayunpa x4: mực nước trạm thủy văn Kon Tum
12	LK10 T	$y = -0,0022x_1 - 0,0292x_2 - 0,1279x_3 + 4,7657x_4 - 2470,1315$	0,56	Tương đối chặt	x1: lượng mưa trạm Pleiku x2:lượng bốc hơi trạm Ayunpa x3: nhiệt độ trạm Ayunpa x4: mực nước trạm thủy văn Kon Tum
13	LK14 3T	$y = 0,0002x_1 - 0,0016x_2 - 0,0055x_3 + 0,1674x_4 - 86,9999$	0,49	Trung bình	x1: lượng mưa trạm Pleiku x2:lượng bốc hơi trạm Ayunpa x3: nhiệt độ trạm Ayunpa x4: mực nước trạm thủy văn Kon Tum
14	LK14 4T	$y = 0,0003x_1 - 0,0009x_2 + 0,0086x_3 + 0,1303x_4 - 67,6635$	0,45	Trung bình	x1: lượng mưa trạm Pleiku x2:lượng bốc hơi trạm Ayunpa x3: nhiệt độ trạm Ayunpa x4: mực nước trạm thủy văn Kon Tum
15	LK14 5T	$y = 0,001x_1 - 0,0028x_2 - 0,0025x_3 + 0,0007x_4 - 1,4332$	0,57	Tương đối chặt	x1: lượng mưa trạm Pleiku x2:lượng bốc hơi trạm Ayunpa x3: nhiệt độ trạm Ayunpa x4: mực nước trạm thủy văn Kon Tum
16	LK16 1T	$y = -0,0001x_1 - 0,0331x_2 - 0,5099x_3 + 3,2817x_4 - 1685,2532$	0,59	Tương đối chặt	x1: lượng mưa trạm Pleiku x2:lượng bốc hơi trạm Ayunpa x3: nhiệt độ trạm Ayunpa x4: mực nước trạm thủy văn Kon Tum
17	LK16 2T	$y = 0,0001x_1 - 0,0464x_2 - 0,7093x_3 + 5,1894x_4 -$	0,58	Tương đối	x1: lượng mưa trạm Pleiku x2:lượng bốc hơi trạm

TT	Công trình	Phương trình tương quan	Hệ số tương quan	Đánh giá	Ghi chú
		2675,9682		chặt	Ayunpa x3: nhiệt độ trạm Ayunpa x4: mực nước trạm thủy văn Kon Tum
18	LK16 4T	$y = 0,0091x_1 - 0,0485x_2 + 0,1957x_3 + 1,7716x_4 - 931,2965$	0,62	Tương đối chặt	x1: lượng mưa trạm Pleiku x2:lượng bốc hơi trạm Ayunpa x3: nhiệt độ trạm Ayunpa x4: mực nước trạm thủy văn Kon Tum
19	LK16 5T	$y = 0,0144x_1 - 0,0462x_2 - 0,1517x_3 + 1,3546x_4 - 722,2085$	0,64	Tương đối chặt	x1: lượng mưa trạm Pleiku x2:lượng bốc hơi trạm Ayunpa x3: nhiệt độ trạm Ayunpa x4: mực nước trạm thủy văn Kon Tum
20	LK16 8T	$y = 0,0087x_1 - 0,0244x_2 - 0,2874x_3 + 0,79x_4 - 410,1849$	0,83	Chặt	x1: lượng mưa trạm Pleiku x2:lượng bốc hơi trạm Ayunpa x3: nhiệt độ trạm Ayunpa x4: mực nước trạm thủy văn Kon Tum
21	LK16 9T	$y = 0,0021x_1 - 0,0262x_2 - 0,3174x_3 + 1,916x_4 - 980,0505$	0,52	Tương đối chặt	x1: lượng mưa trạm Pleiku x2:lượng bốc hơi trạm Ayunpa x3: nhiệt độ trạm Ayunpa x4: mực nước trạm thủy văn Kon Tum
22	LK17 0T	$y = -0,0008x_1 - 0,0413x_2 - 0,3385x_3 + 4,2578x_4 - 2194,0476$	0,62	Tương đối chặt	x1: lượng mưa trạm Pleiku x2:lượng bốc hơi trạm Ayunpa x3: nhiệt độ trạm Ayunpa x4: mực nước trạm thủy văn Kon Tum
23	LK60 T	$y = 0,0029x_1 - 0,005x_2 - 0,0414x_3 + 0,1979x_4 - 0,0187x_5 - 103,164$	0,79	Chặt	x1: lượng mưa trạm Pleiku x2:lượng bốc hơi trạm Ayunpa x3: nhiệt độ trạm Ayunpa x4: mực nước trạm thủy văn Kon Tum x5: Xu hướng

TT	Công trình	Phương trình tương quan	Hệ số tương quan	Đánh giá	Ghi chú
24	LK61 T	$y = 0,0008x_1 - 0,005x_2 - 0,0428x_3 + 0,1128x_4 - 0,0096x_5 - 58,0207$	0,65	Tương đối chặt	x1: lượng mưa trạm Pleiku
					x2: lượng bốc hơi trạm Ayunpa
					x3: nhiệt độ trạm Ayunpa
					x4: mực nước trạm thủy văn Kon Tum
					x5: Xu hướng
25	LK63 T	$y = 0,0029x_1 - 0,0304x_2 - 0,5158x_3 + 2,9551x_4 - 1517,7758$	0,6	Tương đối chặt	x1: lượng mưa trạm Pleiku
					x2: lượng bốc hơi trạm Ayunpa
					x3: nhiệt độ trạm Ayunpa
					x4: mực nước trạm thủy văn Kon Tum
26	LK65 T	$y = 0,0019x_1 - 0,0136x_2 - 0,1231x_3 + 1,4936x_4 - 772,826$	0,61	Tương đối chặt	x1: lượng mưa trạm Pleiku
					x2: lượng bốc hơi trạm Ayunpa
					x3: nhiệt độ trạm Ayunpa
					x4: mực nước trạm thủy văn Kon Tum
27	LK66 T	$y = 0,0031x_1 - 0,0226x_2 - 0,338x_3 + 2,5303x_4 - 1303,1477$	0,75	Chặt	x1: lượng mưa trạm Pleiku
					x2: lượng bốc hơi trạm Ayunpa
					x3: nhiệt độ trạm Ayunpa
					x4: mực nước trạm thủy văn Kon Tum
28	LK67 T	$y = -0,0027x_1 - 0,0317x_2 - 0,2809x_3 + 4,85x_4 - 2502,4345$	0,58	Tương đối chặt	x1: lượng mưa trạm Pleiku
					x2: lượng bốc hơi trạm Ayunpa
					x3: nhiệt độ trạm Ayunpa
					x4: mực nước trạm thủy văn Kon Tum

#### IV.2.2.4. Đánh giá sai số

Để đánh giá sai số của phương trình dự báo trên cơ sở bộ trọng số cho các nhân tố ảnh hưởng đã được xác định ở phương trình đa biến và mô hình trí tuệ nhân tạo ANN. Chúng tôi tiến hành dự báo mực nước dưới đất từ năm 2009 đến 2018 bằng mô hình trí tuệ nhân tạo ANN trên cơ sở các nhân tố ảnh hưởng đã nói trên và đánh giá sai số giữa mực nước thực đo với mực nước dự báo.

Kết quả dự báo được đánh giá với sai số cho phép (Scf) được xác định bằng 67% của độ lệch chuẩn của chuỗi số liệu thực đo như đã nói ở trên. Chi tiết kết quả đánh giá sai số được thể hiện ở Bảng 77. Kết quả cho thấy chuỗi số liệu dự báo phần lớn đều nhỏ hơn Scf đạt từ tốt đến rất tốt.

*Bảng 77. Đánh giá chất lượng dự báo tại các công trình trong bồn Gia Lai*

<b>STT</b>	<b>Công trình</b>	<b>Scf</b>	<b>% PTD</b>	<b>Đánh giá</b>
1	C3a	2,59	88,3	Rất tốt
2	CB3-I	2,24	90,8	Rất tốt
3	LK159T	1,07	81,7	Rất tốt
4	LK160T	1,71	95,8	Rất tốt
5	LK166T	2,43	83,3	Rất tốt
6	LK167T	3,70	84,2	Rất tốt
7	LK64T	0,25	77,5	Tốt
8	C2a	1,02	94,2	Rất tốt
9	LK07T	0,81	89,2	Rất tốt
10	LK08T	2,05	80,0	Tốt
11	LK09T	1,78	87,5	Rất tốt
12	LK10T	2,47	80,0	Tốt
13	LK143T	0,14	74,2	Tốt
14	LK144T	0,12	75,8	Tốt
15	LK145T	0,23	76,7	Tốt
16	LK161T	2,37	77,5	Tốt
17	LK162T	3,58	80,8	Rất tốt
18	LK164T	2,74	84,2	Rất tốt
19	LK165T	3,49	85,8	Rất tốt
20	LK168T	1,89	94,2	Rất tốt
21	LK169T	1,86	73,3	Tốt
22	LK170T	2,55	79,2	Tốt
23	LK60T	0,75	85,8	Rất tốt
24	LK61T	0,38	91,7	Rất tốt
25	LK63T	2,47	81,7	Rất tốt
26	LK65T	1,13	81,7	Rất tốt
27	LK66T	1,81	79,2	Tốt
28	LK67T	2,51	75,8	Tốt

**IV.2.2.5. Ứng dụng dự báo và trình bày kết quả dự báo bằng ANN**

Suy giảm mực nước có 2 nguyên nhân chính gồm nguyên nhân tự nhiên và nguyên nhân nhân tạo. Nguyên nhân tự nhiên là do giảm lượng bổ cập từ mưa, tăng lượng thoát do bốc hơi của nước dưới đất và nguyên nhân nhân tạo là do hoạt động khai thác NĐĐ của con người.

Đánh giá dự báo suy giảm mực nước dưới đất do BĐKH

Để đánh giá sự suy giảm do các yếu tố tự nhiên chúng tôi sử dụng kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng (BĐKH&NBD) của Bộ TNMT đã công bố năm 2016, đối với dự báo đến năm 2030 nên xem xét tính toán với kịch bản nồng độ phát thải nhà kính (RCP) 8,5 và các tính toán dự báo đã xây dựng trong kỳ quy hoạch 2018-2050 của dự án “Xây dựng và đánh giá kịch bản phục vụ quy hoạch tài nguyên nước lưu vực sông 2S” của Dự án Quản lý tổng hợp tài nguyên nước sông Mê Công cho thấy mức biến đổi lượng mưa các mùa trong năm của giai đoạn 2017-2030 so với mức cơ sở 1980-2017 (Bảng 78) mà cụ thể ở đây là mức tăng (+) và mức giảm (-). Căn cứ vào kịch bản BĐKH cho thấy lượng mưa có xu thế giảm vào mùa đông, xuân và tăng vào mùa hè, thu; nhiệt độ có tốc độ tăng trung bình mỗi thập kỷ khoảng 0,10°C so với thời kỳ cơ sở 1980 – 2017.

*Bảng 78. Mức biến đổi lượng mưa các mùa trong năm (%) so với thời kỳ cơ sở*

Tỉnh	Mùa	Mức thay đổi lượng mưa đến 2017-2030(%)		
		Trung bình	Nhỏ nhất	Lớn nhất
Gia Lai	Đông	-23,2	-39,4	8,2
	Xuân	6,3	-4,0	16,2
	Hè	4,4	-1,7	10,4
	Thu	17,3	9,5	25,4

*Bảng 79. Lượng mưa tháng trung bình tại các trạm quan trắc 1980-2017*

TT	Trạm	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
1	Ayunpa	2,1	3,1	14,2	53,8	171,0	125,9	125,8	155,0	224,2	215,2	152,7	29,3
2	Pleiku	2,5	5,4	28,0	89,6	229,7	326,5	380,5	453,5	364,3	220,7	69,6	10,9

Dựa vào số liệu mưa dự báo mưa của các trạm khí tượng đến năm 2030 của dự án 2S, chúng tôi đưa vào mô hình thủy lực Mike 11 để dự báo mực nước cho các thủy văn Kon Tum đến giai đoạn 2017 - 2030 như sau:

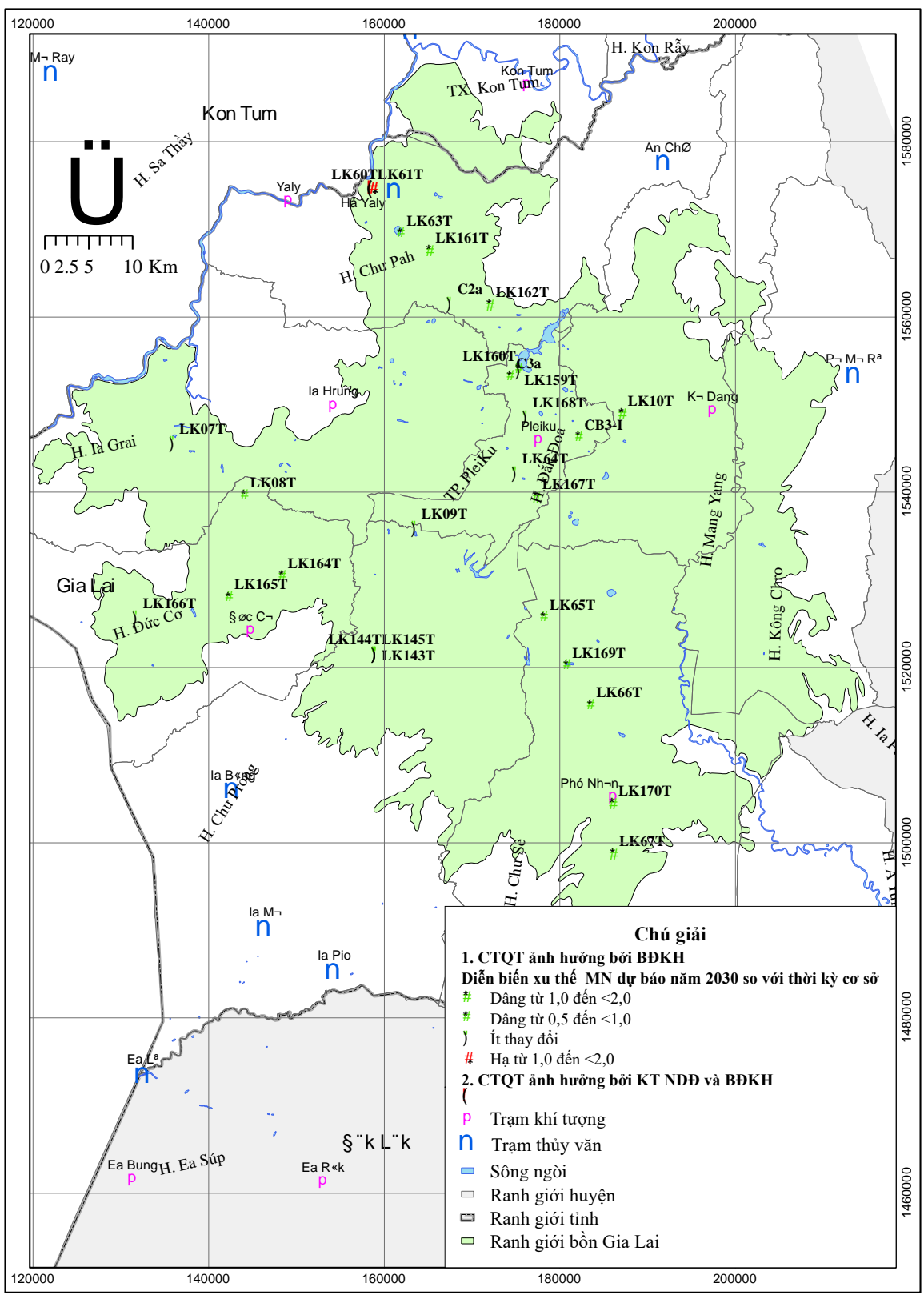
*Bảng 80. Mức nước dự báo giai đoạn 2017 – 2030 tại các trạm thủy văn (m)*

<b>TT</b>	<b>Trạm</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>	<b>T9</b>	<b>T10</b>	<b>T11</b>	<b>T12</b>
1	Kon Tum	515,8	515,7	515,6	515,6	515,7	515,9	516,1	516,6	516,7	516,5	516,2	516,0

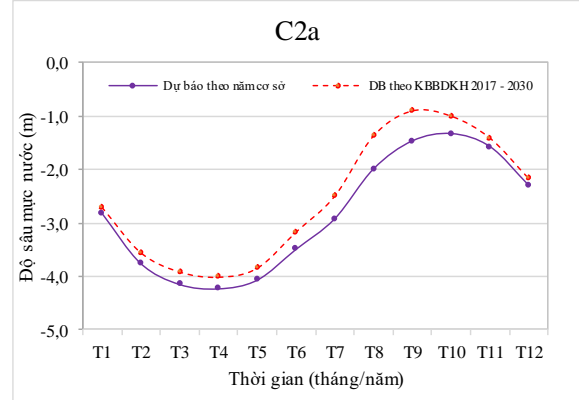
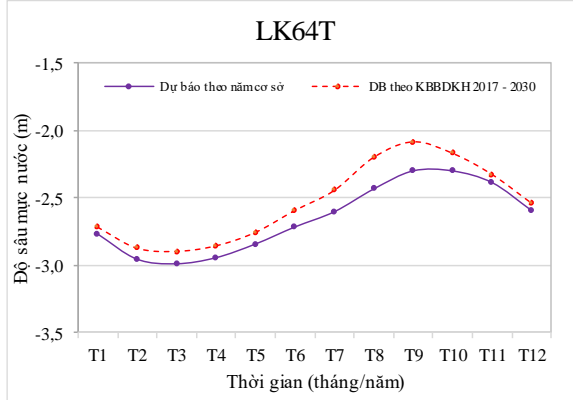
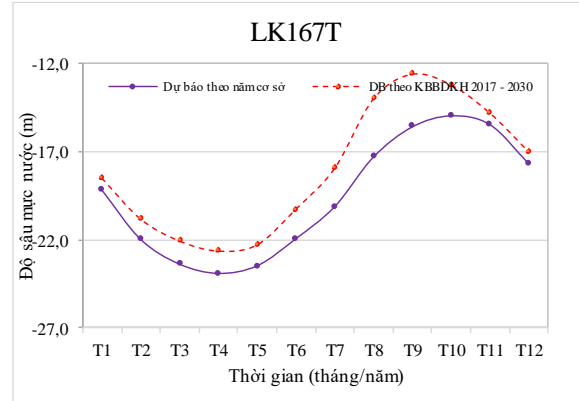
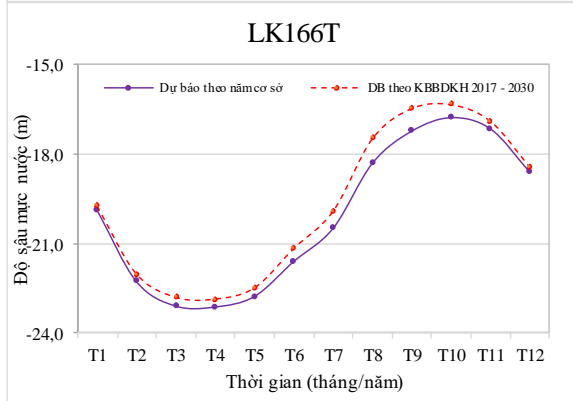
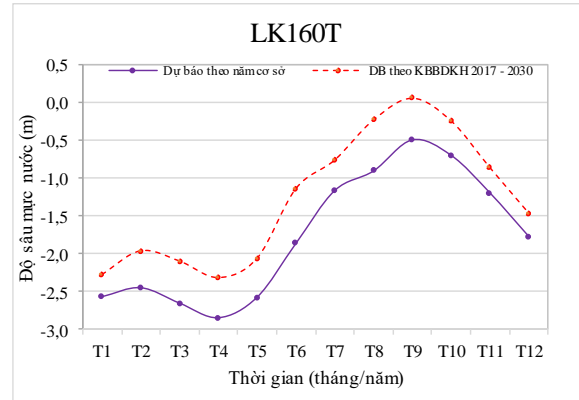
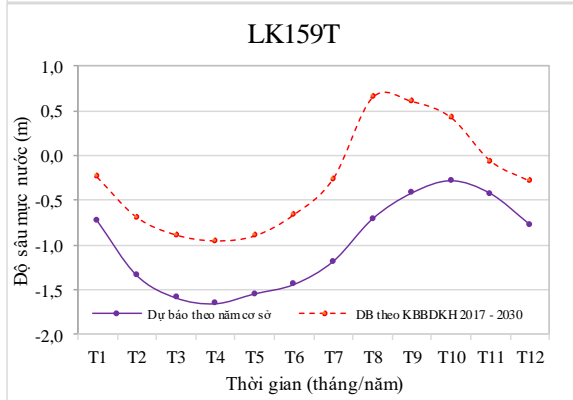
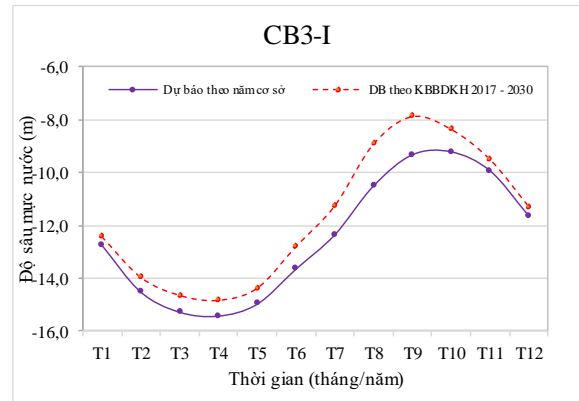
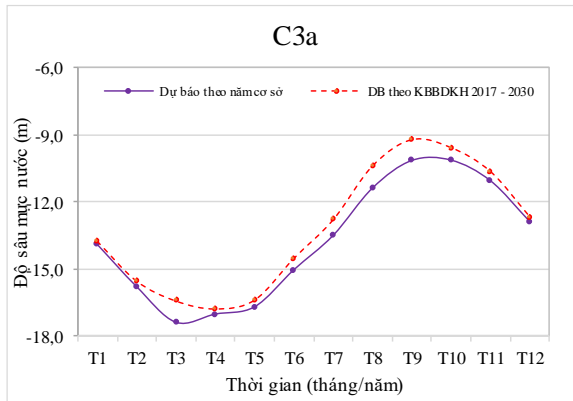
Kết quả dự báo bằng mô hình ANN theo 2 phương án: phương án 1 với lượng mưa cơ sở thời kỳ 1980-2017 và phương án 2 là xét trong điều kiện BĐKH với mức thay đổi lượng mưa 2017-2030. Kết quả dự báo dao động mực nước giai đoạn 2017-2030 cho thấy mực nước dưới đất khu vực Gia Lai theo kịch bản BĐKH có xu thế dâng và ít thay đổi (Chi tiết xem Hình 102 và Hình 103)

Mức nước có xu thế dâng từ 0,5 – 1,5m tập trung ở khu vực các xã Ia Dơk, TT. Chư Ty, huyện Đức Cơ; phường Yên Thế, xã Chư Á, xã Biển Hồ, xã Chư Hrông, Tp. Pleiku; TT. Đăk Đoa, huyện Đăk Đoa; TT. Phú Hòa, xã Ia Ka, xã Ia Mơ Nông, huyện Chư Pah; xã Ia Krêl, xã Ia Dăng, huyện Chư Prông; xã Hồ Nước, TT. Chư Sê, xã Nhơn Hòa, huyện Chư Sê.

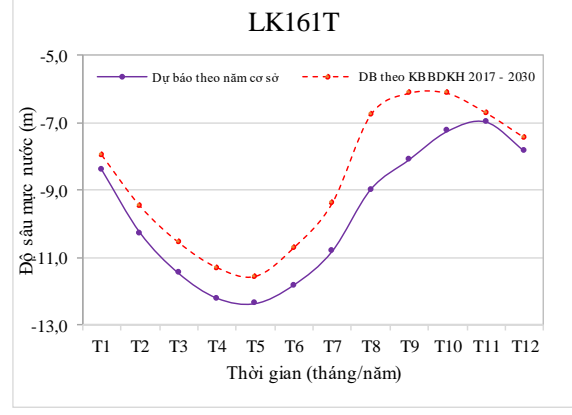
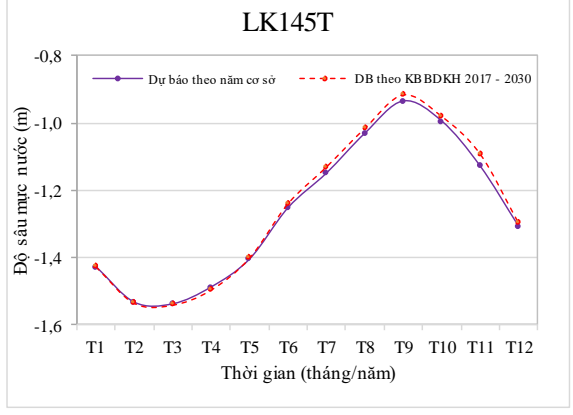
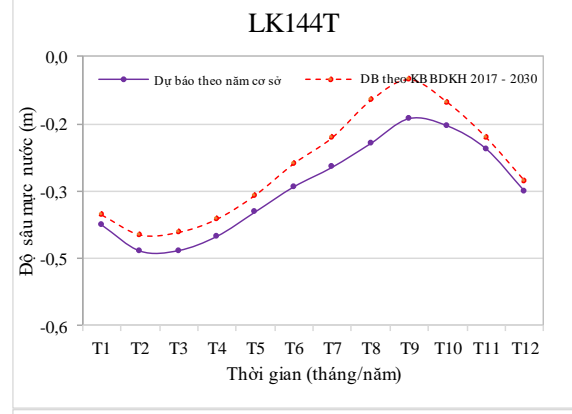
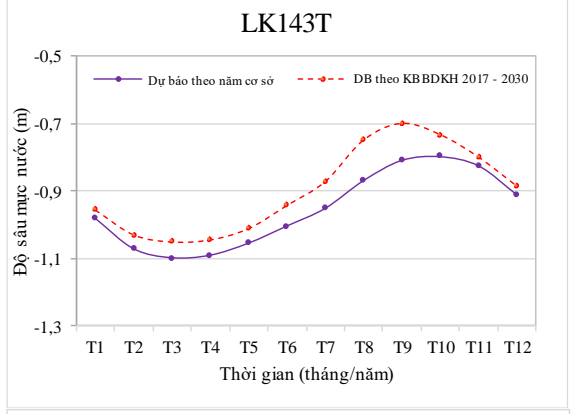
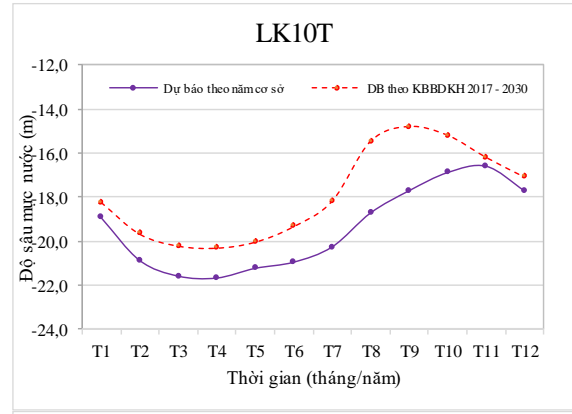
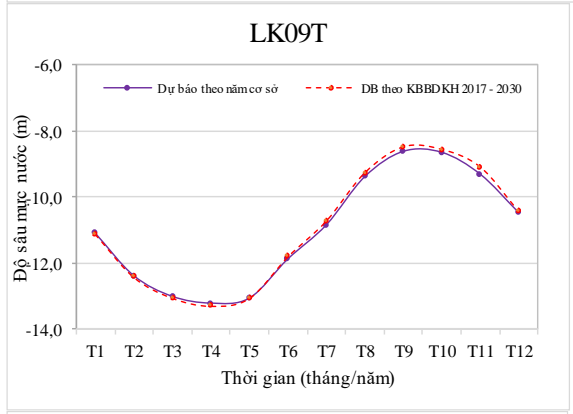
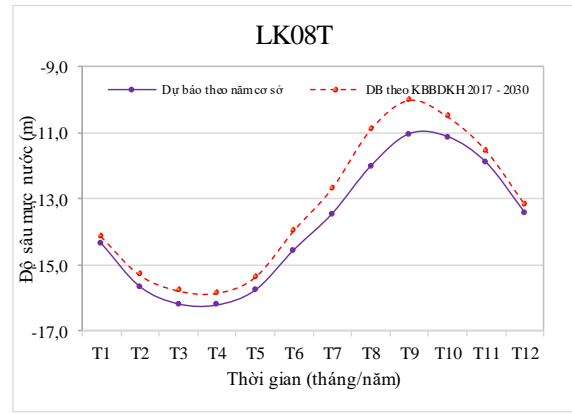
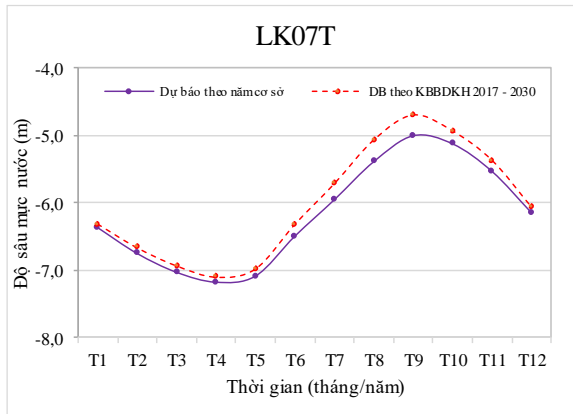
Mức nước có xu thế ít thay đổi tập trung ở khu vực các xã Ia Dom, huyện Đức Cơ; P. Hội Phú, P. Hoa Lư, Tp. Pleiku; xã Nghĩa Hòa, huyện Chư Pah; xã Ia Krai, huyện Ia Grai; xã Bàu Cạn, xã Ia Dăng, huyện Chư Prông.

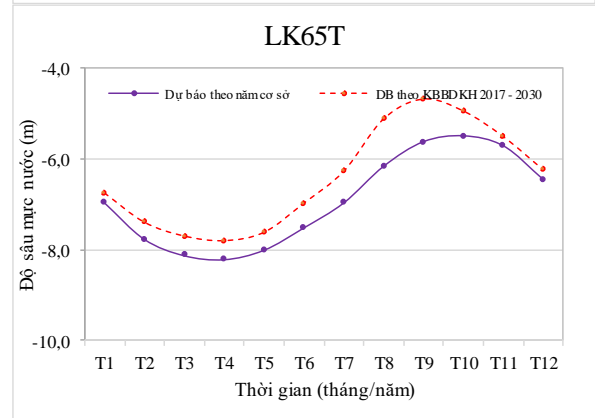
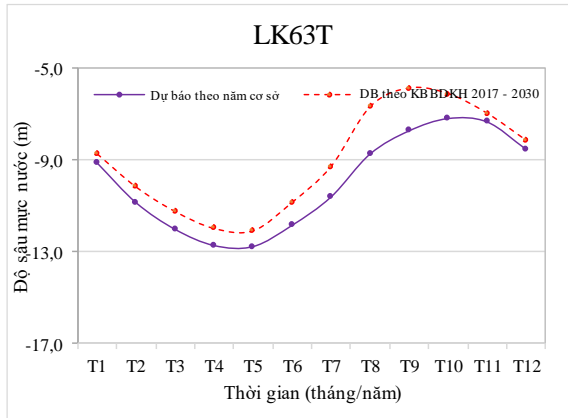
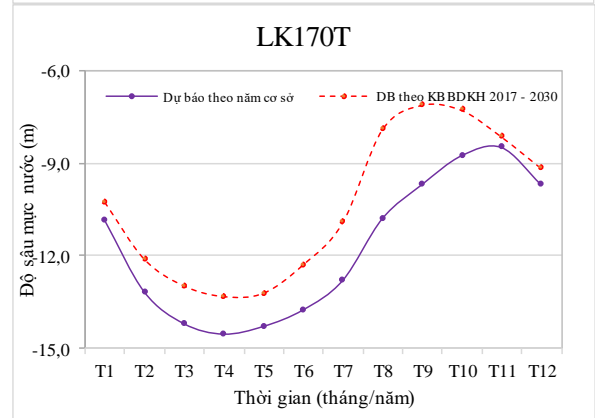
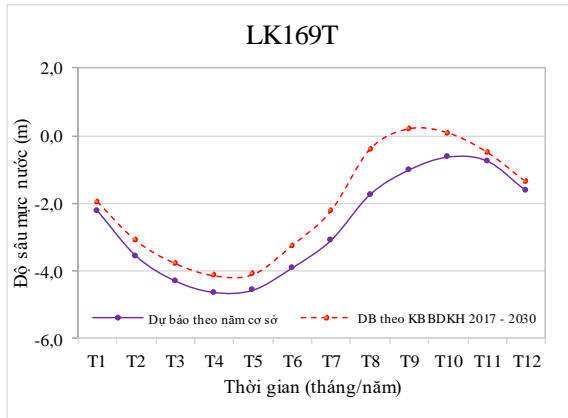
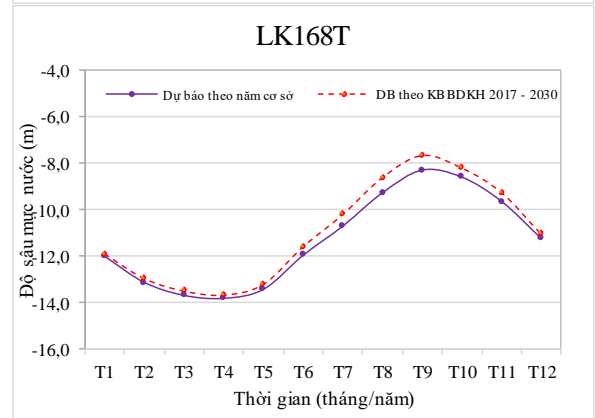
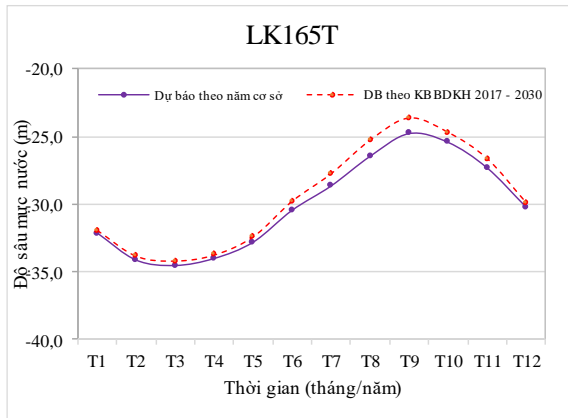
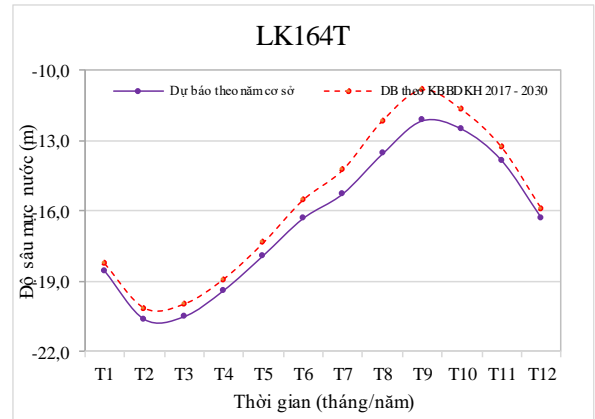
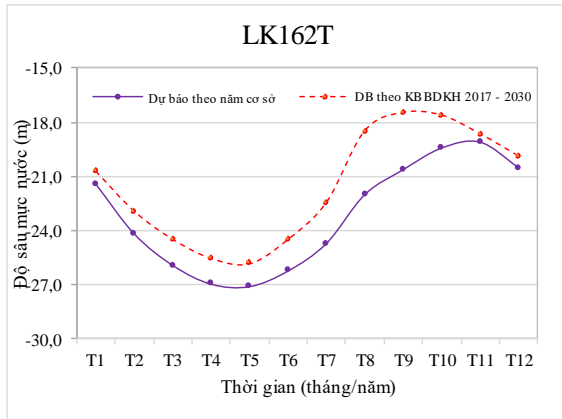


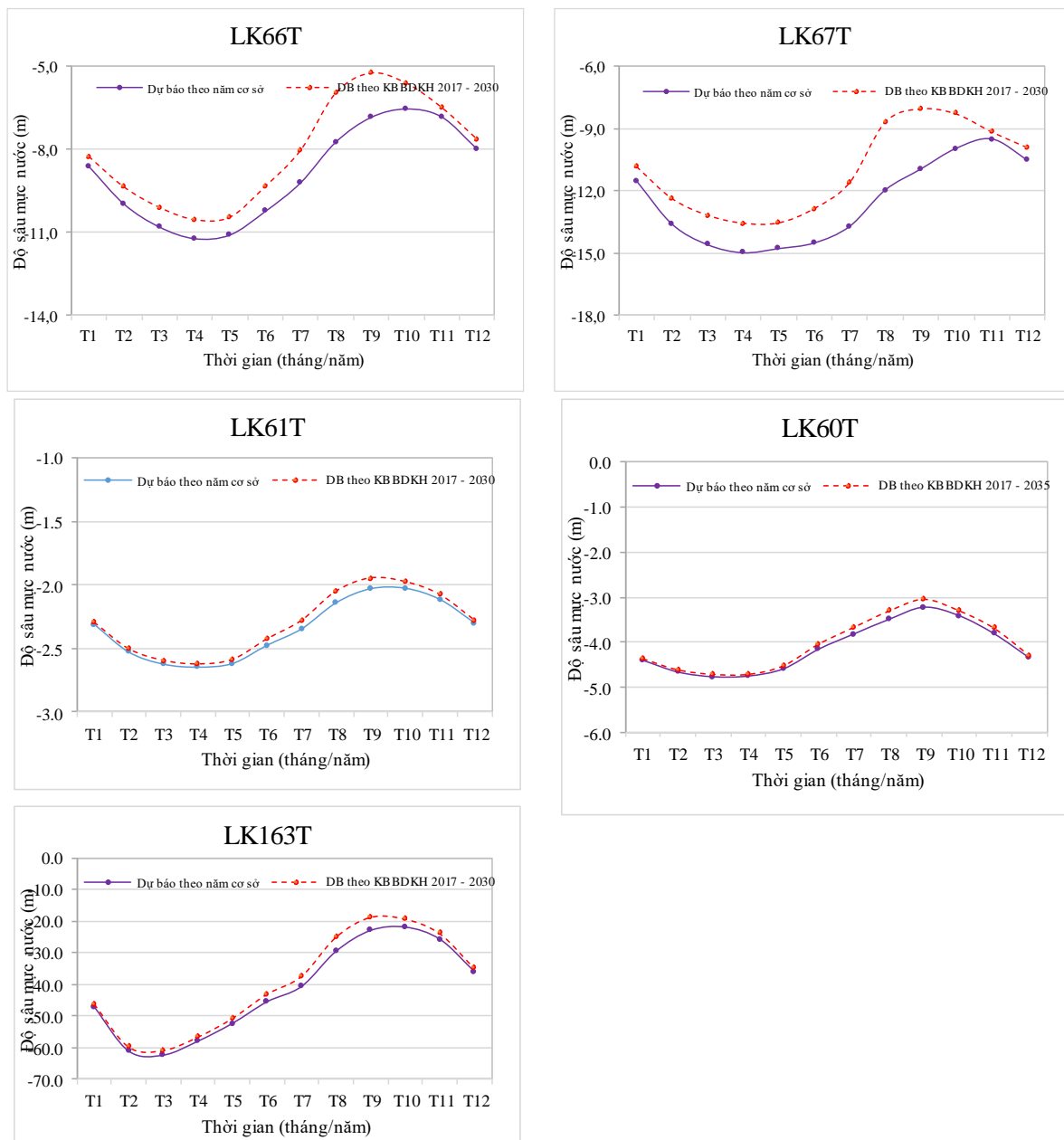
Hình 102. Diễn biến xu thế MN dự báo năm 2030 so với thời kỳ cơ sở bồn Gia Lai







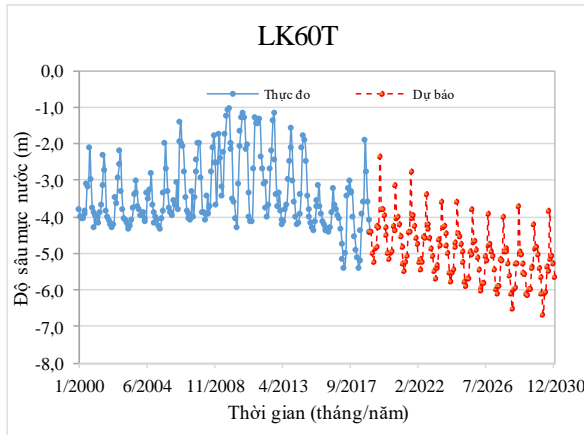




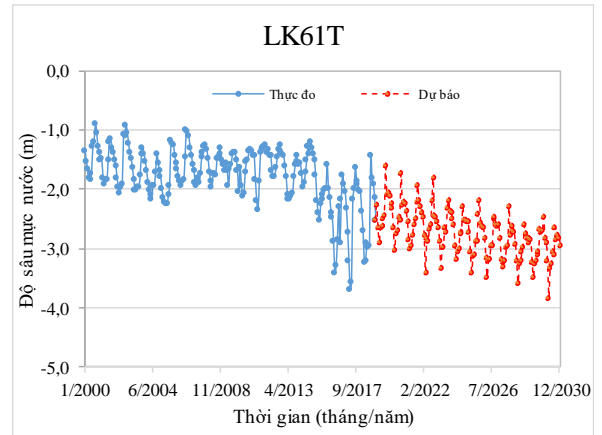
*Hình 103. Dự báo nước dưới đất theo năm cơ sở và theo KBBĐKH bồn Gia Lai*

**IV.2.2.6. Dự báo suy giảm mực nước dưới đất do khai thác NĐĐ và BĐKH**

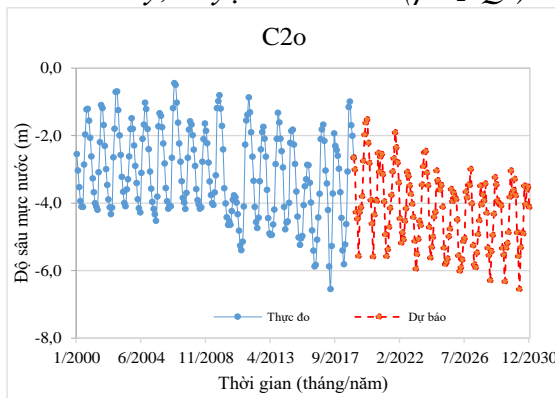
Các hoạt động khai thác NĐĐ làm mực nước dưới đất hạ thấp theo dạng xu thế và dạng bậc [49]. Để đánh giá dự báo được mức suy giảm đến 2030 cần dựa theo phương trình xu thế mực nước hiện tại kết hợp với các dữ liệu về BĐKH với mức thay đổi lượng mưa thời kỳ 2017-2030 như trình bày ở trên. Kết quả dự báo mực nước dưới đất đến năm 2030 có xu thế hạ thấp 1,5 – 2,5m so với năm 2017 tại một số công trình quan trắc tại xã Ialy, huyện Chư Pah được thể hiện như sau:



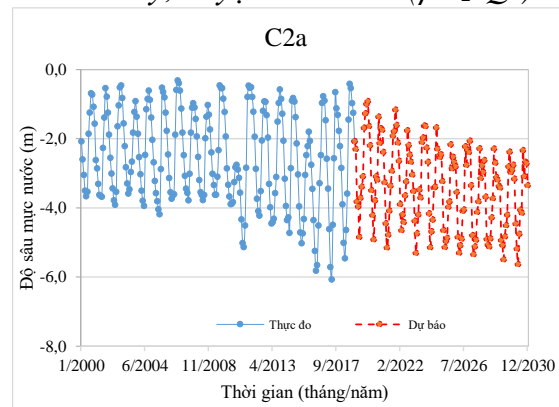
*xã Ialy, huyện Chư Pah ( $\beta N_2-QI$ )*



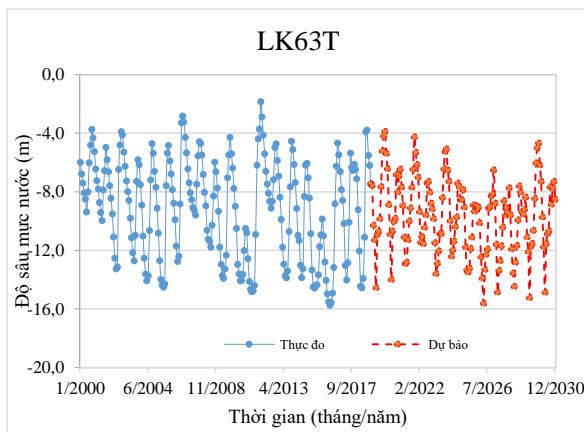
*xã Ialy, huyện Chư Pah ( $\beta N_2-QI$ )*



*xã Nghĩa Hoà, huyện Chư Pah ( $\beta N_2-QI$ )*



*xã Nghĩa Hoà, huyện Chư Pah ( $\beta N_2-QI$ )*



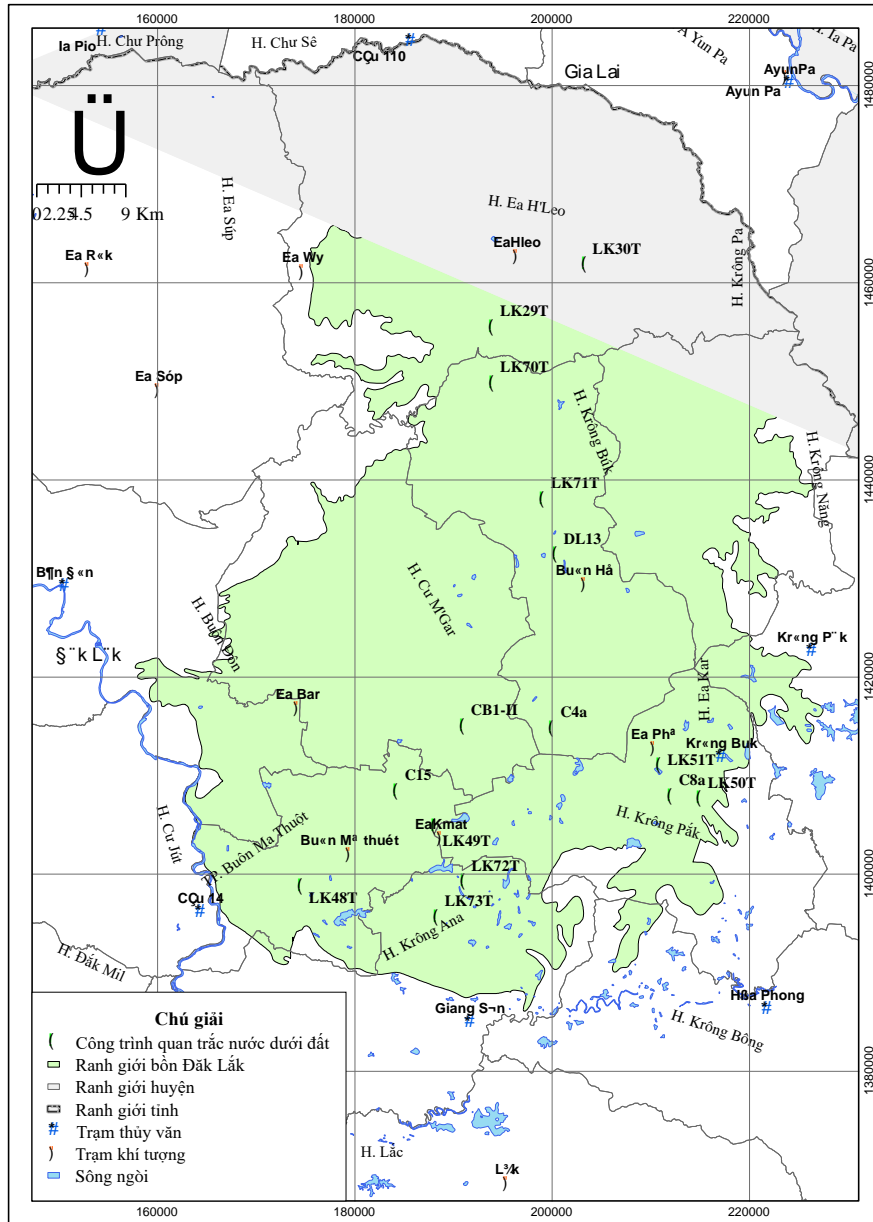
*xã Ia Mơ Nông, huyện Chư Pah ( $\beta N_2-QI$ )*

*Hình 104. Dự báo nước dưới đất tại các công trình có xu thế hạ thấp theo thời gian tại bồn Gia Lai*

### **IV.2.3. Ứng dụng dự báo mực nước cho bồn Đăk Lăk**

#### **IV.2.3.1. Các số liệu về Khí tượng**

Các yếu tố khí tượng thu thập chủ yếu 2 trạm Buôn Hồ, Buôn Ma Thuột từ năm 2009 đến 2018 (Hình 105)



Hình 105. Sơ đồ trạm KTTV và công trình quan trắc bồn Đắc Lắc

Các dữ liệu tổng hợp trung bình tháng nhiều năm được thể hiện ở Bảng 81 đến Bảng 83 và biểu đồ tổng hợp được tổng hợp ở Hình 106 và Hình 107.

Bảng 81. Tổng hợp dữ liệu mưa từ năm 2009 – 2018

Đơn vị: mm

Trạm	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Buôn Hồ	10,9	1,4	14,6	81,9	177,2	185,1	238,3	190,0	324,5	154,6	126,2	39,2
Buôn Ma Thuột	8,9	0,5	22,1	95,7	218,4	271,5	278,7	214,5	337,5	165,6	92,3	26,8

*Bảng 82. Tổng hợp dữ liệu bốc hơi từ năm 2009 – 2018*

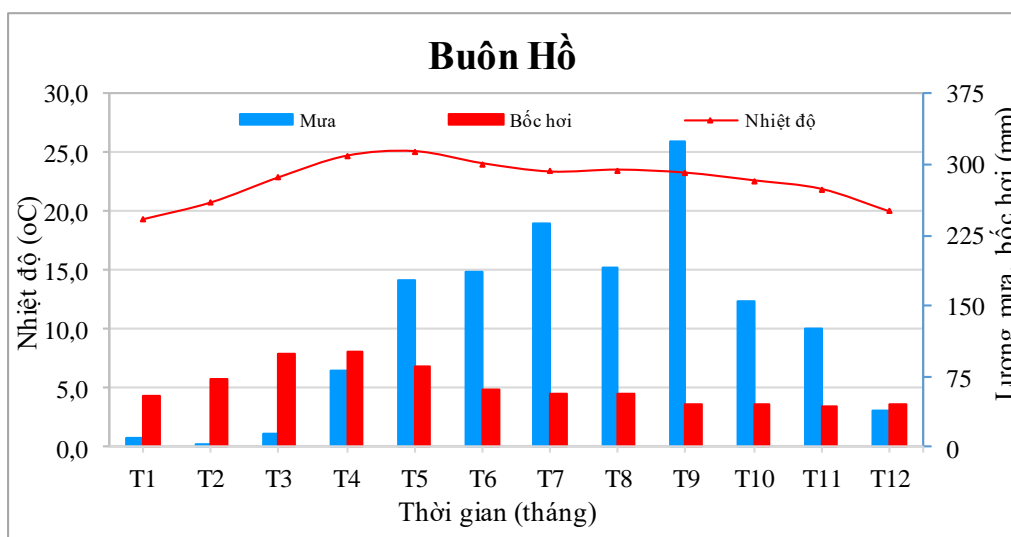
Đơn vị: mm

Trạm	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Buôn Hồ	53,7	73,4	98,3	101,1	85,1	62,1	56,6	56,9	46,2	46,0	44,5	45,3
Buôn Ma Thuột	113,3	126,7	149,8	134,7	90,8	65,4	58,6	64,6	51,7	68,2	69,9	83,6

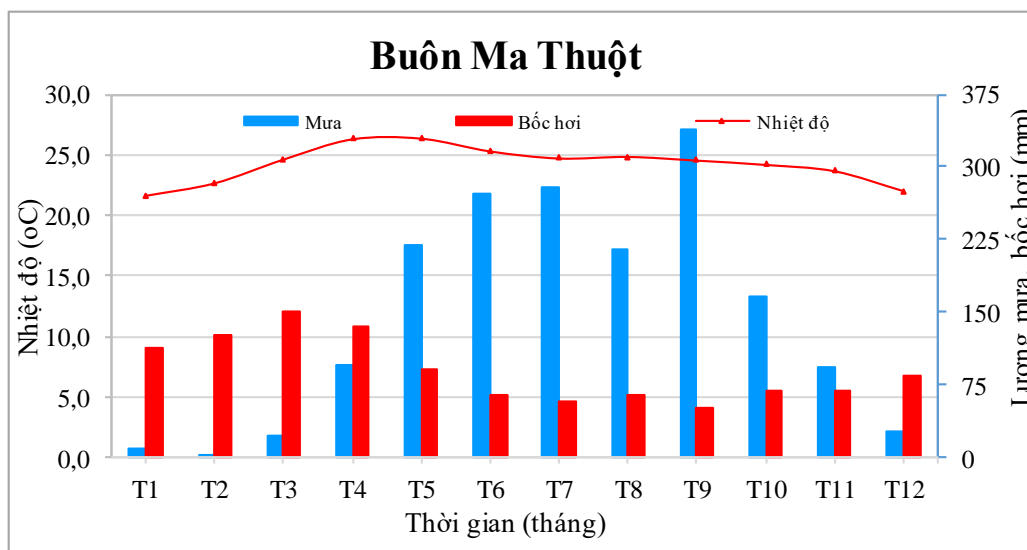
*Bảng 83. Tổng hợp dữ liệu nhiệt độ từ năm 2009 – 2018*

Đơn vị: °C

Trạm	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Buôn Hồ	19,4	20,8	22,9	24,7	25,1	24,1	23,4	23,5	23,3	22,6	21,9	20,0
Buôn Ma Thuột	21,6	22,6	24,6	26,3	26,4	25,3	24,7	24,9	24,5	24,2	23,6	22,0



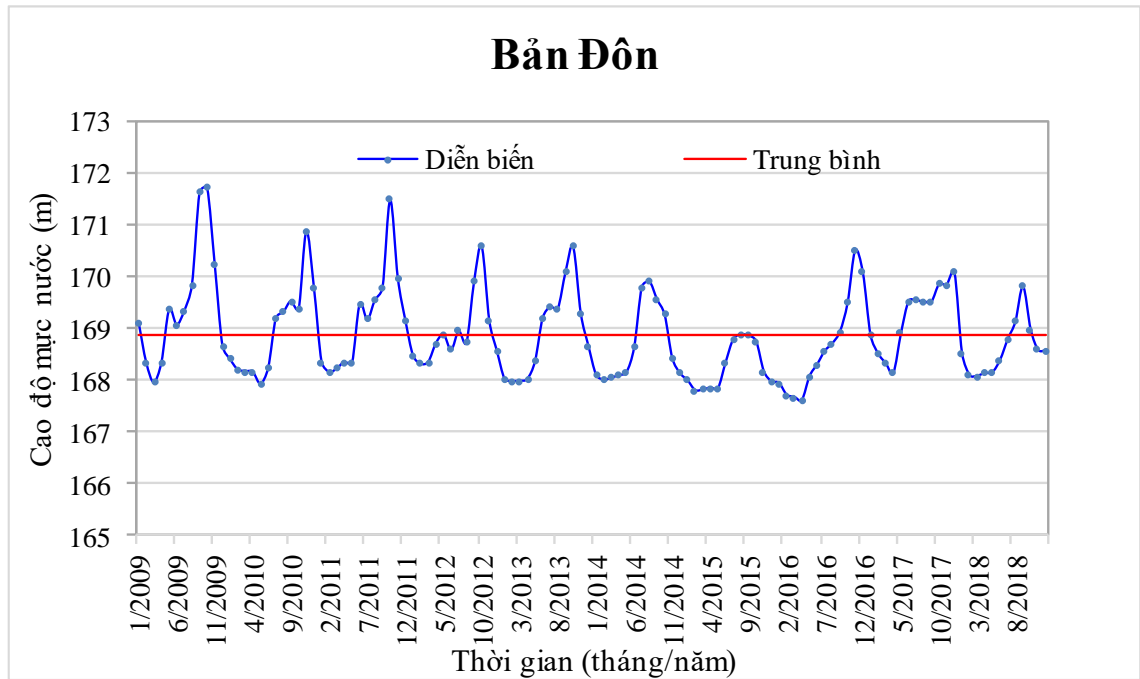
*Hình 106. Biểu đồ tổng hợp lượng mưa, bốc hơi, nhiệt độ trạm khí tượng Buôn Hồ giai đoạn 2009 - 2018*



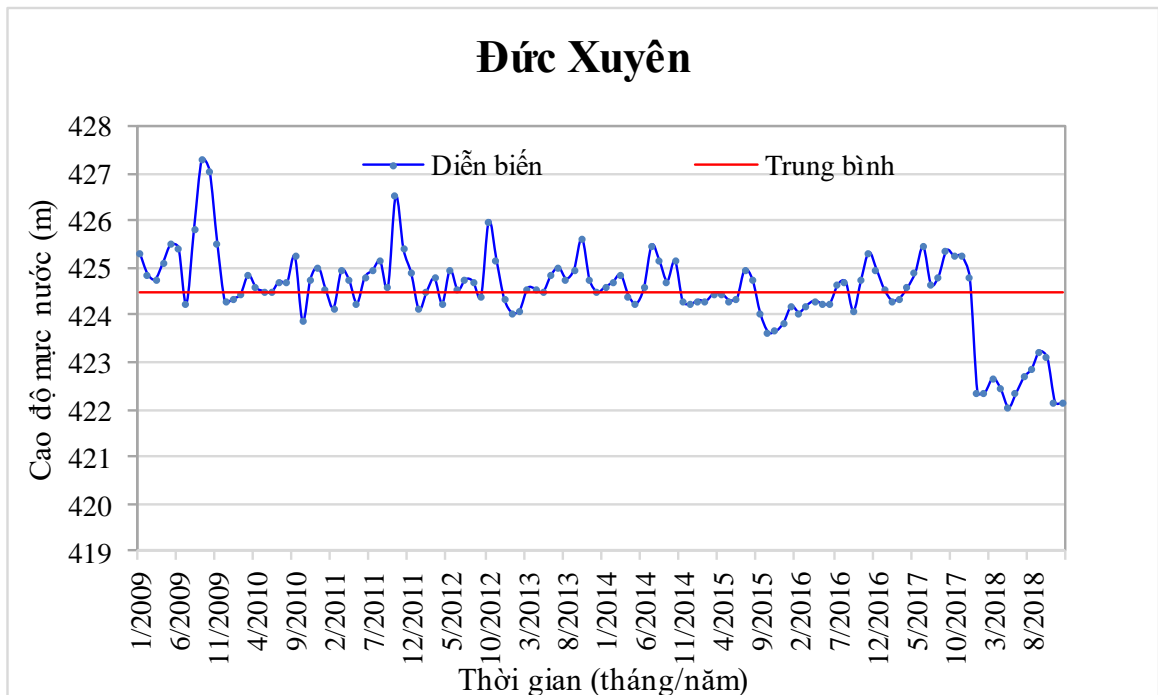
Hình 107. Biểu đồ tổng hợp lượng mưa, bốc hơi, nhiệt độ trạm khí tượng Buôn Ma Thuật giai đoạn 2009 - 2018

#### IV.2.3.2. Các số liệu về thủy văn

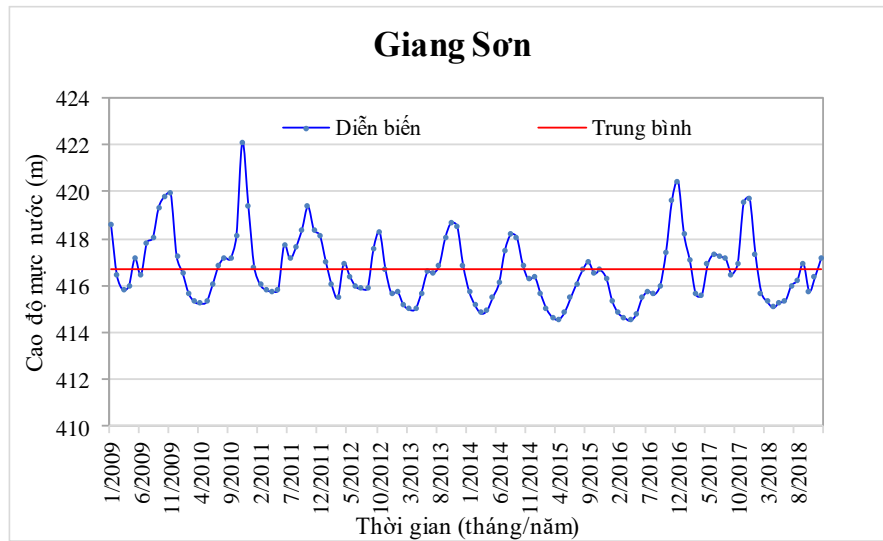
Đối với số liệu nước mặt trên các sông thu thập chủ yếu tại 3 trạm thủy văn Bản Đôn, Đức Xuyên, Giang Sơn từ năm 2009 đến 2018. Diễn biến mực nước mặt tại các sông được thể hiện ở Hình 108 đến Hình 110.



Hình 108. Diễn biến mực nước trạm Bản Đôn giai đoạn 2009 – 2018



*Hình 109. Diễn biến mực nước trạm Đức Xuyên giai đoạn 2009 - 2018*



*Hình 110. Diễn biến mực nước trạm Giang Sơn giai đoạn 2009 – 2018*

**IV.2.3.3. Xây dựng phương trình tương quan đơn biến và đa biến**

***Xây dựng phương trình tương quan đơn biến***

Phương trình tương quan đơn biến được xác định cho 15 công trình quan trắc ở bồn bazan khu vực Đăk Lăk theo 5 nhân tố ảnh hưởng: mưa, bốc hơi, nhiệt độ, thủy văn và xu thế hạ thấp do khai thác nước dưới đất. Có thể thấy trong các nhân tố ảnh hưởng thì yếu tố thủy văn ảnh hưởng lớn nhất đến hầu hết các công trình khai thác nước dưới đất (có hệ số tương quan lớn nhất so với các nhân tố khác), sau đây là đến các yếu tố như khí tượng như mưa, bốc hơi và nhiệt độ. Xu thế dâng do lượng khai thác nước ngầm giảm thấy được ở công trình C15 với  $R^2 = 0,59$ . Một số công trình khác cũng chịu ảnh hưởng của khai thác nhưng ở mức độ yếu hơn như LK72T, LK73T mực nước có xu thế hạ thấp dần theo thời gian.

***Xây dựng phương trình tương quan đa biến***

Phương trình tương quan đa biến là phương trình được sử dụng để dự báo mực nước dưới đất theo các nhân tố ảnh hưởng và được sử dụng để dự báo trong mô hình ANN. Kết quả xây dựng phương trình tương quan dự báo đa biến giữa mực nước dưới đất và các nhân tố ảnh hưởng tại các công trình quan trắc được tổng hợp ở Bảng 84:

*Bảng 84. Tổng hợp phương trình dự báo tương quan đa biến*

TT	Công trình	Phương trình tương quan	Hệ số	Đánh giá	Ghi chú
----	------------	-------------------------	-------	----------	---------



<b>TT</b>	<b>Công trình</b>	<b>Phương trình tương quan</b>	<b>Hệ số</b>	<b>Đánh giá</b>	<b>Ghi chú</b>
1	LK30 T	$y = 0,0021x_1 + 0,0173x_2 - 1,0061x_3 + 2,8814x_4 - 481,4603$	0,53	Tương đối chặt	x1: lượng mưa trạm Buôn Hồ
					x2: lượng bốc hơi trạm Buôn Hồ
					x3: nhiệt độ trạm Buôn Ma Thuột
					x4: mực nước trạm thủy văn Bản Đôn
2	LK29 T	$y = 0,0078x_1 - 0,0239x_2 - 0,0946x_3 + 1,6343x_4 - 288,3664$	0,72	Chặt	x1: lượng mưa trạm Buôn Hồ
					x2: lượng bốc hơi trạm Buôn Ma Thuột
					x3: nhiệt độ trạm Buôn Ma Thuột
					x4: mực nước trạm thủy văn Bản Đôn
3	LK70 T	$y = 0,0056x_1 - 0,0059x_2 - 0,1653x_3 + 1,5406x_4 - 274,287$	0,5	Trung bình	x1: lượng mưa trạm Buôn Hồ
					x2: lượng bốc hơi trạm Buôn Ma Thuột
					x3: nhiệt độ trạm Buôn Ma Thuột
					x4: mực nước trạm thủy văn Bản Đôn
4	LK71 T	$y = 0,0025x_1 + 0,0016x_2 - 0,1848x_3 + 0,6611x_4 - 128,7589$	0,67	Tương đối chặt	x1: lượng mưa trạm Buôn Hồ
					x2: lượng bốc hơi trạm Buôn Ma Thuột
					x3: nhiệt độ trạm Buôn Ma Thuột
					x4: mực nước trạm thủy văn Bản Đôn
5	CB1-II	$y = -0,0008x_1 - 0,0016x_2 - 0,2472x_3 + 1,078x_4 - 456,2353$	0,48	Trung bình	x1: lượng mưa trạm Buôn Ma Thuột
					x2: lượng bốc hơi trạm Buôn Hồ
					x3: nhiệt độ trạm Buôn Hồ
					x4: mực nước trạm thủy văn Giang Sơn
6	C4a	$y = 0,0016x_1 - 0,0048x_2 - 0,0594x_3 + 0,2084x_4 - 91,0246$	0,71	Chặt	x1: lượng mưa trạm Buôn Hồ
					x2: lượng bốc hơi trạm

TT	Công trình	Phương trình tương quan	Hệ số	Đánh giá	Ghi chú
					Buôn Ma Thuột x3: nhiệt độ trạm Buôn Ma Thuột x4: mực nước trạm thủy văn Giang Sơn
7	LK51 T	$y = -0,00001x_1 - 0,0054x_2 + 0,0566x_3 + 0,0861x_4 + 0,0026x_5 - 37,2756$	0,58	Tương đối chặt	x1: lượng mưa trạm Buôn Hồ x2: lượng bốc hơi trạm Buôn Ma Thuột x3: nhiệt độ trạm Buôn Hồ x4: mực nước trạm thủy văn Giang Sơn x5: đường xu hướng
8	LK50 T	$y = 0,0009x_1 - 0,0141x_2 + 0,0221x_3 + 0,2517x_4 - 107,0383$	0,61	Tương đối chặt	x1: lượng mưa trạm Buôn Hồ x2: lượng bốc hơi trạm Buôn Hồ x3: nhiệt độ trạm Buôn Ma Thuột x4: mực nước trạm thủy văn Giang Sơn
9	C8a	$y = 0,0016x_1 - 0,008x_2 - 0,0372x_3 + 0,5436x_4 - 229,956$	0,82	Chặt	x1: lượng mưa trạm Buôn Hồ x2: lượng bốc hơi trạm Buôn Ma Thuột x3: nhiệt độ trạm Buôn Ma Thuột x4: mực nước trạm thủy văn Giang Sơn
10	C15	$y = -0,00196x_1 - 0,0539x_2 + 0,2981x_3 - 1,7034x_4 + 0,0676x_5 + 665,2904$	0,71	Chặt	x1: lượng mưa trạm Buôn Ma Thuột x2: lượng bốc hơi trạm Buôn Hồ x3: nhiệt độ trạm Buôn Ma Thuột x4: mực nước trạm thủy văn Đức Xuyên x5: đường xu hướng
11	LK49 T	$y = 0,0014x_1 - 0,0053x_2 - 0,1358x_3 + 0,6767x_4 - 125,5299$	0,6	Tương đối chặt	x1: lượng mưa trạm Buôn Hồ x2: lượng bốc hơi trạm Buôn Hồ

TT	Công trình	Phương trình tương quan	Hệ số	Đánh giá	Ghi chú
					x3: nhiệt độ trạm Buôn Ma Thuột x4: mực nước trạm thủy văn Bản Đôn
12	LK72 T	$y = 0,00179x_1 - 0,0005x_2 - 0,0755x_3 + 0,3772x_4 - 0,0105x_5 - 164,9712$	0,65	Tương đối chặt	x1: lượng mưa trạm Buôn Hồ x2: lượng bốc hơi trạm Buôn Hồ x3: nhiệt độ trạm Buôn Ma Thuột x4: mực nước trạm thủy văn Giang Sơn x5: đường xu hướng
13	LK48 T	$y = 0,0003x_1 - 0,0039x_2 + 0,0933x_3 + 0,1368x_4 - 26,5339$	0,64	Tương đối chặt	x1: lượng mưa trạm Buôn Ma Thuột x2: lượng bốc hơi trạm Buôn Ma Thuột x3: nhiệt độ trạm Buôn Hồ x4: mực nước trạm thủy văn Bản Đôn
14	LK73 T	$y = 0,00187x_1 - 0,0136x_2 - 0,2224x_3 + 0,8235x_4 - 0,0211x_5 - 348,8451$	0,56	Tương đối chặt	x1: lượng mưa trạm Buôn Hồ x2: lượng bốc hơi trạm Buôn Hồ x3: nhiệt độ trạm Buôn Ma Thuột x4: mực nước trạm thủy văn Giang Sơn x5: đường xu hướng

#### IV.2.3.4. Đánh giá sai số

Để đánh giá sai số của phương trình dự báo trên cơ sở bộ trọng số cho các nhân tố ảnh hưởng đã được xác định ở phương trình đa biến và mô hình trí tuệ nhân tạo ANN. Chúng tôi tiến hành dự báo mực nước dưới đất từ năm 2009 đến 2018 bằng mô hình trí tuệ nhân tạo ANN trên cơ sở các nhân tố ảnh hưởng đã nói trên và đánh giá sai số giữa mực nước thực đo với mực nước dự báo.

Kết quả dự báo được đánh giá với sai số cho phép (Scf) được xác định bằng 67% của độ lệch chuẩn của chuỗi số liệu thực đo như đã nói ở trên. Chi tiết kết quả đánh giá sai số được thể hiện ở Bảng 85. Kết quả cho thấy chuỗi số liệu dự báo phần lớn đều nhỏ hơn Scf đạt từ tốt đến rất tốt.

*Bảng 85. Đánh giá chất lượng dự báo tại các công trình trong bồn Đắk Lắk*

STT	Công trình	Scf	% đạt	Đánh giá
1	LK30T	2,72	71,7	Tốt
2	LK29T	2,24	83,3	Rất tốt
3	LK70T	1,88	80,0	Tốt
4	LK71T	0,62	86,7	Rất tốt
5	CB1-II	1,73	79,2	Tốt
6	C4a	0,46	80,0	Tốt
7	LK51T	1,29	100,0	Rất tốt
8	LK50T	0,58	79,2	Tốt
9	C8a	0,83	85,8	Rất tốt
10	C15	1,12	80,8	Rất tốt
11	LK49T	0,72	75,8	Tốt
12	LK72T	0,96	92,5	Rất tốt
13	LK48T	0,30	90,0	Rất tốt
14	LK73T	0,96	66,7	Tốt

#### *IV.2.3.5. Ứng dụng dự báo và trình bày kết quả dự báo bằng ANN*

Đánh giá dự báo suy giảm mực nước dưới đất do BĐKH bồn Đắk Lắk

Kết quả dự báo suy giảm mực NDD do BĐKH tại bồn Đắk Lắk được trình bày trong bảng sau:

*Bảng 86. Mức biến đổi lượng mưa các mùa trong năm (%) tại Đắk Lắk so với thời kỳ cơ sở*

Tỉnh	Mùa	Mức thay đổi lượng mưa đến 2017-2030(%)		
		Trung bình	Nhỏ nhất	Lớn nhất
Đắk Lắk	Đông	-26,1	-34	18,7
	Xuân	-1,2	-9,8	6,9
	Hè	2,8	-4,6	9,9
	Thu	9,3	0,4	18,1

*Bảng 87. Lượng mưa tháng trung bình tại các trạm quan trắc 1980-2017*

TT	Trạm	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
1	Buôn Hồ	6,0	5,6	18,7	83,6	197,5	203,7	185,2	253,5	262,8	197,4	116,3	32,9
2	Buôn Ma Thuột	3,7	10,5	56,0	152,3	264,4	222,3	279,1	294,3	312,9	133,4	69,9	15,0

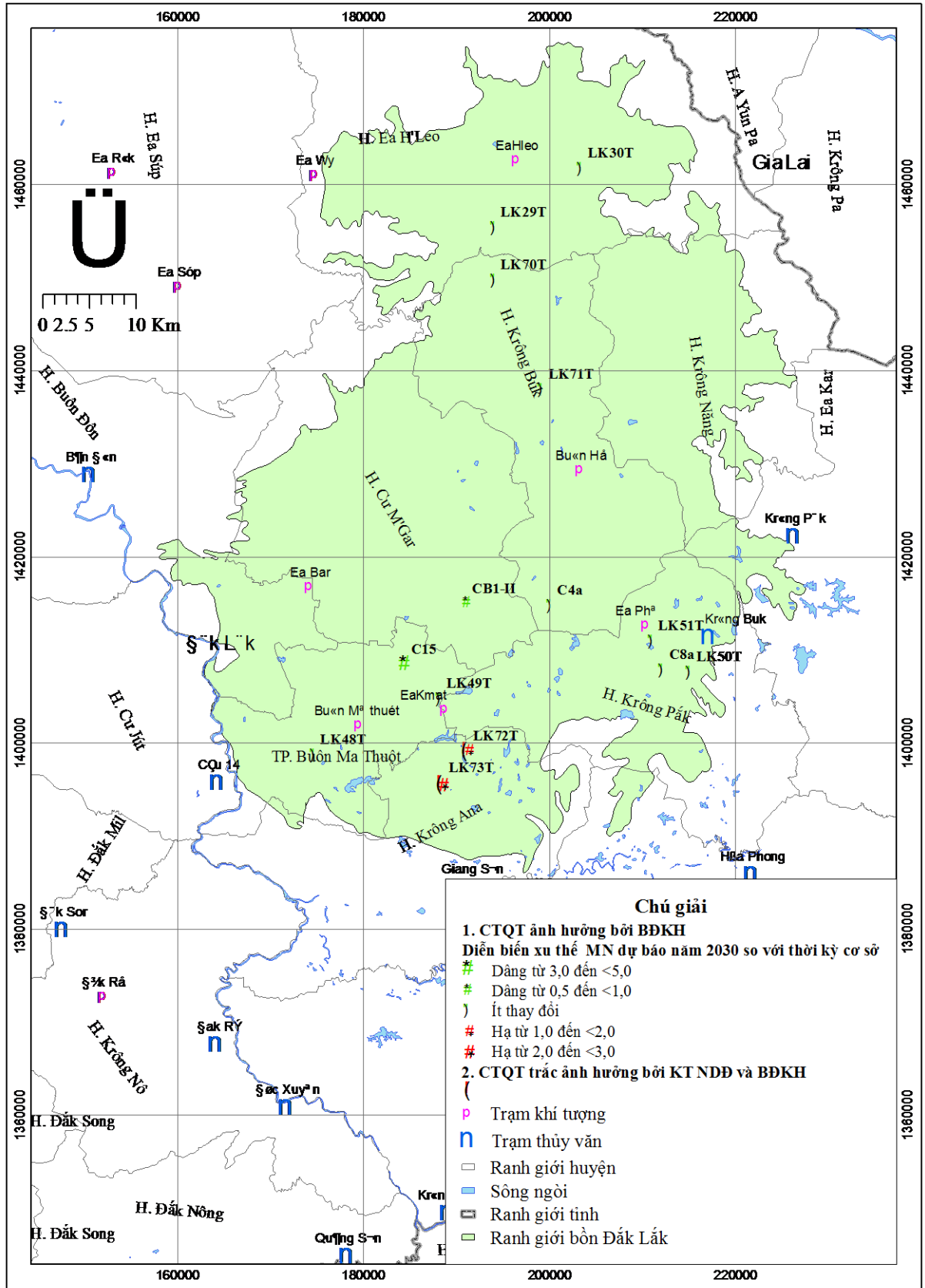
Dựa vào số liệu dự báo mưa của các trạm khí tượng đến năm 2030 của dự án 2S, chúng tôi đưa vào mô hình thủy lực Mike 11 để dự báo mực nước cho các thủy văn Bản Đôn, Giang Sơn, Đức Xuyên đến giai đoạn 2017 - 2030 như sau:

*Bảng 88. Mực nước dự báo giai đoạn 2017 – 2030 tại các trạm thủy văn (m)*

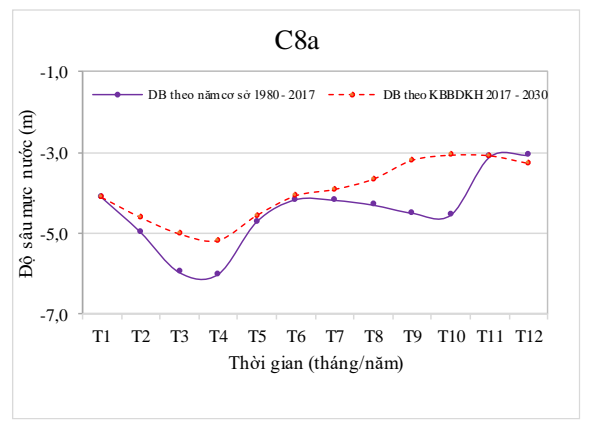
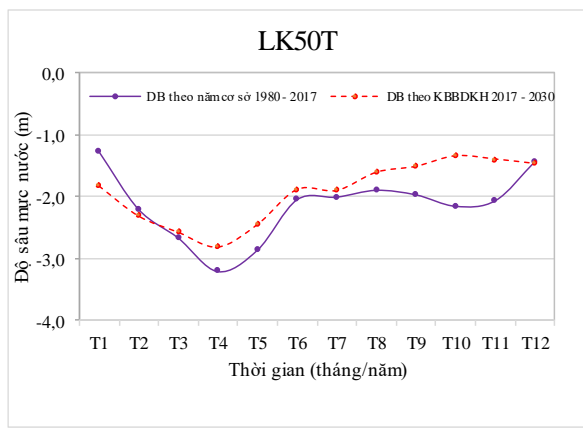
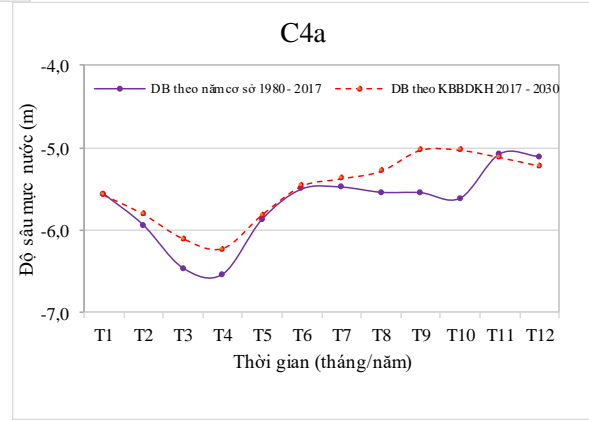
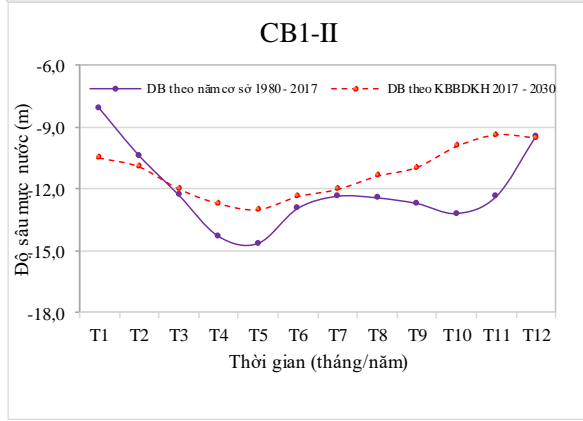
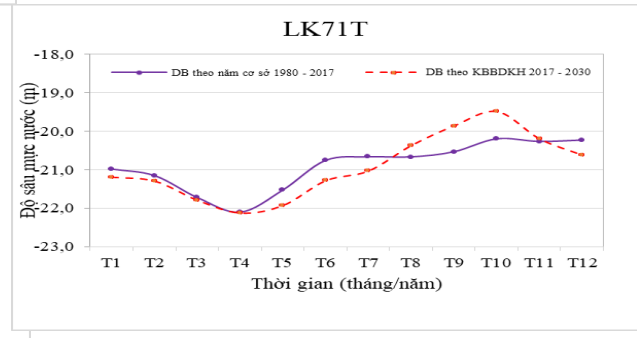
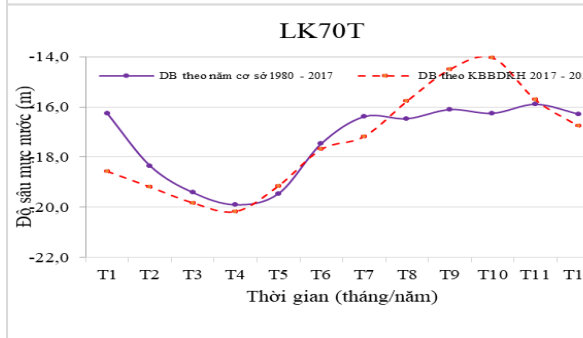
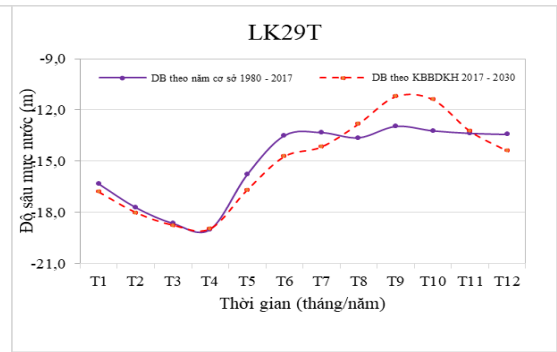
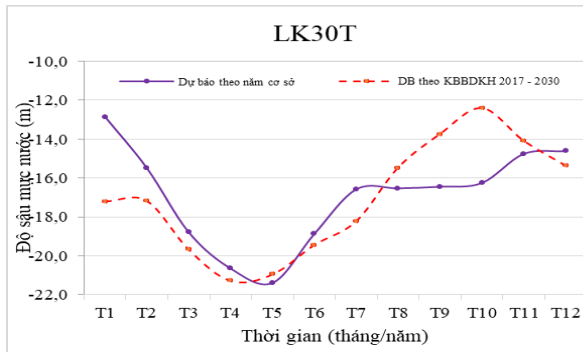
TT	Trạm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Bản Đôn	168,6	168,3	168,3	168,2	168,3	168,8	169,0	169,9	170,5	170,9	170,2	169,7
2	Đức Xuyên	422,2	421,9	422,0	421,9	422,0	422,5	422,6	423,4	423,6	423,7	423,0	422,6
3	Giang Sơn	417,5	417,0	416,8	416,7	416,9	417,4	417,4	418,1	418,7	419,5	419,9	419,5

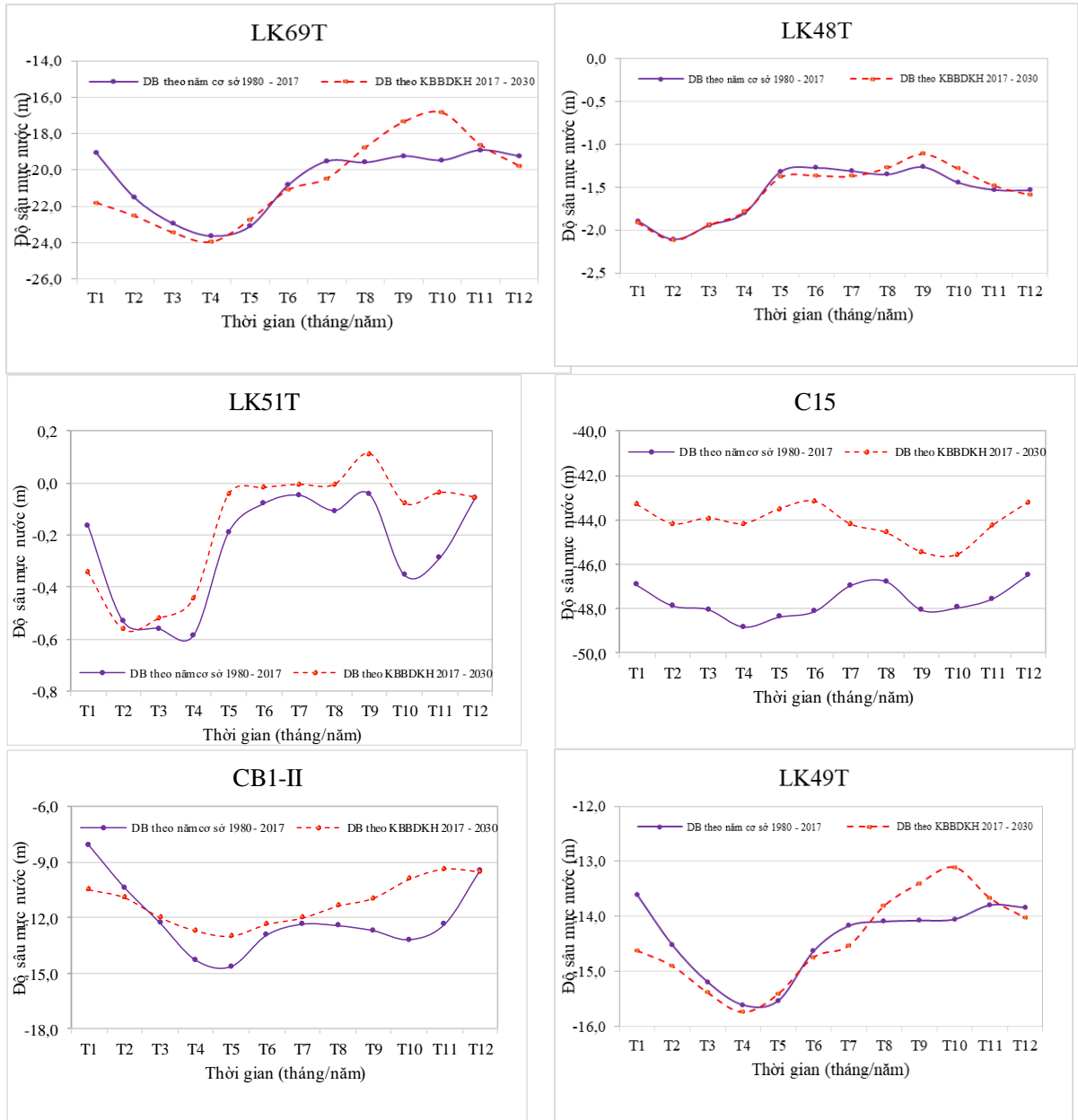
Kết quả dự báo bằng mô hình ANN theo 2 phương án: phương án 1 với lượng mưa cơ sở thời kỳ 1980-2017, phương án 2 là xét trong điều kiện BĐKH với mức thay đổi lượng mưa 2017-2030. Kết quả dự báo dao động mực nước giai đoạn 2017-2030 cho thấy mực nước dưới đất theo kịch bản BĐKH và theo năm cơ sở thì mực nước có các xu thế: ít thay đổi và một số khu vực có xu hướng dâng như sau (chi tiết xem Hình 111 và Hình 112):.

Mực nước có xu hướng ít thay đổi phân bố phần lớn diện tích bồn bazan ở Đắk Lắk, chỉ một số khu vực mực nước có xu hướng dâng cụ thể như sau: xu thế dâng từ 0,5 – 1m, phân bố chủ yếu ở khu vực xã Cuôr Đăng, huyện Cư M'gar (CB1-II) và dâng trên 3,5m đến dưới 5m ở khu vực xã Eatu, TP.Buôn Ma Thuột (C15).



Hình 111. Sơ đồ diễn biến mực nước dự báo năm 2030 so với thời kỳ cơ sở bồn Đăk Lăk



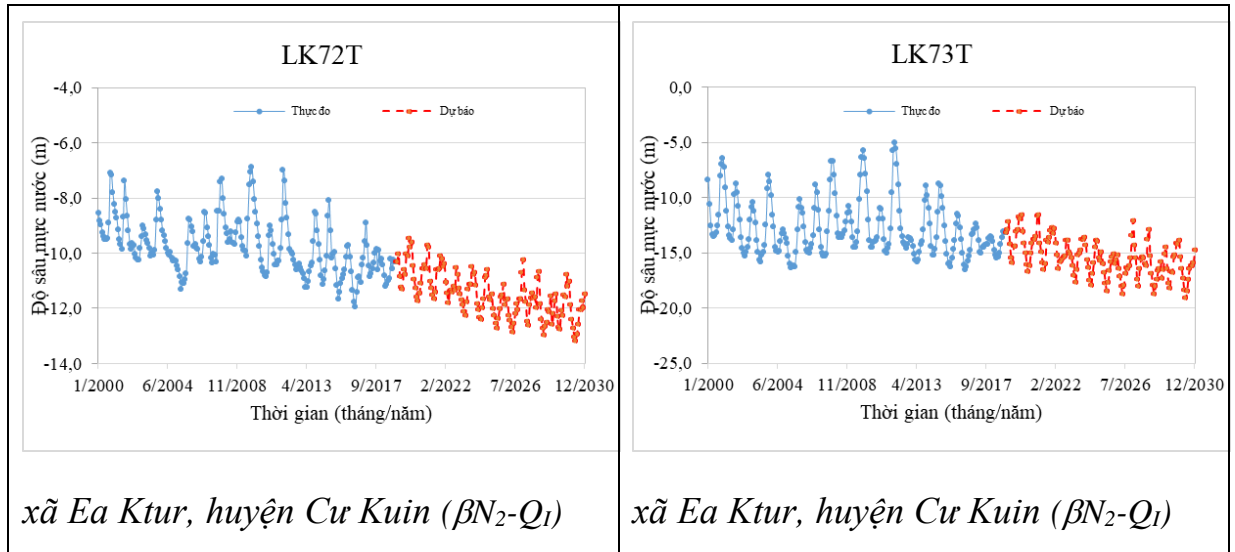


*Hình 112. Dự báo nước dưới đất theo năm cơ sở và theo KBBĐKH bồn Đăk Lăk*

**IV.2.3.6. Dự báo suy giảm mực nước dưới đất do khai thác NĐĐ và BĐKH tại Đăk Lăk.**

Các hoạt động khai thác NĐĐ làm mực NĐĐ hạ thấp theo dạng xu thế và dạng bậc [49]. Để đánh giá dự báo được mức suy giảm đến năm 2030 cần dựa theo phương trình xu thế mực nước hiện tại kết hợp với các dữ liệu về BĐKH với mức thay đổi lượng mưa thời kỳ 2017-2030 như trình bày ở trên. Kết quả dự báo mực NĐĐ đến năm 2030 có xu thế hạ thấp từ 2,0 – 3,0m so với năm 2017 tại một số công trình quan trắc của xã Ea Ktur, huyện Cư Kuin, được thể hiện như sau (Hình 113):





*Hình 113. Dự báo nước dưới đất tại các công trình có xu thế hạ thấp theo thời gian tại bồn Đăk Lăk*

#### **IV.2.4. Ứng dụng dự báo mực nước cho bồn Đăk Nông**

##### **IV.2.4.1. Các yếu tố khí tượng**

Các yếu tố khí tượng thu thập được tại tỉnh Đăk Nông chủ yếu là số liệu 2 trạm Đăk Mil, Đăk Nông từ năm 2009 đến 2018 và số liệu quan trắc nước dưới đất tại các công trình quan trắc thuộc tỉnh Đăk Nông (Hình 114).



*Bảng 90. Tổng hợp dữ liệu bốc hơi từ năm 2009 – 2018*

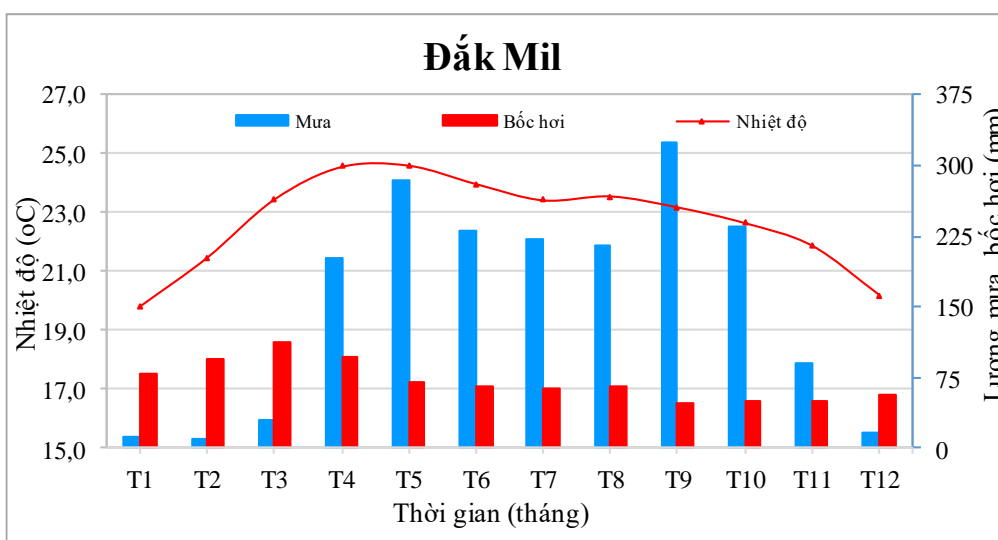
Đơn vị: mm

Trạm	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Đắk Mil	78,68	95,61	111,68	96,07	71,21	66,16	64,03	66,38	46,79	51,14	49,26	56,41
Đắk Nông	86,27	86,04	89,32	67,84	51,48	39,17	35,24	35,33	31,36	48,63	61,50	72,88

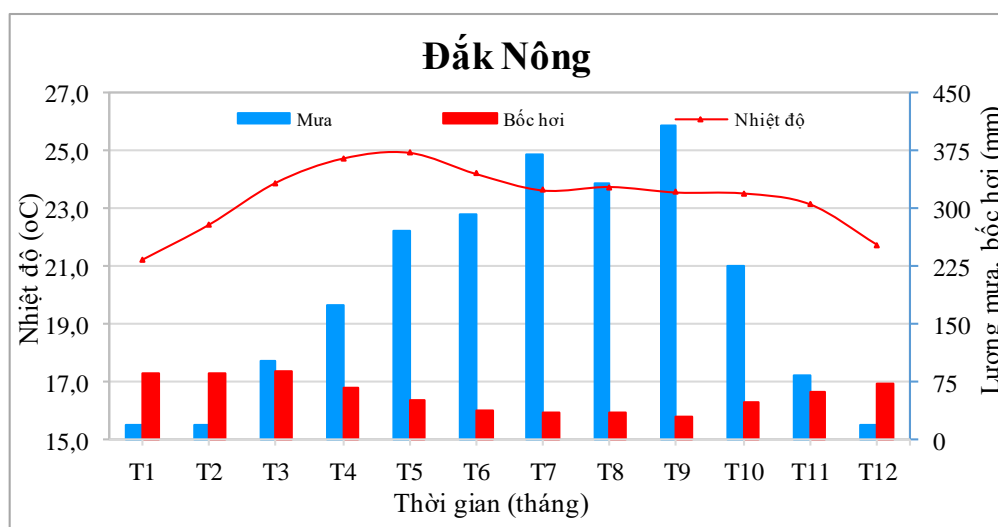
*Bảng 91. Tổng hợp dữ liệu nhiệt độ từ năm 2009 – 2018*

Đơn vị: °C

Trạm	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Đắk Mil	19,80	21,46	23,45	24,56	24,60	23,97	23,42	23,55	23,18	22,64	21,87	20,19
Đắk Nông	21,23	22,45	23,91	24,74	24,94	24,21	23,64	23,76	23,56	23,53	23,16	21,76



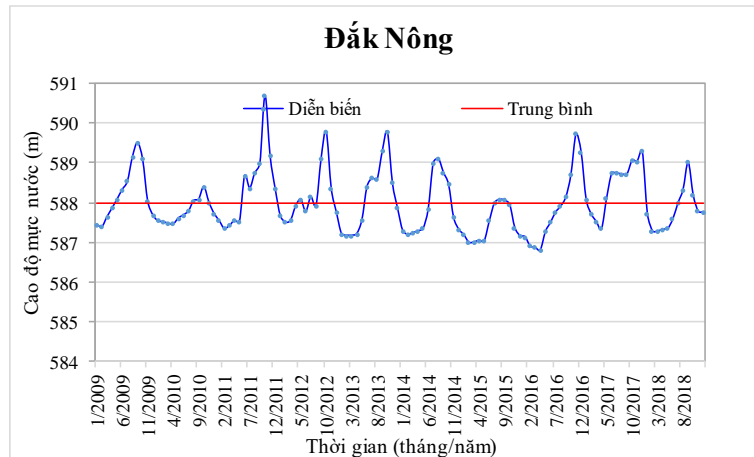
*Hình 115. Biểu đồ tổng hợp lượng mưa, bốc hơi, nhiệt độ trạm khí tượng Đắk Mil giai đoạn 2009 - 2018*



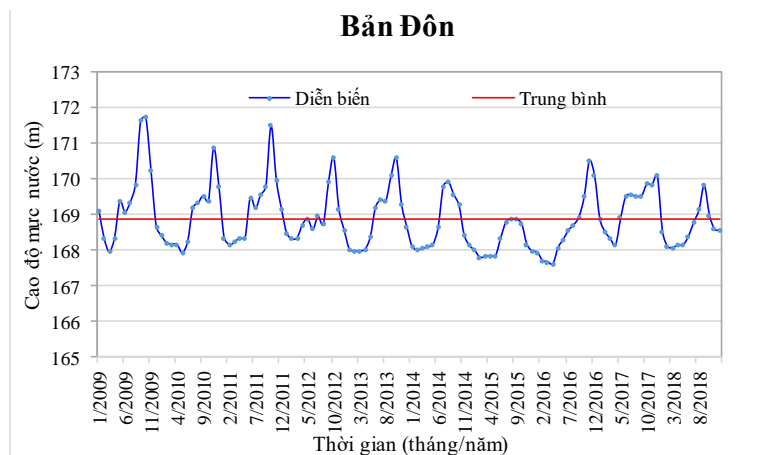
*Hình 116. Biểu đồ tổng hợp lượng mưa, bốc hơi, nhiệt độ trạm khí tượng Đăk Nông giai đoạn 2009 - 2018*

#### *IV.2.4.2. Các số liệu về thủy văn*

Đối với số liệu nước mặt trên các sông tại tỉnh Đăk Nông được thu thập chủ yếu tại 2 trạm thủy văn Đăk Nông và Bản Đôn từ năm 2009 - 2018. Diễn biến mực nước mặt tại các sông được thể hiện ở Hình 117 - Hình 118.



*Hình 117. Diễn biến mực nước trạm Đăk Nông giai đoạn 2009 - 2018*



*Hình 118. Diễn biến mực nước trạm Bản Đôn giai đoạn 2009 - 2018*

#### *IV.2.4.3. Xây dựng phương trình tương quan đơn biến và đa biến*

##### **Xây dựng phương trình tương quan đơn biến**

Phương trình tương quan đơn biến được xác định cho 15 công trình quan trắc ở bồn bazan khu vực Đăk Nông theo 5 nhân tố ảnh hưởng: mưa, bốc hơi, nhiệt độ, thủy văn và xu thế hạ thấp do khai thác nước dưới đất. Có thể thấy trong các nhân tố ảnh hưởng thì yếu tố thủy văn có ảnh hưởng lớn nhất đến hầu hết các công trình khai thác nước dưới đất (có hệ số tương quan lớn nhất so với

các nhân tố khác), sau đây là đến các yếu tố như khí tượng như mưa, bốc hơi và nhiệt độ. Xu thế dâng do lượng khai thác nước ngầm giảm thấy được ở công trình LK45T, với  $R^2 = 0,15$ . Một số công trình khác cũng chịu ảnh hưởng của khai thác nhưng ở mức độ yếu hơn như LK84T mực nước có xu thế hạ thấp dần theo thời gian.

### ***Xây dựng phương trình tương quan đa biến***

Phương trình tương quan đa biến là phương trình được sử dụng để dự báo mực nước dưới đất theo các nhân tố ảnh hưởng và được sử dụng để dự báo trong mô hình ANN. Kết quả xây dựng phương trình tương quan dự báo đa biến giữa mực nước dưới đất và các nhân tố ảnh hưởng tại các công trình quan trắc được tổng hợp ở Bảng 92:

*Bảng 92. Tổng hợp phương trình dự báo tương quan đa biến*

<b>TT</b>	<b>Công trình</b>	<b>Phương trình tương quan</b>	<b>Hệ số tương quan</b>	<b>Đánh giá</b>	<b>Ghi chú</b>
1	LK40T	$y = 0,0036x_1 - 0,0041x_2 - 0,0139x_3 + 0,8376x_4 - 148,9$	0,77	Chặt	x1: lượng mưa trạm Đắk Mil
					x2: lượng bốc hơi trạm Đắk Nông
					x3: nhiệt độ trạm Đắk Mil
					x4: mực nước trạm Bản Đôn
2	LK43T	$y = 0,0006x_1 - 0,0145x_2 + 0,0086x_3 + 0,5675x_4 - 98,5403$	0,73	Chặt	x1: lượng mưa trạm Đắk Nông
					x2: lượng bốc hơi trạm Đắk Nông
					x3: nhiệt độ trạm Đắk Mil
					x4: mực nước trạm Bản Đôn
3	LK41T	$y = 0,0064x_1 - 0,0559x_2 + 0,1691x_3 + 3,0006x_4 - 518,0751$	0,73	Chặt	x1: lượng mưa trạm Đắk Nông
					x2: lượng bốc hơi trạm Đắk Nông
					x3: nhiệt độ trạm Đắk Mil
					x4: mực nước trạm Bản Đôn
4	LK44T	$y = 0,001x_1 - 0,0168x_2 - 0,0478x_3 + 0,5575x_4 -$	0,58	Tương đối	x1: lượng mưa trạm Đắk Nông

TT	Công trình	Phương trình tương quan	Hệ số tương quan	Đánh giá	Ghi chú
		94,4705		chặt	x2: lượng bốc hơi trạm Đăk Nông x3: nhiệt độ trạm Đăk Mil x4: mực nước trạm Bản Đôn
5	LK45T	$y = - 0,0005x_1 - 0,0229x_2 - 0,0739x_3 + 0,1652x_4 - 25,5937$	0,53	Tương đối chặt	x1: lượng mưa trạm Đăk Nông x2: lượng bốc hơi trạm Đăk Nông x3: nhiệt độ trạm Đăk Mil x4: mực nước trạm Bản Đôn x5: Xu hướng
6	LK82T	$y = 0,0028x_1 - 0,0127x_2 - 0,0331x_3 + 0,1016x_4 - 32,0439$	0,57	Tương đối chặt	x1: lượng mưa trạm Đăk Nông x2: lượng bốc hơi trạm Đăk Nông x3: nhiệt độ trạm Đăk Mil x4: mực nước trạm Bản Đôn
7	LK83T	$y = 0,0006x_1 - 0,013x_2 + 0,0584x_3 + 0,2025x_4 - 121,3017$	0,77	Chặt	x1: lượng mưa trạm Đăk Nông x2: lượng bốc hơi trạm Đăk Nông x3: nhiệt độ trạm Đăk Mil x4: mực nước trạm Đăk Nông
8	LK84T	$y = 0,0037x_1 + 0,0054x_2 - 0,1735x_3 + 0,3739x_4 - 64,2997$	0,39	Trung bình	x1: lượng mưa trạm Đăk Nông x2: lượng bốc hơi trạm Đăk Nông x3: nhiệt độ trạm Đăk Nông x4: mực nước trạm Bản Đôn x5: Xu hướng
9	LK86T	$y = 0,0071x_1 - 0,0064x_2 + 0,0706x_3 + 0,555x_4 -$	0,76	Chặt	x1: lượng mưa trạm Đăk Nông

TT	Công trình	Phương trình tương quan	Hệ số tương quan	Đánh giá	Ghi chú
		117,4313			x2: lượng bốc hơi trạm Đăk Nông x3: nhiệt độ trạm Đăk Mil x4: mực nước trạm Bản Đôn
10	LK87T	$y = 0,0041x_1 - 0,0096x_2 + 0,0598x_3 + 0,0892x_4 - 22,5299$	0,71	Chặt	x1: lượng mưa trạm Đăk Nông x2: lượng bốc hơi trạm Đăk Nông x3: nhiệt độ trạm Đăk Mil x4: mực nước trạm Bản Đôn
11	LK88T	$y = 0,0038x_1 - 0,0096x_2 + 0,001x_3 + 0,2083x_4 - 128,2797$	0,69	Tương đối chặt	x1: lượng mưa trạm Đăk Nông x2: lượng bốc hơi trạm Đăk Nông x3: nhiệt độ trạm Đăk Mil x4: mực nước trạm Đăk Nông
12	LK89T	$y = 0,0023x_1 - 0,0118x_2 - 0,0074x_3 + 0,02x_4 - 15,1253$	0,73	Chặt	x1: lượng mưa trạm Đăk Nông x2: lượng bốc hơi trạm Đăk Nông x3: nhiệt độ trạm Đăk Mil x4: mực nước trạm Đăk Nông
13	LK90T	$y = 0,0017x_1 - 0,0115x_2 + 0,0527x_3 + 0,059x_4 - 37,3131$	0,82	Chặt	x1: lượng mưa trạm Đăk Nông x2: lượng bốc hơi trạm Đăk Nông x3: nhiệt độ trạm Đăk Mil x4: mực nước trạm Đăk Nông
14	LK91T	$y = 0,002x_1 - 0,0035x_2 + 0,0504x_3 + 0,1642x_4 - 99,8855$	0,77	Chặt	x1: lượng mưa trạm Đăk Nông x2: lượng bốc hơi trạm Đăk Nông

TT	Công trình	Phương trình tương quan	Hệ số tương quan	Đánh giá	Ghi chú
					x3: nhiệt độ trạm Đăk Mil x4: mực nước trạm Đăk Nông
15	LK92T	$y = 0,0023x_1 - 0,007x_2 + 0,0562x_3 + 0,1662x_4 - 101,121$	0,82	Chặt	x1: lượng mưa trạm Đăk Nông x2: lượng bốc hơi trạm Đăk Nông x3: nhiệt độ trạm Đăk Mil x4: mực nước trạm Đăk Nông
16	LK93Tm 1	$y = 0,0042x_1 - 0,0203x_2 + 0,0245x_3 + 0,2117x_4 - 143,3322$	0,79	Chặt	x1: lượng mưa trạm Đăk Nông x2: lượng bốc hơi trạm Đăk Nông x3: nhiệt độ trạm Đăk Mil x4: mực nước trạm Đăk Nông

#### IV.2.4.4. Đánh giá sai số

Để đánh giá sai số của phương trình dự báo dựa trên cơ sở bộ trọng số cho các nhân tố ảnh hưởng đã được xác định ở phương trình đa biến và mô hình trí tuệ nhân tạo ANN. Chúng tôi tiến hành dự báo mực nước dưới đất từ năm 2009 đến 2018 bằng mô hình trí tuệ nhân tạo ANN trên cơ sở các nhân tố ảnh hưởng đã nói trên và đánh giá sai số giữa mực nước thực đo với mực nước dự báo.

Kết quả dự báo được đánh giá với sai số cho phép (Scf) được xác định bằng 67% của độ lệch chuẩn của chuỗi số liệu thực đo như đã nói ở trên. Chi tiết kết quả đánh giá sai số được thể hiện ở Bảng 93. Kết quả cho thấy chuỗi số liệu dự báo phần lớn đều nhỏ hơn Scf đạt từ tốt đến rất tốt.

*Bảng 93. Đánh giá chất lượng dự báo tại các công trình trong bồn Đăk Nông*

STT	Công trình	Scf	% PTD	Đánh giá
1	LK40T	0,89	88,3	Rất tốt
2	LK43T	0,68	89,2	Rất tốt
3	LK41T	3,67	90,8	Rất tốt



<b>STT</b>	<b>Công trình</b>	<b>Scf</b>	<b>% PTĐ</b>	<b>Đánh giá</b>
4	LK44T	0,82	78,3	Tốt
5	LK45T	0,51	95,0	Rất tốt
6	LK82T	0,68	76,7	Tốt
7	LK83T	0,44	92,5	Rất tốt
8	LK84T	0,77	75,0	Tốt
9	LK86T	1,33	86,7	Rất tốt
10	LK87T	0,77	86,7	Rất tốt
11	LK88T	0,76	85,0	Rất tốt
12	LK89T	0,49	86,7	Rất tốt
13	LK90T	0,45	92,5	Rất tốt
14	LK91T	0,41	87,5	Rất tốt
15	LK92T	0,50	93,3	Rất tốt
16	LK93Tm1	0,93	83,3	Rất tốt

#### *IV.2.4.5. Ứng dụng dự báo và trình bày kết quả dự báo bằng ANN*

Đánh giá dự báo suy giảm mực nước dưới đất do BĐKH bồn Đăk Nông.

Kết quả dự báo suy giảm mực NDD do BĐKH tại bồn Đăk Nông được trình bày trong bảng sau (Bảng 94 - Bảng 95):

*Bảng 94. Mức biến đổi lượng mưa các mùa trong năm (%) tại bồn Đăk Nông so với thời kỳ cơ sở*

<b>Tỉnh</b>	<b>Mùa</b>	<b>Mức thay đổi lượng mưa đến 2017-2030(%)</b>		
		<b>Trung bình</b>	<b>Nhỏ nhất</b>	<b>Lớn nhất</b>
Đăk Nông	Đông	25	-14,8	58,2
	Xuân	-5,3	-11,8	1,3
	Hè	7,2	2,2	12,5
	Thu	5,2	-2,7	13,5

*Bảng 95. Lượng mưa tháng trung bình tại các trạm quan trắc 1980-2017*

<b>TT</b>	<b>Trạm</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>	<b>T9</b>	<b>T10</b>	<b>T11</b>	<b>T12</b>
1	Đăk Mil	3,5	6,6	36,6	149,6	249,2	224,9	230,4	251,7	277,8	230,3	89,4	21,2

2	Đắk Nông	16,7	36,3	99,4	172,0	273,4	323,2	389,2	437,5	411,7	277,6	94,4	30,6
---	----------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------

Dựa vào số liệu dự báo mưa của các trạm khí tượng đến năm 2030 của dự án 2S, chúng tôi đưa vào mô hình thủy lực Mike 11 để dự báo mực nước cho các trạm thủy văn Bản Đôn, Đắk Nông đến giai đoạn 2017 - 2030 như sau:

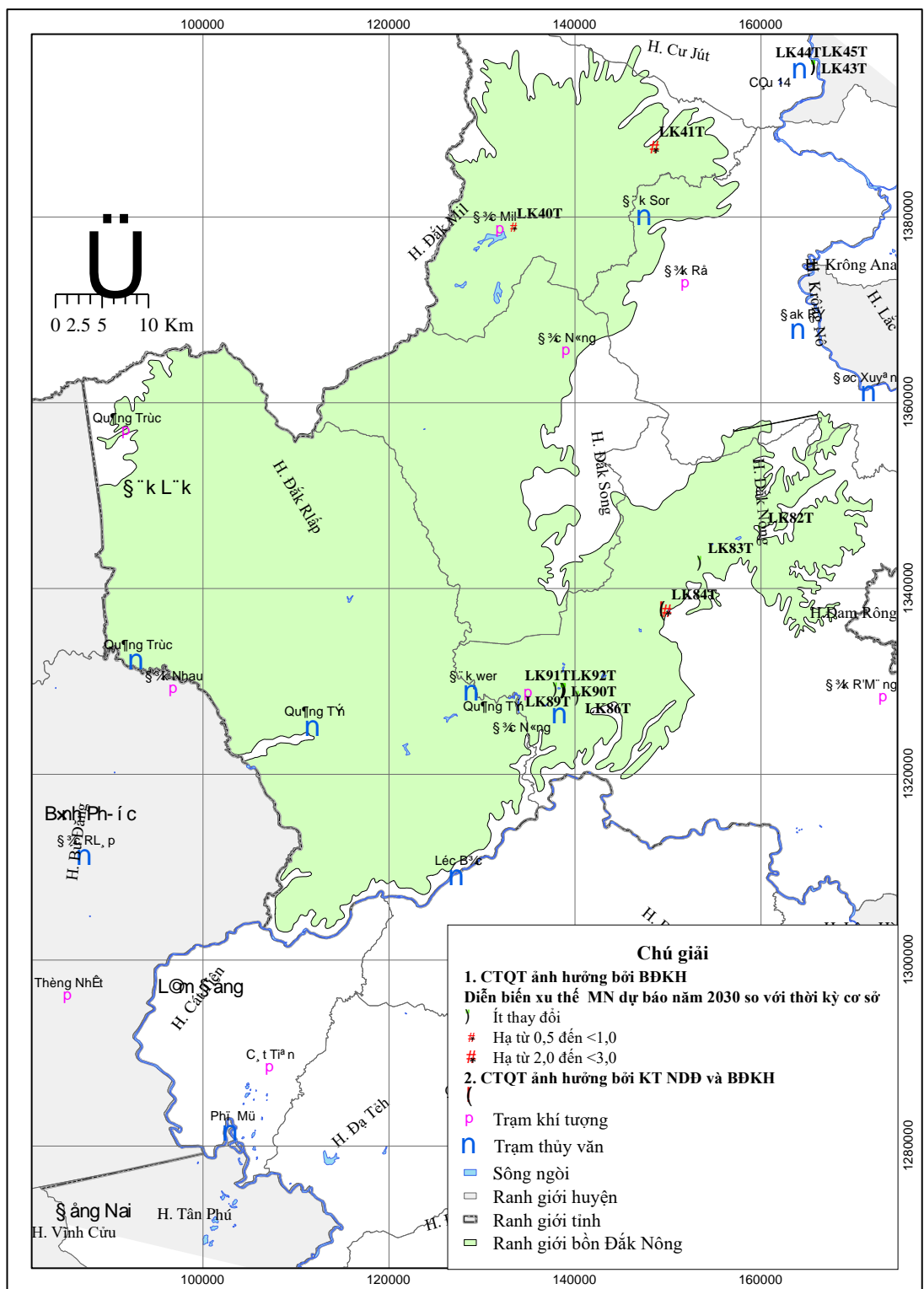
*Bảng 96. Mực nước dự báo giai đoạn 2017 – 2030 tại các trạm thủy văn (m) bồn Đắk Nông*

TT	Trạm	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
1	Bản Đôn	168,6	168,3	168,3	168,2	168,3	168,8	169,0	169,9	170,5	170,9	170,2	169,7
2	Đắk Nông	587,4	587,4	587,4	587,5	587,7	588,0	588,3	588,6	588,6	588,3	587,7	587,5

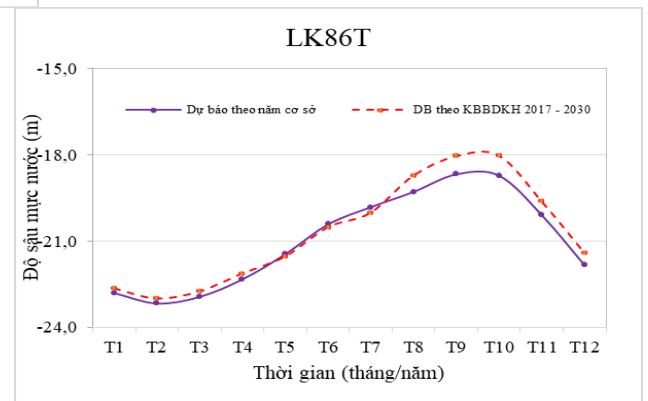
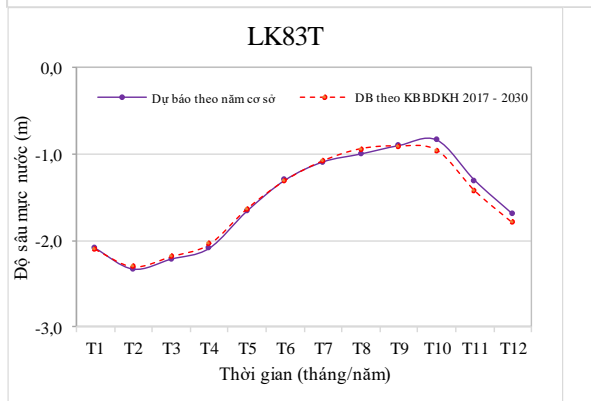
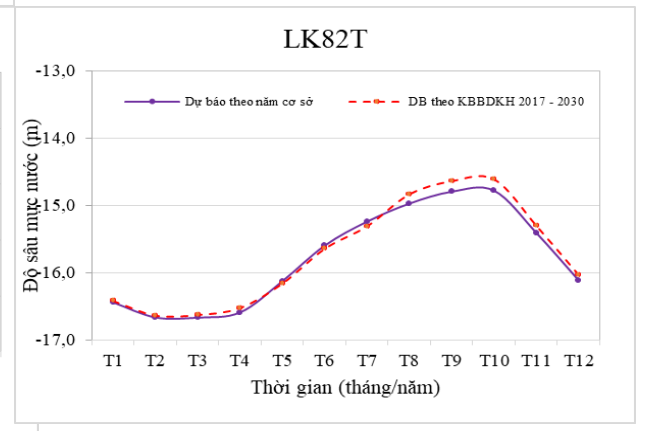
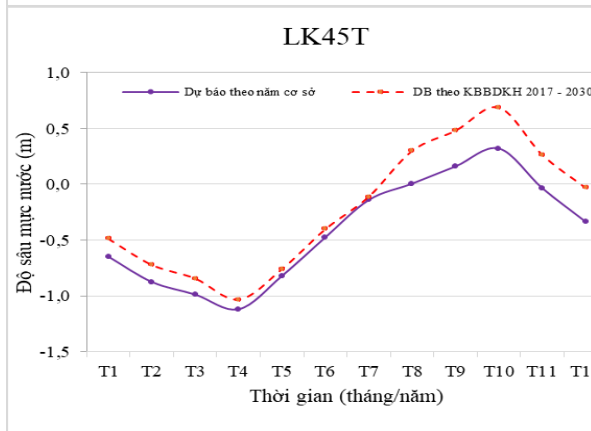
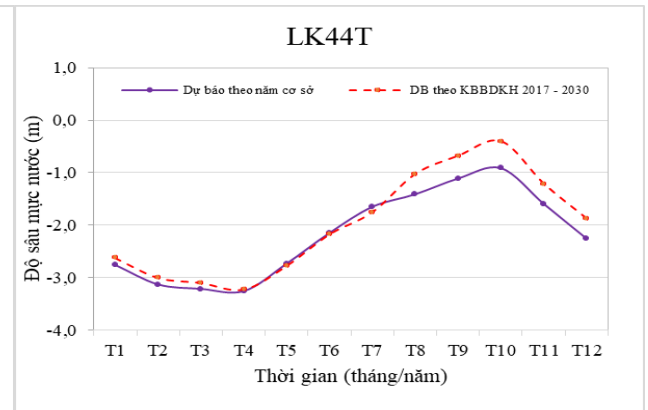
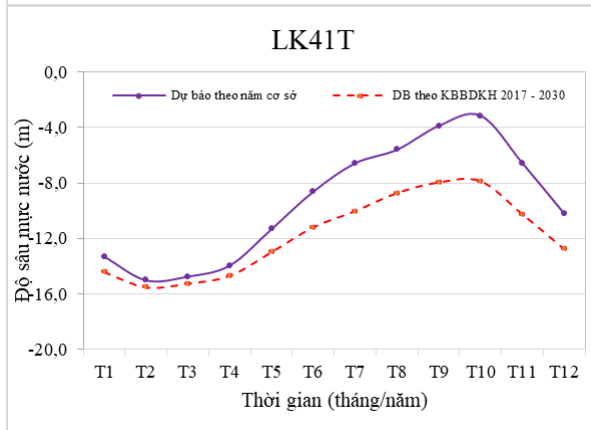
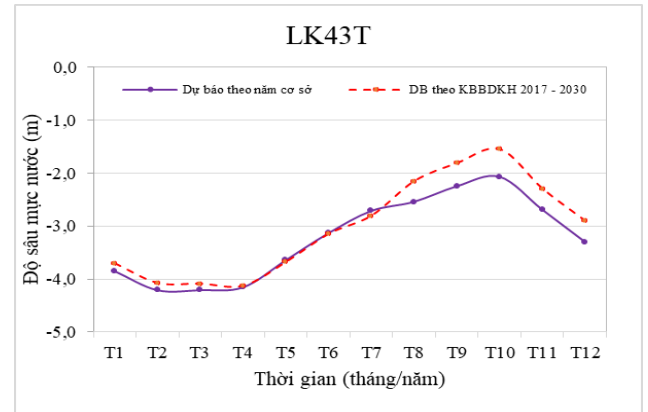
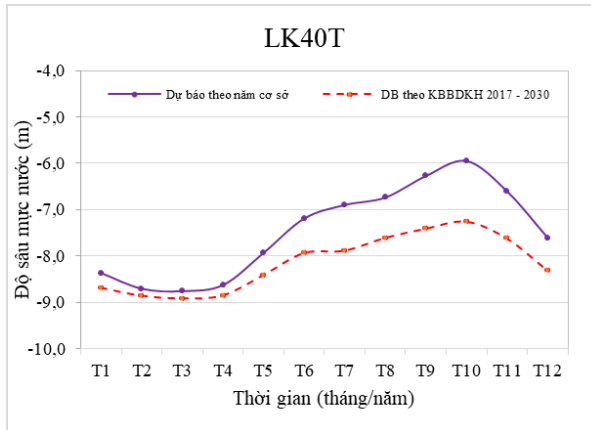
Kết quả dự báo dao động mực nước tại bồn Đắk Nông giai đoạn 2017-2030 cho thấy mực nước dưới đất theo kịch bản BĐKH và theo năm cơ sở thay đổi rất ít, như vậy có thể thấy ảnh hưởng của BĐKH đến NDD bồn Đắk Nông là không đáng kể, chi tiết xem tại Hình 120:

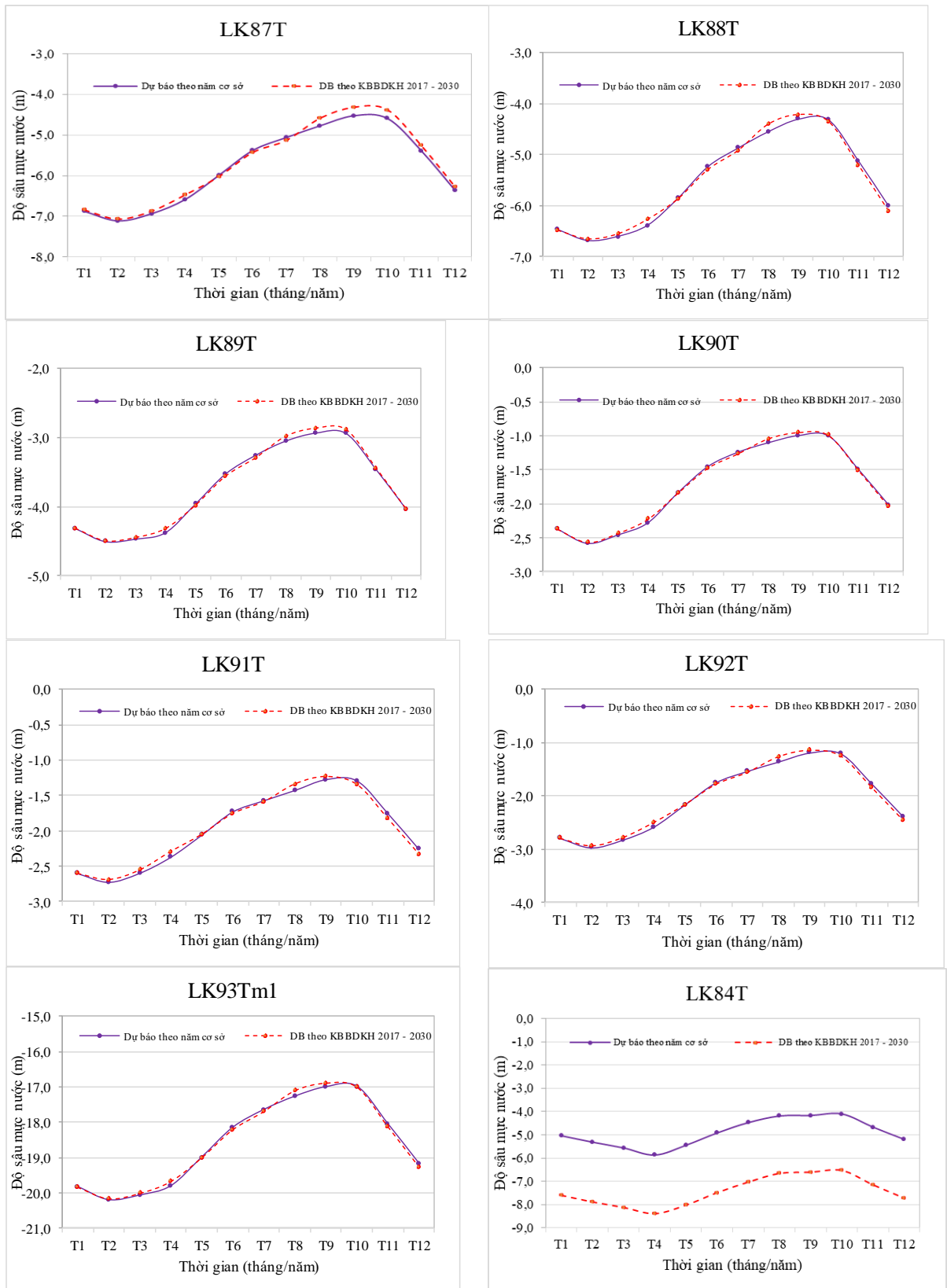
Mực nước có xu thế ít thay đổi phân bố chủ yếu ở phía nam của bồn gồm các xã xã Quảng Sơn, huyện Đắk Glong (LK82T); xã Quảng Sơn, huyện Đắk Glong (LK83T); P.Nghĩa Trung, TX.Gia Nghĩa (LK86T, LK87T, LK88T, LK89T); P.Nghĩa Tân, TX.Gia Nghĩa (LK90T, LK91T, LK92T); P.Nghĩa Phú, TX.Gia Nghĩa (LK93Tm1).

Mực nước có xu thế hạ thấp từ 0,5 – 1,0m, phân bố tại các khu vực xã Đắk Lao, huyện Đắk Mil (LK40T); và từ 2 – 3m phân bố ở xã Đắk Gàn, huyện Đắk Mil (LK41T).



*Hình 119. Sơ đồ diễn biến mực nước dự báo năm 2030 so với thời kỳ cơ sở tại bồn Đắk Nông*

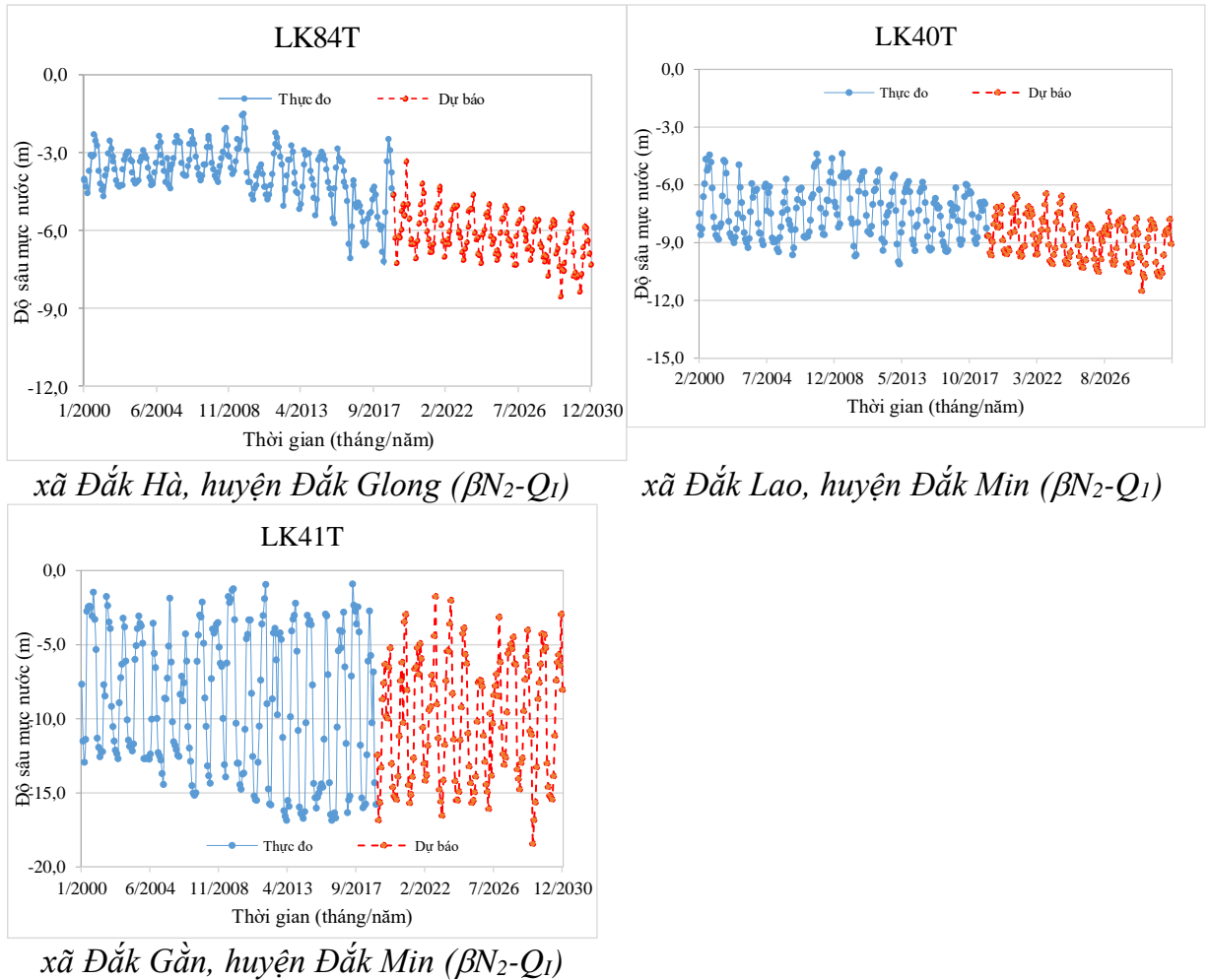




*Hình 120. Dự báo nước dưới đất theo năm cơ sở và theo KBBDKH tại bôn Đắc Nông*

*Dự báo suy giảm mực nước dưới đất do khai thác NĐĐ và BĐKH tại bồn Đăk Nông.*

Kết quả dự báo giai đoạn 2017 – 2030 mực nước dưới đất có xu thế hạ trung bình từ 2,0 – 3,0m tại công trình LK84T (xã Đăk Hà, huyện Đăk Glong) chi tiết xem tại Hình 121:

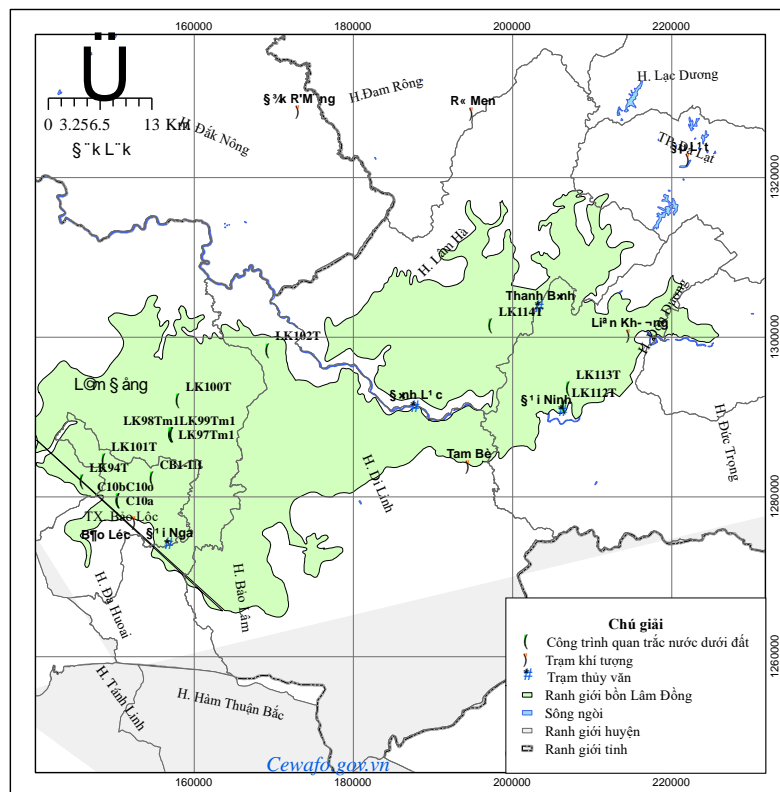


*Hình 121. Dự báo nước dưới đất tại các công trình có xu thế hạ thấp theo thời gian tại bồn Đăk Nông*

#### **IV.2.5. Ứng dụng dự báo mực nước cho bồn Lâm Đồng**

##### **IV.2.5.1. Các số liệu về khí tượng**

Để dự báo mực nước tại Lâm Đồng các yếu tố khí tượng thu thập chủ yếu 2 trạm Đà Lạt, Đăk Nông từ năm 2009 đến 2018 (Hình 122).



*Hình 122. Sơ đồ trạm KTTV và công trình quan trắc nước dưới đất tại Lâm Đồng*

Các dữ liệu tổng hợp trung bình tháng nhiều năm của các trạm KTTV được thể hiện ở Bảng 97 đến Bảng 99 và biểu đồ tổng hợp được tổng hợp ở Hình 123 và Hình 124.

*Bảng 97. Tổng hợp dữ liệu mưa từ năm 2009 – 2018*

Đơn vị: mm

Trạm	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Đà Lạt	16,4	36,4	70,8	218,5	256,2	224,6	259,7	208,9	340,1	266,7	134,3	52,7
Đăk Nong	19,5	19,5	102,7	175,1	270,4	293,9	370,1	333,9	406,8	225,0	83,0	20,7

*Bảng 98. Tổng hợp dữ liệu bốc hơi từ năm 2009 – 2018*

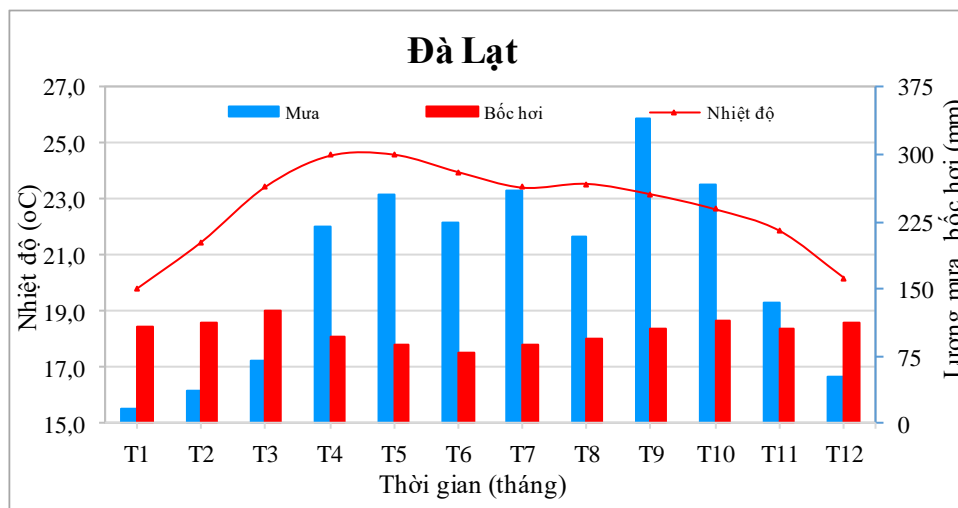
Đơn vị: mm

Trạm	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Đà Lạt	108,5	113,6	125,5	97,5	87,1	78,7	89,0	94,0	105,3	115,4	106,6	112,3
Đăk Nong	86,3	86,0	89,3	67,8	51,5	39,2	35,2	35,3	31,4	48,6	61,5	72,9

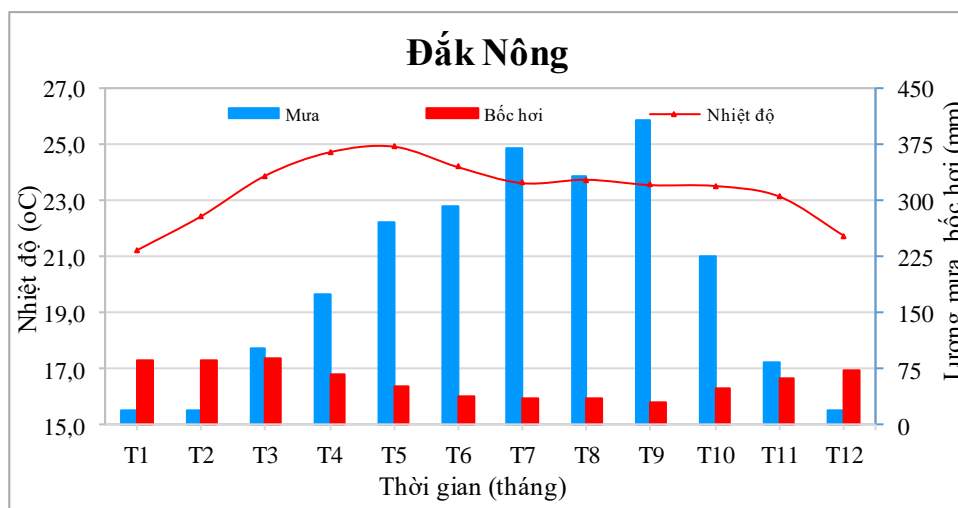
**Bảng 99. Tổng hợp dữ liệu nhiệt độ từ năm 2009 – 2018**

Đơn vị: °C

Trạm	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Đà Lạt	19,8	21,5	23,4	24,6	24,6	24,0	23,4	23,6	23,2	22,6	21,9	20,2
Đắk Nông	21,2	22,4	23,9	24,7	24,9	24,2	23,6	23,8	23,6	23,5	23,2	21,8



**Hình 123. Biểu đồ tổng hợp lượng mưa, bốc hơi, nhiệt độ trạm khí tượng Đà Lạt giai đoạn 2009 - 2018**

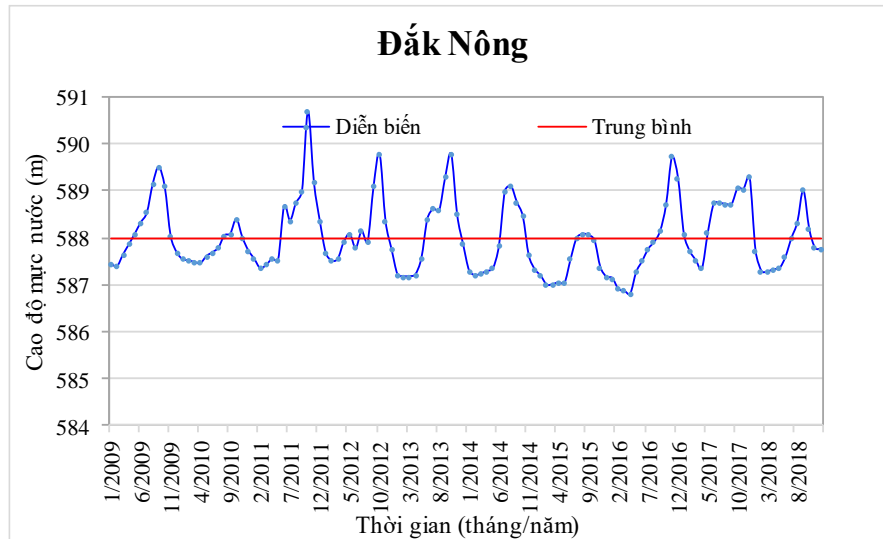


**Hình 124. Biểu đồ tổng hợp lượng mưa, bốc hơi, nhiệt độ trạm khí tượng Đắk Nông giai đoạn 2009 - 2018**

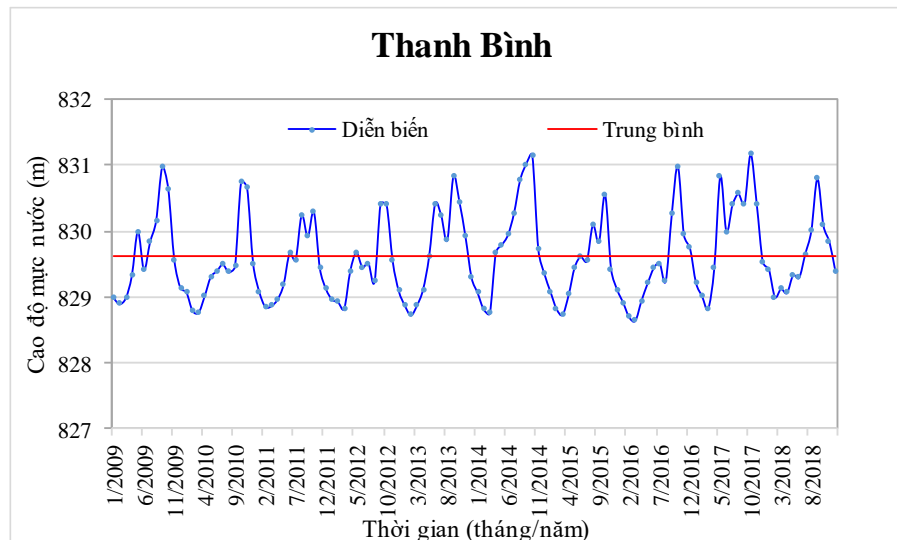
#### IV.2.5.2. Các số liệu về thủy văn

Đối với số liệu nước mặt trên các sông thu thập chủ yếu tại 2 trạm thủy văn Đắk Nông, Thanh Bình từ năm 2009 đến 2018. Diễn biến mực nước mặt tại các sông được thể hiện ở Hình 125 đến Hình 126.





*Hình 125. Diễn biến mực nước trạm Đắk Nông giai đoạn 2009 - 2018*



*Hình 126. Diễn biến mực nước trạm Thanh Bình giai đoạn 2009 - 2018*

#### *IV.2.5.3. Xây dựng phương trình tương quan đơn biến và đa biến*

##### *Xây dựng phương trình tương quan đơn biến*

Phương trình tương quan đơn biến được xác định cho 15 công trình quan trắc ở bồn bazan khu vực Lâm Đồng theo 5 nhân tố ảnh hưởng: mưa, bốc hơi, nhiệt độ, thủy văn và xu thế hạ thấp do khai thác nước dưới đất. Có thể thấy trong các nhân tố ảnh hưởng thì yếu tố thủy văn ảnh hưởng lớn nhất đến hầu hết các công trình khai thác nước dưới đất (có hệ số tương quan lớn nhất so với các nhân tố khác), sau đấy là đến các yếu tố như khí tượng như mưa, bốc hơi và nhiệt độ. Xu thế dâng do lượng khai thác nước ngầm giảm thấy được ở công trình C10b, C10o, LK102T, LK94T. Một số công trình khác cũng chịu ảnh

hưởng của khai thác nhưng ở mức độ yếu hơn như C10a mực nước có xu thế hạ thấp dần theo thời gian.

### ***Xây dựng phương trình tương quan đa biến***

Kết quả xây dựng phương trình tương quan dự báo đa biến giữa mực nước dưới đất và các nhân tố ảnh hưởng tại các công trình quan trắc thuộc bồn Lâm Đồng được tổng hợp ở Bảng 100:

*Bảng 100. Tổng hợp phương trình dự báo tương quan đa biến bồn Lâm Đồng*

STT	Công trình	Phương trình tương quan	Hệ số tương quan	Đánh giá	Ghi chú
1	LK112T	$y = 0,0019x_1 - 0,0107x_2 - 0,1249x_3 + 0,6226x_4 - 518,2656$	0,79	Chặt	x1: lượng mưa trạm Đà Lạt
					x2: lượng bốc hơi trạm Đắk Nông
					x3: nhiệt độ trạm Đà Lạt
					x4: mực nước thủy văn trạm Thanh Bình
2	LK113T	$y = 0,0041x_1 - 0,0381x_2 - 0,2007x_3 + 1,1757x_4 - 972,7492$	0,75	Chặt	x1: lượng mưa trạm Đà Lạt
					x2: lượng bốc hơi trạm Đắk Nông
					x3: nhiệt độ trạm Đà Lạt
					x4: mực nước thủy văn trạm Thanh Bình
3	C10a	$y = 0,0031x_1 - 0,0124x_2 + 0,2323x_3 + 0,8024x_4 - 0,0377x_5 - 680,2669$	0,63	Tương đối chặt	x1: lượng mưa trạm Đắk Nông
					x2: lượng bốc hơi trạm Đắk Nông
					x3: nhiệt độ trạm Đà Lạt
					x4: mực nước thủy văn trạm Thanh Bình
					x5: xu hướng
4	C10b	$y = - 0,0017x_1 - 0,0211x_2 - 0,0769x_3 + 0,4495x_4 - 425,4544$	0,04	Yếu	x1: lượng mưa trạm Đắk Nông
					x2: lượng bốc hơi trạm Đắk Nông
					x3: nhiệt độ trạm Đà Lạt
					x4: mực nước thủy văn trạm Thanh Bình
					x5: thủy văn trạm Thanh Bình

STT	Công trình	Phương trình tương quan	Hệ số tương quan	Đánh giá	Ghi chú
5	C10o	$y = -0,0002x_1 + 0,0009x_2 - 0,0304x_3 + 0,0855x_4 + 0,0144x_5 - 197,3736$	0,85	Chặt	x1: lượng mưa trạm Đà Lạt
					x2: lượng bốc hơi trạm Đăk Nông
					x3: nhiệt độ trạm Đà Lạt
					x4: mực nước thủy văn trạm Thanh Bình
					x5: xu hướng
6	CB1-III	$y = 0,0009x_1 - 0,0103x_2 + 0,0245x_3 + 0,2654x_4 - 225,4104$	0,67	Tương đối chặt	x1: lượng mưa trạm Đăk Nông
					x2: lượng bốc hơi trạm Đăk Nông
					x3: nhiệt độ trạm Đà Lạt
					x4: mực nước thủy văn trạm Thanh Bình
7	LK100T	$y = 0,0014x_1 - 0,0041x_2 + 0,0142x_3 + 0,1711x_4 - 144,8361$	0,67	Tương đối chặt	x1: lượng mưa trạm Đăk Nông
					x2: lượng bốc hơi trạm Đăk Nông
					x3: nhiệt độ trạm Đà Lạt
					x4: mực nước thủy văn trạm Thanh Bình
8	LK101T	$y = 0,0037x_1 - 0,0177x_2 - 0,1138x_3 + 0,4599x_4 - 392,0168$	0,5	Trung bình	x1: lượng mưa trạm Đăk Nông
					x2: lượng bốc hơi trạm Đăk Nông
					x3: nhiệt độ trạm Đà Lạt
					x4: mực nước thủy văn trạm Thanh Bình
9	LK102T	$y = 0,0055x_1 - 0,0065x_2 - 0,0779x_3 + 0,656x_4 + 0,0257x_5 - 562,935$	0,62	Tương đối chặt	x1: lượng mưa trạm Đăk Nông
					x2: lượng bốc hơi trạm Đăk Nông
					x3: nhiệt độ trạm Đà Lạt
					x4: mực nước thủy văn trạm Thanh Bình
					x5: xu hướng
10	LK114T	$y = 0,0026x_1 - 0,0392x_2 - 0,0032x_3 + 1,2675x_4 - 1053,7817$	0,76	Chặt	x1: lượng mưa trạm Đà Lạt
					x2: lượng bốc hơi trạm Đăk Nông
					x3: nhiệt độ trạm Đà Lạt

STT	Công trình	Phương trình tương quan	Hệ số tương quan	Đánh giá	Ghi chú
					x4: mực nước thủy văn trạm Thanh Bình
11	LK94T	$y = 0,0004x_1 - 0,0057x_2 - 0,0088x_3 + 0,0557x_4 + 0,003x_5 - 47,7893$	0,79	Chặt	x1: lượng mưa trạm Đăk Nông
					x2: lượng bốc hơi trạm Đăk Nông
					x3: nhiệt độ trạm Đà Lạt
					x4: mực nước thủy văn trạm Thanh Bình
					x5: xu hướng
12	LK95Tm1	$y = 0,0005x_1 - 0,0078x_2 - 0,0206x_3 + 0,1263x_4 - 110,1615$	0,8	Chặt	x1: lượng mưa trạm Đăk Nông
					x2: lượng bốc hơi trạm Đăk Nông
					x3: nhiệt độ trạm Đà Lạt
					x4: mực nước thủy văn trạm Thanh Bình
13	LK96Tm1	$y = 0,0005x_1 - 0,0064x_2 - 0,0176x_3 + 0,1672x_4 - 140,7414$	0,67	Tương đối chặt	x1: lượng mưa trạm Đăk Nông
					x2: lượng bốc hơi trạm Đăk Nông
					x3: nhiệt độ trạm Đà Lạt
					x4: mực nước thủy văn trạm Thanh Bình
14	LK97Tm1	$y = 0,0008x_1 - 0,0052x_2 + 0,0086x_3 + 0,112x_4 - 95,309$	0,77	Chặt	x1: lượng mưa trạm Đăk Nông
					x2: lượng bốc hơi trạm Đăk Nông
					x3: nhiệt độ trạm Đà Lạt
					x4: mực nước thủy văn trạm Thanh Bình
15	LK98Tm1	$y = 0,0008x_1 - 0,006x_2 - 0,0196x_3 + 0,1356x_4 - 114,5444$	0,8	Chặt	x1: lượng mưa trạm Đăk Nông
					x2: lượng bốc hơi trạm Đăk Nông
					x3: nhiệt độ trạm Đà Lạt
					x4: mực nước thủy văn trạm Thanh Bình
16	LK99Tm1	$y = 0,0006x_1 - 0,0094x_2 - 0,023x_3 + 0,167x_4 - 141,1231$	0,73	Chặt	x1: lượng mưa trạm Đăk Nông
					x2: lượng bốc hơi trạm Đăk Nông

STT	Công trình	Phương trình tương quan	Hệ số tương quan	Đánh giá	Ghi chú
					x3: nhiệt độ trạm Đà Lạt x4: mực nước thủy văn trạm Thanh Bình

#### IV.2.5.4. Đánh giá sai số

Kết quả dự báo được đánh giá với sai số cho phép (Scf) được xác định bằng 67% của độ lệch chuẩn của chuỗi số liệu thực đo như đã nói ở trên. Chi tiết kết quả đánh giá sai số được thể hiện ở Bảng 101. Kết quả cho thấy chuỗi số liệu dự báo cho bồn Lâm Đồng phần lớn đều nhỏ hơn Scf đạt từ tốt đến rất tốt.

*Bảng 101. Đánh giá chất lượng dự báo tại các công trình trong bồn Lâm Đồng*

STT	Công trình	Scf	% PTĐ	Đánh giá
1	LK112T	0,55	86,7	Rất tốt
2	LK113T	1,42	90,0	Rất tốt
3	C10a	1,54	86,7	Rất tốt
4	C10b	1,66	95,0	Rất tốt
5	C10o	0,37	98,3	Rất tốt
6	CB1-III	0,45	80,8	Rất tốt
7	LK100T	0,34	73,3	Tốt
8	LK101T	1,07	78,3	Tốt
9	LK102T	1,38	81,7	Rất tốt
10	LK114T	1,44	93,3	Rất tốt
11	LK94T	0,19	90,0	Rất tốt
12	LK95Tm1	0,22	90,8	Rất tốt
13	LK96Tm1	0,24	72,5	Tốt
14	LK97Tm1	0,23	84,2	Rất tốt
15	LK98Tm1	0,23	89,2	Rất tốt
16	LK99Tm1	0,29	82,5	Rất tốt

#### IV.2.5.5. Ứng dụng dự báo và trình bày kết quả dự báo bằng ANN

Đánh giá dự báo suy giảm mực nước dưới đất do BĐKH bồn Lâm Đồng.

Kết quả dự báo suy giảm mực NĐĐ do BĐKH tại bồn Lâm Đồng được trình bày trong bảng sau:

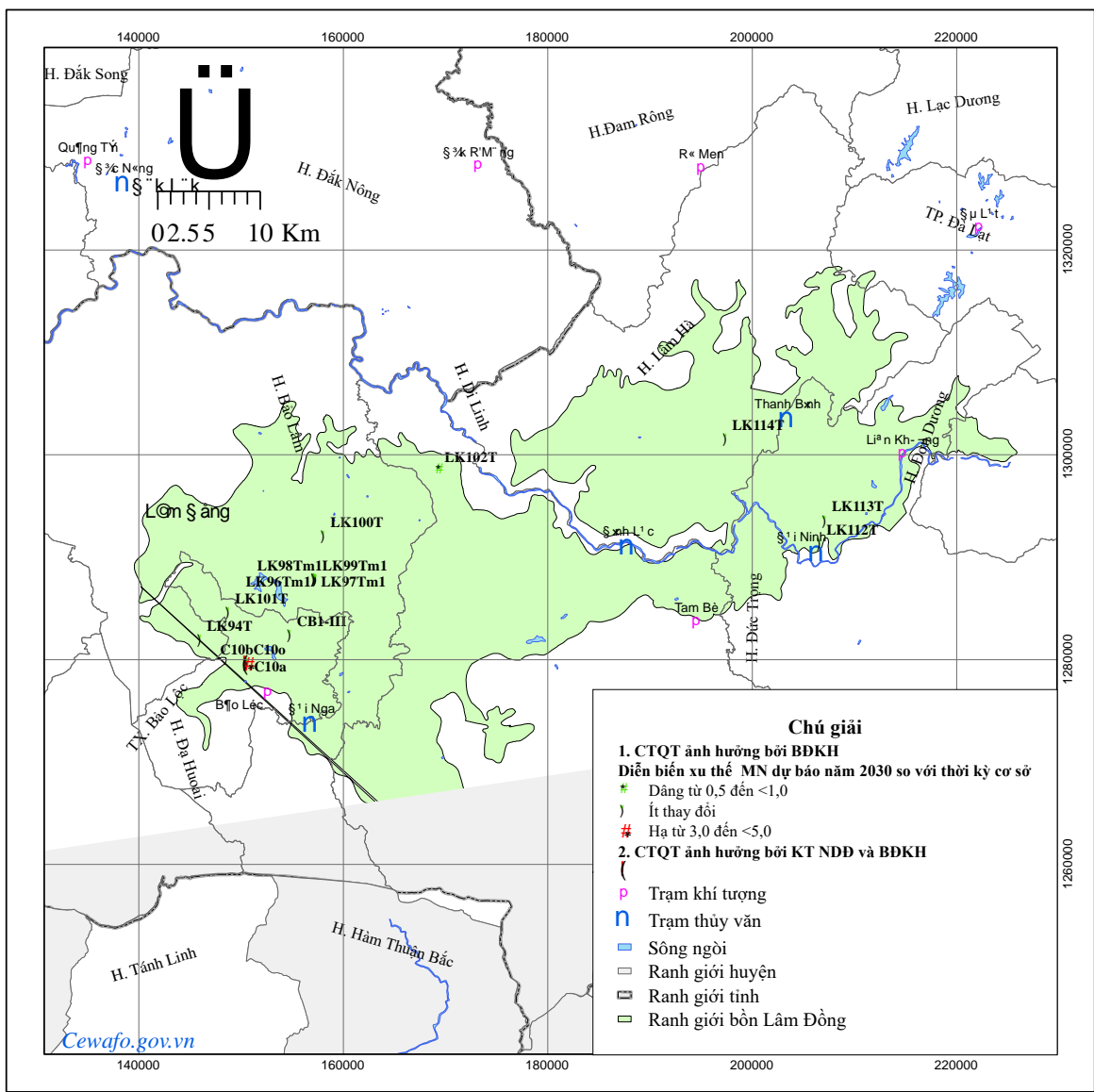
*Bảng 102. Mức biến đổi lượng mưa các mùa trong năm (%) so với thời kỳ cơ sở bồn Lâm Đồng*

Trạm	Mùa	Mức thay đổi lượng mưa đến 2017-2030(%)		
		Trung bình	Nhỏ nhất	Lớn nhất
Đắk Nông	Đông	25	-14,8	58,2
	Xuân	-5,3	-11,8	1,3
	Hè	7,2	2,2	12,5
	Thu	5,2	-2,7	13,5
Đà Lạt	Đông	19,9	-29,2	63,3
	Xuân	-8,7	-18,8	1,9
	Hè	7,2	2,2	12,5
	Thu	5,2	-2,7	13,5

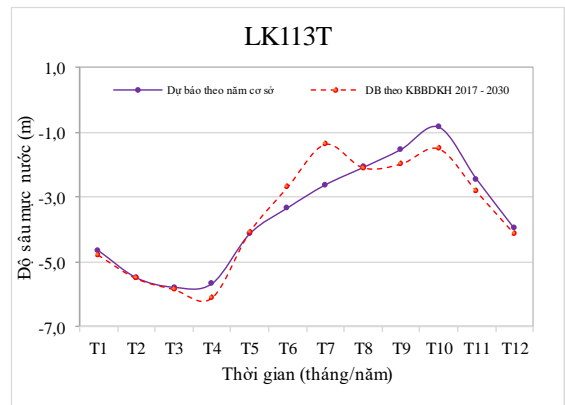
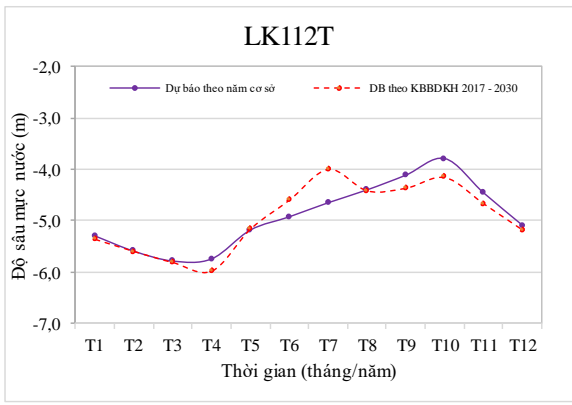
*Bảng 103. Lượng mưa tháng trung bình tại các trạm quan trắc 1980-2017 bồn Lâm Đồng*

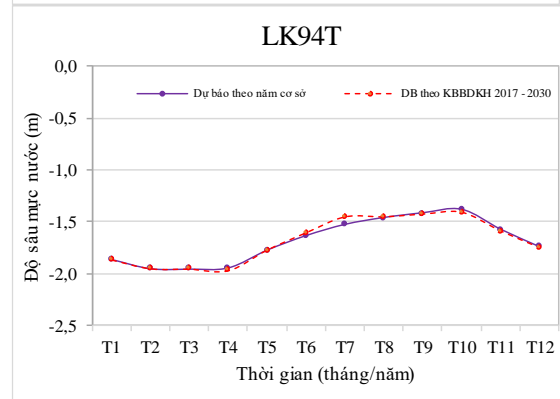
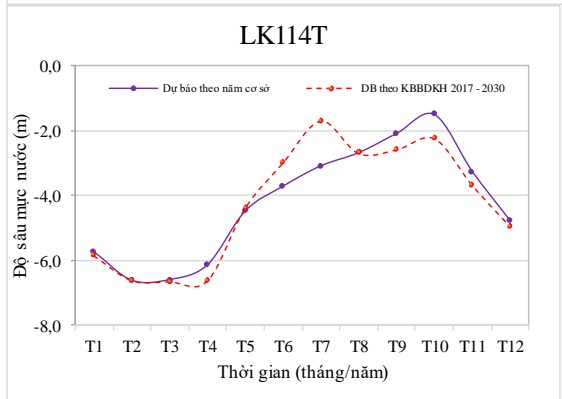
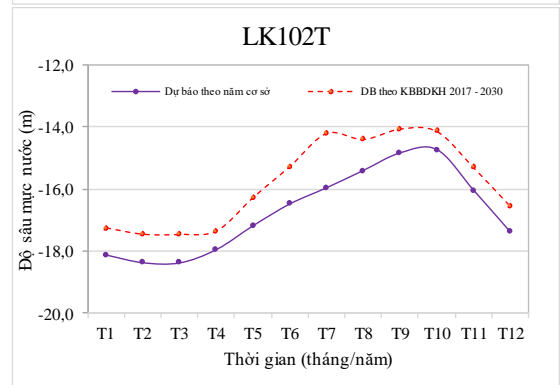
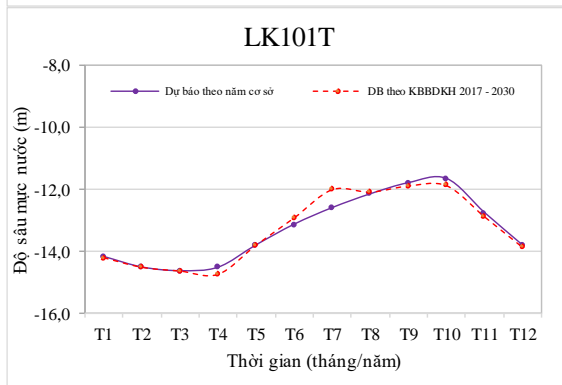
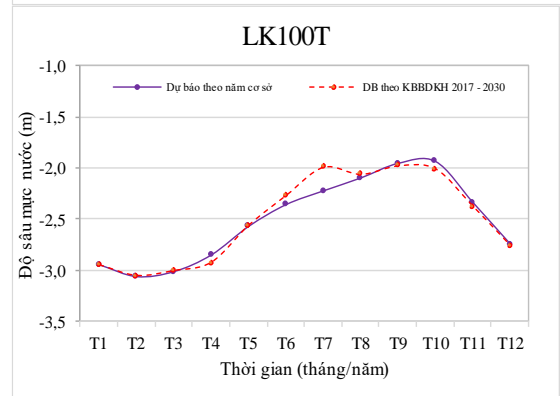
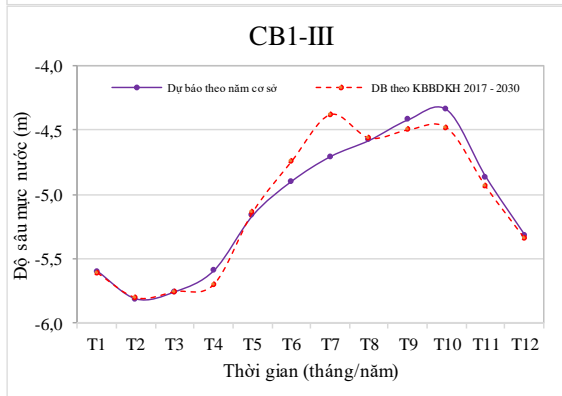
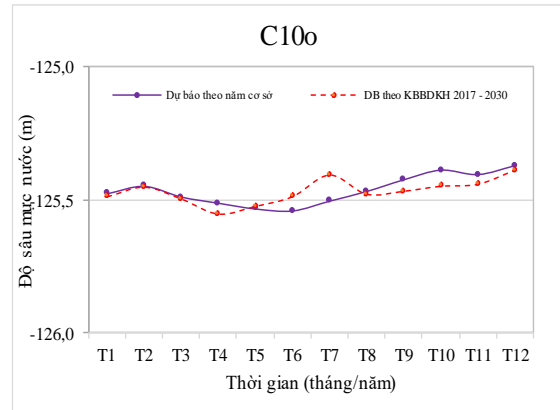
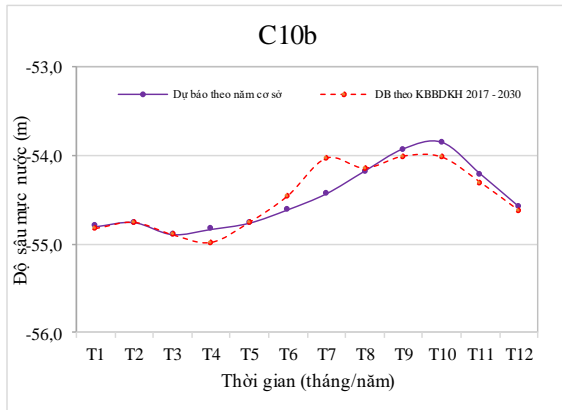
TT	Trạm	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
1	Đà Lạt	8,8	20,7	73,9	177,3	215,8	203,9	226,8	245,2	285,1	257,2	116,0	46,0
2	Đắk Nông	16,7	36,3	99,4	172,0	273,4	323,2	389,2	437,5	411,7	277,6	94,4	30,6

Kết quả dự báo dao động mực nước bồn Lâm Đồng giai đoạn 2017-2030 cho thấy mực nước dưới đất theo kịch bản BĐKH so với thời kỳ năm cơ sở bồn Lâm Đồng có xu thế ít thay đổi, chỉ có duy nhất 1 công trình dâng 0,9m tại xã Đinh Trang Thượng, huyện Di Linh (LK102T).

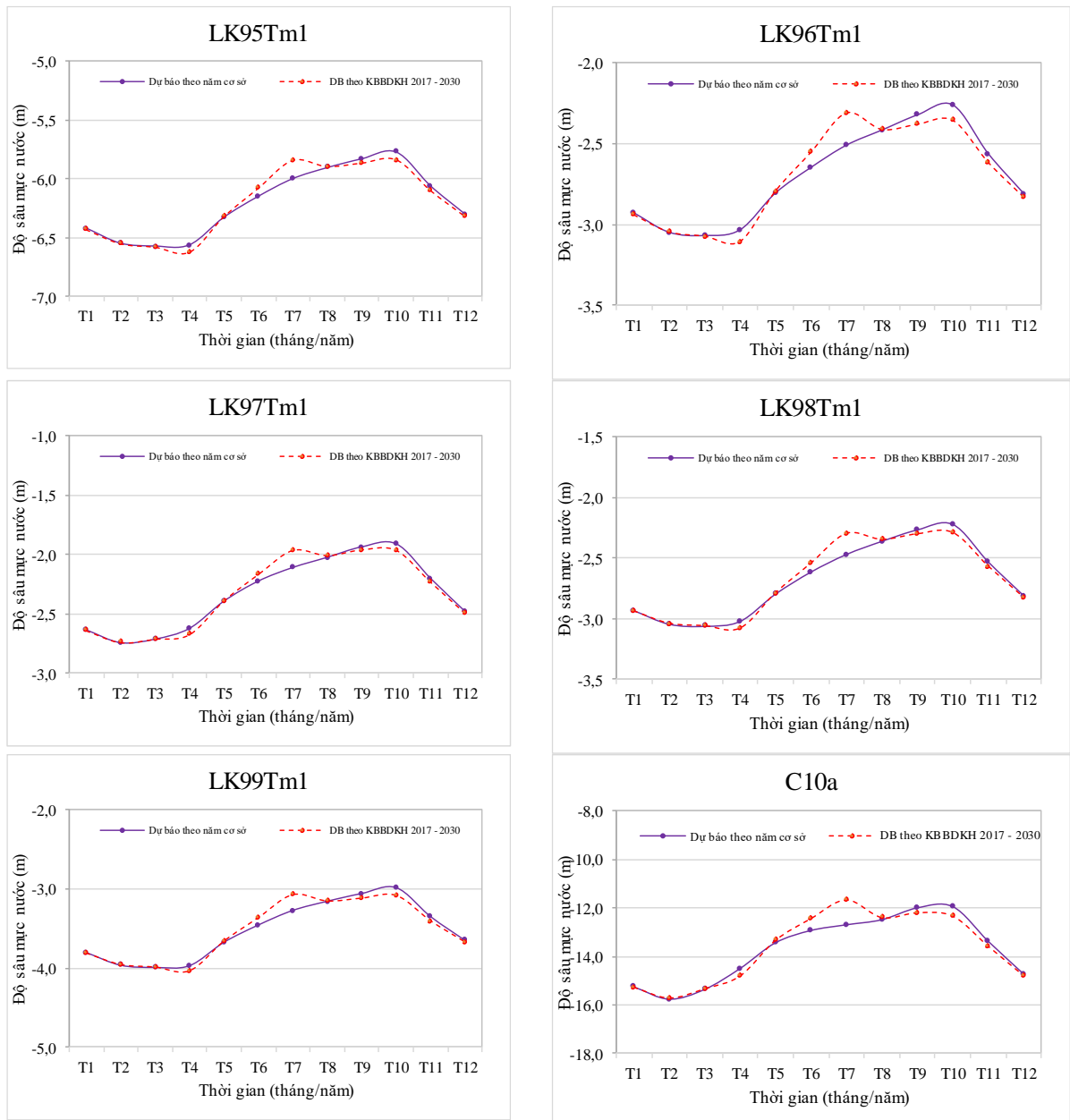


**Hình 127. Sơ đồ diễn biến mực nước dự báo năm 2030 so với thời kỳ cơ sở bồn Lâm Đồng**





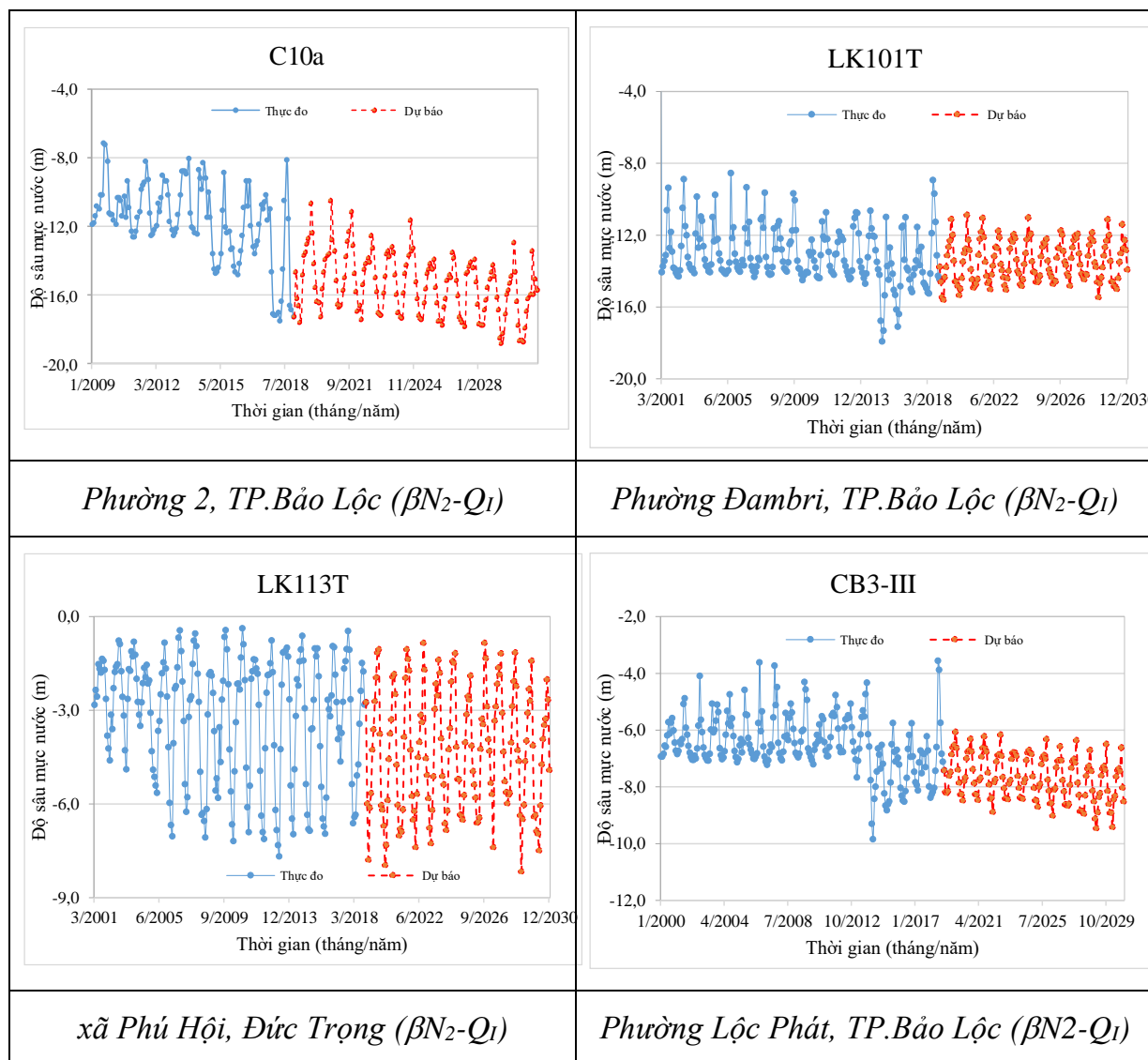




*Hình 128. Dự báo nước dưới đất theo năm cơ sở và theo KBBĐKH tại bốn Lâm Đồng*

#### *IV.2.5.6. Dự báo suy giảm mực nước dưới đất do khai thác NĐĐ và BĐKH bốn Lâm Đồng.*

Kết quả dự báo suy giảm mực NĐĐ giai đoạn 2017 – 2030 cho thấy mực nước dưới đất ở khu vực phường 2, TP. Bảo Lộc (C10a) đến năm 2030 có xu thế hạ thấp từ 2,5 – 3,5m so với năm 2017, được thể hiện như sau:



*Hình 129. Dự báo nước dưới đất tại các công trình có xu thế hạ thấp theo thời gian tại Bồn Lâm Đồng*

#### **Tóm tắt Chương IV**

Sử dụng phương pháp thống kê dự báo mực nước dưới đất tới năm 2030 với sự hỗ trợ phân tích của trí tuệ nhân tạo (ANN) cho 04 bồn bazan Gia Lai, Buôn Ma Thuột, Đắk Nông và Lâm Đồng cho thấy:

##### **- Bồn bazan Gia Lai:**

Một số khu vực do ảnh hưởng của BĐKH mưa nhiều, nước mặt dâng dẫn đến mực NĐĐ có xu thế dâng từ 0,5 – 1,5m tập trung ở khu vực các xã Ia Đơk, TT. Chư Ty, huyện Đức Cơ; phường Yên Thế, xã Chư Á, xã Biển Hồ, xã Chư Hrông, Tp. Pleiku; TT. Đắk Đoa, huyện Đắk Đoa; TT. Phú Hòa, xã Ia Ka, xã Ia Mơ Nông, huyện Chư Pah; xã Ia Krêl, xã Ia Dăng, huyện Chư Prông; xã Hồ Nước, TT. Chư Sê, xã Nhơn Hòa, huyện Chư Sê.

Khu vực các xã Ia Dom, huyện Đức Cơ; P. Hội Phú, P. Hoa Lư, Tp. Pleiku; xã Nghĩa Hòa, huyện Chư Pah; xã Ia Krai, huyện Ia Grai; xã Bàu Cạn, xã Ia Dăng, huyện Chư Prông do ít chịu ảnh hưởng của biến đổi khí hậu mực nước có xu hướng ít thay đổi.

Khu vực xã Ialy, huyện Chư Pah chịu ảnh hưởng của hoạt động khai thác nước dưới đất, đến năm 2030 mực nước có xu thế hạ thấp từ 1,0 – 2,0m.

**- Bồn bazan Đăk Lăk:**

Một số khu vực do ảnh hưởng của BĐKH, mực nước có xu hướng ít thay đổi phân bố phần lớn diện tích bồn bazan ở Đăk Lăk, chỉ một số khu vực mực nước có xu hướng dâng do lượng mưa lớn cụ thể như sau: xu thế dâng từ 0,5 – 1m, phân bố chủ yếu ở khu vực xã Cuôr Đăng, huyện Cư M'gar (CB1-II) và dâng trên 3,5m đến dưới 5m ở khu vực xã Eatu, TP.Buôn Ma Thuột (C15).

**- Bồn bazan Đăk Nông:**

Mực nước có xu thế ít thay đổi phân bố chủ yếu ở phía nam của bồn gồm các xã xã Quảng Sơn, huyện Đăk Glong (LK82T); xã Quảng Sơn, huyện Đăk Glong (LK83T); P.Nghĩa Trung, TX.Gia Nghĩa (LK86T, LK87T, LK88T, LK89T); P.Nghĩa Tân, TX.Gia Nghĩa (LK90T, LK91T, LK92T); P.Nghĩa Phú, TX.Gia Nghĩa (LK93Tm1).

Mực nước có xu thế hạ thấp từ 0,5 – 1,0m, phân bố tại các khu vực xã Đăk Lao, huyện Đăk Mil (LK40T); và từ 2 – 3m phân bố ở xã Đăk Gằn, huyện Đăk Mil (LK41T).

**- Bồn bazan Lâm Đồng:**

Dự báo đến năm 2030 khu vực phường 2, TP. Bảo Lộc chịu ảnh hưởng của hoạt động khai thác NĐĐ, mực nước có xu thế hạ thấp từ 2,5 – 3,5m. Các khu vực còn lại ít chịu ảnh của khai thác NĐĐ và BĐKH nên mực nước có xu thế ít thay đổi. Tuy nhiên, khu vực xã Đinh Trang Thượng, huyện Di Linh (LK102T) chịu ảnh hưởng của lượng mưa tăng và nước mặt dẫn đến mức nước dâng 0,9m. Dựa trên phương pháp đánh giá bằng chỉ số khai thác nước bền vững của UNESCO cho thấy đến năm 2030, khu vực TP. Buôn Ma Thuột, thị xã Buôn Hồ và khu vực Chư Sê có lượng nước khai thác vượt quá trữ lượng khai thác tiềm năng.

## **CHƯƠNG V - NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG MÔ HÌNH ĐÁNH GIÁ SUY GIẢM MỰC NDD TẠI KHU VỰC BUÔN MA THUẬT**

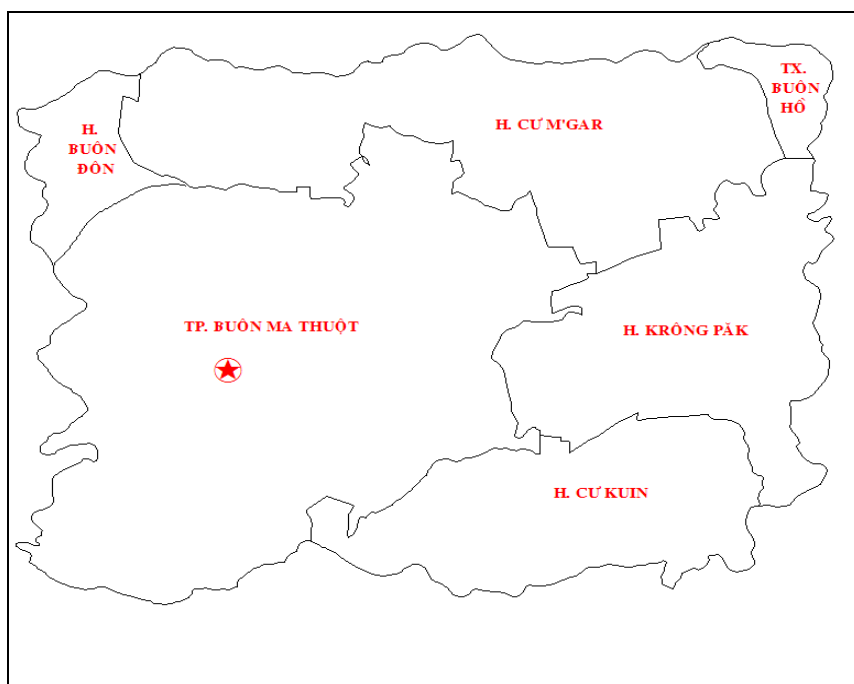
Khu vực Buôn Ma Thuật và vùng phụ cận có tốc độ đô thị hóa khá nhanh, kinh tế phát triển, dân số gia tăng kéo theo nhu cầu sử dụng nước ngày càng cao. Thêm vào đó, nguồn nước dưới đất chiếm vị trí quan trọng cho phát triển kinh tế - xã hội và lượng nước khai thác lớn. Vì vậy, Buôn Ma Thuật là khu vực được đề tài lựa chọn để triển khai xây dựng mô hình quan trắc, đánh giá chi tiết và dự báo mức độ suy giảm NDD trong tương lai.

### **V.1. Khái quát khu vực Buôn Ma Thuật**

#### **V.1.1. Đặc điểm địa lý tự nhiên, dân cư, kinh tế**

##### *V.1.1.1. Vị trí địa lý*

Buôn Ma Thuật nằm ở khu vực trung tâm của Tây Nguyên, độ cao 536m. Thành phố có địa giới hành chính phía Đông giáp huyện Krông Pắc, Đông Nam giáp huyện Cư Kuin, phía Tây giáp huyện Cư Jút, tỉnh Đắk Nông, phía Nam giáp huyện Krông Ana và phía Bắc giáp các huyện Cư M'gar và Buôn Đôn (Hình 130).



*Hình 130. Vị trí khu vực nghiên cứu Buôn Ma Thuật*

Diện tích của thành phố khoảng 377,18 km<sup>2</sup>, trong đó diện tích đô thị là 100 km<sup>2</sup>. Dân số toàn thành phố là 502.170 người, với người dân tộc thiểu số chiếm khoảng 15%. Hơn 80% dân số sống tại khu vực nội thành (tức khoảng 415.610 người).

#### *V.1.1.2. Đặc điểm địa hình, địa mạo*

Theo phương Đông Bắc - Tây Nam, từ phía thị xã Buôn Hồ về thành phố Buôn Ma Thuột chênh cao địa hình từ 632m ở Đông Bắc giảm xuống 377m ở Tây Nam, bề mặt địa hình nghiêng thoải với góc nghiêng  $< 5^\circ$ . Theo phương Tây Bắc - Đông Nam, độ cao 340m chuyển dần lên độ cao 570m ở khu vực trung tâm thành phố Buôn Ma Thuột và thấp dần ở khu vực tiếp giáp huyện Cư Kuin ở độ cao 420m. Theo phương Đông Tây, từ phía Đông qua trung tâm thành phố Buôn Ma Thuột, bề mặt địa hình khá bằng phẳng, dao động xung quanh cao độ từ 500m đến 550m. Từ trung tâm Buôn Ma Thuột về hướng Tây, địa hình thấp dần về thung lũng sông Sêrêpôk, cao độ giảm từ 500m xuống 370m, góc nghiêng bề mặt địa hình khoảng  $5^\circ$ .

Nhìn chung, khu vực nghiên cứu có kiểu địa hình cao nguyên khá bằng phẳng, thấp dần từ Đông Bắc xuống Tây Nam; từ trung tâm về hai phía Đông Tây. Quốc lộ 14 chạy qua vùng thành phố hầu như nằm trên đường chia nước theo phương Đông Bắc - Tây Nam. Trên bề mặt, phổ biến kiểu vỏ phong hóa laterit, với chiều dày tầng phong hóa thay đổi từ 5m ÷ 10m ÷ 20m.

Trên phạm vi khu vực Buôn Ma Thuột, rừng tự nhiên hầu như không còn. Diện tích đất trồng cây công nghiệp (cà phê, cao su, tiêu) chiếm chủ yếu ở phần rìa của thành phố, là các xã ngoại ô thành phố Buôn Ma Thuột. Khu vực nội thị Buôn Ma Thuột đã bị bê tông hóa với tỷ lệ tương đối cao. Quá trình bê tông hóa ngày càng diễn ra mạnh mẽ theo đà phát triển dân số và tăng trưởng kinh tế và đã giảm nguồn cấp cho nước dưới đất, do diện tích tiếp nhận nước mưa của tầng chứa nước đã bị thu hẹp.

#### *V.1.1.3. Đặc điểm khí hậu*

Khí hậu khu vực Buôn Ma Thuột vừa chịu chi phối của khí hậu nhiệt đới gió mùa, vừa mang tính chất của khí hậu cao nguyên, có 2 mùa rõ rệt. Mùa mưa từ tháng V đến tháng X và mùa khô từ tháng XI đến tháng IV năm sau. Nhiệt độ bình quân hàng năm  $23,5^\circ\text{C}$ , trong đó nhiệt độ trung bình tháng nóng nhất  $36,5^\circ\text{C}$  (tháng III) và nhiệt độ trung bình tháng lạnh nhất là  $15,1^\circ\text{C}$  (tháng XII). Biên độ nhiệt giữa ngày và đêm cao 9 -  $12^\circ\text{C}$ . Mùa mưa từ tháng V đến tháng X, là thời gian tập trung đến 90% lượng mưa của cả năm. Mùa khô từ tháng XI đến tháng IV năm sau. Lượng mưa bình quân năm khoảng 1.900mm. Lượng mưa năm lớn nhất 2.326mm, năm ít nhất 1.152mm. Lượng mưa trung bình tháng cao nhất 610mm (tháng IX), lượng mưa trung bình tháng thấp nhất 3 - 4mm (tháng II).

Độ ẩm trung bình năm là 82,4%, trung bình mùa khô 79%, mùa mưa 87%. Độ ẩm trung bình tháng cao nhất 90% (tháng IX) và thấp nhất là 71% (tháng III). Số giờ nắng trung bình năm 2.738 giờ, tập trung nhiều nhất vào các tháng mùa khô nhất là vào tháng I - III. Số giờ nắng trung bình ở các tháng mùa khô là 256 giờ và ở các tháng mùa mưa là nhỏ hơn 200 giờ. Mùa khô thường là gió Đông Bắc với tần suất 40 - 70%; mùa mưa chủ yếu là gió Tây Nam với tần suất 85%. Tốc độ gió trung bình 5 - 6m/s, cao nhất 17m/s. Tuy không có bão, nhưng khu vực Buôn Ma Thuột cũng như tỉnh Đắk Lắk thường chịu ảnh hưởng trực tiếp của các cơn bão đổ bộ vào khu vực ven biển Nam Trung Bộ, gây mưa to kéo dài. Lượng nước bốc hơi bình quân năm 1.178mm. Lượng bốc hơi tháng lớn nhất 183mm (tháng III) và tháng thấp nhất là 45mm (tháng IX).

#### *V.1.1.4. Đặc điểm thủy văn*

Khu vực Buôn Ma Thuột có mạng thủy văn thưa thớt, là suối đầu nguồn các phụ lưu của hệ thống sông Sêrêpôk. Trong khu vực nghiên cứu có khoảng trên 20 hồ chứa nước nhân tạo được xây dựng chủ yếu để phục vụ tưới nông nghiệp, đa số các hồ có dung tích nhỏ, trong đó có hồ lớn, Ea Chu Cáp, Ea Cao, v.v...

#### *V.1.1.5. Đặc điểm dân cư, kinh tế*

##### *a) Dân cư*

Theo kết quả điều tra dân số năm 2019, thành phố Buôn Ma Thuột có 187.324 người, với người dân tộc thiểu số chiếm khoảng 15%. Hơn 80% dân số sống tại khu vực nội thành. Dân cư gồm các tộc người: Kinh, Ê Đê, K'ho, Gia Rai, v.v... Trừ khu vực trung tâm thành phố với hoạt động dịch vụ, thương mại là chủ yếu, ở khu vực ngoại thành và vùng phụ cận người dân sống bằng nghề trồng trọt các loại cây công nghiệp (cà phê, cao su, tiêu, v.v...) và chăn nuôi.

##### *b) Hiện trạng phát triển kinh tế - xã hội*

Thành phố Buôn Ma Thuột là trung tâm chính trị, kinh tế, văn hóa xã hội tỉnh Đắk Lắk và Tây Nguyên. Buôn Ma Thuột đã trở thành thành phố năng động và phát triển nhanh nhất Tây Nguyên. Tốc độ tăng trưởng hàng năm bình quân: 13,5% (2018), Tổng thu ngân sách nhà nước gần 2.500 tỷ đồng. Giá trị sản xuất công nghiệp - TTCN: 9.109 tỷ đồng, thu nhập bình quân đầu người: 78 triệu/người/năm. Tổng mức bán lẻ hàng hóa doanh thu dịch vụ là 37.191 tỷ đồng, tỷ trọng các ngành: 44,87% công nghiệp - xây dựng, 49,81% thương mại

- dịch vụ, 5,32% nông - lâm nghiệp. Tỷ lệ hộ nghèo là 0,85%. Gần 80% dân số được dùng nước sạch với định mức 137 lít/người/ngày. Ngoài ra Buôn Ma Thuột có hệ thống xử lý nước thải do chính phủ Đan Mạch tài trợ được đánh giá tiên tiến nhất Việt Nam hiện nay mà chưa có thành phố nào ở Việt Nam đạt được. Chất lượng giáo dục toàn diện không ngừng được nâng lên, đã có 21/21 xã, phường hoàn thành phổ cập trung học cơ sở. Các trạm y tế phường xã đều đều có y, bác sĩ túc trực. Tỷ lệ tăng dân số tự nhiên: 1,3% [21].

Nông nghiệp phát triển mạnh các loại cây chủ lực: cà phê, hồ tiêu, đây là các loại cây cần nhiều nước trong mùa khô đã dẫn đến hiện trạng cạn kiệt cục bộ nguồn NDD vào mùa khô. Công nghiệp chế biến nông sản và thương mại khá phát triển, có sân Giao dịch Thương mại cà phê, các Trung tâm Thương mại lớn, các siêu thị, v.v... Giao thông khu vực khá thuận lợi, là nơi giao của các quốc lộ 14, 26 và 27 nối khu vực Tây Nguyên với duyên hải Nam Trung Bộ. Sân bay Buôn Ma Thuột có thể phục vụ 1,9 triệu lượt hành khách/năm, nối tuyến đến Hồ Chí Minh, Đà Nẵng, Hà Nội, Thanh Hóa, Nghệ An.

#### c) Về cấp nước sinh hoạt

Hiện tại, nhu cầu nước cho thành phố Buôn Ma Thuột vào khoảng 63.000 m<sup>3</sup>/ng, công suất thiết kế của các Nhà máy khai thác nước là 55.000 m<sup>3</sup>/ng (trong đó nước dưới đất chiếm 50.000 m<sup>3</sup>/ng, nước mặt từ hồ Ea Chu Cấp là 5.000 m<sup>3</sup>/ng) nhưng trữ lượng khai thác thực tế chỉ dao động khoảng 36.000 m<sup>3</sup>/ng đến 38.000 m<sup>3</sup>/ng. Hiện nay, tỉnh Đắk Lắk đang xây dựng thêm Trạm cấp nước cho thành phố Buôn Ma Thuột và vùng phụ cận với công suất thiết kế 35.000 m<sup>3</sup>/ng lấy từ nguồn nước sông Sêrêpôk.

### ***V.1.2. Đặc điểm địa chất và đặc điểm các tầng chứa nước***

#### ***V.1.2.1. Đặc điểm địa chất***

Trên cơ sở tổng hợp tài liệu thu thập từ các nghiên cứu địa chất, tài nguyên nước dưới đất trước đây và tài liệu thi công của đề án, dự án liên quan đến đặc điểm địa chất [19,32,44,53], cho thấy khu vực Buôn Ma Thuột có các đặc điểm địa tầng, magma và hoạt động kiến tạo như sau:

#### \* Địa tầng

Hệ Jura, thống dưới - giữa, hệ tầng Bản Đôn (J<sub>1-2</sub>bd)

Trầm tích hệ tầng Bản Đôn chỉ lộ ra ở phía Nam, Tây Nam và trung tâm thành phố Buôn Ma Thuột, tạo thành các đồi và dải đồi thấp với diện tích 44,58 km<sup>2</sup>; phần còn lại bị bazan phủ kín, chúng được phát hiện tại các lỗ khoan ở các độ sâu từ 10 - 30m (ở phía Nam) đến 80 - 140m (ở Đông Bắc). Diện phân

bỏ trên 400 km<sup>2</sup>. Thành phần gồm Cát kết, bột kết màu xám sáng, phân lớp dày lộ ra ở phía bắc Kon Leo, đồi Chư Bung Brach, đồi Chư Tara. Dày 300m đến 400m.

b) Giới Kainozoi - Phun trào bazan

Tài liệu địa chất khu vực cho thấy phun trào bazan ở cao nguyên Buôn Ma Thuột có 2 nhóm tuổi: bazan hệ tầng Túc Trung  $\beta(N_2-Q_{1tt})$  và bazan hệ tầng Xuân Lộc ( $\beta Q_{1xl}$ ). Thuộc phạm vi khu vực Buôn Ma Thuột chỉ có bazan hệ tầng Túc Trung, còn bazan hệ tầng Xuân Lộc chỉ phân bố ở ngoài rìa phía Bắc khu vực nghiên cứu (thị trấn Quảng Phú, huyện Cư M'gar) và rìa phía Nam thành phố (huyện Krông Ana). Phun trào bazan hệ tầng Túc Trung  $\beta(N_2-Q_{1tt})$  khu vực nghiên cứu thường gặp 6 đợt phun trào. Về thành phần thạch học, chủ yếu là bazan 2 pyroxen, bazan plagiocla, đá có cấu tạo khối đặc xít, lỗ hổng, kiến trúc khảm ofit - dolerit. Tổng bề dày phun trào bazan hệ tầng Túc Trung thay đổi từ 400m đến 235m.

c) Hệ Đệ tứ - trầm tích sông aQ<sub>2</sub>

Phân bố hạn chế ở địa hình trũng thấp ven các suối nhỏ, với diện phân bố không đáng kể khoảng 2,2 km<sup>2</sup>. Thành phần thạch học gồm sét, bột lẫn dăm sạn là vật liệu tích tụ từ sản phẩm phong hóa của bazan. Dày 1 - 2m. Trên diện tích này, dân trong vùng cải tạo thành ruộng lúa nước.

d) Các thành tạo magma

Trong phạm vi khu vực Buôn Ma Thuột, các đá magma xâm nhập phức hệ Định Quán (G/J<sub>3đq</sub>) lộ ra chỏm nhỏ ở phía tây tại mỏ đá Tiên Xuân, buôn Huê, thuộc xã Ea Kao với diện tích 1,4km<sup>2</sup>. Phần không lộ trên mặt được phát hiện tại lỗ khoan ở độ sâu 60-75m. Thành phần thạch học chủ yếu là các đá granodiorit. Xâm nhập phức hệ Định Quán gây sừng hóa các đá trầm tích Jura.

\* Kiến tạo

a) Các tầng cấu tạo

Khu vực Buôn Ma Thuột thuộc phần rìa của miền uốn nếp Mezozoi Nam Trung Bộ, hình thành lớp vỏ phủ lục địa vào Creta [43]. Có thể chia khu vực thành hai tầng cấu tạo sau:

- Tầng cấu tạo dưới:

Là tầng cấu tạo Mezozoi, gồm các trầm tích Jura, hệ tầng Bản Đôn. Hệ tầng Bản Đôn tạo thành nếp lồi lớn có trục nằm ở phía Bắc buôn Kom Leo và kéo dài theo phương Đông Tây. Các hoạt động tân kiến tạo với biểu hiện là sự



hồi sinh của các đứt gãy có từ trước và chúng là đường dẫn cho dung nham bazan trào lên phủ kín tầng cấu tạo dưới tạo nên tầng cấu tạo lớp phủ Kainozoi.

- Tầng cấu tạo lớp phủ Kainozoi:

Vào đầu Kainozoi, vùng cao nguyên Buôn Ma Thuột hình thành hồ trũng kiến tạo dọc đứt gãy phương á kinh tuyến, đáy hồ trũng chủ yếu là trầm tích Jura. Đứt gãy hoạt động lại trong chu kỳ mới, thành kênh dẫn dung nham phun trào lấp đầy hồ trũng tạo thành lớp phủ của cao nguyên núi lửa, tuổi từ Neogen đến Đệ tứ.

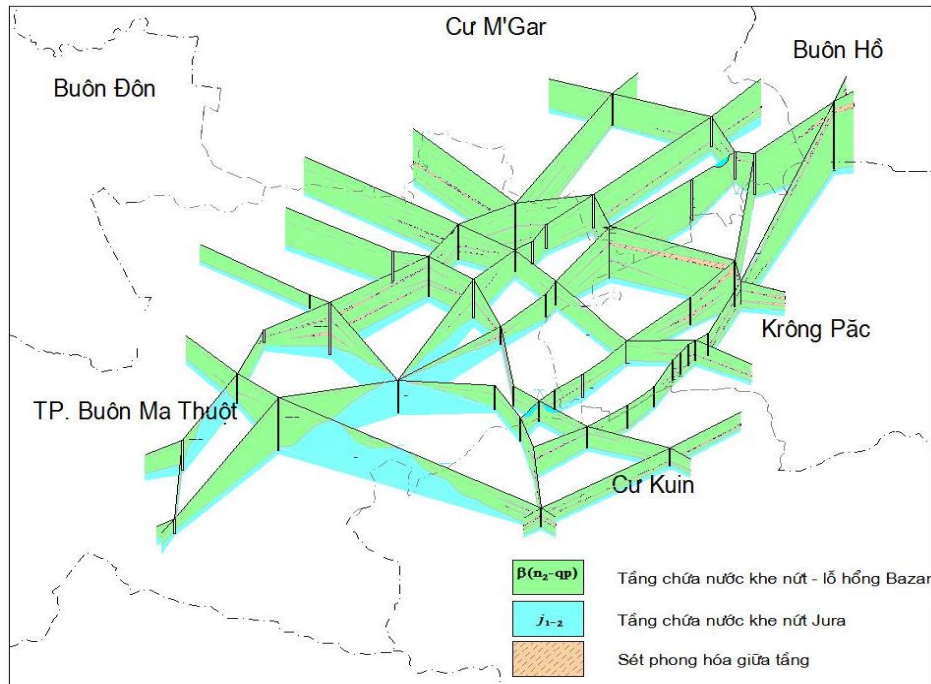
b) Các hệ thống đứt gãy

- Đứt gãy Đông Bắc - Tây Nam: hầu như trùng với đường phân thủy và gần trùng với Quốc lộ 14, tạo đới dập vỡ nứt nẻ mạnh trong các đá trầm tích Jura. Đứt gãy phương Tây Bắc - Đông Nam: theo phương phát triển của một số suối lớn. Theo hệ thống này có một số điểm xuất lộ nước dưới đất với lưu lượng khá lớn.

*V.1.2.2. Đặc điểm các tầng chứa nước bazan*

Căn cứ vào khả năng chứa nước các thành tạo địa chất được chia thành hai dạng chủ yếu, các tầng chứa nước và các tầng không chứa nước. Căn cứ vào đặc điểm tồn tại và vận động của nước trong tầng chứa nước khe nứt - lỗ hổng phun trào bazan Pliocen - Pleistocen  $\beta(N_2-Q_1)$  tồn tại chủ yếu là các tầng chứa nước lỗ hổng và các tầng chứa nước khe nứt [10,19,44,45]. Sơ đồ cấu trúc các tầng chứa nước khu vực nghiên cứu được thể hiện ở Hình 131 và đặc điểm các tầng chứa nước được đánh giá cụ thể như sau:

Thành phần đất đá của tầng chứa nước khe nứt - lỗ hổng phun trào bazan hệ tầng Túc Trung Pliocen - Pleistocen dưới  $\beta(N_2-Q_{1tt})$ , chiếm hầu hết diện tích khu vực Buôn Ma Thuột và phủ trực tiếp lên tầng chứa nước khe nứt trầm tích Jura ( $J_{1-2}$ ). Đặc điểm tầng chứa nước này được đánh giá chi tiết như sau [5,45,19]:



Hình 131. Sơ đồ cấu trúc các tầng chứa nước khu vực Buôn Ma Thuột

- Đặc điểm phân bố:

Ở khu vực trung tâm và phần phía Nam khu vực nghiên cứu, tầng chứa nước bazan phân bố từ mặt đất đến độ sâu 123 - 146m ở khu vực trung tâm và giảm xuống còn 50 - 90m ở khu vực phía Nam và Đông Nam, nằm trực tiếp lên trên tầng chứa nước Jura. Còn ở phần Đông Nam thì không có tầng chứa nước bazan, ở đây chỉ xuất hiện tầng chứa nước trầm tích Jura ( $J_{1-2}$ ) lộ trên mặt đất.

Chiều dày tầng chứa nước bazan  $\beta(N_2-Q_{1tt})$  giảm dần từ Đông Bắc về Tây Nam vùng nghiên cứu. Ở khu vực Đông Bắc, ranh giới này ở độ sâu từ 180 - 186m, giảm xuống còn 123 - 146m ở trung tâm thành phố Buôn Ma Thuột và ranh giới này chỉ còn từ 50 - 90m ở phía Nam và Đông Nam khu vực nghiên cứu, còn ở Tây Nam thì trầm tích Jura lộ trên mặt đất. Phần trên của tầng chứa nước bazan là vỏ phong hóa triệt để tạo thành đất đỏ, bề dày nhỏ nhất từ 2m đến 52m. Chiều dày trung bình tầng chứa nước phun trào bazan thay đổi từ 60m - 78m.

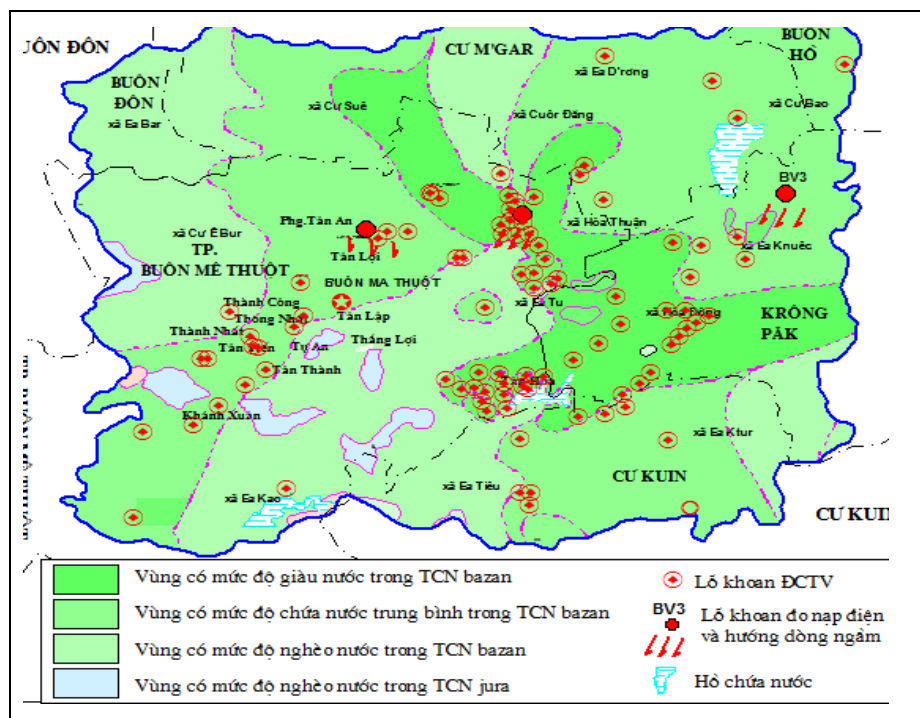
- Độ sâu mực nước:

Mực nước tĩnh của tầng chứa nước bazan Pliocen - Pleistocen  $\beta(N_2-Q_{1tt})$  thường xuất hiện trong đới bazan phong hóa dở dang, cách mặt đất ở độ sâu từ 10m đến 25m, tùy theo bề mặt địa hình và tính chất áp lực của tầng chứa nước. Theo hướng từ Đông Bắc về Tây Nam, độ sâu mực nước của tầng nông dần, điều này phù hợp với mức độ thấp dần của độ cao địa hình. Ở phía Đông khu

vực nghiên cứu, độ sâu mực nước dao động trong khoảng 15m - 25m. Ở phía Nam và Tây Nam khu vực nghiên cứu, độ sâu mực nước dao động từ 10m đến 15m. Xu hướng chung của dòng ngầm từ hướng Đông Bắc xuống Nam - Tây Nam, trùng với hướng nghiêng của bề mặt địa hình. Kết quả đo điện một số lỗ khoan cho thấy hướng vận động chung của dòng ngầm cũng từ Đông Bắc về Tây nam, với vận tốc thấm lọc từ 3,24m/ng đến 3,55m/ng [44].

- Mức độ chứa nước:

Tầng chứa nước bazan Pliocen - Pleistocen  $\beta(N_2-Q_{1tt})$  ở khu vực nghiên cứu có mức độ chứa nước từ nghèo đến giàu (Hình 132).



Hình 132. Bản đồ phân vùng mức độ chứa nước của tầng chứa nước bazan [44]

+ Vùng có mức độ chứa nước giàu đến rất giàu:

Vùng giàu nước, đôi nơi rất giàu nước được khoan định trên cơ sở tổng hợp số liệu từ 27 lỗ khoan có lưu lượng từ 5,0l/s trở lên. Phân bố ở các xã Hòa Thuận, Đạt Lý, Hòa Thắng (Buôn Ma Thuột). Lưu lượng các lỗ khoan nhỏ nhất từ 5,0l/s đến 24,3l/s, trung bình là 9,1l/s; trị số hạ thấp mực nước từ 2,95m đến 29,34m, trung bình 10,96 m; tỷ lưu lượng trung bình 1,3l/sm. Khu vực này là vùng tập trung các bãi giếng khoan khai thác nước (Đạt Lý, Thắng Lợi), cùng với việc khai thác các chum điếm lộ Cô Tam, Ea M'sen, Cư Pul để cấp nước cho thành phố Buôn Ma Thuột.

+ Vùng có mức độ chứa nước trung bình:

Vùng có mức độ chứa nước trung bình phân bố thành dải chạy theo hướng Đông Bắc – Tây Nam qua thành phố Buôn Ma Thuột và khu vực nghiên cứu, thuộc xã Cư Bao (thị xã Buôn Hồ), một phần các xã Ea Phê, Ea Kênh, Tân Thành thuộc huyện Krông Păk; khu vực phía Nam thuộc xã Ea Ktur (huyện Cư Kuin). Lưu lượng các lỗ khoan dao động từ 1,1l/s - 5,0l/s, trung bình khoảng 3,19l/s; trị số hạ thấp mực nước từ 2,0 m - 61,5m, trung bình 19,0m; tỷ lưu lượng trung bình 0,32l/sm. Trong vùng này có các bãi giếng Thắng Lợi và Hòa Thắng, đang được khai thác cấp nước cho thành phố Buôn Ma Thuột.

+ Vùng có mức độ chứa nước nghèo:

Trong phạm vi khu vực nghiên cứu, vùng được xác định thuộc loại nghèo nước, chủ yếu nằm ngoài khu vực Buôn Ma Thuột, thuộc phía Bắc (thị trấn Ea Pôk, huyện Cư M'gar), Tây Bắc trung tâm thành phố, phạm vi xã Cư Ê Bur, phường Thành Công; ở phía Nam phân bố ở một phần các xã Ea Kao, Ea KMar (huyện Cư Kuin); ở đông Nam thuộc phạm vi xã Cư Êwi (huyện Cư Kuin). Lưu lượng trung bình các lỗ khoan thường gặp dao động trong khoảng 1,0l/s, trị số hạ thấp mực nước trung bình khoảng 21m, tỷ lưu lượng trung bình khoảng 0,1l/sm.

- Cấu trúc đặc biệt của tầng chứa nước:

Trong tầng chứa nước bazan, có hiện tượng nước theo lỗ khoan chảy từ trên xuống dưới ở khoảng độ sâu từ 40m - 60m (ở đây gọi là “chảy tầng”), phân bố cục bộ, được phát hiện ở phía Bắc vùng nghiên cứu, với diện tích khoảng 10km<sup>2</sup>. Ở độ sâu này, có tập bazan đặc sít dày khoảng 4 - 6m, bên dưới là bazan lỗ rỗng phong hóa dờ dang có khả năng chứa nước nhưng không có nguồn cấp nên tạo thành các “túi rỗng”, khi bị chọc thủng thì nước từ trên chảy xuống dưới, mực nước từ 20 - 22m, hạ xuống khoảng 40 - 42m. Mặc dù có sự xuất hiện hai mực nước như trên, nhưng chưa thể xếp bazan trong phạm vi này thành hai tầng chứa nước, bởi lẽ chúng cùng hệ tầng Túc Trung (tuổi N<sub>2</sub>-Q<sub>1tt</sub>), diện phân bố của phạm vi xảy ra hiện tượng này nhỏ hẹp, mang tính cục bộ, gián đoạn, mặt khác tài liệu nghiên cứu về chúng còn hạn chế.

Phun trào bazan hệ tầng Túc Trung, chủ yếu được hình thành từ 2 đến 3 đợt phun trào (có nơi đến 6 đợt phun trào), giữa các đợt là thời gian ngừng nghỉ, hình thành các đới phong hóa giữa tầng có thành phần chủ yếu là sét bột và mảnh đá gốc phong hóa dờ dang, dạng thấu kính, phân bố không theo quy luật, thường gặp tại độ sâu 50 - 60m ở khu vực trung tâm và Đông Nam khu

vực nghiên cứu tại các xã Cuôr Đăng, Hòa Thuận, Tân An, Tân Lợi, Hòa Thắng, Hòa Đông, với tổng diện tích khoảng 15km<sup>2</sup>.

- Miền cấp, miền thoát của tầng:

Miền cấp của tầng chứa nước bazan là diện tích bề mặt lộ của nó, với nguồn cấp chủ yếu là nước mưa thấm xuống. Lớp đất đỏ bazan dày từ 18m đến 23m, trung bình 20,5m, có tính thấm nước trung bình nhưng khi bão hòa thì giữ không cho nước thấm qua, sau một thời gian mới nhả dần cung cấp nước cho tầng chứa nước bazan. Vì vậy, mực NĐĐ trong tầng bazan ở Tây nguyên, cũng như ở khu vực nghiên cứu dâng cao nhất muôn hơn so với đỉnh lũ trong sông suối từ 1 - 3 tháng. Miền thoát của tầng chứa nước bazan là mạng sông suối và các điểm lộ nước.

- Khả năng khai thác, sử dụng:

Tầng chứa nước bazan Pliocen - Pleistocen  $\beta(N_2-Q_1)$  có ý nghĩa đặc biệt quan trọng ở khu vực nghiên cứu. Nước trong tầng này được khai thác cấp cho sinh hoạt, dịch vụ, sản xuất dịch vụ và một lượng rất lớn sử dụng tưới cây công nghiệp, v.v...

#### *V.1.2.3. Các yếu tố thuận lợi và khó khăn trong khai thác nước dưới đất ở khu vực Buôn Ma Thuột*

- Những đối tượng có yêu cầu cung cấp nước tập trung phần lớn trong nội đô của thành phố Buôn Ma Thuột. Ở đây NĐĐ có ưu thế hơn nước mặt là có thể khai thác cung cấp ngay tại chỗ mà không phải xây hồ chứa, kênh mương phức tạp và tốn kém.

- Hiện tượng “lệch pha” về động thái giữa nước mưa, nước mặt và NĐĐ trong các thành tạo bazan ở khu vực Buôn Ma Thuột là một yếu tố thuận lợi lớn cho việc sử dụng luân phiên giữa các nguồn nước. Cụ thể là về mùa khô, trong khi lượng mưa rất ít, nước mặt cạn kiệt thì NĐĐ vẫn còn dồi dào, mực nước nông nên đối tượng khai thác chính nhằm vào NĐĐ. Ngược lại, về mùa mưa, đến lượt NĐĐ cạn kiệt thì đã có nước mưa, nước mặt thay thế. Như vậy, trong quy hoạch cấp nước khu vực nghiên cứu, nếu biết tận dụng đặc điểm này thì quanh năm luôn có nguồn nước để phục vụ phát triển kinh tế - dân sinh.

- NĐĐ ở khu vực nghiên cứu về tính chất thủy hóa khác với những miền đồng bằng ven biển, không có những vấn đề lớn như chua mặn, nhiễm phèn, nhiễm sắt, có thể sử dụng vào nhiều mục đích khác nhau mà không đòi hỏi những kỹ thuật xử lý phức tạp, tốn kém.

- Việc khai thác NĐĐ ở đây cũng gặp phải một số trở ngại như nhiều nơi mực nước nằm khá sâu, dao động mạnh theo mùa đòi hỏi phải khoan giếng với độ sâu lớn, thiết bị bơm điện chìm để khai thác nước phải có sức đẩy lớn, rất tốn kém.

## **V.2. Hiện trạng khai thác NĐĐ khu vực Buôn Ma Thuột năm 2018**

a) Quy mô khai thác nước dưới đất

- Khai thác nước tập trung:

Các công trình khai thác NĐĐ tập trung từ các cụm giếng khoan, bãi giếng khai thác hoặc trạm bơm khai thác tại các chòm điểm lộ nước, quy mô lớn chủ yếu để cấp nước sinh hoạt cho nội thành phố Buôn Ma Thuột và một phần cho vùng ven, như các bãi giếng Đạt Lý (Hòa Thuận), Thắng Lợi, Hòa Thắng, Tân An; các chòm điểm lộ Ea M’sen, Cô Tam, Cư Pul, với lưu lượng khai thác từ 4.400m<sup>3</sup>/ng đến 6.928m<sup>3</sup>/ng [36].

Các công trình khai thác nước tập trung được Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Đắk Lắk cấp phép như Công ty TNHH Quán Quân Tây Nguyên - Cư M’gar (833 m<sup>3</sup>/ng); Trung tâm Quản lý chất lượng và Dịch vụ Kỹ thuật Cao su - Cư M’gar (800 m<sup>3</sup>/ng); Công ty cấp nước và Đầu tư Xây lắp - Cư M’gar (2.506 m<sup>3</sup>/ng); Công ty TNHH cafe Ngon - Cư Kuin (1.200 m<sup>3</sup>/ng), v.v... Nguồn nước khai thác từ các công trình này chủ yếu phục vụ cho sinh hoạt và một phần cho sản xuất.

Theo số liệu điều tra của Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước miền Trung [44], tổng lượng NĐĐ khai thác tập trung từ 42 công trình khai thác là 36.348 m<sup>3</sup>/ng, chiếm 10,6% tổng lượng nước khai thác NĐĐ ở khu vực Buôn Ma Thuột. Trong đó, khai thác từ các cụm, bãi giếng khoan là 16.523m<sup>3</sup>/ng; từ các giếng đào (thường được cải tạo từ các điểm lộ nước thành các giếng đào khai thác có đường kính lớn) là 5.681 m<sup>3</sup>/ng và trực tiếp từ các chòm điểm lộ nước là 14.144m<sup>3</sup>/ng.

- Khai thác nước đơn lẻ với lưu lượng > 10 m<sup>3</sup>/ngày:

Hình thức khai thác NĐĐ đơn lẻ khá phổ biến trong khu vực nghiên cứu, nhằm phục vụ sinh hoạt và tưới cây công nghiệp với lưu lượng khai thác >10 m<sup>3</sup>/ng. Công trình khai thác thường là các giếng khoan, giếng đào đơn lẻ, với lưu lượng khai thác từ vài chục đến khoảng 200 - 300m<sup>3</sup>/ng. Hầu hết các công trình khai thác loại này chưa được cấp có thẩm quyền cấp phép khai thác, hình thức thi công tự phát do người dân thực hiện. Chiều sâu các giếng khoan khai thác thường từ 80 đến < 150m.

Theo số liệu điều tra của Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước miền Trung [44], tổng lượng NĐĐ khai thác từ 2.390 công trình khai thác đơn lẻ là 294.312 m<sup>3</sup>/ng, chiếm 88,7% tổng lượng nước khai thác ở khu vực Buôn Ma Thuột.

- Khai thác nước nhỏ đơn lẻ với lưu lượng <10m<sup>3</sup>/ng:

Hình thức khai thác phổ biến ở quy mô đơn lẻ hộ gia đình. Công trình khai thác chủ yếu là giếng đào và ít hơn là các giếng khoan đường kính nhỏ, với lượng khai thác từ 1 - 5m<sup>3</sup>/ng, một số công trình xấp xỉ 10m<sup>3</sup>/ng, để phục vụ sinh hoạt và một phần nhỏ cho tưới cây. Chiều sâu các giếng đào thường từ 15 - 20m, có nơi đến 30m, phụ thuộc vào độ sâu mực NĐĐ. Theo số liệu điều tra [44], tổng lượng NĐĐ khai thác từ 1.090 công trình khai thác nước quy mô <10 m<sup>3</sup>/ng là 2.301m<sup>3</sup>/ng, chiếm 0,7% tổng lượng nước khai thác NĐĐ ở khu vực nghiên cứu.

b) Về mục đích sử dụng

- Sử dụng cho mục đích cấp cho công nghiệp phục vụ sản xuất.

Theo số liệu điều tra [44] cho thấy, lượng nước cấp cho công nghiệp phục vụ sản xuất từ 81 điểm điều tra là 13.109 m<sup>3</sup>/ng, chiếm 3,8% tổng lượng nước khai thác. Những địa chỉ khai thác NĐĐ phục vụ sản xuất như Công ty TNHH DAWA, khai thác 180m<sup>3</sup>/ng, sản xuất nước tinh khiết đóng chai; Trung tâm Quản lý chất lượng và Dịch vụ Khoa học kỹ thuật cao su, khai thác 800m<sup>3</sup>/ng, v.v.....

- Sử dụng cho mục đích cấp nước cho sinh hoạt đô thị:

Hiện nay hệ thống cấp nước cho thành phố Buôn Ma Thuột do Công ty Cấp nước và Đầu tư xây dựng Đắc Lắc đang quản lý có tổng công suất thiết kế khai thác 57.000 m<sup>3</sup>/ng, cung cấp nước sinh hoạt cho gần 64.000 hộ dân ở thành phố Buôn Ma Thuột và một số vùng lân cận. Nguồn nước được khai thác từ các công trình của các giai đoạn trước đây, bao gồm 4 bãi giếng khoan sâu: Hòa Thắng, Hòa Thuận, Thắng Lợi và Đạt Lý và từ các chum điểm lộ nước: Cô Tam, Cư Pul và Ea M’Sen. Ngoài ra, còn khai thác nước mặt hồ Ea Chu Cấp khoảng 7.000m<sup>3</sup>/ng [36,48]. Tuy nhiên, những năm gần đây do nhiều nguyên nhân khác nhau, trong đó chủ yếu là khai thác quá mức, mực nước dưới đất đã sụt giảm nghiêm trọng, nên tổng lưu lượng khai thác của các công trình bị giảm đáng kể, không đủ cung cấp nước sinh hoạt cho thành phố Buôn Ma Thuột. Đỉnh điểm là trong hai tháng III và IV năm 2017, có khoảng 10 nghìn hộ dân đô thị bị ngừng cấp nước sinh hoạt luân phiên (1 ngày có, 1 ngày

không), đặc biệt, một số khu vực có địa hình cao như xã Cư Êbur, phường Tân Lợi, v.v... và vùng ven tình trạng cắt nước diễn ra 2 - 3 ngày xảy ra liên tục.

Theo số liệu điều tra của Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước miền Trung [44], năm 2018 tổng lượng nước cấp cho sinh hoạt cho thành phố Buôn Ma Thuột và một số vùng ven khu vực nghiên cứu được khai thác từ 42 công trình, với tổng lưu lượng khai thác là 36.348 m<sup>3</sup>/ng. Như vậy, tổng lượng khai thác nước dưới đất cấp cho đô thị giảm khoảng 6.300 m<sup>3</sup>/ng so với năm 2010.

Để giải quyết bài toán thiếu nước sinh hoạt cho thành phố Buôn Ma Thuột, Công ty Cấp nước và Đầu tư xây dựng Đá Lắc đã triển khai thêm một Dự án cấp nước mới, với nguồn nước lấy từ sông Sêrêpôk, tại xã Ea Na, huyện Krông Ana với công suất 35.000 m<sup>3</sup>/ng.

- Sử dụng cho mục đích cấp nước nông thôn và tưới:

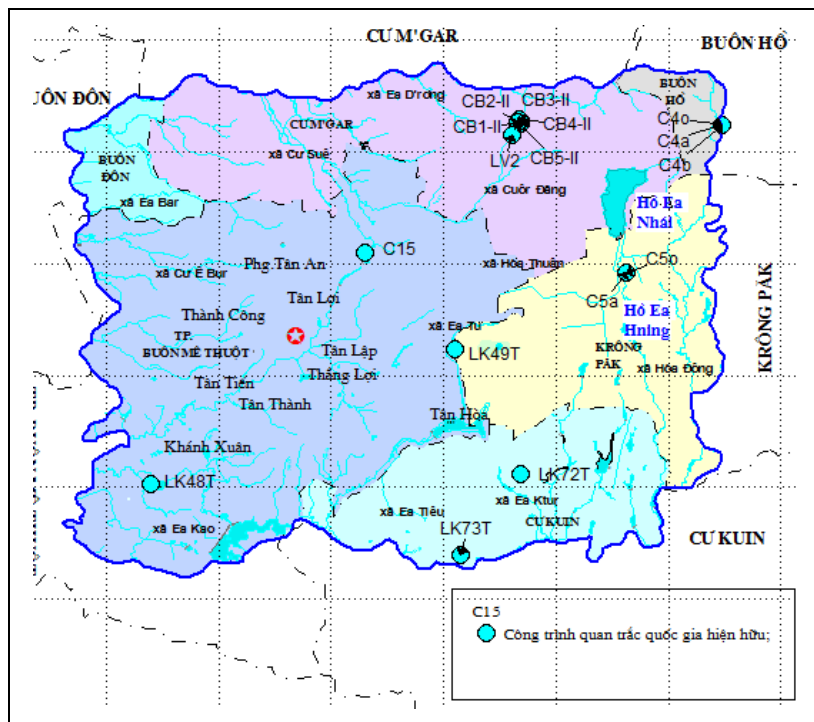
Theo điều tra, ở khu vực Buôn Ma Thuột, tổng lưu lượng nước dưới đất dùng để cấp nước sinh hoạt nông thôn và tưới cây công nghiệp (cà phê, tiêu, v.v...) được khai thác khoảng 283.504 m<sup>3</sup>/ng; trong đó khai thác để phục vụ cho tưới cây (cà phê, tiêu) từ 2.131 giếng đào và giếng khoan là 255.065 m<sup>3</sup>/ng, còn lại cho cấp nước sinh hoạt là 28.439 m<sup>3</sup>/ng được khai thác từ các hệ thống cấp nước tập trung, các giếng khoan, giếng đào đơn lẻ, bể chứa nước mưa, v.v... Từ các số liệu nêu trên cho thấy hiện trạng khai thác nước NĐĐ khu vực nông thôn sử dụng cho sinh hoạt và nhất là cho tưới, đã tác động đến tầng chứa nước bazan khu vực Buôn Ma Thuột là rất lớn, đó cũng là một đặc thù của khu vực nghiên cứu này. Tổng lượng nước khai thác đến năm 2018 phục vụ các mục đích khác nhau là 332.961 m<sup>3</sup>/ng.

### **V.3. Biến động mực NĐĐ khu vực Buôn Ma Thuột**

Sự dao động mực NĐĐ của tầng chứa nước bazan được đánh giá dựa trên chuỗi số liệu quan trắc nhiều năm (từ năm 2000 đến 2019) của 16 công trình quan trắc quốc gia động thái NĐĐ thuộc phạm vi khu vực nghiên cứu [26], bao gồm: sân cân bằng CBII (CB1-II, CB2-II, CB3-II, CB4-II, CB5-II và LV2); 2 cụm công trình C4 (C4o, C4a, C4b) và C5 (C5o, C5a); 5 công trình quan trắc đơn lẻ (C15, LK48T, LK49T, LK72T, LK73T) (Hình 133). Trong đó lỗ khoan C4a, chùy CBII thuộc tầng  $\beta_{QII}$  và lỗ khoan C15, C4b, C4o, cụm C5, LK48T, LK49T, LK72 và LK73T quan trắc tầng  $\beta(N_2-Q_1)$ . Dao động mực NĐĐ được thể hiện trên bản đồ hiện trạng mực NĐĐ khu vực Buôn Ma Thuột (xem bản đồ trang sau).

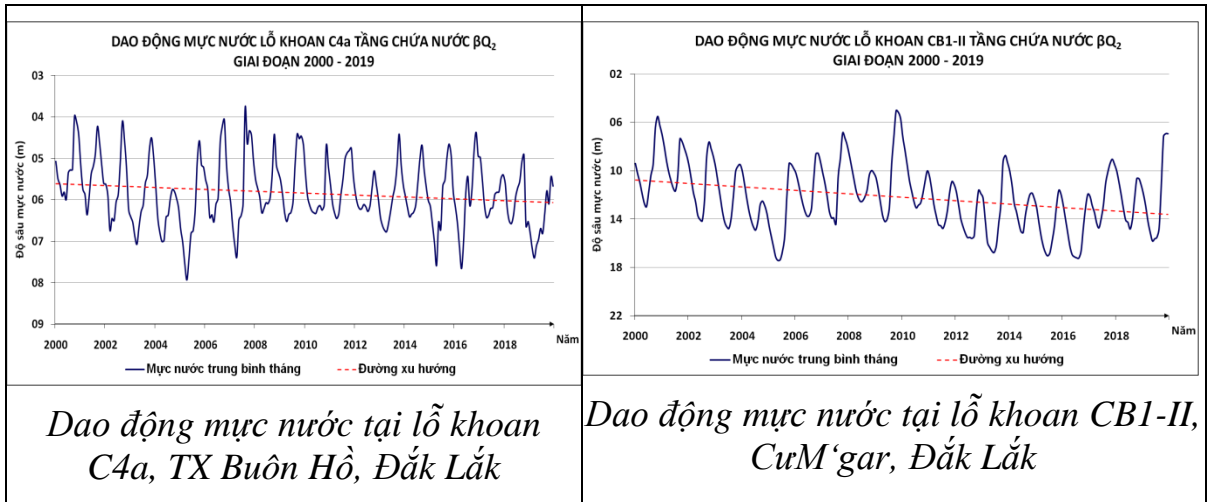


- Sự dao động mực NĐĐ tuân theo quy luật là vào mùa mưa (tháng V - X) mực nước dâng cao, mùa khô (tháng XI - IV năm sau) mực nước hạ thấp. Chênh lệch mực nước giữa mùa khô và mùa mưa trung bình từ 2m - 6m. Ở phía Bắc khu vực nghiên cứu nhỏ nhất là 2,23m, lớn nhất 9,03m, trung bình 4,75m (CB1-II); ở vùng trung tâm nhỏ nhất là 0,99m, lớn nhất 3,59m, trung bình 2,4m (LK49T); ở vùng Tây Nam nhỏ nhất là 0,35m, lớn nhất 1,09m, trung bình 0,66m (LK48T); ở phía Đông Nam nhỏ nhất là 0,76m, lớn nhất 10,07m, trung bình 3,35m (LK72T).



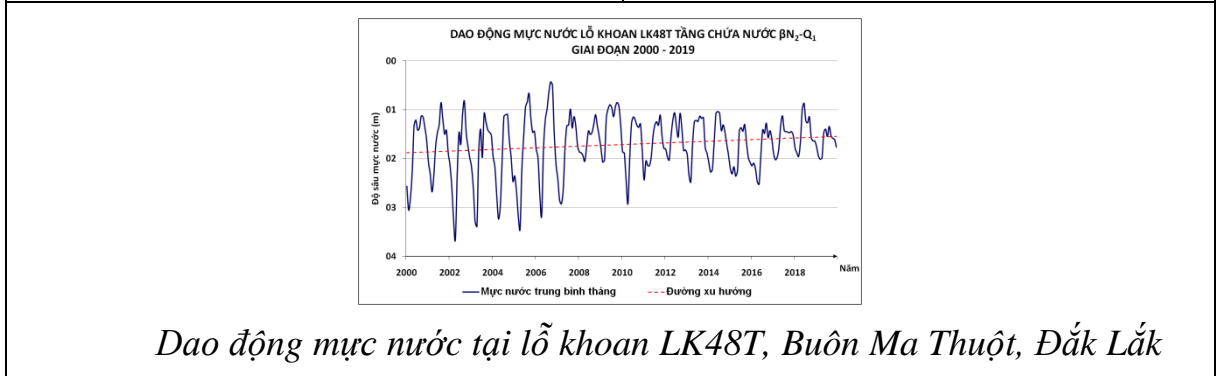
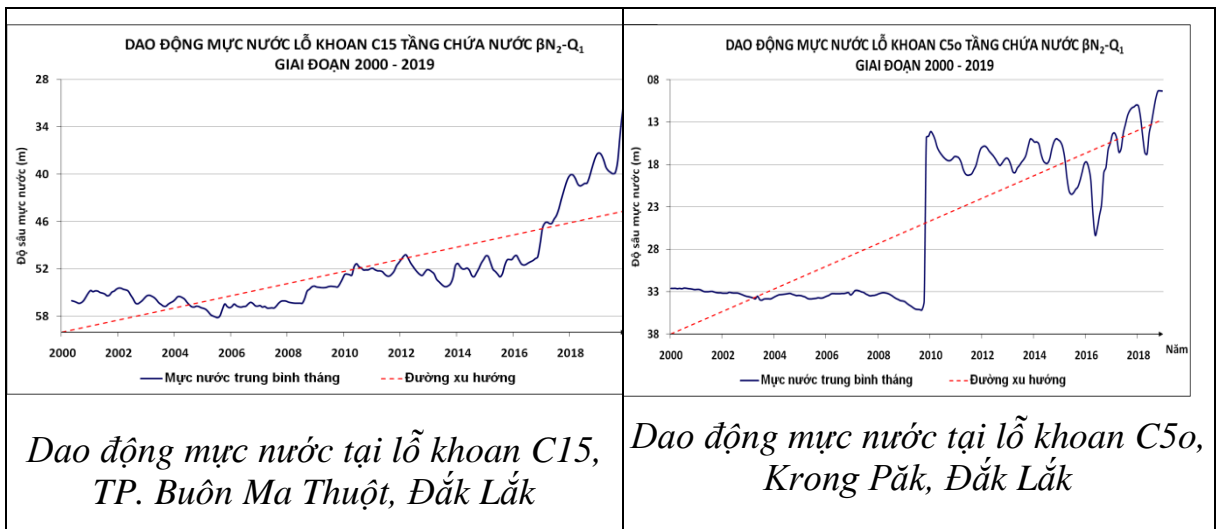
*Hình 133. Sơ đồ vị trí lỗ khoan quan trắc nước dưới đất khu vực nghiên cứu*

Kết quả quan trắc cho thấy, từ năm 2000 - 2019, mực nước tĩnh trung bình ở các lỗ khoan C4a và chòm CB trong tầng ( $\beta$ QII) có xu hướng hạ thấp từ 0,7m đến 2,8m (Hình 134). Mực NĐĐ hạ thấp ghi nhận thời gian hạn hán nghiêm trọng xảy ra vào 2005, 2013, 2015 và 2016, tần xuất diễn ra hạn hán xảy ra mau hơn trong 5 năm trở lại đây.



*Hình 134. Diễn biến mực nước tại các công trình quan trắc NĐĐ tầng ( $\beta Q_{II}$ )*

Các lỗ khoan quan trắc tầng  $\beta(N_2-Q_1)$  gồm: C4o, C4b, C5o, C5a, C15, LK48T, LK49T, LK72T, LK73T. Trong đó có mực NĐĐ tại các lỗ khoan C5o, C15 và LK48T là có xu hướng tăng, đặc biệt là lỗ khoan C5o tăng 7,5m, C15 tăng 8,0m, LK48T tăng 1,6m (Hình 135)

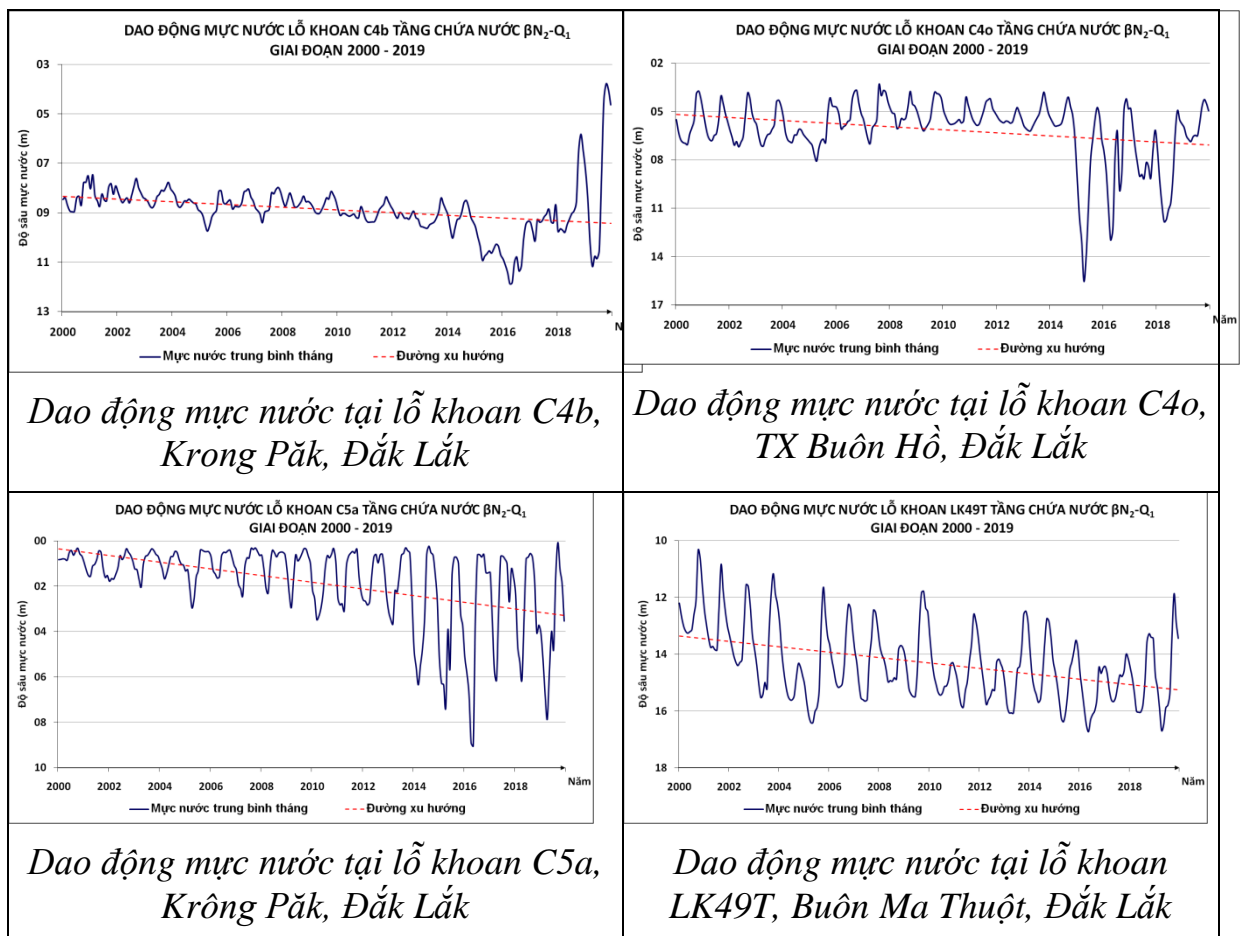


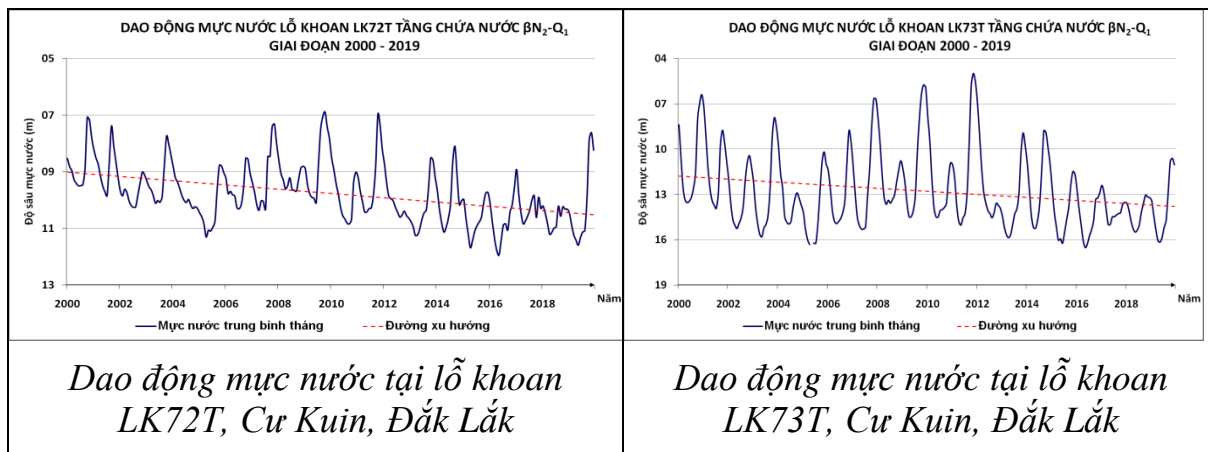
*Hình 135. Mực NĐĐ tăng của các công trình quan trắc tầng  $\beta(N_2-Q_1)$*

Các lỗ khoan có mực nước tăng thường là do ảnh hưởng của hồ chứa, đập thủy lợi có xu hướng tăng cụ thể tại Hòa Phú, TP. Buôn Ma Thuột (LK48T), tại xã Ea Knuéc, huyện Krông Pắc (LKC5o) trong giai đoạn 2000-2018, do từ năm 2010 chịu ảnh hưởng của hồ Ea Nhái ở thượng lưu nên mực nước có xu hướng tăng rõ rệt.

Các lỗ khoan có xu hướng giảm

Mực NĐĐ từ năm 2000 đến năm 2019 có xu hướng giảm tại các lỗ khoan từ 0,7 - 2,8m, thể hiện rõ nét tại các cụm lỗ khoan C5a (-2,8m), LK49T (-2,1m) và LK73T (-2,0m) (Hình 136). Các năm có mực NĐĐ hạ thấp nhất ghi nhận thời gian hạn hán nghiêm trọng giống nước dưới đất trong thành tạo bazan Pleistocen ( $\beta Q_{II}$ ) và đặc biệt trong 5 năm trở lại đây, mực nước hạ thấp rất lớn trong mùa khô so với các năm trước đó. Tại lỗ khoan C5a mực nước cao khá ổn định và gần mặt đất, chứng tỏ NĐĐ được phục hồi tốt trong thời kỳ mùa mưa, mặc dù mùa khô trong vài năm trở lại đây mực nước xuống thấp, như năm 2016 sâu tới 10m.

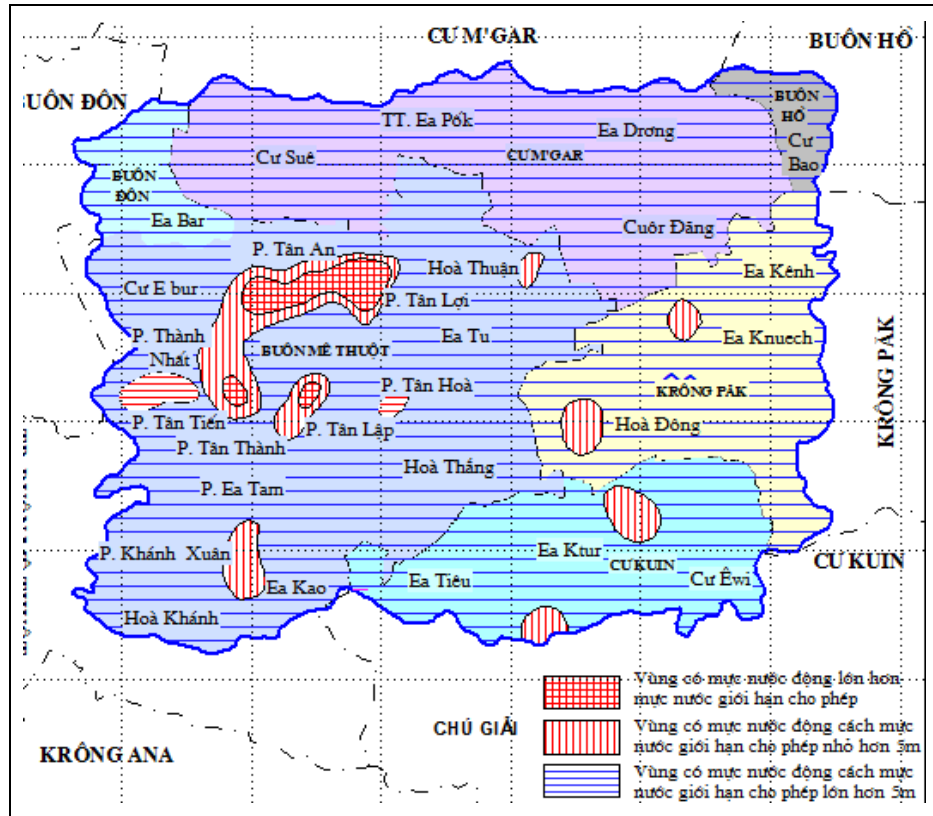




*Hình 136. Mực NĐĐ có dấu hiệu suy giảm của các công trình quan trắc tầng  $\beta(N_2-Q_1)$  tại Buôn Ma Thuột*

- Diễn biến phổ hạ thấp mực nước (mực nước động) tại các công trình khai thác NĐĐ tập trung: Theo kết quả chạy mô hình dòng chảy NĐĐ, vùng có mực nước động khai thác lớn hơn mực nước giới hạn cho phép trong tầng chứa nước bazan xuất hiện ở Cư Ê Bur - Tân An, với diện tích 7,8km<sup>2</sup>. Đặc trưng vùng này là có hiện tượng NĐĐ từ tập bazan chảy xuống các tập bazan nằm dưới (thể hiện khi khoan nước chảy xuống nghe rất rõ) và khi đó mực nước thường hạ thấp đột ngột xuống độ sâu từ 42,0m - 51,0m.

- Vùng có mực nước khai thác hạ thấp cách mực nước hạ thấp cho phép nhỏ hơn 5m: phân bố thành dải ôm lầy vùng có mực nước hạ thấp lớn hơn mực nước cho phép, các khoảnh rải rác ở trung tâm thành phố Buôn Ma Thuột và một số khoảnh nhỏ lân cận khu vực các bãi giếng Đạt Lý, Thăng Lợi, Hòa Thăng, Ea K'tur, Ea Kao, v.v...với tổng diện tích khoảng 40,0 km<sup>2</sup> (Hình 137).



*Hình 137. Sơ đồ phân bố các vùng có mực NĐĐ khai thác hạ thấp khác nhau so với mực nước hạ thấp cho phép [46]*

#### **V.4. Nguyên nhân suy giảm mực nước dưới đất**

Như vậy, qua kết quả đánh giá tình hình khai thác sử dụng NĐĐ tại thời điểm năm 2018 cho khu vực Buôn Ma Thuột cho thấy, tại thời điểm 2018 tổng lượng khai thác NĐĐ cho toàn khu vực là  $332.961\text{m}^3/\text{ng}$  (cấp nước cho sản xuất công nghiệp:  $13.109\text{m}^3/\text{ng}$ , cấp nước cho đô thị:  $36.348\text{m}^3/\text{ng}$ , cấp nước cho sinh hoạt nông thôn:  $28.439\text{m}^3/\text{ng}$  và cấp nước cho tưới:  $255.065\text{m}^3/\text{ng}$ ). Kết quả tính toán trữ lượng có thể khai thác toàn khu vực Buôn Ma Thuột của Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước miền Trung là  $361.460\text{m}^3/\text{ng}$  [26], như vậy hiện nay tổng trữ lượng khai thác  $332.961\text{m}^3/\text{ng}$  đã chiếm tới 92% trữ lượng có thể khai thác (trữ lượng khai thác an toàn). Có nghĩa là, hiện nay tổng lượng khai thác NĐĐ trong toàn khu vực Buôn Ma Thuột đã gần xấp xỉ trữ lượng có thể khai thác, một số nơi đã vượt ngưỡng khai thác như ở Cư Ê Bur - Tân An; khu vực các bãi giếng khai thác cấp nước cho thành phố Buôn Ma Thuột và nơi tập trung trồng nhiều cà phê, tiêu mực nước khai thác hạ thấp cách mực nước hạ thấp cho phép đã nhỏ hơn 5m. Do đó, nguyên nhân chính gây ra sự suy giảm mực NĐĐ khu vực Buôn Ma Thuột là do khai thác nước với lượng lớn gần chạm tới ngưỡng khai thác an toàn của cả vùng, còn

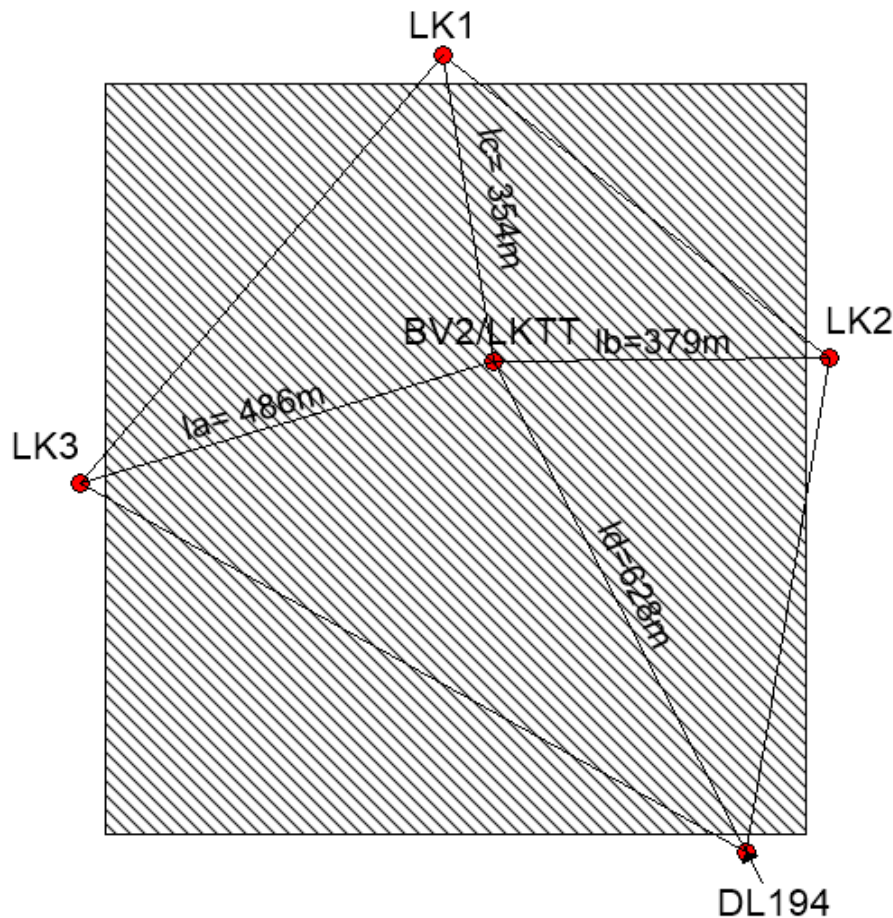
tính riêng một vài nơi như bãi giếng Đạt Lý, Thắng Lợi, Hòa Thắng, Ea K’tur, Ea Kao, v.v...

Để làm rõ sự suy giảm mực NĐĐ, đề tài đã xây dựng mô hình đánh giá cân bằng nước cho khu vực khai thác bãi Đạt Lý.

## **V.5. Mô hình nghiên cứu cân bằng nước và suy giảm mực nước**

### **V.5.1. Thiết kế và thi công mô hình**

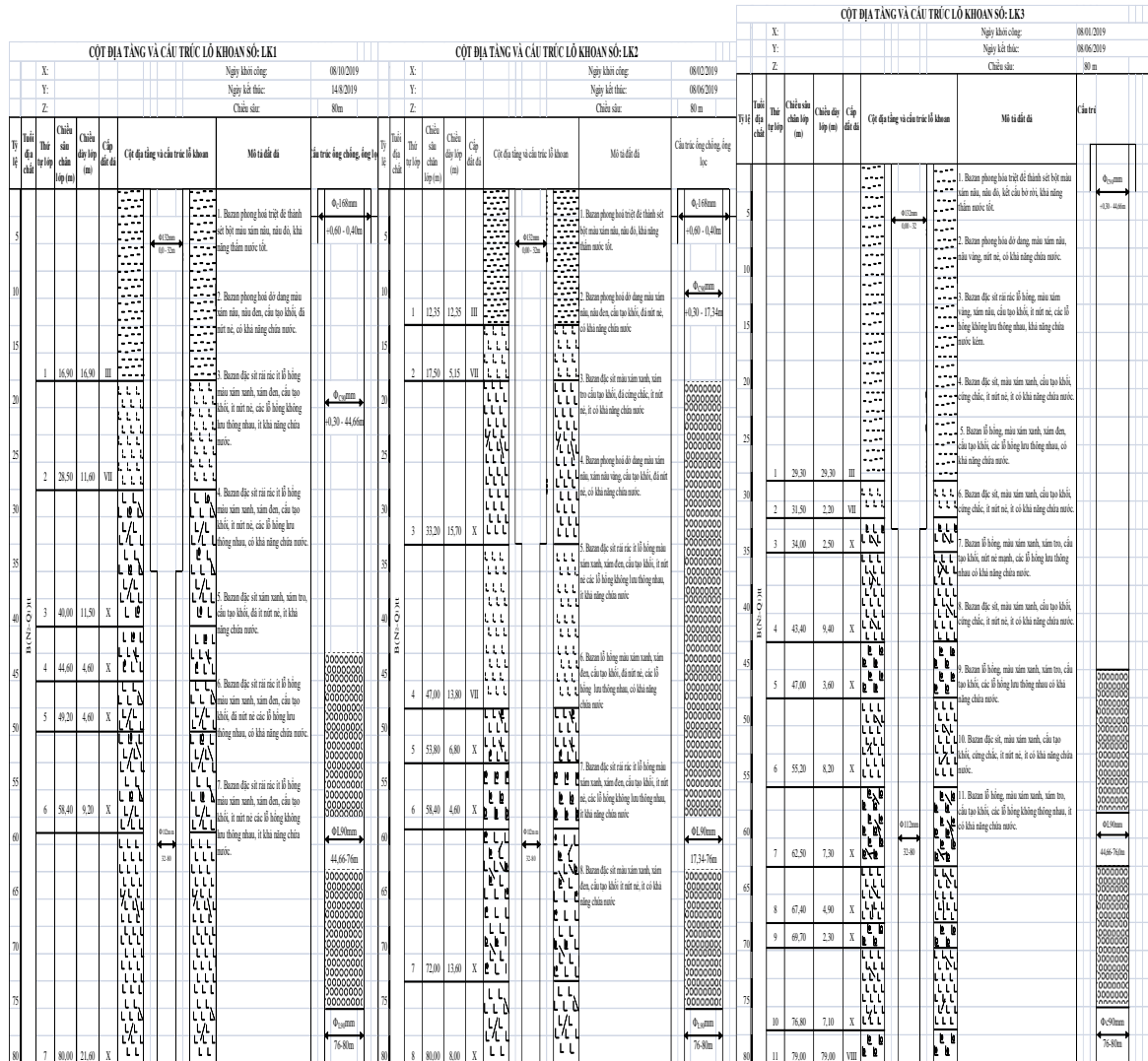
Mô hình sân cân bằng dạng phong bì được thiết kế tại Đạt Lý, xã Hoà Thuận, TP. Buôn Ma Thuột (Hình 138)



*Hình 138. Sơ đồ bố trí sân cân bằng Đạt Lý tại khu vực nghiên cứu.*

Trong đó các LK1, LK2, LK3 do đề tài triển khai khoan năm 2019 trên diện tích trồng cà phê của xã Hoà Thuận. Ngoài ra đề tài đã tận dụng 2 lỗ khoan có sẵn là BV2 là lỗ khoan quan trắc của dự án đô thị Buôn Ma Thuột và lỗ khoan DL194 là lỗ khoan khai thác dự phòng của bãi giếng Đạt Lý. Vị trí 03 lỗ khoan của đề tài được xác định dựa trên tài liệu đo địa vật lý và từ telua, chiều sâu mỗi lỗ khoan là 80m. Lỗ khoan DL194 và BV2 đều có độ sâu 80m. Lỗ khoan BV2 được lấy làm lỗ khoan trung tâm và cách LK1 là 354m, LK2 là 379m, LK3 là 486m và DL194 là 628m.

Mực nước trong các lỗ khoan LK1, LK2, LK3, BV2 được đặt đầu đo tự động level logger của hãng Solinstanh với thời gian đo 2h/lần, thời gian đo từ tháng 9/2019 đến hết tháng 11/2020. Mực nước tại LK194 lấy số liệu từ nhà máy được đo theo qui định. Đặc điểm cột địa tầng tại khu vực sân cân bằng được thể hiện trong hình sau (Hình 139)



Hình 139. Đặc điểm địa tầng khu vực mô hình

**V.5.2. Tính toán giá trị cung cấp thấm bằng phương pháp sai phân hữu hạn của G.N Kamenxki.**

Sơ đồ kết cấu sân cân bằng giống như một mẫu sân cân bằng lý thuyết chuẩn (Hình 133), được xây dựng nhằm mục đích quan trắc và tính toán giá trị cung cấp thấm của nước mưa cho nước dưới đất trong khu vực. Các thông số của sân cân bằng được thể hiện ở Bảng 104.

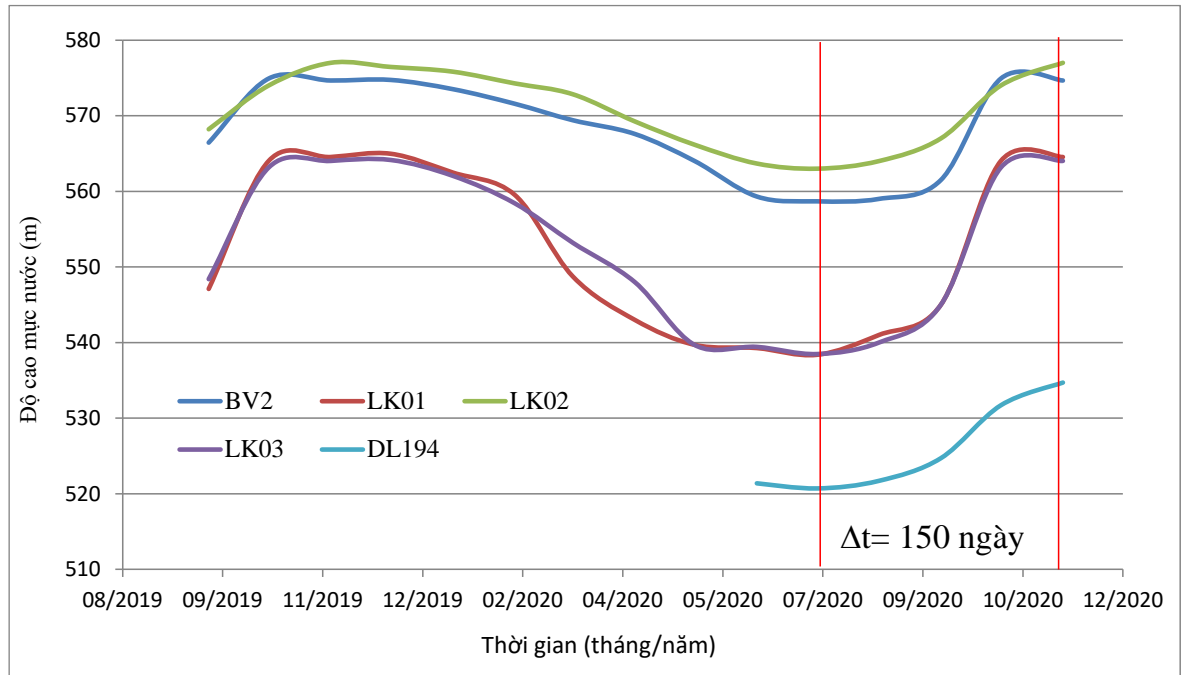
*Bảng 104. Các thông số đặc trưng của sân cân bằng Đạt Lý, Buôn Ma Thuột*

<b>TT</b>	<b>Thông số đặc trưng</b>	<b>Ký hiệu</b>	<b>Đơn vị tính</b>	<b>Giá trị</b>
I	<i>Các thông số tầng chứa nước</i>			
I.1	Hệ số thấm	K	m/ngày	0,84
I.2	Hệ số nhả nước	$\mu$		0,01
I.3	Độ cao đáy tầng chứa nước		m	500
II	<i>Các thông số sân cân bằng</i>			
II.1	Diện tích yếu tố dòng ngầm	F	m <sup>2</sup>	409.100
II.2	Các cạnh của yếu tố dòng ngầm tính toán		m	
	LK3-LK1	La		638
	LK1-LK2	Lb		555
	LK2-DL194	Lc		573
	DL194-LK3	Ld		861
II.3	Khoảng cách từ lỗ khoan trung tâm đến các lỗ khoan góc phong bì		m	
	LK3	la		486
	LK2	lb		379
	LK1	lc		354
	DL194	ld		628

Dựa vào tài liệu địa tầng khi thi công các lỗ khoan quan trắc và số liệu quan trắc trong khoảng thời gian thực hiện từ năm 2019 đến năm 2020 đã xác định được bề dày tầng chứa nước, cốt cao mực nước tại các lỗ khoan trong sân cân bằng (Bảng 104).

Đồ thị dao động mực nước ngầm trong khoảng thời gian từ năm 2019 đến 2020 được thể hiện trên Hình 140.





Hình 140. Đồ thị dao động mực nước tại các lỗ khoan theo thời gian tại sân cân bằng Đạt Lý, Buôn Ma Thuột (từ 9/2019 đến 11/2020)

Cơ sở lý thuyết và cách tính giá trị cung cấp thấm nước mưa cho nước ngầm tại sân cân bằng theo Kamenxki. Dựa vào công thức xác định giá trị cung cấp của nước mưa cho nước dưới đất hoặc bốc hơi từ bề mặt nước dưới đất ta sẽ tính được các giá trị: S, K1, K2, A, B, C, D. Cụ thể như sau:

$$W = S - K1 (A-B) - K2 (C - D)$$

Đặt:

$$A = (h_2^{s+1} + h_5^{s+1}) \frac{H_2^{s+1} - H_5^{s+1}}{l_{5,2}} \quad ; \quad B = (h_5^{s+1} + h_3^{s+1}) \frac{H_3^{s+1} - H_5^{s+1}}{l_{3,5}}$$

$$C = (h_5^{s+1} + h_4^{s+1}) \frac{H_4^{s+1} - H_5^{s+1}}{l_{5,4}} \quad ; \quad D = (h_1^{s+1} + h_5^{s+1}) \frac{H_5^{s+1} - H_1^{s+1}}{l_{1,5}}$$

$$K_1 = \frac{K}{(l_{1,1} + l_{1,t})} \quad K_2 = \frac{K}{(l_{1,1} + l_{1,t})} \quad S = \mu \frac{H_3^{s+1} - H_3^s}{\Delta t}$$

Trong đó:

- s, s+1, s+2 - Thời điểm đầu, giữa và cuối của bước thời gian  $\Delta t$ ;

-  $[h_2^{s+1}, h_2^{s+1}, h_3^{s+1}, h_4^{s+1}, h_5^{s+1}] H_2^{s+1}, H_2^{s+1} H_3^{s+1}, H_4^{s+1} H_5^{s+1}$

- Bề dày và cao trình mực nước tại các lỗ khoan ở thời điểm s+1;

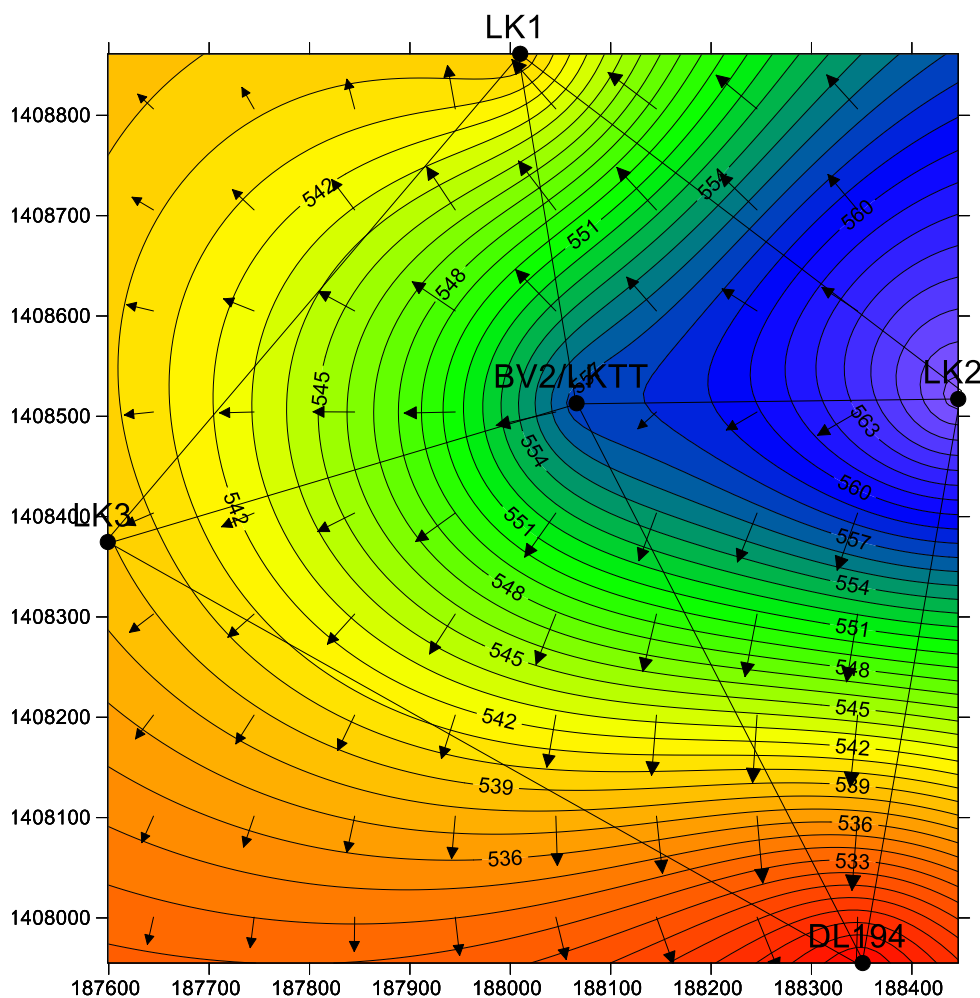
- H5s, H5s+2 - Cao trình mực nước tại lỗ khoan trung tâm BV2 ở thời điểm đầu s và thời điểm cuối s+2 của khoảng thời gian  $\Delta t$ ;

- Các LK1, LK2, LK3 và ĐL194 tương ứng với các số hiệu 2,1,4,3

- 15,4, 15,3, 15,2, 15,1 - Khoảng cách từ các lỗ khoan đến lỗ khoan trung tâm

Dựa vào đường cong dao động mực nước của Hình 141, ta xác định được khoảng thời gian  $\Delta t$  từ tháng VII đến tháng XI là khoảng thời điểm mực nước tăng dần từ cực tiểu đến cực đại.  $\Delta t$  được ghi lại ở thời điểm đầu và cuối trên hình 2.

Tổng hợp kết quả tính giá trị bổ cập tại sân cân bằng Đạt Lý từ 01/07/2019 đến 30/11/2020 (Bảng 105 & Bảng 106). Trong đó từ tháng VII đến tháng XI hướng chảy vào từ LK2 tương ứng với vị trí D và hướng chảy ra ở các LK1, LK3 và ĐL194 tương ứng với vị trí A, B, C ở Bảng 106.



Hình 141. Hướng dòng chảy tại sân cân bằng Đạt Lý vào tháng 9/2020

*Bảng 105. Tính toán các thông số theo công thức G.N Kamenxki*

H5s+ 2	H5s	$\Delta H$	K	H5s+1	H1s+1	H2s+1	H3s+1	H4s+1	h5s+1	h1s+1	h2s+1	h3s+1	h4s+1
574,6 6	558,68	15,98	0,84	561,50	567,00	545,00	524,71	545,00	61,50	67,00	45,00	24,71	45,00

*Bảng 106. Kết quả các giá trị tính toán giá trị cung cấp thấm tại sân cân bằng Đạt Lý (7/2019-11/2020)*

Thời điểm quan trắc	Khoảng thời gian $\Delta t$	$\mu$	K1	K2	S□	A	B	C	D	W	Giá trị cung cấp thấm	
										m/ng	mm/ ngày	mm/ năm
7/2019												
	150	0,01	6,94E- 04	5,93E- 04	0,00107	-4,964	-8,368	-2,798	1,454	0,0012 3	1,22	447
11/2020												

Từ kết quả tính toán trong Bảng 106, ta rút ra các kết luận sau:

Giá trị cung cấp thấm tại sân cân bằng Đạt Lý tính theo phương pháp sai phân hữu hạn của G.N Kamenxki, thời gian tính toán từ tháng 7/2019 đến tháng 11/2020 cho kết quả  $W = 1,226$  mm/ngày. Như vậy, giá trị cung cấp thấm trung bình năm đạt 447 mm/năm, chiếm 21,2% lượng mưa trong khu vực.

### ***V.5.3. Tính toán cân bằng nước trên cơ sở mô hình dòng chảy nước dưới đất***

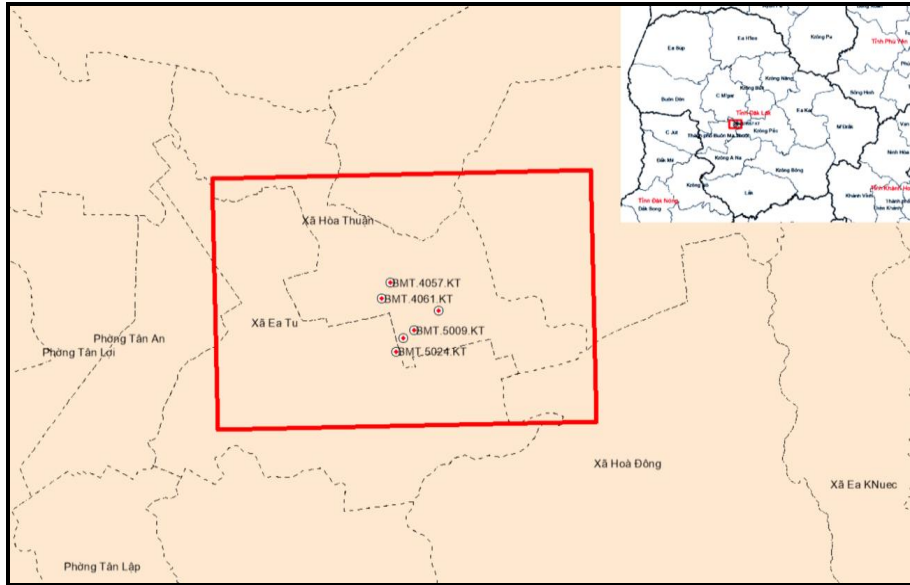
Kết quả tính toán cân bằng nước khu vực bãi giếng Đạt Lý được xây dựng trên cơ sở nền của mô hình dòng chảy nước dưới đất (MHDCNDD) với các dữ liệu và kết quả như sau:

#### ***V.5.3.1. Diện tích xây dựng mô hình và đặc điểm địa hình***

Vùng lập MHDCNDD bãi giếng Đạt Lý được xác định bao quanh khu vực bãi giếng Đạt Lý sao cho phần hạ thấp của các lỗ khoan khai thác không lan truyền tới phần rìa của vùng xây dựng mô hình, đảm bảo giả lập điều kiện biên vô hạn tới các lỗ khoan khai thác trong mô hình dòng chảy NDD. Diện tích xây dựng mô hình có diện tích 41,65km<sup>2</sup>, được giới hạn bởi toạ độ ô vuông thuộc hệ toạ độ quốc gia VN-2000 múi 6° từ 835.849m đến 843.692m kinh độ Đông và từ 1.406.196m đến 1.411.635m vĩ độ Bắc. Bao gồm phần lớn diện tích thuộc các xã Ea Tu, xã Hoà Thuận, xã Cuôr Đăng và một phần xã Hoà

Đông.

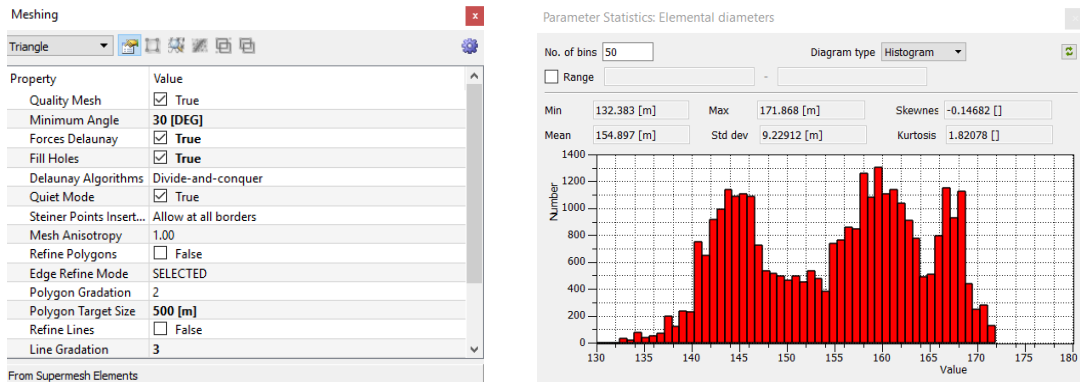
Đây là một vùng cao nguyên rộng, ít bị chia cắt, địa hình thấp dần từ Đông Bắc đến Tây Nam với góc dốc khoảng 3 đến 12°, độ cao tuyệt đối thường gặp từ 450 - 600m.



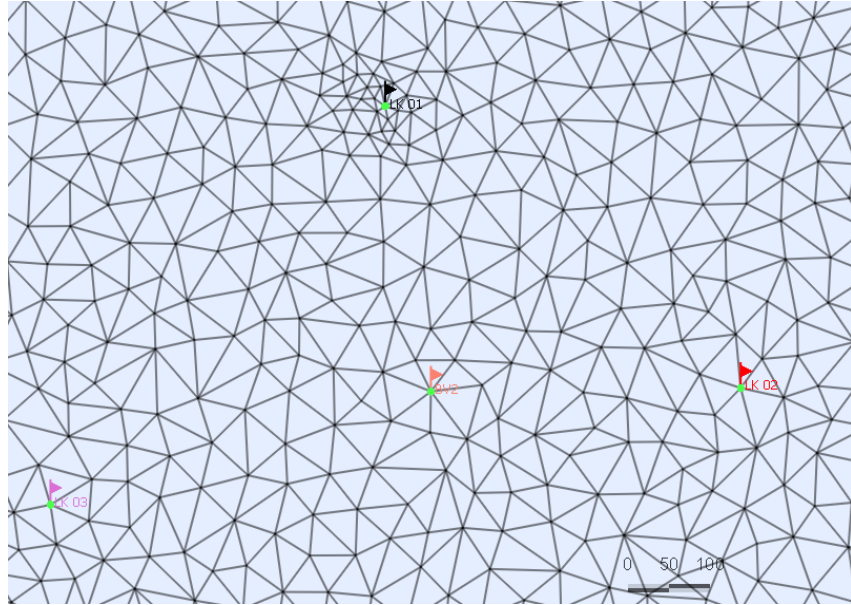
*Hình 142. Diện tích xây dựng mô hình NĐĐ*

#### V.5.3.2. Xây dựng lưới mô hình

Từ diện tích xây dựng mô hình là 41,65 km<sup>2</sup>, tiến hành chia lưới cho mô hình bằng các ô lưới tam giác. Trong đó, cài đặt để góc của tam giác luôn lớn hơn hoặc bằng 30°, tránh trường hợp tam giác có góc quá nhọn dễ gây lỗi mô hình (theo sách hướng dẫn của DHI). Trong đó, sẽ tiến hành chia nhỏ lưới ở các lỗ khoan khai thác và lỗ khoan quan trắc để chính xác hoá mực nước và bước nhảy thuỷ lực trong mỗi phân tử. Kết quả chia lưới cho mô hình 1 lớp có 32.240 nút, 31.793 phân tử. Độ dài trung bình của cạnh ô lưới tam giác là 155m.



*Hình 143. Bảng chia lưới của mô hình và thống kê lưới mô hình*



Hình 144. Ví dụ về lưới tam giác trong mô hình FEFLOW

#### V.5.3.3. Các lớp trong mô hình

Đặc điểm địa chất thủy văn của vùng lập mô hình thể hiện ở những nét chính như sau:

Tầng chứa nước chính của vùng mô hình là tầng đá Bazan (gồm Bazan olivin và Bazan augit) cứng, nứt nẻ khá mạnh, tuổi Pliocen - Pleistocen, có bề dày chung thay đổi từ 50 - 230m, giảm dần theo hướng Đông Bắc - Tây Nam. Độ cao tối thiểu của đáy tầng chứa nước là +370m. Mực nước ngầm thường nằm ở độ sâu 0,15 - 30,55m, bình quân là 9,85m. Bề dày tầng chứa nước từ 47 - 160m, bình quân 71m.

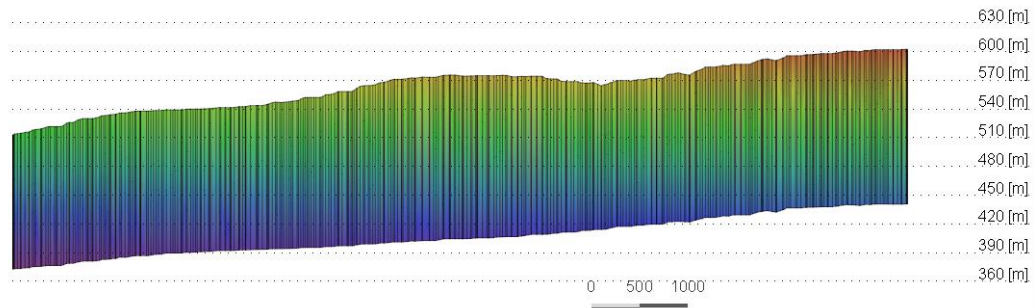
Nhìn chung, đây là tầng chứa nước không có áp lực, trừ đôi chỗ có biểu hiện của áp lực cục bộ. Kết quả hút nước thí nghiệm ở các giếng khoan cho thấy khả năng chứa nước thay đổi khá lớn: Lưu lượng lỗ khoan đạt từ 1,0 - 24,25 bình quân 6,24l/s hay 539 m<sup>3</sup>/ngày, ứng với độ hạ thấp mực nước ngầm từ 2,5m - 20m.

Động thái nước ngầm ở vùng mô hình này thể hiện ở sự thay đổi theo mùa, với biên độ dao động khoảng 5-10m. Nguồn cung cấp cho tầng chứa nước này chủ yếu là nước mưa, thấm trực tiếp vào lớp vỏ phong hóa của Bazan. Phần lớn nước mưa tạo thành dòng mặt chảy thoát khỏi vùng hoặc được tích vào các hồ. Một phần đáng kể lượng nước hồ cũng thấm xuống cung cấp cho tầng chứa nước. Ngoài ra, các tầng chứa nước còn nhận được một lượng dòng ngầm đáng kể vận động từ bên ngoài (phía Đông và phía Bắc của vùng) vào tầng chứa nước.

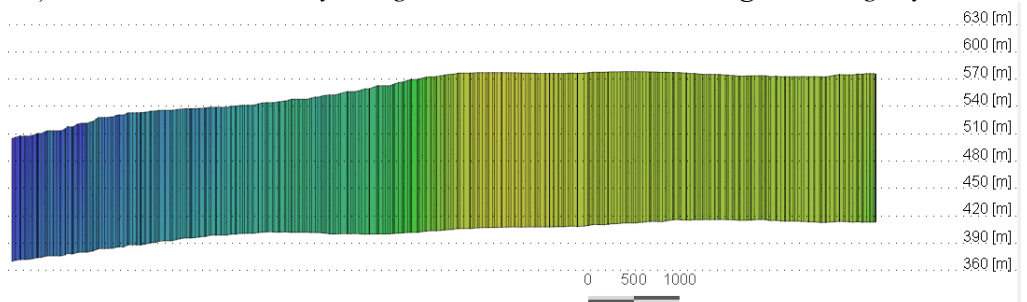
Như vậy, trong mô hình sẽ chỉ đề cập đến tầng Bazan tuổi Pliocen -

Pleistocen là đối tượng khai thác nước chính hiện nay.

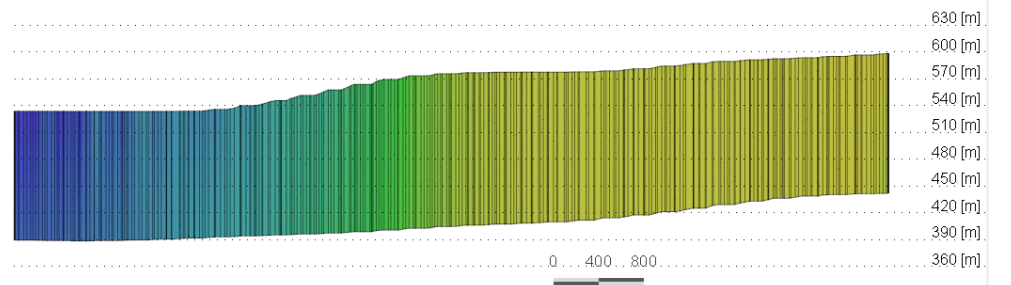
Như vậy, MHDCNĐ vùng bãi giếng Đạt Lý là mô hình gồm 1 lớp với mái là bề mặt địa hình, đáy là bề mặt đá gốc trầm tích Jura và các thành tạo không chứa nước.



*a) Địa hình khu vực xây dựng mô hình thoái dần từ đông bắc sang tây nam*



*b) Địa hình khu vực xây dựng mô hình nhìn từ tây bắc sang đông nam*

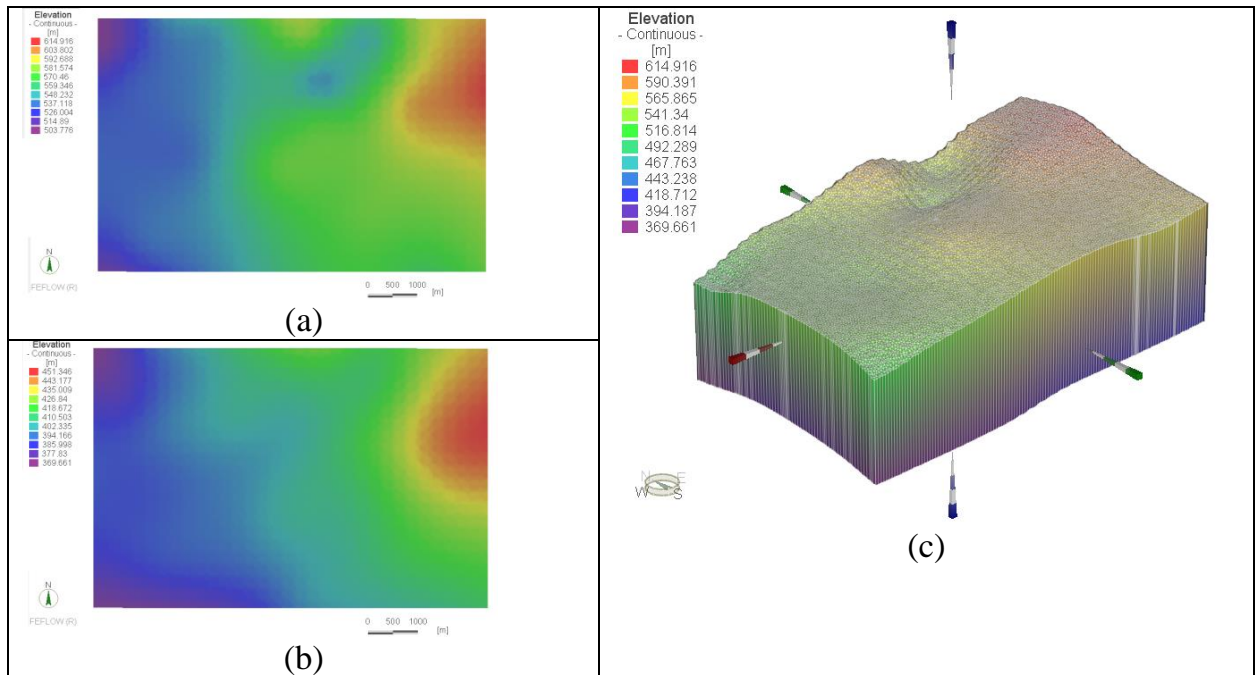


*c) Địa hình khu vực xây dựng mô hình nhìn từ tây sang đông*

*Hình 145. Đặc điểm địa hình địa mạo khu vực xây dựng mô hình bãi giếng Đạt Lý*

#### *V.5.3.4. Chiều sâu phân bố lớp*

Dữ liệu bề mặt địa hình được lấy từ điểm độ cao địa hình đô thị BMT tỷ lệ 1:25.000; Dữ liệu đáy được trích xuất từ mô hình dòng chảy NĐĐ đô thị BMT dựa trên địa tầng của các lỗ khoan nghiên cứu trong vùng và lân cận. Trong đó sẽ lựa chọn và sử dụng 94 lỗ khoan có dữ liệu đáng tin cậy nhất từ các nghiên cứu trước đây.



*Hình 146. Cao độ bề mặt địa hình (a), cao độ bề mặt đáy (b) và mô phỏng 3D TCN trong mô hình góc nhìn từ phía tây nam (c)*

#### *V.5.3.5. Các thông số địa chất thủy văn.*

Các thông số ĐCTV cần nhập vào MHDCNDD gồm:

- Hệ số thấm  $K_{xx}$ ,  $K_{yy}$  - chiều ngang;  $K_{zz}$  – chiều đứng.
- Hệ số nhả nước trọng lực  $S_y$  (Storage yield).

Hai thông số hệ số thấm và hệ số nhả nước trọng lực ban đầu sẽ được lấy theo tài liệu mô hình đô thị BMT đã xây dựng trước đó để chạy lần đầu tiên và sẽ được chỉnh lý dựa theo dữ liệu lỗ khoan quan trắc thu thập được.

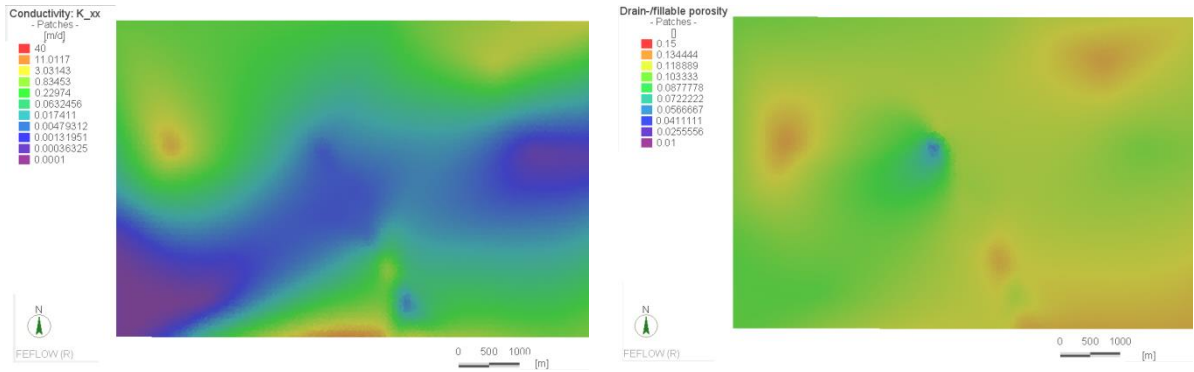
#### *Hệ số thấm và hệ số nhả nước ban đầu*

Hệ số thấm và hệ số nhả nước ban đầu được tính toán xử lý qua các các bước sau:

- Các thông số ĐCTV được tính toán bằng phần mềm Aquifer test 3.0 dựa trên tài liệu bơm thí nghiệm và hồi phục tại 53 lỗ khoan (gồm 49 thí nghiệm đơn với 1 đợt hạ thấp và 4 thí nghiệm bơm chum).

- Tính toán phân bố lại độ dẫn nước ( $K_m$ ) tại vị trí thí nghiệm.
- Xác định giá trị hệ số thấm, hệ số nhả nước đặc trưng cho tầng chứa nước tại vị trí thí nghiệm.

Kết quả đã thành lập các bản đồ phân vùng các thông số ĐCTV của TCN Bazan.



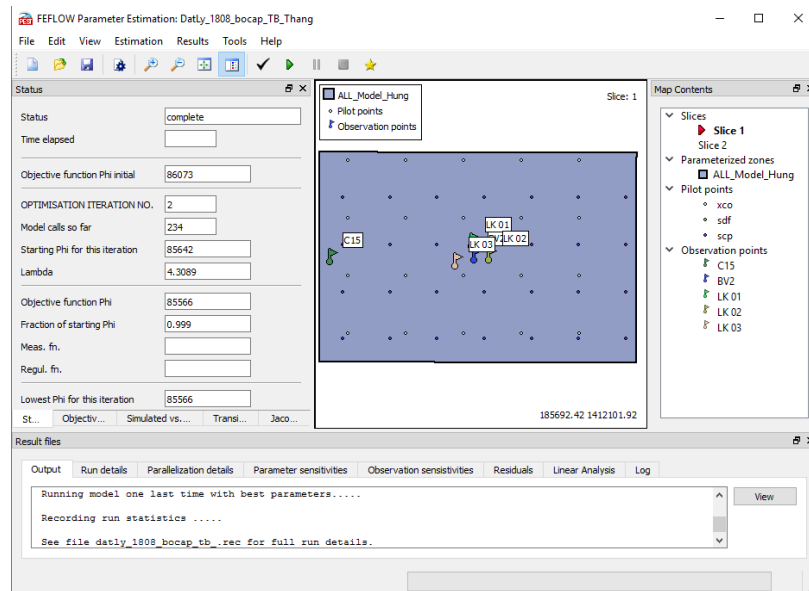
(a)  
Hệ số thấm

(b)  
Hệ số nhà nước

*Hình 147. Sơ đồ hệ phân bố các thông số ĐCTV trước khi chỉnh lý*

**V.5.3.6. Dữ liệu về lượng bổ cập (Recharge) và bốc hơi.**

Trong mô hình PTHH FEFLOW, các giá trị bổ cập, bốc hơi được gộp vào một thông số là Lượng bổ cập/thoát qua lớp trên cùng (In/Out Flow on Top). Trong đó, lượng bổ cập, bốc hơi được gán theo tổng lượng mưa, bốc hơi trong tháng từ số liệu trạm khí tượng Buôn Ma Thuột. Lượng bổ cập ban đầu được lấy khoảng 10% lượng mưa và sẽ được tính toán lại dựa vào phần mềm mở rộng FEPEST (Parameter Estimation).



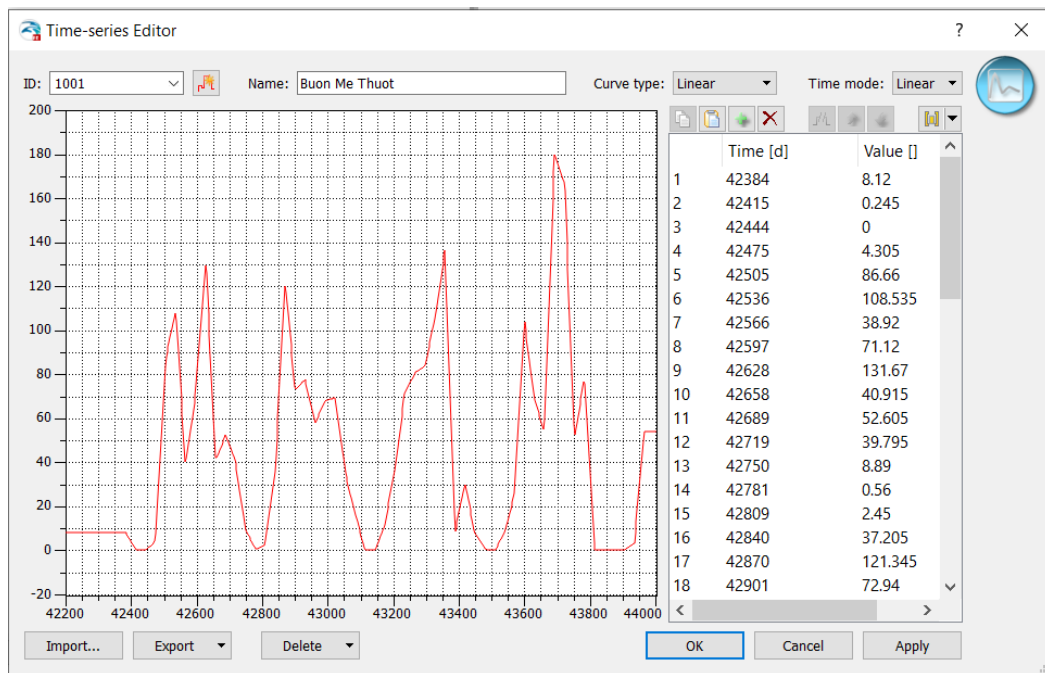
*Hình 148. Giao diện phần mềm tự động chỉnh lý thông số FEPEST*

*Bảng 107. Lượng mưa trung bình tháng tại trạm Buôn Ma Thuột từ 2016 – 2020 (mm)*

Năm	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2016	23,2	0,7	0	12,3	247,6	310,1	111,2	203,2	376,2	116,9	150,3	113,7
2017	25,4	1,6	7	106,3	346,7	208,4	222	165	194,8	198,1	100,2	47



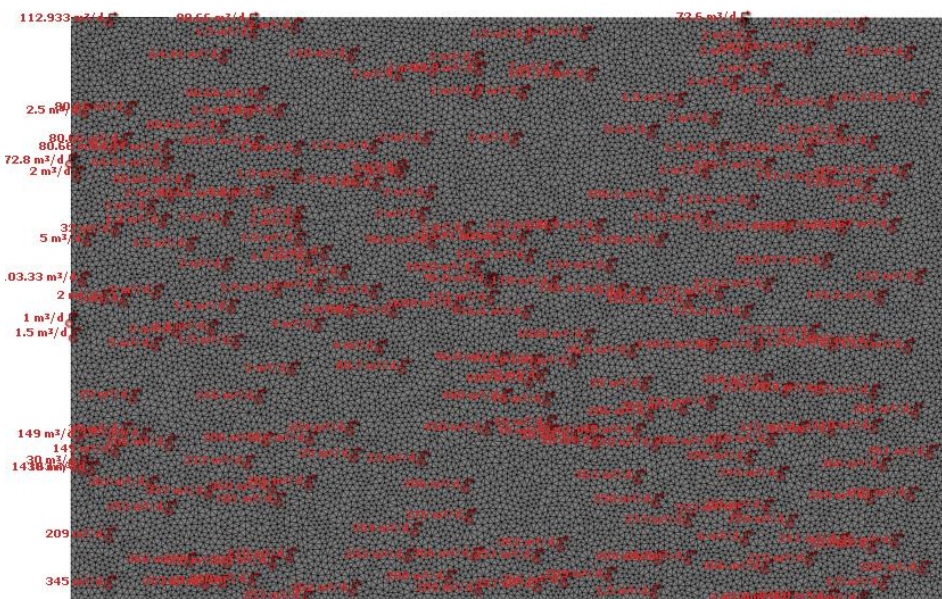
2018	0	0	33,1	105,1	204,1	230,4	238,8	299,1	391	22,3	86,3	22,8
2019	1,6	0	22,1	73,2	298,9	196,3	154,6	515,6	474,6	146,8	224,3	0
2020	0,1	0	0	9,7	153,6							



*Hình 149. Dữ liệu đầu vào lượng bổ cập cho mô hình đến năm 2020*

### V.5.3.7. Lượng nước khai thác

Dữ liệu về lượng khai thác trong vùng được sử dụng theo tài liệu điều tra hiện trạng từ nhiều nguồn khác nhau. Do diện tích mô hình nhỏ, nên sẽ tính toán với các lỗ khoan khai thác được thống kê chi tiết.



*Hình 150. Phân bố và lưu lượng lỗ khoan khai thác trong mô hình*

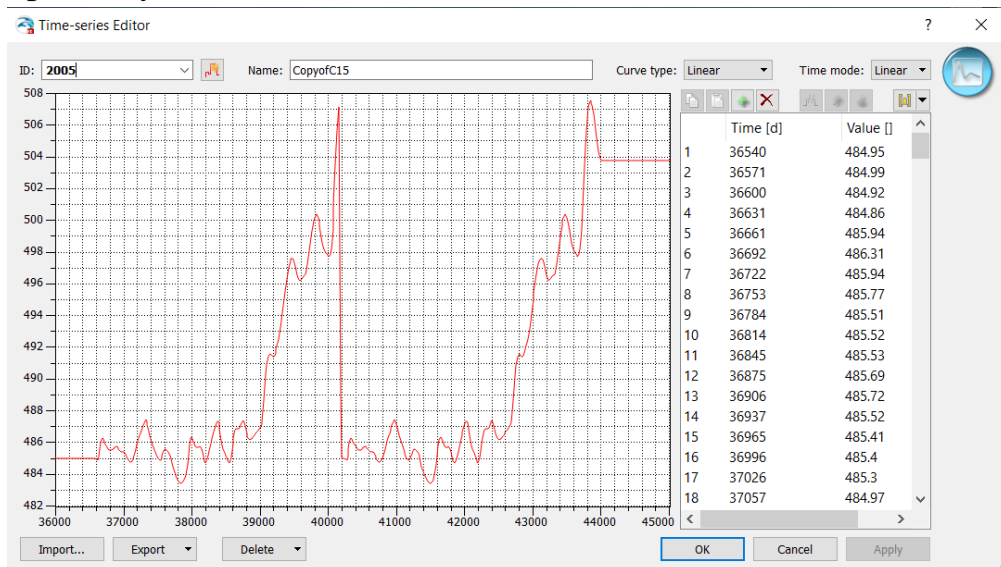
#### V.5.3.8. Biên và điều kiện biên của mô hình

Trong vùng nghiên cứu không thấy sự có mặt của mạng lưới sông hồ. Các điều kiện biên được đặt ra nhằm giả định vùng xây dựng mô hình là TCN vô hạn.

- Biên loại I: Biên mực nước xác định trước (Hydraulic Head BC)

Ranh giới phía Đông và phía Tây, các tầng chứa nước được xem như mở rộng vô hạn (ranh giới phân bố rất xa) và luôn có dòng chảy từ ngoài vào (hướng dòng chảy chính của các tầng từ phía Đông sang phía Tây) hoặc chảy ra cục bộ, do đó ở đây được đặt biên loại I với mực nước được xác định theo tài liệu mực nước khu vực. Mặt khác, biên này ở khá xa trung tâm khai thác vùng Đạt Lý, v.v... và phần hạ thấp chưa lan đến do đó việc đặt biên này không ảnh hưởng đến nghiệm của bài toán.

Mực nước của các biên xác định được xác định theo tài liệu mực nước của các lỗ khoan quan trắc vùng lân cận biên: dựa vào mực nước quan trắc lỗ khoan C15 ở phía Đông và dựa vào mô hình BMT trước đó để xác định mực nước ở phía Tây của điều kiện biên.



Hình 151. Mực nước xác định tại phía tây vùng mô hình (theo mực nước LK quan trắc C15)

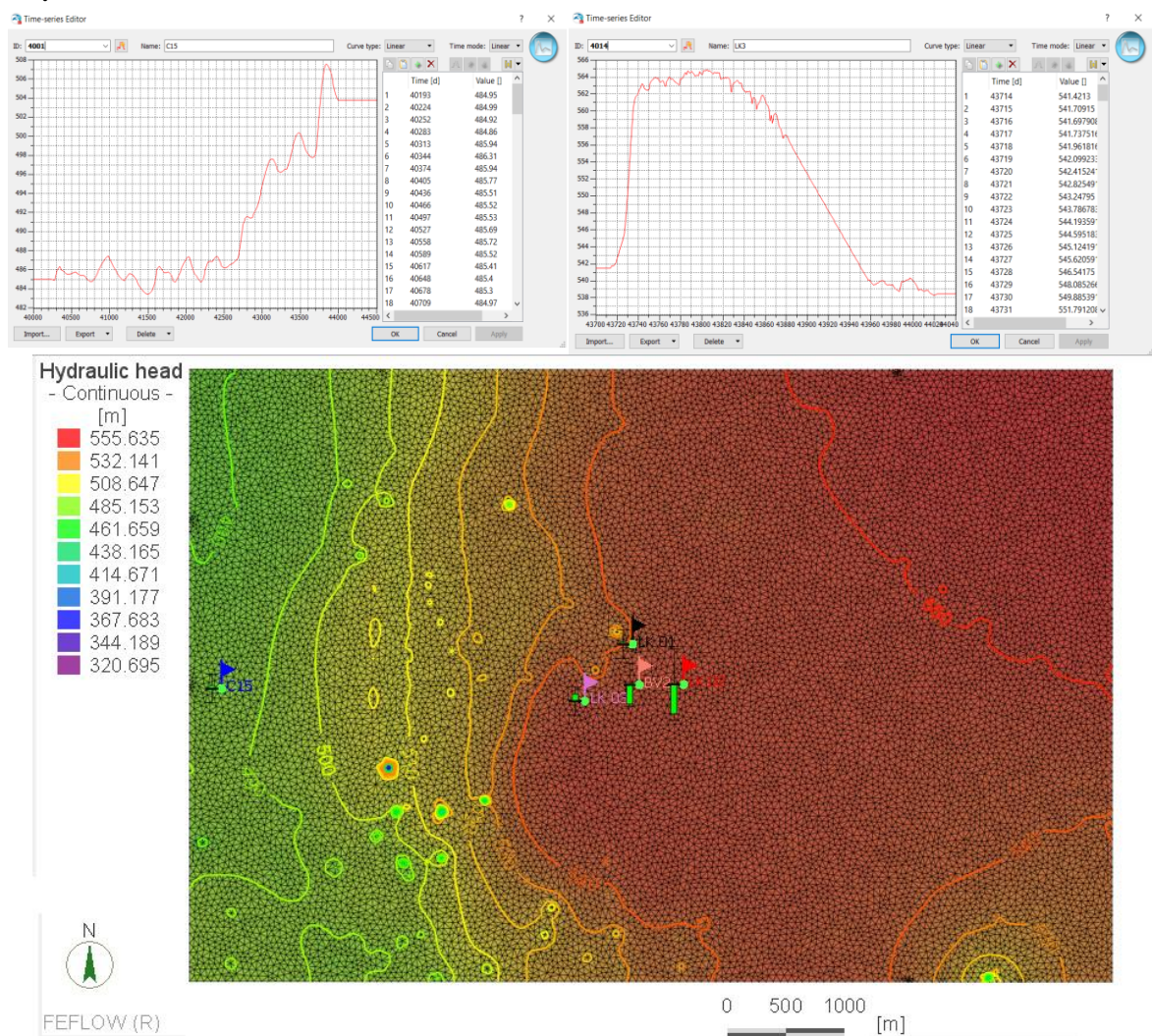
#### V.5.3.9. Điều kiện mực nước ban đầu, thời gian chạy mô hình và hệ thống lỗ khoan quan trắc

Để giúp cho việc giải các bài toán chỉnh lý trên mô hình được chính xác cần thiết phải định điều kiện mực nước ban đầu (Starting Head) và mực nước tại các điểm quan trắc (Observation Head) để so sánh và chỉnh lý mô hình. Mực nước ban đầu được chọn cho mô hình là 05/01/2016 và mực nước quan

trắc trung với thời gian chạy mô hình từ 05/01/2016 đến 15/06/2020.

Vùng đô thị BMT có hệ thống trạm quan trắc Quốc gia động thái NĐĐ gồm 4 điểm quan trắc tập trung xung quanh bãi giếng Đạt Lý và 1 điểm quan trắc là lỗ khoan C15 ở phía Đông khu vực xây dựng mô hình. Vị trí các lỗ khoan quan trắc được thể hiện trong Hình 152.

Trên mô hình hệ thống lỗ khoan quan trắc được mô phỏng trên bình đồ và trên mặt cắt đứng như thực tế, trong đó chứa dữ liệu về mực nước quan trắc theo thời gian. Dữ liệu mực nước quan sát này không tham gia vào tính toán mà chỉ làm nhiệm vụ đánh giá độ chính xác lời giải của các bài toán so với thực tế.



Hình 152. Sơ đồ vị trí lỗ khoan quan trắc tại vùng mô hình và một số dữ liệu đầu vào là số liệu quan trắc ở các lỗ khoan C15, LK3

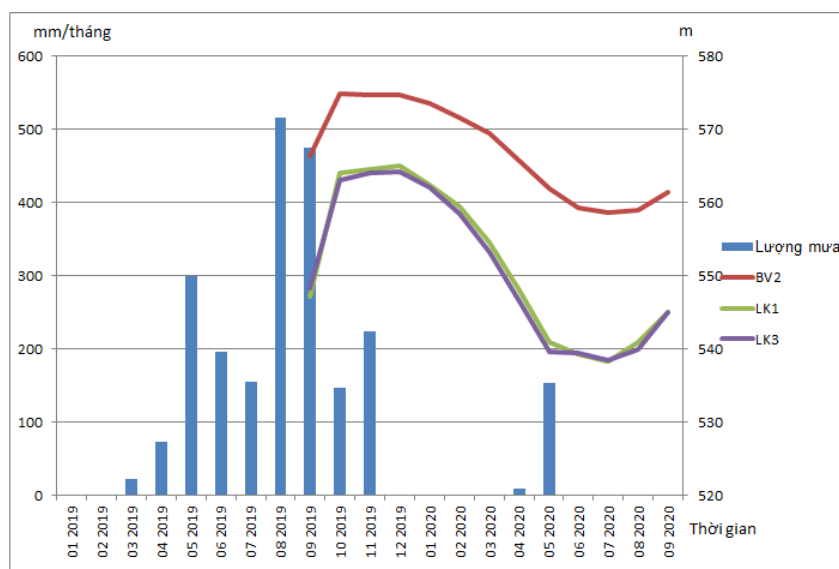
#### V.5.3.10. Kết quả chỉnh lý và vận hành MHDCNĐĐ

Các thông số chính cần chỉnh lý trong mô hình là xác định lượng bổ cập, hệ số thấm và hệ số nhả nước của mô hình. Các thông số này được gán sơ bộ

như đã đề cập như trên, sau đó được chỉnh lý tự động dựa vào phần mềm mở rộng FEPEST, tránh tình trạng chủ quan của người lập mô hình.

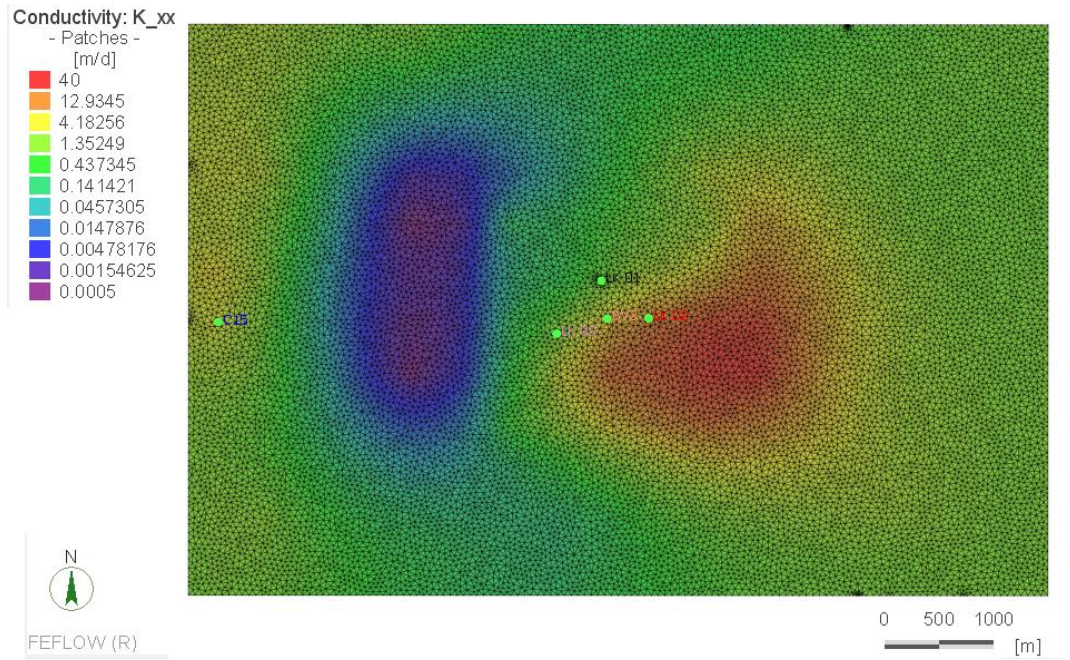
Thông số đầu tiên cần xác định đó là lượng mưa bổ cập (gọi tắt là lượng bổ cập) cho toàn vùng mô hình. Lượng bổ cập được xác định bằng cách chạy mô hình ở trạng thái vận động ổn định (hoặc chạy với quãng thời gian dài 20 năm trở lên) để xác định lượng bổ cập trung bình năm, sao cho mực nước giả lập trong mô hình có xu hướng ổn định, không thay đổi nhiều. Từ đó xác định được lượng bổ cập trung bình hằng năm là 590mm/năm (50mm/tháng), tương đương 35% tổng lượng mưa trung bình hằng năm. Từ đó xác định được lượng bổ cập trung bình các tháng, vào mùa mưa có thể lên đến 130mm/tháng, mùa khô có thể không có mưa, sao cho tổng lượng bổ cập đạt khoảng 35% lượng mưa trung bình năm.

Ngoài ra, khi theo dõi sự tương quan giữa tổng lượng mưa tháng và mực nước quan trắc trong các lỗ khoan, có thể thấy có sự lệch pha giữa hai yếu tố trên, tiến hành lập đồ thị tương quan giữa tổng lượng mưa tháng và mực nước quan trắc xác định được thời gian để mưa ngấm xuống, ảnh hưởng tới NĐĐ khoảng 2 tháng.

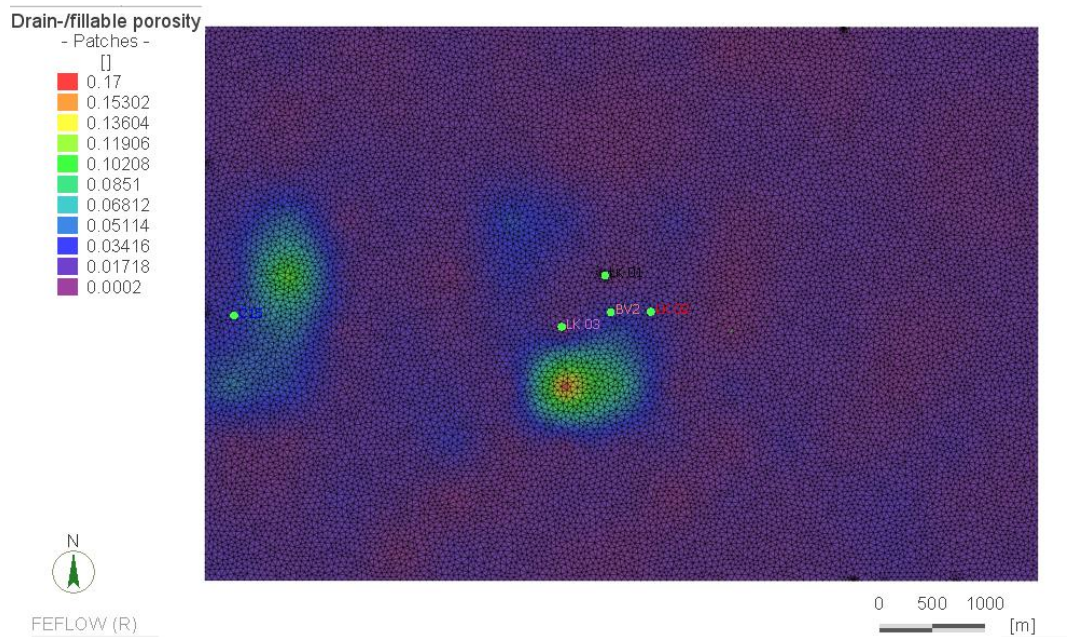


Hình 153. Tương quan giữa lượng mưa và mực nước trong các LKQT

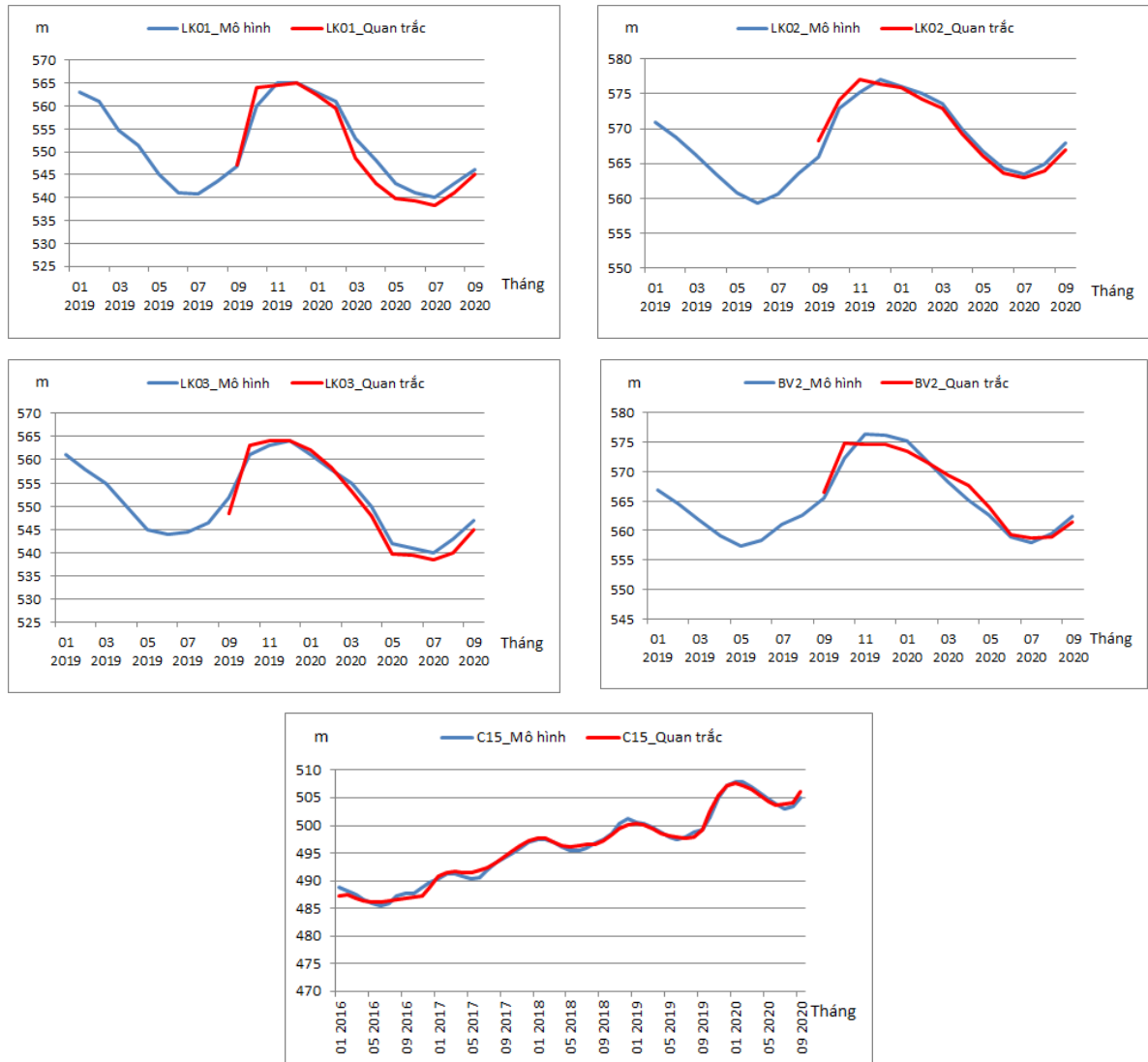
Sau khi đã tính toán được lượng mưa bổ cập cho TCN trong khu vực, tiến hành chỉnh lý các thông số hệ số thấm, hệ số nhả nước bằng phần mềm mở rộng FEPEST. Kết quả chỉnh lý hệ số thấm biến đổi từ 0,0005 đến 39 m/ngày, hệ số nhả nước biến đổi trong khoảng 0,0002 - 0,17. Kết quả được thể hiện ở hình dưới:



*Hình 154. Hệ số thấm sau chỉnh lý*



*Hình 155. Hệ số nhả nước sau chỉnh lý*



*Hình 156. Tương quan giữa mực nước tính toán bằng mô hình và mực nước thực đo*

#### **V.5.4. Tính toán cân bằng nước tại khu vực bãi giếng Đạt Lý**

Bãi giếng Đạt Lý là cụm công trình khai thác nước tập trung cấp nước cho thành phố BMT, thuộc xã Hòa Thuận, TP. Buôn Ma Thuột. Hiện có 6 giếng đang khai thác với lưu lượng trung bình 5.940 m<sup>3</sup>/ngày.



*Hình 157. Khu vực bãi giếng Đạt Lý*

#### *Giả thiết và mục tiêu bài toán*

- + Bài toán tính cân bằng NĐĐ và lượng bổ cập cho khu vực bãi giếng Đạt Lý theo các mùa trong năm (12 tháng).
- + Bài toán được thực hiện dựa trên cơ sở điều tra, khảo sát các giếng, lỗ khoan khai thác với lưu lượng không đổi.

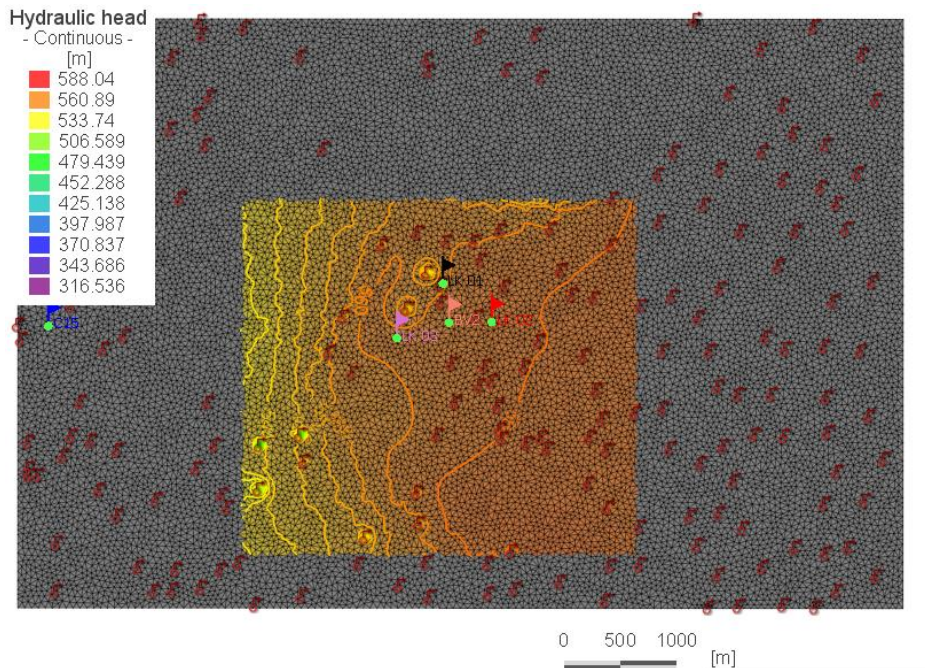
#### *Phương pháp*

Mô phỏng quá trình dịch chuyển NĐĐ bằng mô hình phần tử hữu hạn (phần mềm FEFLOW 7.3) nhằm xác định giá trị cung cấp thấm và cân bằng nước quanh khu vực bãi giếng Đạt Lý. Bài toán được tính toán trong 1 năm với giá trị trung bình các tháng từ 01/2019 đến 12/2019.

#### *Kết quả tính toán cân bằng nước tại khu vực bãi giếng Đạt Lý*

Vùng diện tích tính toán lượng cân bằng NĐĐ được xác định bao phủ toàn bộ các lỗ khoan khai thác và vùng diện tích mực nước bị ảnh hưởng của bãi giếng Đạt Lý. Kết quả khoan vùng tính toán cân bằng NĐĐ cho bãi giếng Đạt Lý có diện tích 11,05 km<sup>2</sup> bao phủ bãi giếng Đạt Lý và một số lỗ khoan lưu lượng nhỏ. Tổng lưu lượng các lỗ khoan trong diện tích tính toán cân bằng nước khoảng 11.710 m<sup>3</sup>/ngày, trong đó lưu lượng các lỗ khoan tập trung của

bãi giếng Đạt Lý là 5.970 m<sup>3</sup>/ngày, lưu lượng các lỗ khoan đơn lẻ xung quanh là 5.740 m<sup>3</sup>/ngày.



*Hình 158. Diện tích tính cân bằng nước khu vực bãi giếng Đạt Lý*

Rate Budget		
Domain of Interest (DOI)		
vungbaigiengDL_Fix		
<input checked="" type="checkbox"/> Active		[m <sup>3</sup> /d] FLUID
Dirichlet BCs		
-15276	+6267.3	
Neumann BCs		
Cauchy BCs		
Wells		
-11716		
Distributed Sink(-)/Source(+)		
	+25585	
Storage Capture(-)/Release(+)		
-5496	+2911.8	
Internal Transfer (Porous Medium)		
-7811.4	+5535.3	
Internal Transfer (Discrete Features)		
<b>Imbalance</b>		
-0.3673		

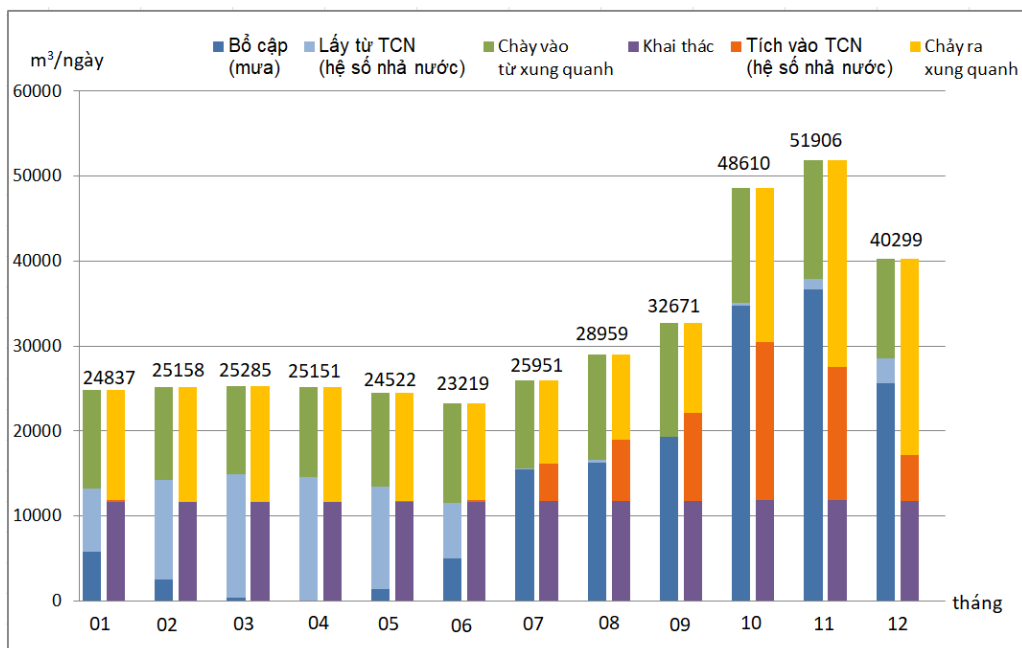
*Hình 159. Ví dụ tính cân bằng nước tại thời điểm tháng 12 năm 2019*

Kết quả tính toán cân bằng nước cho bãi giếng Đạt Lý được trình bày ở Bảng 108 và Hình 160 sau:



*Bảng 108. Kết quả tính toán cân bằng nước trung bình tháng*

Thời gian	Lượng vào (m <sup>3</sup> /ngày)				Lượng thoát (m <sup>3</sup> /ngày)				Sai số (Lượng vào - Lượng thoát)
	Bổ cập	Lấy từ TCN (hệ số nhà nước)	Chảy vào từ biên phía Đông	Tổng lượng vào	Khai thác	Tích vào TCN (hệ số nhà nước)	Chảy ra biên phía Tây	Tổng lượng thoát	
01/19	5.790	7.458	11.589	24.837	11.669	167	13.001	24.837	0
02 19	2.518	11.720	10.920	25.158	11.661	0	13.497	25.158	0
03 19	410	14.461	10.414	25.285	11.658	0	13.627	25.285	0
04 19	20	14.602	10.529	25.151	11.657	0	13.494	25.151	0
05 19	1.403	12.037	11.082	24.522	11.657	92	12.773	24.522	0
06 19	4.951	6.532	11.736	23.219	11.658	223	11.338	23.219	0
07 19	15.442	125	10.384	25.951	11.708	4.478	9.765	25.951	0
08 19	16.220	334	12.405	28.959	11.733	7.240	9.986	28.959	0
09 19	19.294	59	13.318	32.671	11.706	10.370	10.595	32.671	0
10 19	34.708	400	13.502	48.610	11.850	18.575	18.185	48.610	0
11 19	36.672	1.276	13.958	51.906	11.841	15.646	24.419	51.906	0
12 19	25.585	2.912	11.802	40.299	11.716	5.496	23.087	40.299	0
TB Năm	13.584	5.993	11.803	31.381	11.710	5.191	14.481	31.381	0



*Hình 160. Đồ thị cân bằng nước trung bình tháng năm 2019*

Trong bài toán cân bằng nước, giả định tầng chứa nước là vô hạn, áp dụng vào mô hình sẽ sử dụng biên loại I để mô phỏng tính vô hạn của tầng chứa nước. Vì vậy, khi tính toán cân bằng nước, lượng nước chảy vào từ biên sẽ được tính gộp vào cùng lượng nước chảy vào từ xung quanh.

Trên cơ sở kết quả của bài toán cân bằng nước có thể rút ra một số nhận xét sau:

- Trong điều kiện tự nhiên mô hình có phương dòng chảy vào theo hướng từ Đông sang Tây vào miền tính toán cân bằng. Do ảnh hưởng của quá trình khai thác tại bãi giếng Đạt Lý sẽ làm tăng lượng chảy vào từ biên phía Đông và giảm lượng chảy ra từ biên phía Tây.

- Vào thời điểm mùa khô từ tháng I đến tháng VI do lượng bổ cập nhận được từ mưa và biên cấp phía Đông ít do đó để cân bằng với lượng thoát do khai thác nước 11.710 m<sup>3</sup>/ngày (chiếm từ 58-75% tổng lượng thoát) và lượng chảy ra biên phía Tây (24÷41% tổng lượng thoát) một phần trữ lượng được lấy ra từ trữ lượng tĩnh của tầng chứa nước từ 6.532 đến 14.602 m<sup>3</sup>/ngày (tương ứng với 52-78% tổng lượng vào).

- Vào thời điểm mùa mưa, mặc dù mùa mưa ở Buôn Ma Thuột bắt đầu từ tháng V đến tháng X nhưng do lượng ngấm từ mưa bổ cập cho mực nước ngầm bị chậm pha do đó từ tháng VII tầng chứa nước mới nhận được lượng bổ cập và thời kỳ này kéo dài cho đến tháng XII. Tại thời điểm này lượng bổ cập tăng cao và lượng chảy vào từ biên phía Đông cũng tăng mạnh đủ để đảm bảo trữ lượng khai thác của khu bãi giếng Đạt Lý còn bổ sung vào trữ lượng tĩnh của TCN. Thời kỳ từ tháng VII đến tháng XII là thời kỳ bổ cập mạnh mẽ cho NĐĐ, lượng bổ cập từ 15.422 m<sup>3</sup>/ngày đến 36.672 m<sup>3</sup>/ngày trong đó thời điểm lượng bổ cập lớn nhất là vào các thời điểm tháng X và tháng XI. Do lượng mưa lớn do đó mực nước dưới đất được khôi phục và tích vào trong tầng từ 4.478 m<sup>3</sup>/ngày đến 18.575 m<sup>3</sup>/ngày trong suốt thời gian từ tháng VII đến tháng XI.

Lượng bổ cập trung bình là 13.584m<sup>3</sup>/ngày (Bảng 108), tương đương 4.958.160m<sup>3</sup>/năm. Diện tích khu vực tính cân bằng 11,05km<sup>2</sup>, như vậy modul cung cấp thấm trong 1 năm xác định bằng 0,448m/năm (448mm/năm). Lượng mưa thời điểm năm 2019 là 2.108mm/năm. Như vậy lượng bổ cập trong năm 2019 ở khu vực bãi giếng Đạt Lý tương đương với 21,28% lượng mưa.

Nhận xét chung: Vào mùa khô do lượng mưa ít, trữ lượng cung cấp cho bãi giếng Đạt Lý chủ yếu là lấy ra từ trong tầng chứa nước. Lượng nước lấy ra từ tầng chứa nước trung bình năm vào khoảng 5.993m<sup>3</sup>/ngày. Đến mùa mưa do

lượng mưa nhiều làm tăng lượng bổ cập cho NĐĐ, ngoài việc đảm bảo trữ lượng cho khai thác nước mà còn tích nước vào trong tầng chứa nước, trung bình mỗi năm tích vào trong tầng chứa nước khoảng 5.191m<sup>3</sup>/ngày. Như vậy có thể thấy bình quân mỗi năm tầng chứa nước trong diện tích tính cân bằng nước của bãi giếng Đạt Lý suy giảm 802m<sup>3</sup>/ngày. Như vậy để bãi giếng có thể hoạt động lâu dài có thể xem xét điều chỉnh chế độ khai thác như giảm khai thác vào mùa kiệt, tăng khai thác vào mùa mưa, ngoài ra có thể áp dụng các biện pháp bổ cập nhân tạo cho nước dưới đất để đảm bảo khai thác được bền vững.

#### **V.6. Dự báo suy giảm nước dưới đất đến năm 2030 khu vực Buôn Ma Thuột**

Nhu cầu khai thác sử dụng nước ở khu vực Buôn Ma Thuột được tổng hợp trên cơ sở các quy hoạch, định hướng cấp nước được thể hiện trong các văn bản: Quyết định số 3218/QĐ-UBND, ngày 31/12/2014 của UBND tỉnh Đắk Lắk phê duyệt quy hoạch xây dựng vùng tỉnh Đắk Lắk đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2030; Quyết định số 8295/KH-UBND, ngày 17/10/2016 của UBND tỉnh Đắk Lắk về Kế hoạch phát triển cấp nước sạch đô thị giai đoạn 2016-2020, định hướng 2030 trên địa bàn tỉnh Đắk Lắk; v.v...

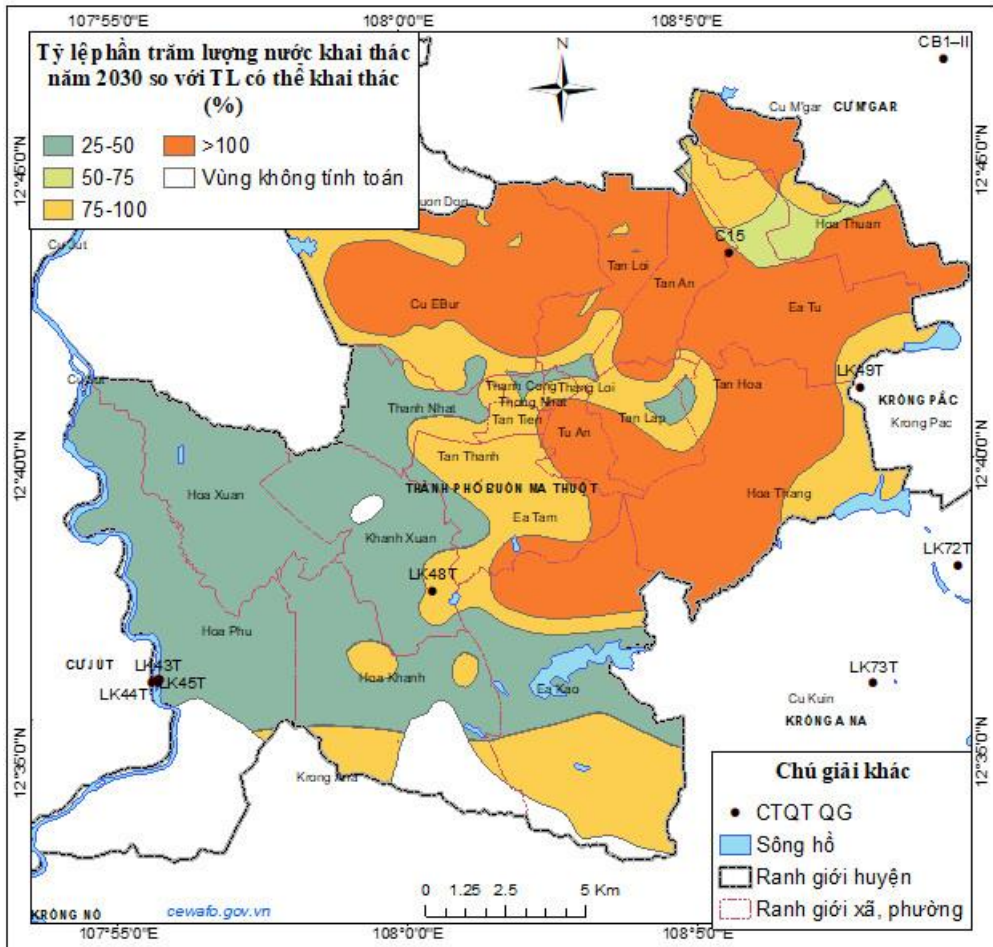
Theo đó, đến năm 2025, tổng nhu cầu nước là 429.300m<sup>3</sup>/ng, trong đó cho ăn uống sinh hoạt khoảng 130.500 m<sup>3</sup>/ng, còn lại cho các đối tượng khác và đến năm 2030, tổng nhu cầu nước là 445.258 m<sup>3</sup>/ng, trong đó nhu cầu cho ăn uống sinh hoạt khoảng 180.000m<sup>3</sup>/ng, còn lại cho các đối tượng khác. Modul khai thác cho khu vực thành phố Buôn Ma Thuột được thể hiện trong Bảng 109.

*Bảng 109. Modul khai thác theo xã phường các thành tạo bazan TP. Buôn Ma Thuột*

TT	Huyện, thị, thành phố	Xã, phường	Lưu lượng khai thác năm 2030 (l/s)	Diện tích	Modul khai thác (l/s.km <sup>2</sup> )
1	<b>TP. Buôn Ma Thuột</b>	P. Tân Lập	54,38	10,2	5,33
2		P. Tân Thành	34,41	4,88	7,05
3		P. Tân Hòa	33,14	5,11	6,48
4		P. Tự An	54,70	5,49	9,96
5		P. Thống Nhất	21,40	0,62	34,52
6		P. Thành	44,24	1,04	42,53

<b>TT</b>	<b>Huyện, thị, thành phố</b>	<b>Xã, phường</b>	<b>Lưu lượng khai thác năm 2030 (l/s)</b>	<b>Diện tích</b>	<b>Modul khai thác ( l/s.km<sup>2</sup>)</b>
		Công			
7		P. Thành Nhất	38,53	10,4	3,70
8		P. Thắng Lợi	25,53	0,92	27,75
9		P. Tân Lợi	45,50	14,07	3,23
10		P. Khánh Xuân	87,04	21,88	3,98
11		P. EaTam	64,85	13,82	4,69
12		P. Tân An	71,51	11,04	6,48
13		P. Tân Tiến	42,02	2,53	16,61
14		EaTu	54,07	28,91	1,87
15		CưEbur	80,70	42,89	1,88
16		Hòa Thắng	49,94	31,69	1,58
17		Hòa Thuận	56,60	17,02	3,33
18		EaKao	74,36	46,08	1,61
19		Hòa Khánh	54,38	33,77	1,61
20		Hòa Phú	138,73	51,48	2,69
21		Hòa Xuân	34,72	24,05	1,44

Bản đồ dự báo suy giảm nước dưới đất được xây dựng dựa trên các đánh giá bằng chỉ số khai thác nước bền vững của UNESCO khu vực thành phố Buôn Ma Thuột.



*Hình 161. Bản đồ dự báo suy giảm nước dưới đất năm 2030 TP. Buon Ma Thuot*

Kết quả cho thấy lượng nước khai thác vượt trữ lượng có thể khai thác trong các thành tạo bazan dự báo đến năm 2030 ở Buon Ma Thuot chiếm diện tích gần 50%, nếu tính cả khu vực khai thác tới 75-100 thì diện tích lên tới 70% diện tích thành phố Buon Ma Thuot.

Như vậy, nhu cầu sử dụng nước như trên cho thấy để đảm bảo cho các nhu cầu cấp nước và khai thác nước dưới đất ở ngưỡng an toàn (361.460 m<sup>3</sup>/ng) thì phải sử dụng thêm nguồn nước mặt từ các hồ chứa trong khu vực nghiên cứu và nguồn nước sông Sêrêpôk. Ngoài ra, còn xem xét để điều chỉnh diện tích trồng cà phê, tiêu sao cho để giảm tối đa việc tưới bằng nước dưới đất và áp dụng rộng rãi hệ thống tưới nước tiết kiệm và bón phân qua nước cho một số diện tích cà phê ở khu vực nghiên cứu.

Kết quả dự báo bằng mô hình ANN theo 2 phương án: phương án 1 với lượng mưa cơ sở thời kỳ 1980-2017 và phương án 2 là xét trong điều kiện BĐKH với mức thay đổi lượng mưa 2017-2030 đã được trình bày cụ thể cho

từng lỗ khoan trong chương V dự báo suy giảm mực nước dưới đất. Kết quả dự báo dao động mực nước giai đoạn 2017-2030 cho thấy mực nước dưới đất theo kịch bản BDKH và theo năm cơ sở mực nước bao gồm cả 3 xu thế dâng, ít thay đổi và hạ thấp.

Mực nước có xu thế dâng từ 0,5 – 3,5m, phân bố chủ yếu ở xã Cuôr Đăng, huyện Cư M'gar (CB1-II); xã Eatu, TP.Buôn Ma Thuột (C15). Mực nước có xu hướng ít thay đổi phân bố ở khu vực các xã Cư Bao, TX.Buôn Hồ (C4a); P.Khánh Xuân, TP.Buôn Ma Thuột (LK48T).

Mực nước có xu hướng hạ thấp từ 0,5 – 3,5m phân bố chủ yếu ở xã Eatu, TP.Buôn Ma Thuột (LK49T); xã Ea Ktur, huyện Cư Kuin (LK72T); xã Ea Ktur, huyện Cư Kuin (LK73T).

### **V.7. Đề xuất các giải pháp phòng tránh suy giảm mực nước**

Sự suy giảm mực nước dưới đất khu vực Buôn Ma Thuột nguyên nhân chủ yếu là do khai thác nước dưới đất vượt quá trữ lượng cho phép, vì vậy các giải pháp đưa ra tập trung vào việc hạn chế khai thác nước dưới đất và quản lý được lượng nước khai thác cho hợp lý.

#### **V.7.1. Quy hoạch vùng hạn chế khai thác nước dưới đất**

Theo quy định tại khoản 4 Điều 52 Luật Tài nguyên nước năm 2012 và Nghị định số 167/2018/NĐ-CP ngày 26/12/2018 của Chính phủ Quy định việc hạn chế khai thác nước dưới đất, vùng hạn chế khai thác NĐĐ ở các khu vực có mực NĐĐ bị suy giảm liên tục và có nguy cơ bị hạ thấp quá mức. Vùng hạn chế khai thác theo tiêu chí là diện tích trong đó mực nước động trong giếng khai thác vượt quá mực nước động cho phép hoặc mực NĐĐ bị suy giảm liên tục và có nguy cơ bị hạ thấp quá mức, phân bố ở các xã, phường Ea Cư Bur, Tân Lợi, Tân Lập, Tụ An, Tân An, Thành Công, Thống Nhất và một số vùng trung tâm thành phố Buôn Ma Thuột. Chiều sâu hạn chế khai thác từ mặt đất đến khoảng 50m trong tầng chứa nước bazan. Trong khu vực có mực NĐĐ bị suy giảm liên tục và có nguy cơ bị hạ thấp quá mức có những biện pháp cụ thể như sau:

Không cấp phép thăm dò, khai thác để xây dựng thêm công trình khai thác NĐĐ mới. Trường hợp công trình không có giấy phép, thì dừng khai thác và thực hiện việc trám lấp giếng theo quy định.

Trường hợp công trình khai thác NĐĐ cho các mục đích cấp nước sinh hoạt, cấp nước phục vụ phòng chống thiên tai thì được xem xét, cấp giấy phép nếu đủ điều kiện theo quy định của pháp luật về tài nguyên nước, sau khi chấp

hành các quy định xử phạt vi phạm hành chính theo quy định của pháp luật. Trường hợp công trình đã có giấy phép, thì tạm dừng khai thác theo quy định đối với các giếng có mực nước động vượt quá mực nước động cho phép và xem xét, điều chỉnh giảm số lượng giếng, lưu lượng, chế độ khai thác cho phù hợp. Trường hợp mực nước động trong giếng đã hồi phục, không còn vượt quá mực nước động cho phép thì không thực hiện việc điều chỉnh và được tiếp tục khai thác theo giấy phép đã được cấp.

### ***V.7.2. Quy hoạch khai thác sử dụng tài nguyên nước dưới đất***

Quy hoạch khai thác sử dụng tài nguyên NĐĐ khu vực Buôn Ma Thuột phải bám sát: i) Quy hoạch cấp nước, quy hoạch tổng thể phát triển kinh tế - xã hội, và các quy hoạch ngành liên quan của đô thị; ii) Nhu cầu sử dụng nước trong các kỳ quy hoạch; và iii) Tiềm năng và hiện trạng khai thác nguồn nước dưới đất. Đến năm 2025, tổng nhu cầu nước là 429.300m<sup>3</sup>/ng, trong đó cho sinh hoạt khoảng 130.500m<sup>3</sup>/ng, còn lại cho các lĩnh vực khác. Đến năm 2030, tổng nhu cầu nước là 445.258m<sup>3</sup>/ng, trong đó nhu cầu cho sinh hoạt khoảng 180.000m<sup>3</sup>/ng, còn lại cho các lĩnh vực khác [59].

Các phương án khai thác sử dụng NĐĐ, lưu lượng khai thác cụ thể cho giai đoạn đến năm 2025, lượng khai thác khoảng 333.000m<sup>3</sup>/ng. Trong đó, khai thác tập trung là 33.000m<sup>3</sup>/ng do được bổ sung 2 bãi giếng Cuôr Đăng 1 và Cuôr Đăng 2, khoảng 8.000m<sup>3</sup>/ng; khai thác đơn lẻ từ các trạm cấp nước tập trung tăng lên khoảng 65.000m<sup>3</sup>/ng, khai thác nước khu vực nông thôn cho tưới giảm xuống còn khoảng 235.000m<sup>3</sup>/ng. Giai đoạn đến năm 2030, lượng khai thác khoảng 324.500m<sup>3</sup>/ng. Trong đó, khai thác tập trung là 37.500 m<sup>3</sup>/ng do được bổ sung tiếp 1 bãi giếng khai thác ở Đông Bắc Đạt Lý khoảng 4.500m<sup>3</sup>/ng; khai thác đơn lẻ tăng lên 95.000m<sup>3</sup>/ng còn khai thác khu vực nông thôn cho tưới giảm xuống còn khoảng 192.000m<sup>3</sup>/ngày.

### ***V.7.3. Quy hoạch vùng bảo vệ miền cấp, đới bảo vệ công trình khai thác nước dưới đất***

Miền cấp cần bảo vệ được hiểu là phần diện lộ thấm nước tốt của các tầng chứa nước và các vùng có mức tự bảo vệ kém, hoặc các đoạn sông, hồ có quan hệ thủy lực với các tầng chứa nước.

#### ***V.7.3.1. Đới bảo vệ công trình khai thác gồm:***

+ Đới I: Là đới bảo vệ và ngăn ngừa mọi ảnh hưởng có hại trực tiếp đến công trình khai thác NĐĐ sử dụng cho ăn uống sinh hoạt. Tại mỗi lỗ khoan khai thác, diện tích Đới I là diện tích vòng tròn, tâm là lỗ khoan, bán kính là

20m (đối với lỗ khoan khai thác có lưu lượng từ 10 đến <math>3.000\text{m}^3/\text{ngày}</math>), là 30m (đối với lỗ khoan khai thác có có lưu lượng >math>3.000\text{m}^3/\text{ngày}</math>).

+ Đới II: Là đới bảo đảm ngăn ngừa các chất bẩn gây ra bởi các vi trùng, vi khuẩn gây bệnh và các vật chất có hại khác xâm nhập vào công trình khai thác nước dưới đất. Diện tích Đới II là diện tích hình tròn, tâm là lỗ khoan khai thác, bán kính tính được bằng phương trình dòng chảy một chiều, thay đổi từ 94m đến 769m.

+ Đới III: Là đới đảm bảo duy trì số lượng và chất lượng NĐĐ trong diện tích khai thác. Diện tích Đới III là toàn bộ diện tích mà giếng khai thác nhận lượng nước bổ cập tự nhiên, cả nước mặt và NĐĐ. Xác định diện tích Đới III dựa trên bản đồ đẳng mực nước và các thông số cần thiết (chiều dày tầng chứa nước, lượng bổ cập, hệ số thấm, lưu lượng khai thác). Đô thị Buôn Mê Thuột, diện tích các Đới II và III được xác định cho các công trình khai thác tại các Nhà máy nước, Trạm cấp nước lớn có tổng lưu lượng khai thác  $\geq 3.000\text{m}^3/\text{ng}$  và các bãi giếng quy hoạch bổ sung.

#### ***V.7.4. Quy hoạch xây dựng, hoàn chỉnh mạng quan trắc, giám sát tài nguyên nước dưới đất***

Hiện nay tại khu vực Buôn Ma Thuột, mạng quan trắc hiện hữu chỉ quan trắc tài nguyên NĐĐ, chưa quan trắc các yếu tố chuyên đề như cạn kiệt, ô nhiễm NĐĐ. Mặt khác, mạng này chưa thể giải quyết các vấn đề về NĐĐ như suy thoái, cạn kiệt ở những khu vực khai thác nước mạnh, khai thác nước tự phát để tưới cà phê; mật độ công trình quan trắc rất thưa, nhiều khu vực chưa có công trình quan trắc. Vì vậy cần bổ sung:

*Các công trình quan trắc, giám sát sự cạn kiệt nước dưới đất:*

Vùng cạn kiệt và có nguy cơ cạn kiệt, phân bố ở phía Tây, Đông Nam và Tây Nam đô thị thuộc các xã, phường: Cư Êbur, Thống Nhất, Thành Công, Tự An, Tân Lập, Tân An, Hòa Thuận, Hòa Thắng, Ea Kao (Tp. Buôn Ma Thuột), xã Ea K'tur (huyện Cư Kuin), Hòa Đông, Ea Knuêch (huyện Krông Păk).

*Các công trình quan trắc, giám sát ô nhiễm nước dưới đất:*

Các vùng có nguy cơ ô nhiễm NĐĐ phân bố ở Tây, Tây Nam, Đông Bắc đô thị Buôn Ma Thuột. Vùng này bố trí khoảng 20 công trình quan trắc, giám sát ô nhiễm NĐĐ, được thiết kế tại vùng và nằm trên hướng vận động của dòng ngầm.



### **V.7.5. Bổ sung nhân tạo cho nước dưới đất**

Có nhiều phương pháp bổ sung nhân tạo NDD, nhưng có thể được chia thành các nhóm phương pháp sau:

Phương pháp thấm trực tiếp trên mặt đất: gồm các phương pháp làm lụt, bồn hoặc hồ thấm, tăng cường giữ nước trong suối, hệ thống hào rãnh, và tưới qua mức.

Các phương pháp thấm trực tiếp dưới mặt đất: gồm các giếng ép và hấp thụ nước, các hồ hoặc moong khai đào, các giếng khoan được làm lụt, bổ cập vào các khe nước hoặc hang động tự nhiên.

Các phương pháp thấm kết hợp trên mặt và dưới mặt đất: gồm bồn thấm kết hợp với các giếng khoan hấp thụ nước, thu gom nước mưa kết hợp với các giếng khoan hấp thụ nước.

Khu vực Buôn Ma Thuột có mạng sông suối ít và thường cạn kiệt vào mùa khô; các hồ chứa nước nhân tạo thường nhỏ, chênh cao giữa mặt nước hồ và bề mặt địa hình thường lớn từ 10-25m và là nguồn nước để tưới hàng ngàn ha cà phê, nguồn sinh kế của hàng ngàn người dân. Lượng mưa ở Buôn Ma Thuột khá lớn, tập trung vào mùa mưa. Do đó, phương pháp BSNT NDD có khả thi nhất ở đô thị là thu gom nước mưa, kết hợp bồn thấm và các lỗ khoan hấp thụ nước (được trình bày cụ thể trong phần giải pháp giảm thiểu suy giảm tài nguyên NDD). Ngoài ra phải qui hoạch sử dụng thêm nước mặt và áp dụng các biện pháp tưới tiết kiệm và qui hoạch lại cây trồng cho phù hợp với nguồn nước.

### **Tóm tắt Chương V**

Khu vực Buôn Ma Thuột và vùng phụ cận có tốc độ đô thị hóa khá nhanh, kinh tế phát triển, dân số gia tăng kéo theo nhu cầu sử dụng nước ngày càng cao. Nông nghiệp phát triển mạnh cây chủ lực là: cà phê, hồ tiêu, đây là các loại cây cần nhiều nước trong mùa khô đã dẫn đến hiện trạng cạn kiệt cục bộ nguồn NDD vào mùa khô. Vì vậy, nguồn NDD chiếm vị trí quan trọng cho phát triển kinh tế xã hội.

Trong khu vực Buôn Ma Thuột có 15 lỗ khoan quan trắc, trong đó có 3/15 lỗ khoan có mực NDD xu hướng tăng trong giai đoạn 2000-2019 thường các lỗ khoan này liên quan tới việc xây dựng các hồ đập và các công trình thủy lợi chứa nước. Còn lại 12/15 lỗ khoan mực NDD có xu hướng giảm từ 0,7-2,8m do lượng khai thác NDD tại khu vực nghiên cứu là 332.961m<sup>3</sup>/ng gần tới trữ lượng khai thác cho phép 361.460 m<sup>3</sup>/ng, chiếm gần 92%. Một số nơi khai

thác tập trung với trữ lượng lớn đã vượt quá trữ lượng cho phép như Đạt Lý, Thăng Lợi, Hoà Thắng.

Sử dụng phần mềm FEFLOW 7.3 và phương pháp sai phân hữu hạn của G.N Kamenxki tính toán cân bằng nước cho khu vực Đạt Lý cho thấy lượng bổ cập từ nước mưa là tương đồng chiếm khoảng 21% lượng mưa. Lượng nước thiếu hụt do khai thác nước mà không được bổ sung từ nước mưa là 802 m<sup>3</sup>/ng. Đây là nguyên nhân gây ra sự suy giảm mực NĐĐ vì vậy trong thời gian tới cần phải triển khai đồng bộ nhiều giải pháp về quy hoạch vùng hạn chế khai thác nước dưới đất, quy hoạch khai thác sử dụng tài nguyên NĐĐ cho từng giai đoạn thật chi tiết, quy hoạch vùng bảo vệ miền cấp, đới bảo vệ công trình khai thác, hoàn chỉnh mạng quan trắc, giám sát, bổ sung nhân tạo cho nước dưới đất. Ngoài ra phải qui hoạch sử dụng thêm nguồn nước mặt và áp dụng các biện pháp tưới tiết kiệm, qui hoạch lại cây trồng cho phù hợp với nguồn nước.

## **CHƯƠNG VI - DỮ LIỆU SUY GIẢM MỨC NƯỚC DƯỚI ĐẤT TRONG CÁC THÀNH TẠO BAZAN Ở TÂY NGUYÊN**

### **VI.1. Các nguồn tài liệu và quy trình xây dựng cơ sở dữ liệu**

#### **VI.1.1. Các nguồn tài liệu**

Nguồn tài liệu bản đồ để xây dựng bộ dữ liệu (DL) GIS về tsif nguyên NĐĐ trong các thành tạo bazan cho các tỉnh Tây Nguyên được thu thập từ các nguồn:

- Bản đồ nền địa hình các tỉnh Tây Nguyên tỉ lệ 1:100.000 1:250.000 nguồn từ Bộ Tài nguyên - Môi trường Việt Nam và sở KH-CN các tỉnh và ảnh vệ tinh.

- Các bản đồ do các đơn vị, các tác giả xây dựng gồm: Địa chất, Địa mạo, Địa chất thủy văn, Thảm thực vật, Thổ nhưỡng, hiện trạng chất lượng, hiện trạng mực nước, dự báo hạ thấp mực nước, v.v...

- Nguồn dữ liệu thu thập trong các đợt thực địa tại các tỉnh Tây Nguyên để chỉnh lý và biên tập các bản đồ trong cơ sở dữ liệu.

#### **VI.1.2. Quy trình xây dựng dữ liệu GIS**

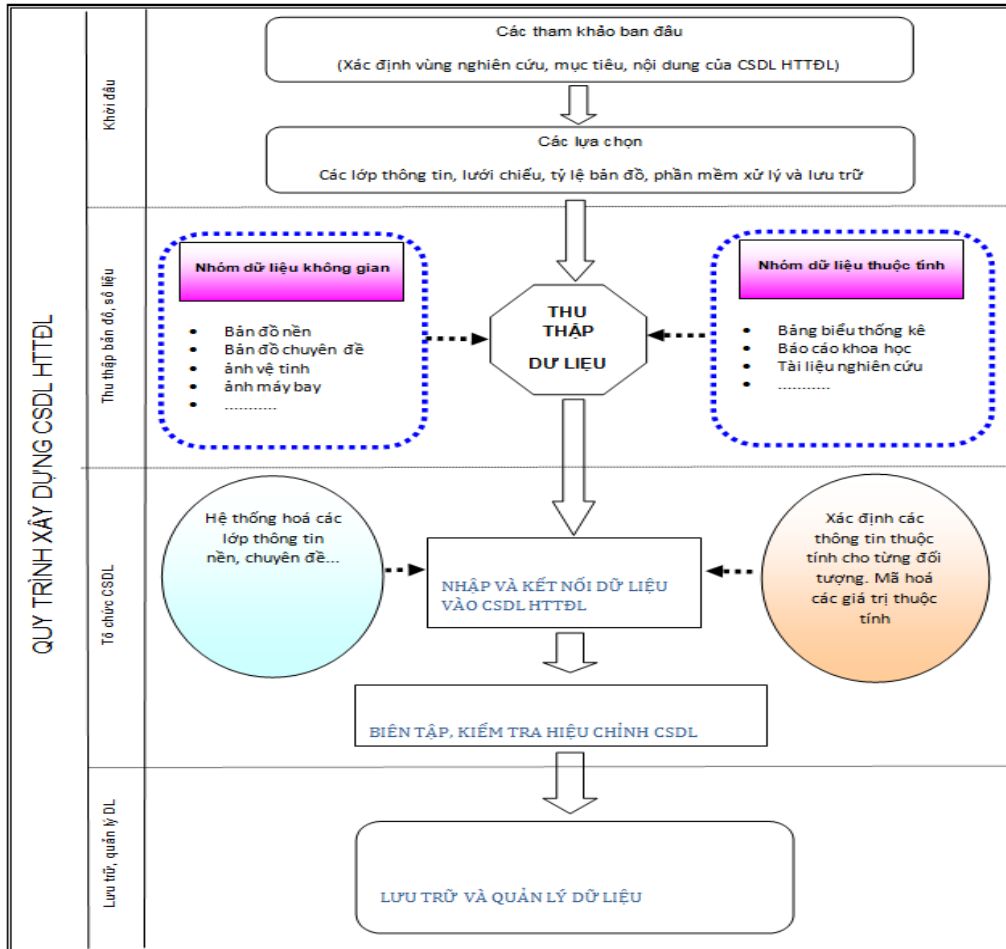
Để xây dựng dữ liệu GIS cần tuân theo các bước cơ bản sau:

##### **VI.1.2.1. Giai đoạn khởi đầu:**

Trong giai đoạn này cần phải xác định phạm vi khu vực nghiên cứu và phải xác định rõ: Dữ liệu nhằm mục đích gì, cho ai dùng và bao gồm những nội dung gì. Từ đó sẽ quyết định những nội dung tiếp theo trong quy trình xây dựng cấu trúc DL GIS, lựa chọn các lớp thông tin cần có trong DL, lựa chọn lưới chiếu, tỷ lệ bản đồ và lựa chọn phần mềm sử dụng trong DL GIS.

##### **VI.1.2.2. Thu thập bản đồ, số liệu cần thiết**

Đây là bước quan trọng. Những tài liệu thu thập là các bản đồ nền, bản đồ chuyên đề, các tài liệu ảnh vệ tinh, ảnh máy bay của khu vực nghiên cứu, các bảng biểu thống kê, các báo cáo khoa học, các tài liệu nghiên cứu có liên quan đến mục đích và nội dung của DL.



Hình 162. Quy trình xây dựng DL GIS

Những tài liệu này được chia thành hai nhóm chính. Đó là các dữ liệu không gian (dữ liệu bản đồ) và dữ liệu thuộc tính thể hiện đặc trưng của các đối tượng nghiên cứu. Điều này còn liên quan đến sự lựa chọn phương pháp lưu trữ dữ liệu.

### VI.1.2.3. Tổ chức dữ liệu

Bước này bao gồm:

- Hệ thống hóa các lớp thông tin trong DL (lớp thông tin nền, lớp thông tin chuyên đề). Tùy theo mục đích, yêu cầu mà lựa chọn và hệ thống hóa dữ liệu thành các lớp thông tin, có thể là các lớp thông tin dạng raster, dạng vector (điểm, đường, vùng) hoặc là dạng text, v.v...

- Xác định các thông tin thuộc tính cho từng đối tượng địa lý. Những thông tin thuộc tính được sắp xếp theo đặc điểm và tính chất của dữ liệu để lựa chọn phương pháp lưu trữ.

- Nhập dữ liệu vào GIS: Nhập dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính vào DL. Liên kết dữ liệu không gian với dữ liệu thuộc tính của các đối tượng địa lý tương ứng để hình thành DL thống nhất.

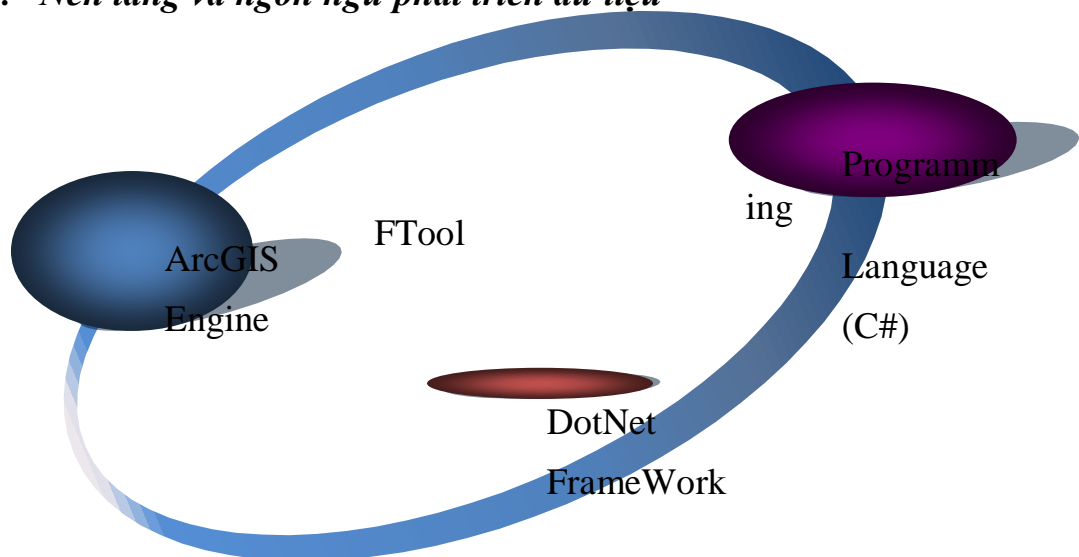
- Biên tập, kiểm tra, hiệu chỉnh DL

#### *VI.1.2.4. Lưu trữ và quản lý dữ liệu*

Dữ liệu sau khi đã được kiểm tra, loại bỏ lỗi sẽ được đưa vào lưu trữ và quản lý trong DL để sử dụng phân tích tiếp theo. Hiện nay có nhiều công nghệ hỗ trợ cho việc xây dựng DL GIS, lưu trữ, xử lý thông tin và biên tập bản đồ, nhưng có hai phần mềm được sử dụng rộng rãi nhất là phần mềm MapInfo, phần mềm ArcViewGIS và ArcGIS của hãng ESRI chạy trên nền phần cứng server hoặc personal, hệ điều hành windows hay linux.

## **VI.2. Công nghệ xây dựng và phát triển DL GIS**

### *VI.2.1. Nền tảng và ngôn ngữ phát triển dữ liệu*

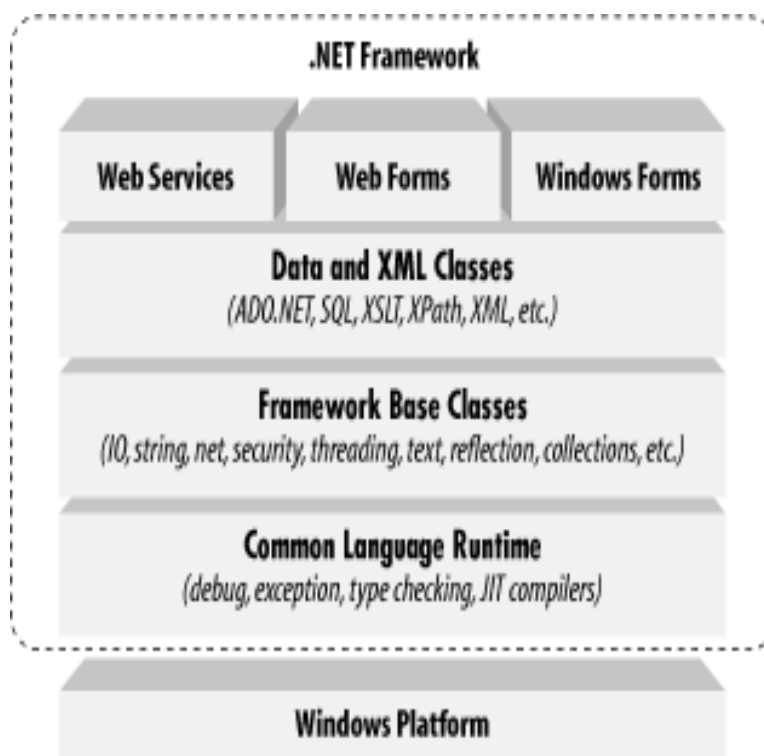


*Hình 163. Công nghệ xây dựng và phát triển DL GIS*

DL GIS của đề tài được xây dựng và phát triển trên nền tảng DotNet Framework của hãng Microsoft. Phần mềm này cũng cấp các bộ thư viện trong lập trình máy tính, hỗ trợ cho nhiều ngôn ngữ lập trình và thông tin về tài nguyên của nó có thể tìm thấy rất dễ dàng trên Internet.

NET Framework là một công nghệ hỗ trợ xây dựng và chạy các thể hệ tiếp theo của các ứng dụng và dịch vụ Web XML, v.v... NET Framework được thiết kế để thực hiện các mục tiêu sau đây:

- Cung cấp một môi trường lập trình hướng đối tượng phù hợp, xem mã đối tượng được lưu trữ và thực hiện cục bộ, thực hiện cục bộ nhưng phân tán trên Internet, hoặc thực hiện từ xa.



*Hình 164. Sơ đồ kiến trúc .Net Framework*

- Cung cấp một môi trường thực thi mã nguồn giảm thiểu việc triển khai phần mềm và các xung đột versioning.

- Cung cấp một môi trường thực hiện mã nguồn thúc đẩy thực thi mã an toàn, bao gồm mã nguồn được tạo ra bởi một bên thứ ba.

- Tạo ra sự nhất quán trong kinh nghiệm phát triển trên các loại khác nhau của các ứng dụng, chẳng hạn như các ứng dụng Windows và các ứng dụng trên Web.

- Xây dựng kênh thông tin liên lạc tiêu chuẩn công nghiệp để đảm bảo rằng mã nguồn trên NET Framework. có thể tích hợp với các mã nguồn khác.

\* Ngôn ngữ C#

Đi kèm với việc phát triển công cụ này trên nền DotNet, ngôn ngữ lập trình C# trong bộ Visual Studio để viết các hàm xử lý và xây dựng giao diện cho người dùng. Ngôn ngữ này phù hợp với nền tảng DotNet.

Visual Studio.NET cung cấp một môi trường phát triển mức cao để xây dựng các ứng dụng trên .NET Framework. C# là ngôn ngữ lập trình đơn giản, an toàn và hiện đại, hướng đối tượng, đặt trọng tâm vào Internet, có khả năng thực thi cao cho môi trường .Net. C# là một ngôn ngữ mới nhưng được tích hợp trong nó nhưng tinh hoa của ba thập kỷ phát triển của ngôn ngữ lập trình.

### ***VI.2.2. Giới thiệu về ArcGIS Engine***

Phần truy xuất và hiển thị dữ liệu không gian sử dụng các hàm trong bộ phần mềm ArcGIS Engine runtime của hãng ESRI. ArcGIS Engine là một thư viện đầy đủ của các thành phần GIS nhúng cho các nhà phát triển để xây dựng các ứng dụng tùy chỉnh. Sử dụng ArcGIS Engine, bạn có thể nhúng các chức năng GIS vào các ứng dụng hiện có, bao gồm cả các sản phẩm Microsoft Office, chẳng hạn như Word và Excel, và xây dựng tập trung các ứng dụng tùy chỉnh để cung cấp các hệ thống GIS tiên tiến tới nhiều người dùng.

ArcGIS Engine bao gồm một bộ phát triển phần mềm và một bộ runtime cung cấp nền tảng cho tất cả các ứng dụng ArcGIS. Kể từ khi ArcGIS Engine được hỗ trợ trên Windows, Solaris, và Linux (Intel), các nhà phát triển có thể tạo ra nền tảng giải pháp tùy chỉnh cho một loạt đối tượng người sử dụng.

### ***VI.2.3. Quá trình thiết kế và biên tập các dữ liệu bản đồ phần mềm ArcGIS***

Các dữ liệu của Tài nguyên NĐĐ trong các thành tạo bazan Tây Nguyên được thiết kế xây dựng và lưu trữ trên phần mềm Arcgis Desktop thông qua nhiều workspace hay còn gọi là các mxd riêng biệt. Trong ArcGIS có 3 dạng dữ liệu cơ bản chính đó là: Dữ liệu bản đồ (Mapdata), Dữ liệu thuộc tính (Attribute data) và Dữ liệu dạng ảnh (Image data).

Một mô hình dữ liệu phát triển đầy đủ sẽ định rõ tất cả các lớp, mối quan hệ giữa các thực thể, các quy luật toàn vẹn và các thao tác trên các thực thể. Các lớp đối tượng và lưới ô vuông của ARC/INFO sử dụng mô hình dữ liệu địa lý quan hệ, mô hình dữ liệu lai kết hợp dữ liệu không gian (trong lớp đối lưới hoặc lưới ô) và các dữ liệu thuộc tính (trong bảng). Các mô hình dữ liệu khác được dùng trong ARC/INFO bao gồm lưới tam giác bất chính quy, ảnh và ô lưới.

Quá trình thiết kế và biên tập các dữ liệu bản đồ của đề tài trong phần mềm ArcGIS gồm các bước sau:

#### **Công tác chuẩn bị**

Trong công tác chuẩn bị ở đây bao gồm việc thu thập các số liệu như bản đồ mô hình số độ cao, các bản đồ chuyên đề khác như đẳng lượng mưa, lớp

phủ, bản đồ biến động lớp phủ, bản đồ hiện trạng mực nước, hiện trạng chất lượng NĐĐ, dự báo suy giảm mực nước, v.v..., và các số liệu thống kê về điều kiện tự nhiên và tài nguyên NĐĐ trong các thành tạo bazan Tây Nguyên cũng như các số liệu liên quan khác.

#### Công tác làm sạch và chuẩn hóa dữ liệu

Trước khi đưa vào hệ GIS cần phải được làm sạch tất cả các yếu tố như: Đường cắt thừa; Đường chưa cắt tới; Một đoạn đường quá nhiều đỉnh; Trùng lặp nhiều đường trên cùng một vị trí; Không đóng vùng đối tượng (đối tượng vùng như làng, hồ), sông 2 nét; Đường xoáy ốc (1 đường tự cắt nhau); Không bắt đúng vị trí (quên không Snap),...

- Xác định hệ tọa độ đây được coi như là xương sống của DL do vậy các lớp thông tin được tạo lập hay thu thập, cập nhật phải được xác định ở một hệ tọa độ duy nhất (x,y,z). Tránh trường hợp cùng một mảnh bản đồ nhưng các lớp thông tin ở hệ tọa độ khác nhau dẫn đến sai sót khi chồng khớp lớp thông tin kết quả là thông tin sai. Hệ tọa độ được dùng trong xây dựng DL của đề tài 1/100.000 và 1/250.000 là VN 2000.

- Chuẩn hoá các lớp thông tin: Việc chuẩn hoá ở đây có thể được liệt kê theo các phương thức như sau:

- + Chuẩn mô hình dữ liệu (Spatial Data Model Standard)
- + Chuẩn về nội dung dữ liệu (Content Data Standard)
- + Chuẩn về khuôn dạng dữ liệu cho lưu trữ và trao đổi thông tin giữa các hệ thống (Data format and Data Exchange Standard).
- + Chuẩn về siêu dữ liệu (Metadata Standard)

#### **VI.2.4. Xây dựng và hoàn thiện khung CSDL**

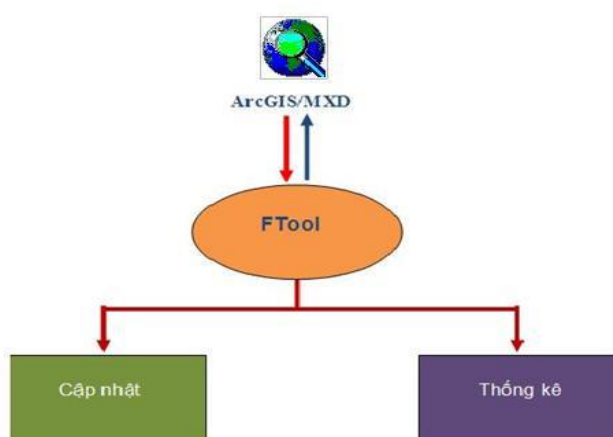
Trong bước này cần tập trung vào mục đích của việc xây dựng và hoàn thiện khung CSDL, hệ thống CSDL GIS của Tài nguyên NĐĐ trong các thành tạo bazan Tây Nguyên được chia thành 3 loại nhóm CSDL chính như sau:

- Nhóm CSDL về dữ liệu nền địa lý chung
- Nhóm CSDL về lớp phủ, hiện trạng và biến động lớp phủ, hiện trạng mực nước, hiện trạng chất lượng nước
- Nhóm CSDL về dự báo sự suy giảm mực nước



Sau khi phân chia ra 3 nhóm CSDL chính như ở trên chúng ta sẽ tiến hành hoàn thiện dữ liệu cả về mặt không gian cũng như thuộc tính của đối tượng để từ đó thiết lập mối quan hệ giữa các nhóm DL này để chúng trở thành một nhóm DL hoàn chỉnh.

Hệ thống dữ liệu, bản đồ của đề tài được thiết kế biên tập lưu trữ thành từng mxd riêng biệt và được công cụ quản lý dữ liệu Ftool liên kết các mxd riêng lẻ thành một hệ thống và quản lý trực tiếp qua Ftool theo sơ đồ sau:



*Hình 165. Sơ đồ hệ thống quản lý dữ liệu Ftool*

### 5.3. Cấu trúc dữ liệu GIS

Đối với Cơ sở dữ liệu GIS của đề tài, được xây dựng cấu trúc gồm 3 nhóm: dữ liệu nền, về lớp phủ, hiện trạng và biến động lớp phủ, hiện trạng mực nước, hiện trạng chất lượng nước, dự báo sự suy giảm mực nước. Ba nhóm này đều được hiển thị trên một nhóm dữ liệu chung gọi là dữ liệu nền.

#### **VI.2.5. Nhóm dữ liệu nền**

**Bảng VI.1. Cấu trúc DL GIS của đề tài**

<b>TT</b>	<b>Các lớp thông tin</b>	<b>Nội dung</b>	<b>Loại đối tượng không gian</b>
<b>Dữ liệu nền</b>			
1	Quốc gia (Đường biên giới)	Đường ranh giới quốc gia	Đường
2	Quốc gia (Vùng lãnh thổ)	Vùng địa giới quốc gia	Vùng
3	Tỉnh (Đường địa giới)	Đường ranh giới tỉnh	Đường

4	Tỉnh (Vùng lãnh thổ)	Vùng địa giới tỉnh	Vùng
5	Huyện (Đường địa giới)	Đường ranh giới huyện	Đường
6	Huyện (Vùng lãnh thổ)	Vùng địa giới huyện	Vùng
7	Ủy ban nhân dân các cấp	Vị trí UBND các cấp	Điểm
8	Đường giao thông bộ	Các tuyến giao thông đường bộ	Đường
9	Cầu	Các loại cầu	Điểm
10	Tên địa danh	Địa danh	Text
11	Ảnh vệ tinh Spot, landsat	Ảnh vệ tinh	TIF

#### **VI.2.6. Nhóm dữ liệu điều kiện tự nhiên**

Nhóm dữ liệu về điều kiện tự nhiên của khu vực Tây Nguyên bao gồm các nhóm dữ liệu chính sau:

*Bảng 110. Cấu trúc nhóm dữ liệu điều kiện tự nhiên*

<b>TT</b>	<b>Dữ liệu và các lớp thông tin</b>	<b>Nội dung</b>	<b>Loại đối tượng không gian</b>
<b>Địa hình</b>			
1	Đường đẳng cao	Đường đẳng cao	Đường
2	Điểm độ cao	Điểm độ cao	Điểm
3	Sông 1 nét	Sông, suối	Đường
4	Sông 2 nét	Sông, hồ	Vùng
5	Mô hình số địa hình	Phân bậc địa hình	Raster
6	Tên núi	Tên núi	Text
<b>Địa chất và địa mạo, địa chất thủy văn</b>			
1	Kiểu địa hình	Kiểu địa hình	Vùng
2	Dạng địa hình	Dạng địa hình	Vùng
3	Yếu tố địa hình	Yếu tố địa hình	Đường
4	Địa mạo	Dạng địa hình	vùng
5	Đứt gãy	Đứt gãy	Đường

<b>TT</b>	<b>Dữ liệu và các lớp thông tin</b>	<b>Nội dung</b>	<b>Loại đối tượng không gian</b>
6	Vùng địa chất	Vùng địa chất	Vùng địa chất
7	Các tầng chứa nước	Các tầng chứa nước	Vùng
8	Các giếng, lỗ khoan	Các giếng, lỗ khoan	Điểm
9	Mặt cắt địa chất	Vùng địa chất	Vùng
<b>Tài nguyên nước mặt, nước dưới đất, mạng lưới thủy văn, dòng chảy hàng năm</b>			
1	Lưu vực sông	Lưu vực	Vùng
2	Ranh giới lưu vực	Ranh giới	Đường
3	Mạng lưới thủy văn	Mạng lưới thủy văn	Đường
4	Phân cấp đơn vị dòng chảy	Đơn vị dòng chảy	Vùng
5	Đường đẳng trị dòng chảy	Đường đẳng trị	Đường
6	Dòng chảy hàng năm	Dòng chảy hàng năm	Vùng
<b>Thảm thực vật, biến động lớp phủ</b>			
1	Thảm thực vật	Thảm thực vật	Vùng
2	Các loại lớp phủ	Các lớp phủ	Vùng

### **VI.2.7. Nhóm dữ liệu dự báo suy giảm mực nước dưới đất**

*Bảng 111. Cấu trúc nhóm dữ liệu*

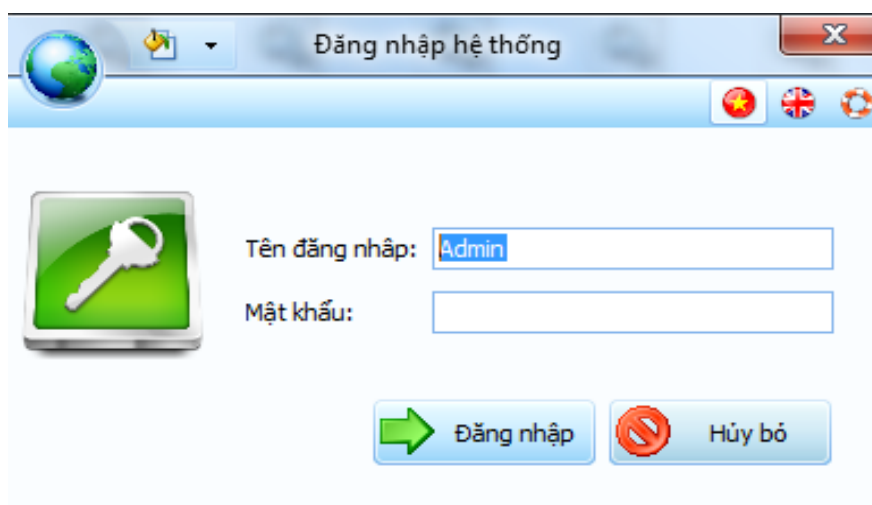
<b>TT</b>	<b>Các lớp thông tin</b>	<b>Nội dung</b>	<b>Loại đối tượng không gian</b>
<b>Dự báo suy giảm mực nước</b>			
1	Dự báo suy giảm mực nước cho 04 bồn Bazan	Phân chia các vùng có nguy cơ suy giảm trong tương lai	Vùng
2	Modul khai thác NĐĐ cho 04 bồn Bazan năm 2010, 2018 và dự báo đến năm 2030	Phân chia các vùng có modul khác nhau	Vùng
3	Lượng nước khai thác NĐĐ năm 2010, 2018 so với trữ lượng có thể khai thác của 04 bồn Bazan	Phân chia các vùng có % khai thác khác nhau	Vùng

4	Mô hình dự báo cho khu vực Buôn Ma Thuột	Phân chia các vùng có nguy cơ suy giảm trong tương lai	Vùng
---	--	--	------


### **VI.2.8. Các công cụ hỗ trợ sử dụng dữ liệu**

#### **VI.2.8.1. Giao diện và giới thiệu chung về dữ liệu GIS của đề tài**

Sau khi cài đặt công cụ FTool, người sử dụng (NSD) nhấn đúp chuột vào biểu tượng của phần mềm. Màn hình đăng nhập xuất hiện, NSD nhập tên đăng nhập và mật khẩu để đăng nhập.



*Hình 166. Giao diện đăng nhập của chương trình FTool*

NSD cũng có thể thay đổi giao diện tùy ý của phần mềm bằng các tùy chọn giao diện tương ứng trong danh sách giao diện  ở màn hình này.

Sau khi đăng nhập thành công, màn hình chính của phần mềm xuất hiện như Hình 167 bên dưới:

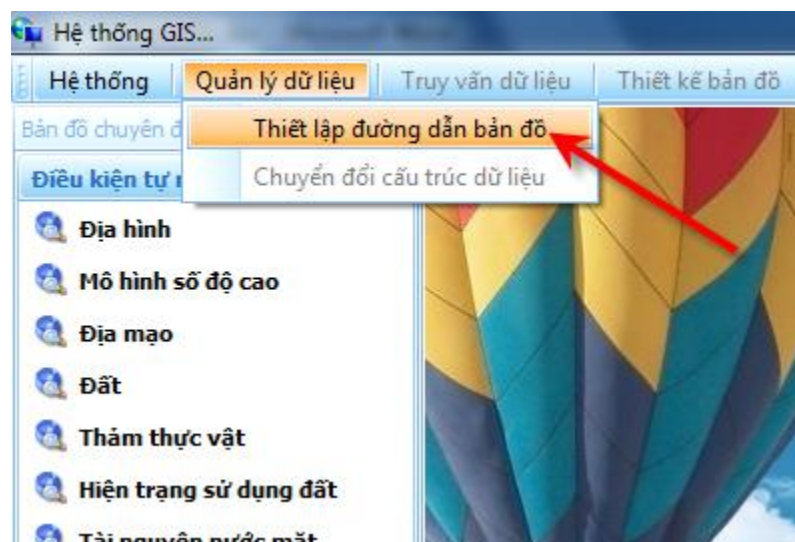


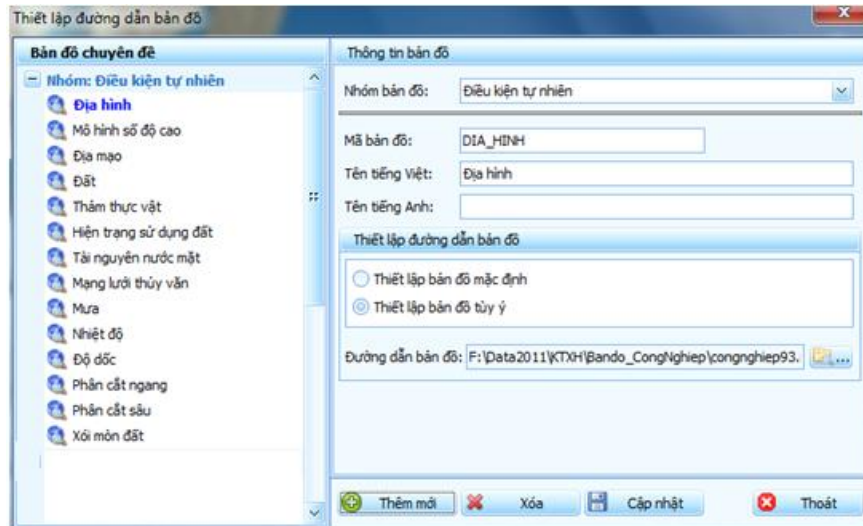
Hình 167. Giao diện DL GIS

### VI.2.9. Công cụ quản lý dữ liệu

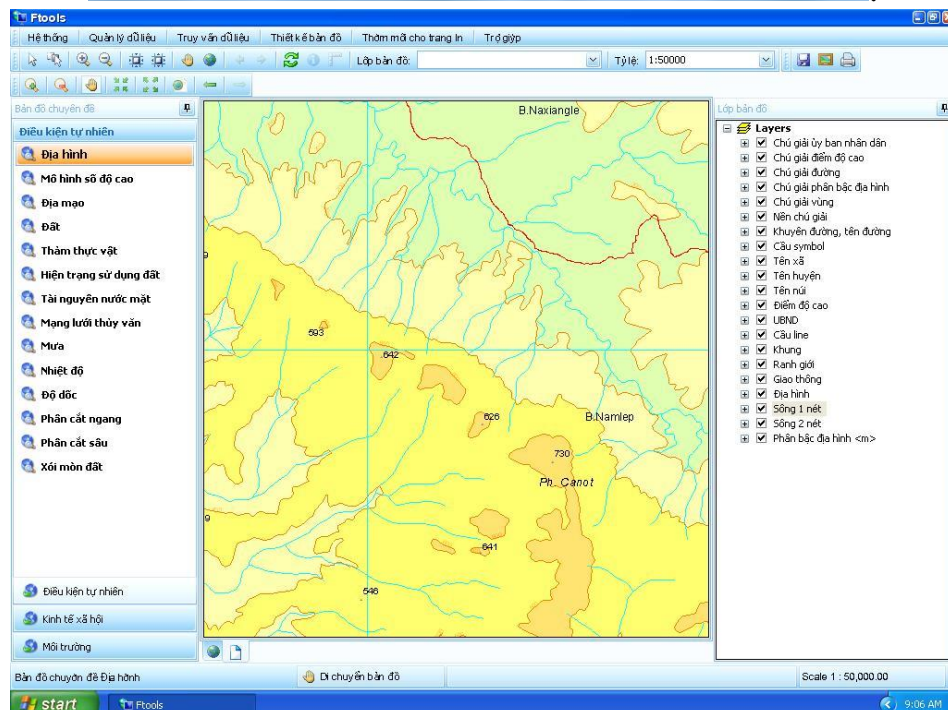
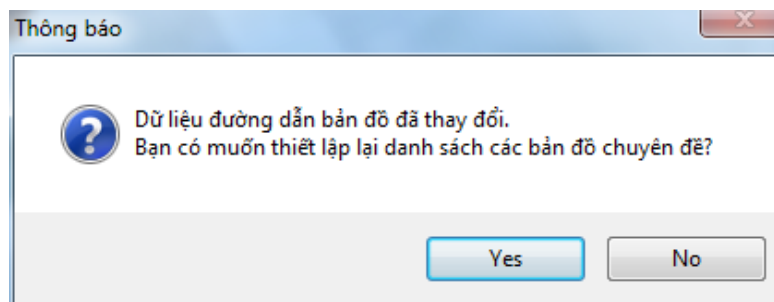
Trên giao diện của hệ thống quản lý cơ sở dữ liệu người sử dụng cần thiết lập đường dẫn tới các bản đồ chuyên đề đã được thiết lập trước đó bằng phần mềm ArcMap 9.3 của ESRI. Danh sách các bản đồ chuyên đề bên phía tay trái màn hình chính của phần mềm là sự thể hiện của việc thiết lập này.

NSD chọn Quản lý dữ liệu -> Thiết lập đường dẫn bản đồ





*Hình 168. Công cụ quản lý và thiết lập DL GIS*

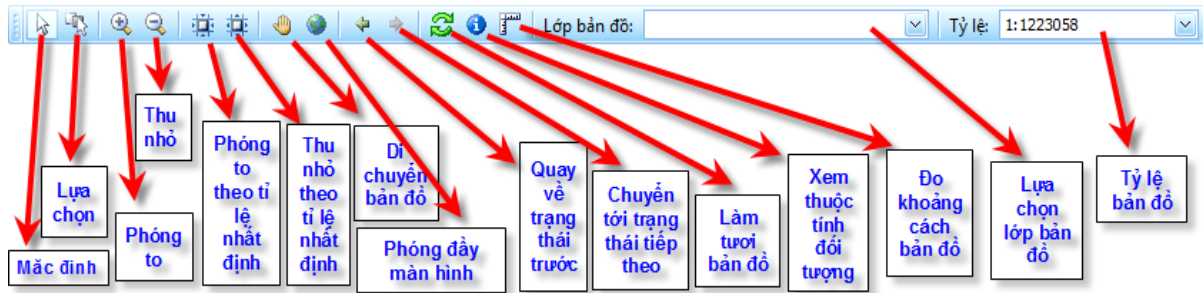


*Hình 169. Thay đổi dữ liệu sau bước thiết lập bản đồ*

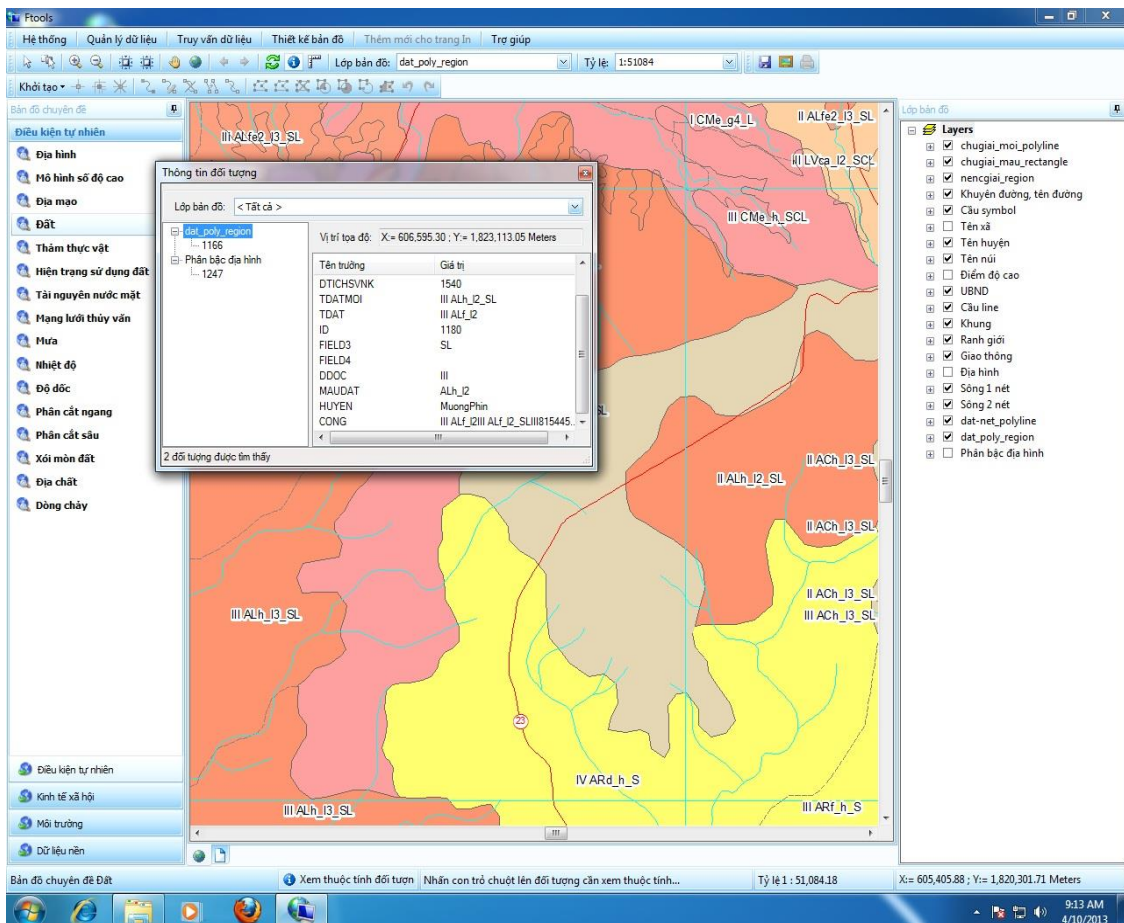
### VI.2.9.1. Các công cụ hiển thị và biên tập bản đồ

#### VI.2.9.1.1 Nhóm chức năng hiển thị

Nhóm chức năng này chỉ thể hiện trên màn hình chính khi một bản đồ chuyên đề được mở.



Các chức năng bao gồm Lựa chọn, Phóng to bản đồ, Thu nhỏ bản đồ, Phóng to bản đồ theo tỉ lệ mặc định, Thu nhỏ bản đồ theo tỉ lệ cố định, Phóng đầy màn hình, Dịch chuyển bản đồ, Xem thông tin thuộc tính (Hình 170)

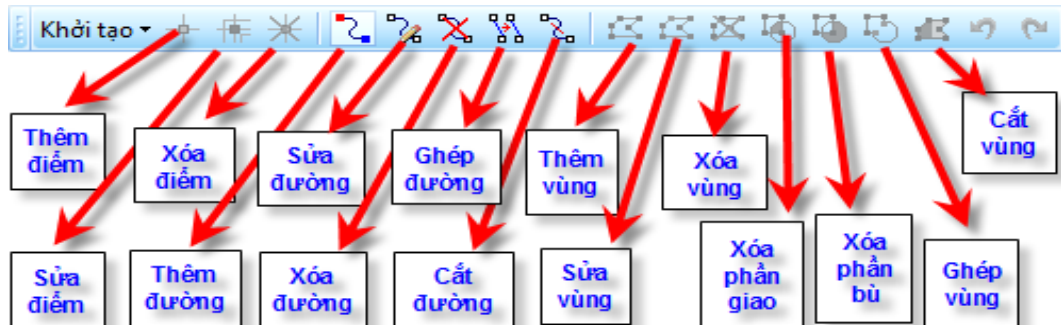


Hình 170. Thông tin thuộc tính của đối tượng trong DL GIS

Đo khoảng cách trên bản đồ, Cập nhật bản đồ, Lựa chọn lớp bản đồ, xem tỉ lệ bản đồ.

### **VI.2.10. Nhóm chức năng biên tập bản đồ**

Nhóm chức năng biên tập bản đồ chỉ xuất hiện trên màn hình chính khi một bản đồ chuyên đề được mở dưới dạng DataView



*Hình 171. Nhóm chức năng biên tập bản đồ*

Nhóm chức năng này sẽ thực thi các lệnh như: Thêm mới, Sửa, Xóa các đối tượng bản đồ trên lớp bản đồ đã lựa chọn. Ngoài ra còn có các chức năng khác như: Ghép đường, Tách đường đối với lớp bản đồ dạng “Line”, các chức năng: Xóa phần giao, Xóa phần bù, Ghép vùng, Tách vùng đối với lớp bản đồ dạng “Polygon”. Cách thao tác từng chức năng như sau:

Chức năng thêm điểm, Chức năng sửa điểm, Chức năng xóa điểm, Chức năng thêm đường, Chức năng sửa đường, Chức năng xóa đường, Chức năng ghép đường, Chức năng tách đường, Chức năng thêm vùng, Chức năng sửa vùng, Chức năng xóa vùng, Chức năng xóa phần giao, Chức năng xóa phần bù, Chức năng ghép vùng.

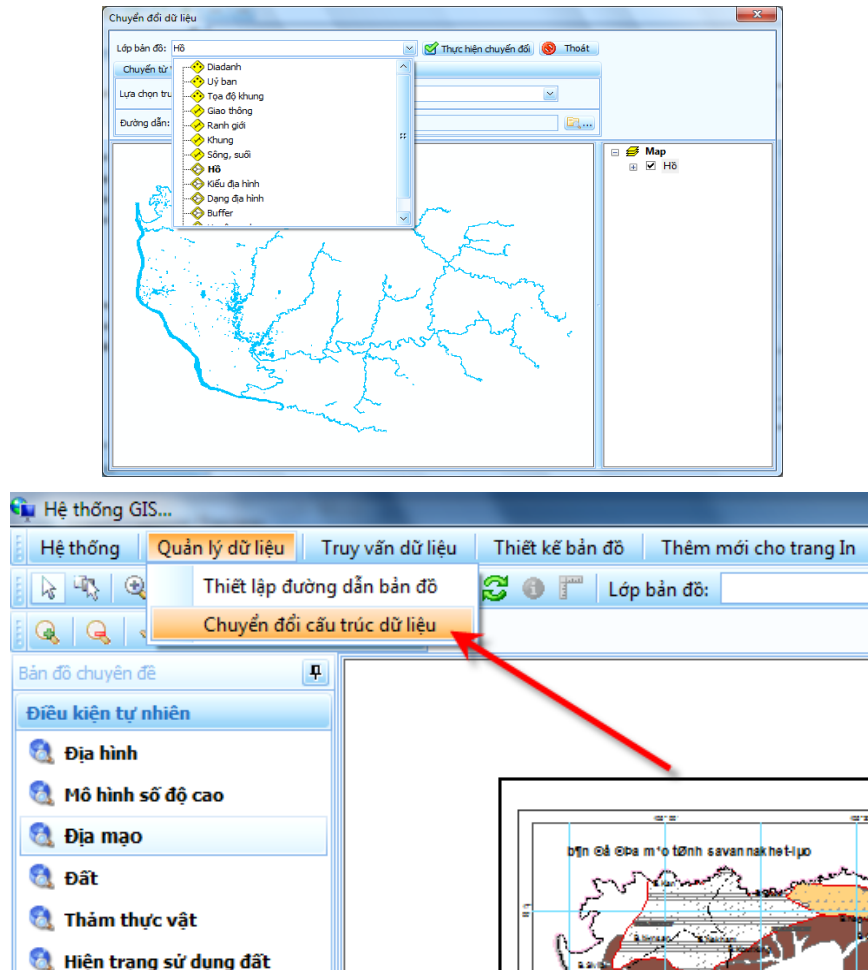
### **VI.2.11. Nhóm công cụ chuyển đổi, phân tích dữ liệu và thiết kế bản đồ chuyên đề phục vụ quản lý tài nguyên môi trường**

#### **VI.2.11.1. Chuyển đổi cấu trúc dữ liệu**

Tại màn hình chính, NSD chọn một loại bản đồ muốn thao tác ở danh sách các bản đồ chuyên đề. Phần mềm sẽ hiển thị bản đồ đó trên màn hình chính. Bây giờ NSD có thể sử dụng chức năng Chuyển đổi cấu trúc dữ liệu nếu muốn.

NSD chọn Quản lý dữ liệu -> Chuyển đổi cấu trúc dữ liệu

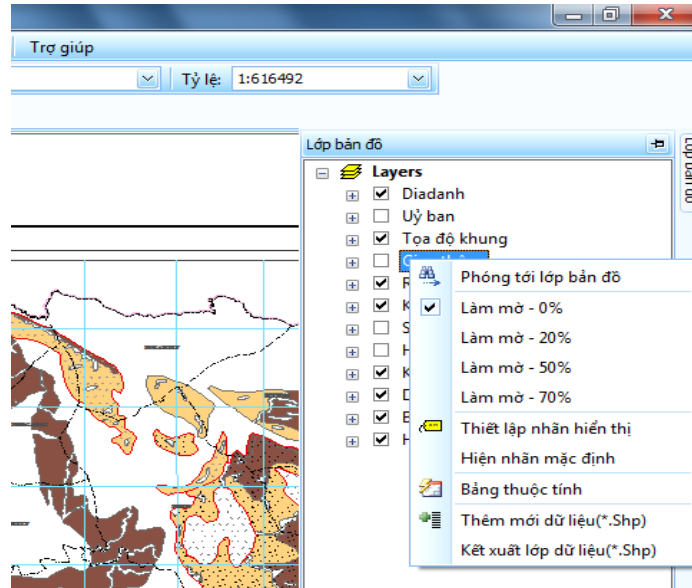




Hình 172. Giao diện của số chuyển đổi cấu trúc dữ liệu

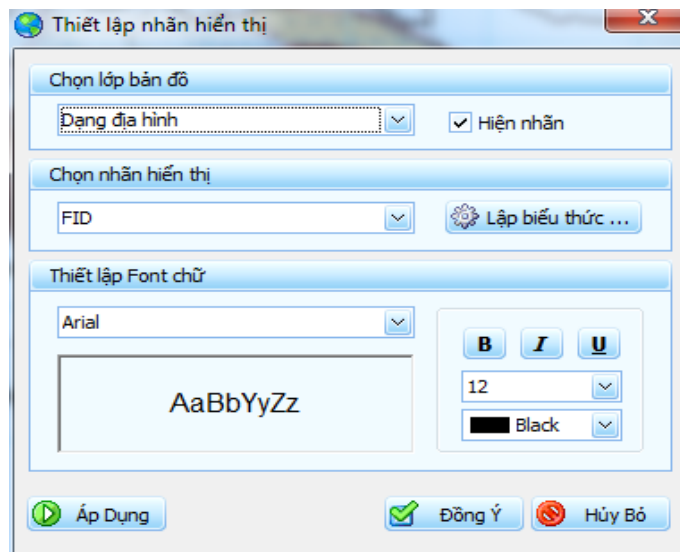
### **VI.2.12. Chức năng phân tích dữ liệu**

Đây là nhóm các chức năng thao tác với từng lớp bản đồ được thể hiện trên menu popup từ cây thư mục lớp bản đồ phía tay phải màn hình. Bao gồm các chức năng chính như phóng tới lớp bản đồ, làm mờ



*Hình 173. Giao diện công cụ phân tích dữ liệu*

- Thiết lập nhãn hiển thị, Chức năng cho phép NSD thiết lập nhãn hiển thị cho lớp bản đồ đang trở tới hoặc các lớp bản đồ khác.



*Hình 174. Giao diện công cụ thiết lập nhãn hiển thị*

- Hiện ẩn nhãn mặc định, Chức năng cho phép NSD hiển thị hoặc ẩn đi nhãn mặc định đã được thiết lập của lớp bản đồ đang trở tới
- Bảng thuộc tính, Sử dụng chức năng này NSD có thể xem được bảng thuộc tính của lớp đối tượng.

FID	ID	CHUGIAI	Dang DH
0	0.00 VI-1		PhÇn xắt b m/Æt san b»ng hoiun toan (Peneplen)
1	0.00 VI-5		S-ên trãng lúc chEm
2	0.00 VI-7		S-ên tÛch tó: deluvi-elovi
3	0.00 VI-11		ÿ thung lng x@m thüc-tÛch tó
4	0.00 VI-1		PhÇn xắt b m/Æt san b»ng hoiun toan (Peneplen)
5	0.00 VI-1		PhÇn xắt b m/Æt san b»ng hoiun toan (Peneplen)
6	0.00 VI-1		PhÇn xắt b m/Æt san b»ng hoiun toan (Peneplen)
7	0.00 VI-1		PhÇn xắt b m/Æt san b»ng hoiun toan (Peneplen)
8	0.00 VI-1		PhÇn xắt b m/Æt san b»ng hoiun toan (Peneplen)
9	0.00 VI-1		PhÇn xắt b m/Æt san b»ng hoiun toan (Peneplen)
10	0.00 VI-1		PhÇn xắt b m/Æt san b»ng hoiun toan (Peneplen)
11	0.00 VI-1		PhÇn xắt b m/Æt san b»ng hoiun toan (Peneplen)
12	0.00 VIII-6		S-ên róa tr«-xãi róa
13	0.00 VI-4		S-ên trãng lúc nhanh
14	0.00 VIII-6		S-ên róa tr«-xãi róa
15	0.00 VII-11		ÿ thung lng x@m thüc-tÛch tó
16	0.00 V-2		PhÇn sắt b m/Æt san b»ng kh«ng hoiun toan (Pedeplen)
17	0.00 V-2		PhÇn sắt b m/Æt san b»ng kh«ng hoiun toan (Pedeplen)

*Hình 175. Giao diện bảng hiện thị thông tin thuộc tính*

- Chức năng tính toán diện tích, NSD chọn vào file polygon cần tính toán diện tích và chọn chức năng tính toán, máy tính sẽ tự tính toán và thống kê diện tích của các polygon trong đó.

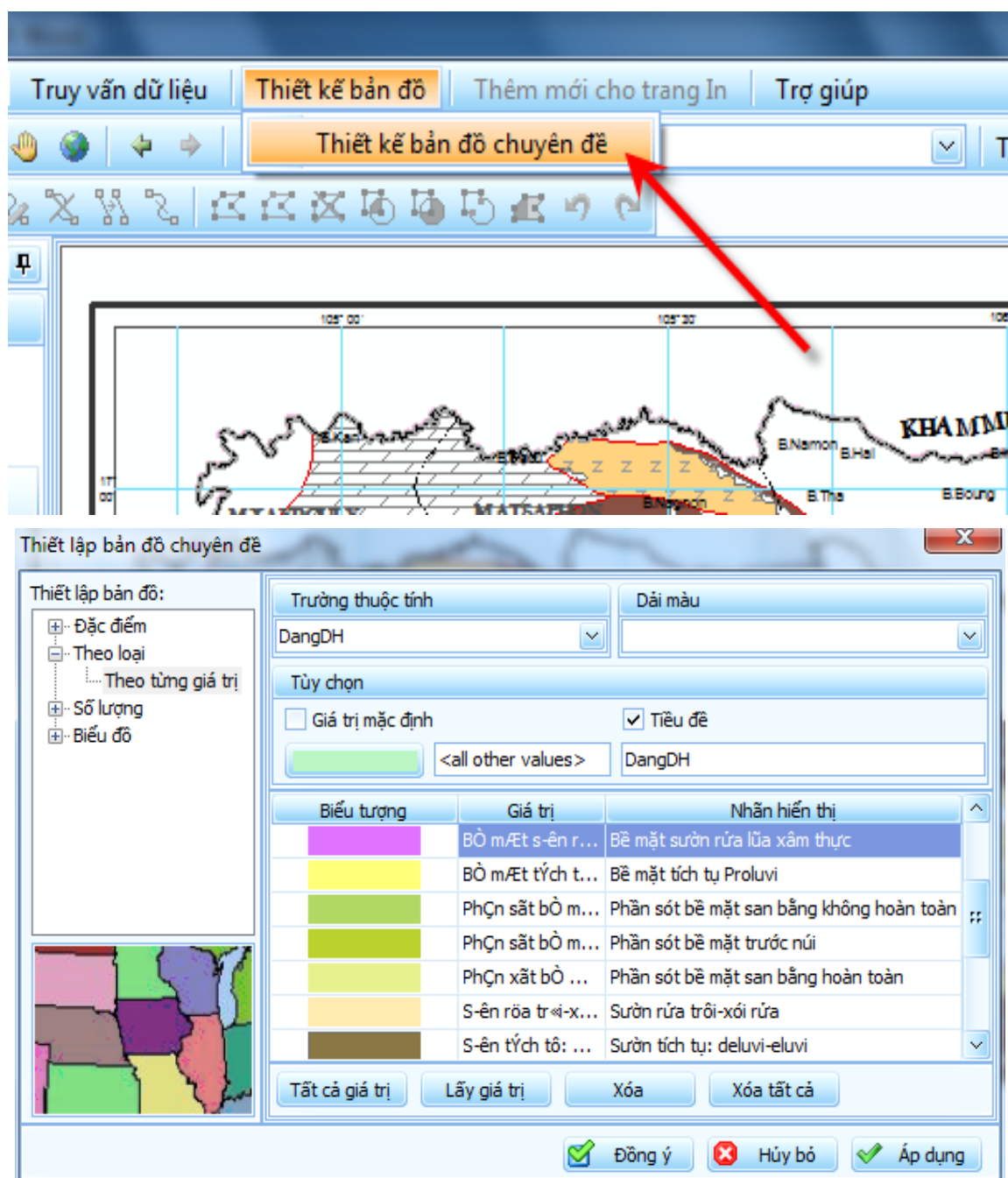
- Thêm mới dữ liệu, NSD có thể thêm một lớp dữ liệu khác (dạng tệp \*.shp) chồng xếp lên các lớp bản đồ đang có bằng chức năng này.

- Kết xuất lớp dữ liệu, NSD chọn chức năng này khi muốn kết xuất lớp bản đồ.

### **VI.2.13. Chức năng thiết kế bản đồ chuyên đề**

Chức năng thiết kế bản đồ chuyên đề cho phép NSD thay đổi thể hiện của một lớp bản đồ bất kỳ lựa chọn.

- NSD chọn Thiết kế bản đồ -> Thiết kế bản đồ chuyên đề

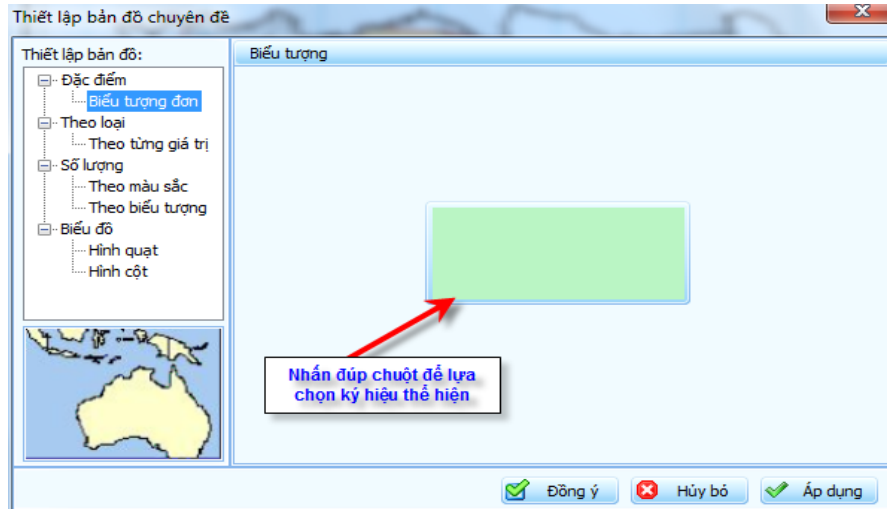


Hình 176. Giao diện công cụ thiết lập bản đồ chuyên đề

- NSD có thể tùy chọn thiết kế các loại bản đồ khác nhau cho lớp bản đồ theo các tiêu chí,

- Bản đồ chuyên đề theo đặc điểm

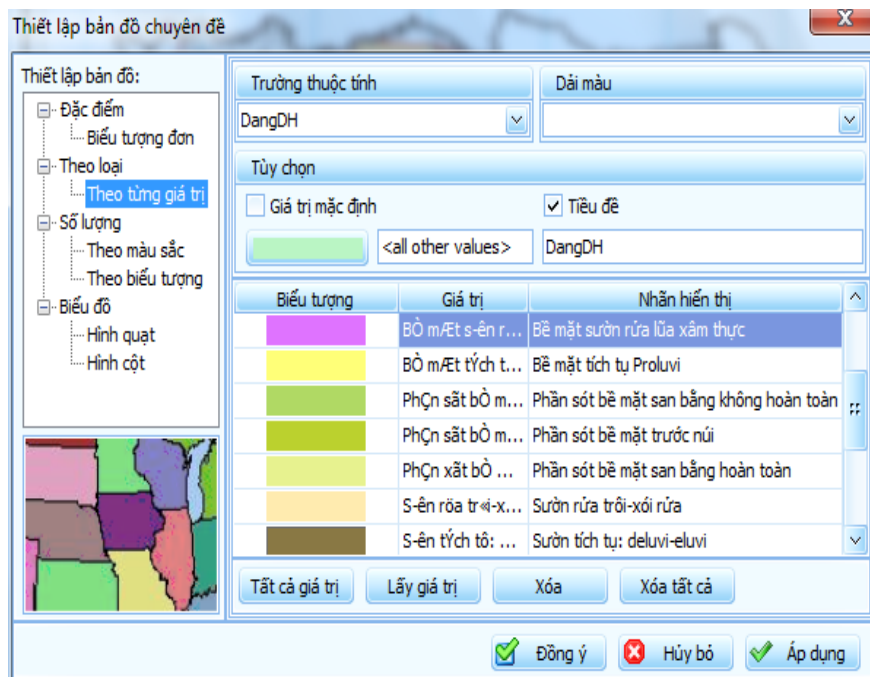
Là dạng bản đồ đơn giản, thể hiện tất cả các đối tượng trong lớp bản đồ theo một ký hiệu duy nhất



*Hình 177. Giao diện công cụ thiết lập bản đồ theo đặc điểm*

- Bản đồ chuyên đề nhóm theo loại

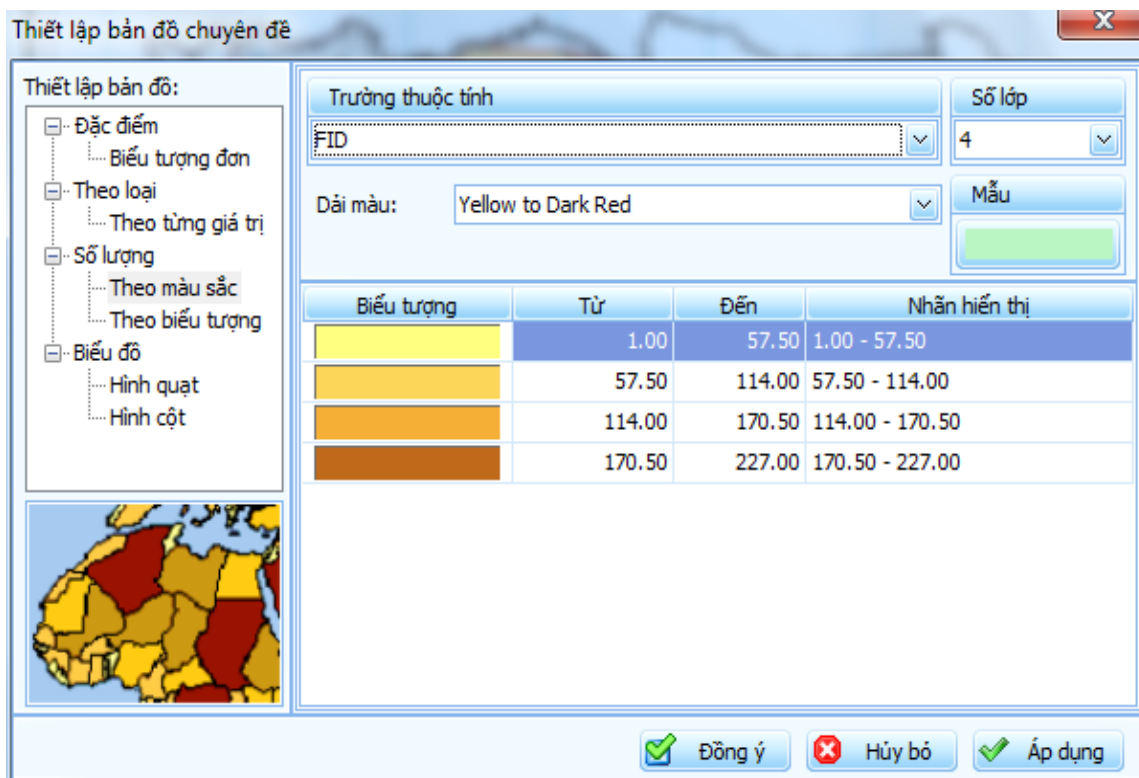
Là dạng bản đồ thiết lập theo từng giá trị của đối tượng tương ứng với trường dữ liệu tùy chọn.



*Hình 178. Giao diện công cụ thiết lập bản đồ theo đặc điểm*

- Bản đồ chuyên đề nhóm theo trường số lượng

Dạng bản đồ này chỉ có thể thiết lập khi lớp bản đồ có trường dữ liệu là kiểu số. NSD có thể tùy chọn hai cách thiết lập theo màu sắc hoặc theo biểu tượng thể hiện. Thiết lập theo màu sắc.



*Hình 179. Giao diện công cụ thiết lập bản đồ theo màu sắc*

Đây là bộ dữ liệu của đề tài về nghiên cứu xác định thực trạng và nguyên nhân suy giảm tài nguyên NDD trong các thành tạo bazan ở tây nguyên và đề xuất các giải pháp bảo vệ và phòng chống suy giảm. Bộ dữ liệu này chủ yếu dựa vào phần mềm Acr GIS và Mapinfor và có giao diện để sử dụng, trực quan phục vụ cho công tác lưu trữ và quản lý các bản đồ về tự nhiên và môi trường nước phục vụ cho việc khai thác và sử dụng bền vững tài nguyên nước dưới đất.

## KẾT LUẬN

### **- Thực trạng suy giảm tài nguyên nước dưới đất**

Hiện trạng khai thác NĐĐ tại Tây Nguyên trong đó giai đoạn 2000-2018 cho thấy: lượng nước khai thác ở đô thị tăng từ 35.664m<sup>3</sup>/ng lên 160.285m<sup>3</sup>/ng (tăng 4,5 lần), cho nông thôn tăng từ 71.860m<sup>3</sup>/ng lên 288.497m<sup>3</sup>/ng (tăng 4 lần) và cho tưới cà phê tăng từ 1.298.742m<sup>3</sup>/ng lên 1.565.078m<sup>3</sup>/ng (tăng 21%). Tổng lượng khai thác toàn Tây Nguyên tăng từ 1.406.266 m<sup>3</sup>/ng lên 2.013.860m<sup>3</sup>/ng, tăng hơn 43%. Lượng nước khai thác phục vụ sinh hoạt ở đô thị và nông thôn tăng hơn 4 lần trong giai đoạn 2000-2018, tuy nhiên chỉ chiếm 22% tổng lượng nước khai thác còn lại là phục vụ cho việc tưới cho cây cà phê.

Với lượng khai thác NĐĐ lớn tại một số khu vực đã xuất hiện dấu hiệu suy giảm mực nước dưới đất. Dựa vào số liệu quan trắc NĐĐ toàn Tây Nguyên cho thấy trong giai đoạn 2000-2019 có 49 công trình mực nước giảm chiếm 48%, mực nước suy giảm thường từ 1-3m và 30 công trình có mực nước tăng chiếm 29%, còn lại 23% các công trình có mực nước ổn định. Các khu vực Buôn Ma Thuột và Bảo Lộc có xu hướng suy giảm mạnh từ 1,5 đến 3,0m.

### **- Nguyên nhân suy giảm**

Nguyên nhân chính dẫn tới suy giảm mực NĐĐ là do việc khai thác nước phục vụ sinh hoạt và sản xuất, đặc biệt là tưới cho cây cà phê vào mùa khô, tập trung chủ yếu ở khu vực Buôn Ma Thuột và Bảo Lộc. Mặc dù tổng lưu lượng khai thác toàn Tây Nguyên tới năm 2018 là khoảng 2,0 triệu m<sup>3</sup>/ng vẫn còn nhỏ hơn nhiều so với lưu lượng có thể khai thác là 6,95 triệu m<sup>3</sup>/ng, nhưng do khai thác tập trung tại một số nơi nên dẫn tới suy giảm mực nước.

Ngoài ra các yếu tố nội sinh cũng làm gia tăng sự suy giảm mực nước dưới đất. Do đặc điểm địa chất hình thành tầng chứa nước bazan có nhiều đợt phun trào tạo ra các đới phong hoá dờ dang nằm xen kẽ trong tầng chứa nước và thành tạo bazan có mức độ nứt nẻ rất không đồng nhất tạo nên mức độ chứa nước trong bazan rất không đồng nhất. Các thành tạo bazan nằm trên cùng phủ lên các thành tạo địa chất khác và địa hình bazan có dạng vòm, vì vậy nước mưa thoát nhanh ảnh hưởng tới việc cung cấp cho nước dưới đất. Hệ thống sông suối nằm ở phần thấp hơn các thành tạo bazan và được thành tạo này cung cấp phần lớn nước cho hệ thống thủy văn trong mùa khô. Vỏ phong hóa trên các thành tạo bazan ở Tây Nguyên thuộc loại tương đối dày và

khi bão hoà thành phần sét trong vỏ phong hoá làm chậm nước mưa xuống được tầng chứa nước bazan từ 1-3 tháng tùy khu vực.

Yếu tố ngoại sinh: Nước mưa là nguồn cung cấp chính cho NĐĐ trong các thành tạo bazan. Lượng mưa Tây Nguyên có độ biến động rất lớn, năm mưa nhiều lớn gấp 2 lần lượng mưa năm ít mưa. Lượng mưa chủ yếu tập trung vào mùa mưa (85%). Trong khi đó lượng bốc hơi lại cao từ 700-1400mm, đặc biệt vào mùa khô. Lượng mưa và lượng bốc hơi có quan hệ chặt với mực NĐĐ, điều này cũng ảnh hưởng tới mực nước dưới đất. Trong thời kỳ hạn hán gần đây năm 2011, 2017 mực nước hạ thấp tới 2-3m so với trung bình nhiều năm. Những nơi ít ảnh hưởng của khai thác nước thì sự biến đổi lượng mưa theo thời gian do biến đổi khí hậu là nguyên nhân chính ảnh hưởng tới mực nước dưới đất.

Sử dụng ảnh Landsat đánh giá sự biến động của lớp phủ rừng sang lớp phủ khác trong giai đoạn 2000-2018 cho thấy giảm 55.315ha (6,2%) và diện tích trồng cây công nghiệp tăng thêm 20,5%. Đây là nguyên nhân gây ra sự hạ thấp mực nước tại một số khu vực trọng điểm phát triển cây công nghiệp. Đánh giá mối quan hệ giữa lớp phủ rừng tự nhiên trên với mực nước 3 tháng mùa kiệt tại 4 trạm thuỷ văn cho thấy chỉ trạm Kon Tum có quan hệ khá chặt ( $0,83 > R^2 > 0,6$ ), có thể do khu vực còn nhiều rừng. Sử dụng mô hình SWAT đánh giá mối quan hệ giữa hiện trạng sử dụng đất và dòng chảy mặt cho toàn Tây Nguyên, giai đoạn 2000-2018 cho thấy sự thay đổi hiện trạng sử dụng đất không ảnh hưởng nhiều tới dòng chảy mặt.

### **Dự báo suy giảm mực nước dưới đất**

Sử dụng phương pháp thống kê dự báo mực NĐĐ tới năm 2030 với sự hỗ trợ phân tích của trí tuệ nhân tạo (ANN) và phương pháp đánh giá chỉ số khai thác nước bền vững của UNESCO cho 04 bồn bazan Gia Lai, Buôn Ma Thuột, Đắk Nông và Lâm Đồng cho thấy:

- *Bồn bazan Gia Lai:*

Một số khu vực do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu mưa nhiều, nước mặt dâng dẫn đến mực NĐĐ có xu thế dâng từ 0,5 – 1,5m tập trung ở các khu vực các xã Ia Đok, TT. Chư Ty, huyện Đức Cơ; phường Yên Thế, xã Chư Á, xã Biển Hồ, xã Chư Hrông, Tp. Pleiku; TT. Đắk Đoa, huyện Đắk Đoa; TT. Phú Hòa, xã Ia Ka, xã Ia Mơ Nông, huyện Chư Pah; xã Ia Krêl, xã Ia Dăng, huyện Chư Prông; xã Hồ Nước, TT. Chư Sê, xã Nhơn Hòa, huyện Chư Sê.

Khu vực các xã Ia Đom, huyện Đức Cơ; P. Hội Phú, P. Hoa Lư, Tp. Pleiku; xã Nghĩa Hòa, huyện Chư Pah; xã Ia Krai, huyện Ia Grai; xã Bàu Cạn,



xã Ia Dăng, huyện Chư Prông do ít chịu ảnh hưởng của biến đổi khí hậu mực nước có xu hướng ít thay đổi.

Khu vực thành phố Pleiku và xã Ialy, huyện Chư Pah chịu ảnh hưởng của hoạt động khai thác nước dưới đất, đến năm 2030 mực nước có xu thế hạ thấp từ 1,0 – 2,0m.

*- Bồn bazan Đắc Lắc:*

Một số khu vực do ảnh hưởng của BĐKH, mực nước có xu hướng ít thay đổi phân bố phần lớn diện tích bồn bazan ở Đắc Lắc, chỉ một số khu vực mực nước có xu hướng dâng do lượng mưa lớn cụ thể như sau: xu thế dâng từ 0,5 – 1m, phân bố chủ yếu ở khu vực xã Cuôr Dăng, huyện Cư M'gar (CB1-II) và dâng trên 3,5m đến dưới 5m ở khu vực xã Eatu, TP. Buôn Ma Thuột (C15).

Mực nước có xu thế hạ thấp từ 1,0 – 3,0m, phân bố tại các khu vực xã Ea Ktur, huyện Cư Kuin ( $\beta N_2-Q_1$ ) (LK71T, LK72T) thuộc khu vực khai thác tập trung nước dưới đất lớn.

*- Bồn bazan Đắc Nông:*

Mực nước có xu thế ít thay đổi phân bố chủ yếu ở phía nam của bồn gồm các xã xã Quảng Sơn, huyện Đắc Glong (LK82T); xã Quảng Sơn, huyện Đắc Glong (LK83T); P.Nghĩa Trung, TX. Gia Nghĩa (LK86T, LK87T, LK88T, LK89T); P. Nghĩa Tân, TX. Gia Nghĩa (LK90T, LK91T, LK92T); P. Nghĩa Phú, TX. Gia Nghĩa (LK93Tm1).

Mực nước có xu thế hạ thấp từ 0,5 – 1,0m, phân bố tại các khu vực xã Đắc Lao, huyện Đắc Mil (LK40T); và từ 2 – 3m phân bố ở xã Đắc Gắn, huyện Đắc Mil (LK41T).

*- Bồn bazan Lâm Đồng:*

Dự báo đến năm 2030 khu vực phường 2, TP. Bảo Lộc chịu ảnh hưởng hoạt động khai thác nước dưới đất, mực nước có xu thế hạ thấp từ 2,5 – 3,5m. Các khu vực còn lại ít ảnh của khai thác NĐĐ và biến đổi khí hậu mực nước có xu thế ít thay đổi. Tuy nhiên, khu vực xã Đình Trang Thượng, huyện Di Linh (LK102T) chịu ảnh hưởng của lượng mưa tăng và nước mặt dẫn đến mức nước dâng 0,9m.

Dựa trên phương pháp đánh giá bằng chỉ số khai thác nước bền vững của UNESCO cho thấy đến năm 2030, khu vực TP. Buôn Ma Thuột, thị xã Buôn Hồ và khu vực Chư Sê có lượng nước khai thác vượt quá trữ lượng khai thác tiềm năng.

### **- Giải pháp bảo vệ và phòng chống suy giảm**

Các giải pháp phi công trình: Để phòng chống sự suy giảm NĐĐ cần phải thực hiện đồng bộ một loạt các giải pháp công trình như hoàn thiện qui định, quy phạm pháp luật về quản lý, bảo vệ tài nguyên nước dưới đất. Xây dựng, cập nhật, thống nhất, chia sẻ cơ sở dữ liệu về tài nguyên nước. Quy hoạch tổng thể tài nguyên nước; Khoanh định vùng hạn chế khai thác NĐĐ (Nghị định 167/2018/NĐ-CP); Khoanh định hành lang bảo vệ nguồn nước, các khu vực đăng ký khai thác NĐĐ (Nghị 43/2015/NĐ-CP); xử lý, trám lấp các loại giếng khoan, giếng đào không sử dụng (Thông tư 72/2017/TT-BTNMT). Quy hoạch và cơ cấu lại cây trồng cho phù hợp với nguồn nước và đưa ra những chính sách khuyến khích trồng và bảo vệ rừng.

Các giải pháp công trình: Xây dựng nhiều các hồ, công trình thủy lợi chứa nước trong mùa mưa và cải tạo, nâng cao dung tích các hồ chứa hiện có bằng các giải pháp kỹ thuật hiệu quả như đập tràn cao su, đập tràn kiểu lật, đập ngăn dòng, v.v... Triển khai rộng rãi mô hình bổ sung nhân tạo NĐĐ từ thu gom nước mưa trên mái nhà và hệ thống mương rãnh thu gom dòng chảy mặt trên diện tích đất canh tác. Triển khai các giải pháp tưới tiết kiệm, tưới nhỏ giọt, phun mưa đúng thời điểm và kỹ thuật của Israel và của Viện KH&KT nông nghiệp Tây Nguyên (WASI). Triển khai, sửa chữa và nâng cấp các công trình khai thác nước đúng kỹ thuật, hiệu quả cao. Ngoài ra cần nghiên cứu đánh giá chi tiết về hiện tượng chảy tầng tại một số khu vực như phía Bắc Buôn Ma Thuột.

### **- Thực trạng NĐĐ khu vực Buôn Ma Thuột**

Khu vực Buôn Ma Thuột và vùng phụ cận có tốc độ đô thị hóa khá nhanh, kinh tế phát triển, dân số gia tăng kéo theo nhu cầu sử dụng nước ngày càng cao. Nông nghiệp phát triển mạnh cây chủ lực cà phê, hồ tiêu, là các loại cây cần nhiều nước trong mùa khô đã dẫn đến hiện trạng cạn kiệt cục bộ nguồn NĐĐ vào mùa khô. Vì vậy, nguồn NĐĐ chiếm vị trí quan trọng cho phát triển kinh tế xã hội.

Trong khu vực Buôn Ma Thuột có 15 lỗ khoan quan trắc, trong đó có 3/15 lỗ khoan có mực NĐĐ xu hướng tăng trong giai đoạn 2000-2019 thường các lỗ khoan này có liên quan tới việc xây dựng các hồ đập và các công trình thủy lợi chứa nước. Còn lại 12/15 lỗ khoan mực NĐĐ có xu hướng giảm từ 0,7-2,8m do khai thác nước. Hiện nay, lượng NĐĐ khai thác tại khu vực Buôn Ma Thuột là 332.961m<sup>3</sup>/ng gần tới trữ lượng khai thác cho phép

361.460 m<sup>3</sup>/ng, chiếm gần 92%. Một số nơi khai thác tập trung với trữ lượng lớn đã vượt quá trữ lượng cho phép như Đạt Lý, Thăng Lợi, Hoà Thắng.

Sử dụng phương pháp sai phân hữu hạn của G.N Kamenxki và mô hình phần mềm FEFLOW 7.3 tính toán cân bằng nước cho khu vực Đạt Lý cho thấy lượng bổ cập từ nước mưa chiếm khoảng 21% lượng mưa. Lượng nước thiếu hụt do khai thác nước mà không được bổ sung từ nước mưa là 802 m<sup>3</sup>/ng. Đây là nguyên nhân gây ra sự suy giảm mực NĐĐ, dự báo đến năm 2030 khu vực diện tích khai thác lớn hơn trữ lượng khai thác chiếm hơn 50% diện tích thành phố Buôn Ma Thuột gây ra hiện tượng suy giảm mực nước tới hơn 3,0m. Trong thời gian tới cần phải triển khai đồng bộ nhiều giải pháp về quy hoạch vùng hạn chế khai thác nước dưới đất, quy hoạch khai thác sử dụng tài nguyên NĐĐ cho từng giai đoạn thật chi tiết, quy hoạch vùng bảo vệ miền cấp, đới bảo vệ công trình khai thác, hoàn chỉnh mạng quan trắc, giám sát, bổ sung nhân tạo cho NĐĐ. Ngoài ra phải qui hoạch sử dụng thêm nước mặt và áp dụng các biện pháp tưới tiết kiệm và qui hoạch lại cây trồng cho phù hợp với nguồn nước.

### **Kiến nghị**

- Hệ thống mạng quan trắc quốc gia động thái NĐĐ khu vực Tây Nguyên trong các tầng chứa nước bazan Pleistocen ( $\beta Q_{II}$ ) và Pliocen - Pleistocen ( $\beta(N_2-Q_1)$ ) còn quá thưa, vì vậy cần phải xem xét bổ sung quan trắc theo một số dạng (tuyến cân bằng, sân cân bằng, cụm lỗ khoan quan trắc) và công trình quan trắc trên một số tuyến quan trắc đã có hiện nay, đặc biệt là các khu vực như Buôn Ma Thuột, Bảo Lộc nơi mực nước dưới đất có xu hướng giảm mạnh.

- Triển khai nghiên cứu làm rõ hiện tượng chảy tầng ở độ sâu khoảng từ 40 m - 60 m trong các thành tạo bazan tại khu vực Bắc TP. Buôn Ma Thuột và trung tâm thành phố Bảo Lộc.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

### Tài liệu tiếng Việt

1. **Lưu Thế Anh và nnk, 2015.** Báo cáo tổng kết đề tài: “Nghiên cứu tổng hợp thoái hóa đất, hoang mạc hóa ở Tây Nguyên và đề xuất giải pháp sử dụng đất bền vững”, mã số TN3/T01. Hà Nội, 2015.
2. **Nguyễn Thị Tịnh Áu, Nguyễn Duy Liêm, Nguyễn Kim Lợi, 2013.** Ứng dụng mô hình SWAT và công nghệ GIS đánh giá lưu lượng dòng chảy trên lưu vực sông Đắk Bla. Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Các Khoa học Trái đất và Môi trường, Tập 29, Số 3 (2013) 1-13.
3. **Ban chỉ đạo Tây Nguyên, 2017.** Tập tư liệu kinh tế - xã hội vùng Tây Nguyên 2001-2015.
4. **Đoàn Văn Cánh và nnk, 2005.** Nghiên cứu cơ sở khoa học và đề xuất giải pháp sử dụng hợp lý tài nguyên nước vùng Tây Nguyên. Báo cáo tổng kết đề tài cấp nhà nước, KC.08.05.
5. **Đoàn Văn Cánh và nnk, 2010.** Nghiên cứu cơ sở khoa học và xây dựng cơ sở khoa học và xây dựng các giải pháp lưu giữ nước mưa vào lòng đất phục vụ chống hạn và bảo vệ tài nguyên nước dưới đất vùng Tây Nguyên. Báo cáo tổng kết đề tài độc lập cấp nhà nước. ĐTDL.2007G/44
6. **Đoàn Văn Cánh, Nguyễn Thị Thanh Thủy và nnk, 2019.** Những hiểu biết mới về tài nguyên nước dưới đất ở Tây Nguyên. Tập san Tài nguyên nước miền Trung Việt Nam, số 23 năm 2019.
7. **Đỗ Quang Cần và nnk, 1996.** Báo cáo kết quả xây dựng mạng lưới quan trắc quốc gia động thái nước dưới đất vùng Tây Nguyên. Tổng Cục địa chất và Khoáng sản Việt Nam, 1996.
8. **Đỗ Văn Chi và nnk, 1998.** Địa chất khoáng sản nhóm tờ Đắk Glei - Khâm Đức. Liên đoàn Bản đồ Địa chất miền Nam, TP. Hồ Chí Minh.
9. **Nguyễn Văn Chiển và nnk, 1985.** Tây Nguyên các điều kiện tự nhiên và tài nguyên thiên nhiên. NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
10. **Lê Đình Chung và nnk, 1983.** Báo cáo: *Tthăm dò nước dưới đất vùng Buôn Ma Thuột.* Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước miền Trung.
11. **Cục Quản lý tài nguyên nước, 2012.** Báo cáo: *Điều tra, đánh giá tiềm năng nước dưới đất vùng phía Nam Tây Nguyên (Đắk Nông và Lâm Đồng).* Hà Nội, 2012.
12. **Cục Thống kê tỉnh Kon Tum, 2018, 2019.** *Niên giám thống kê tỉnh Kon Tum 2018.* Kon Tum, 2019.

13. **Cục Thống kê tỉnh Gia Lai, 2018, 2019.** *Niên giám thống kê tỉnh Gia Lai 2018.* Gia Lai 2019.
14. **Cục Thống kê tỉnh Đắk Lắk, 2018, 2019.** *Niên giám thống kê tỉnh Đắk Lắk 2018.* Đắk Lắk 2019.
15. **Cục Thống kê tỉnh Đắk Nông, 2018, 2019.** *Niên giám thống kê tỉnh Đắk Nông 2018.* Đắk Nông 2019.
16. **Cục Thống kê tỉnh Lâm Đồng, 2018, 2019.** *Niên giám thống kê tỉnh Lâm Đồng 2018.* Lâm Đồng 2019.
17. **Nguyễn Văn Cường và nnk, 1995.** *Địa chất và khoáng sản nhóm từ Đà Lạt tỷ lệ 1/50.000.* Liên đoàn Địa chất 6, TP. Hồ Chí Minh.
18. **Hà Hải Dương và nnk, 2018.** Báo cáo tổng kết đề tài: “Nghiên cứu đề xuất các mô hình, giải pháp công nghệ khai thác và bảo vệ nguồn nước trong các thành tạo Bazan phục vụ cấp nước sinh hoạt bền vững tại các vùng núi cao, khan hiếm nước khu vực Tây Nguyên”. Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.
19. **Lê Ngọc Đình và nnk, 1998.** *Điều tra địa chất đô thị Buôn Mê Thuột, Đắk Lắk.* Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước miền Trung.
20. **Trương Hồng và Phạm Công Trí.** *Tưới nước tiết kiệm – Giải pháp nâng cao hiệu quả kinh tế, môi trường trong sản xuất cà phê bền vững ở Tây Nguyên.* Viện KH&KT nông nghiệp Tây Nguyên (WASI). Đăng trên Website của WASI, Năm 2018.
21. **[https://vi.wikipedia.org/wiki/Bu%C3%B4n\\_Ma\\_Thu%E1%BB%99t#%C4%90%E1%BB%8Ba\\_1%C3%BD](https://vi.wikipedia.org/wiki/Bu%C3%B4n_Ma_Thu%E1%BB%99t#%C4%90%E1%BB%8Ba_1%C3%BD)**
22. **Nguyễn Thượng Hùng và nnk, 1985.** *Nước dưới đất Tây Nguyên.* Nxb Khoa học & Kỹ thuật.
23. **Nguyễn Thượng Hùng và nnk, 1988.** Báo cáo tổng kết đề tài 48C.03.01.02 thuộc chương trình 48C (Chương trình TN2): “Tài nguyên nước dưới đất Tây Nguyên”. Hà Nội, 1988.
24. **Nguyễn Thượng Hùng và nnk, 1988.** *Tài nguyên nước và phương hướng khai thác sử dụng để phát triển kinh tế xã hội ở Tây Nguyên.* Tạp chí Các Khoa học về Trái đất, số 3, 1988.
25. **Nguyễn Việt Kỳ và nnk, 2005.** *Các đặc trưng cơ lý của vỏ phong hóa trên một số loại đá phổ biến ở Tây Nguyên.* Hội nghị khoa học và công nghệ lần thứ 9, Trường Đại học Bách khoa TP. Hồ Chí Minh.
26. **Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước miền Trung.** *Nhiệm vụ: Quan trắc quốc gia động thái nước dưới đất khu vực Tây Nguyên.*

27. **Nguyễn Lưu, 1998.** *Hiện trạng khai thác sử dụng nước ngầm* (Đề tài nghiên cứu: Sử dụng tài nguyên đất, nước hợp lý làm cơ sở phát triển nông nghiệp bền vững ở tỉnh Đắk Lắk).
28. **Nguyễn Đức Ngữ, 2008.** *Biến đổi khí hậu*. Nxb KH-KT.
29. **Nguyễn Đức Ngữ, 2017.** *Khí hậu và Biến đổi khí hậu Tây Nguyên*. Nxb KH-KT.
30. **Đặng Kim Nhung, 2016.** *Hiện trạng và khả năng cấp nước tưới cho cây công nghiệp đến năm 2020 vùng Tây Nguyên*. Kỷ yếu 55 năm Viện Quy hoạch thủy lợi 1961-2016, trang 174-182. Hà Nội, 2016.
31. **Đặng Hữu Ôn và nnk, 2004.** *Nghiên cứu, dự báo và thành lập bản đồ động thái nước dưới đất*. NXB KH&KT, Hà Nội. Năm 2004.
32. **Nguyễn Văn Phách và nnk, 1984.** *Tìm kiếm nước dưới đất vùng EaKtur - Đắk Lắk*. Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước miền Trung.
33. **Quyết định số 3218/QĐ-UBND, ngày 31 tháng 12 năm 2014 của UBND tỉnh Đắk Lắk.** *Phê duyệt quy hoạch xây dựng vùng tỉnh Đắk Lắk đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2030*.
34. **Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt của Bộ Tài Nguyên và Môi trường.** *QCVN 08-MT:2015/BTNMT*.
35. **Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước dưới đất của Bộ Tài Nguyên và Môi trường.** *QCVN 09-MT:2015/BTNMT*.
36. Số liệu khai thác cấp nước của Công ty TNHH một thành viên Cấp nước và Đầu tư xây dựng Đắk Lắk.
37. **Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn Đắk Lắk, 2014.** Dự án: *Rà soát, lập quy hoạch tổng thể cấp nước và VSMT nông thôn tỉnh Đắk Lắk đến năm 2020*. Đắk Lắk, 2014.
38. **Sở Tài nguyên môi trường tỉnh Lâm Đồng, 2019.** *Hiện trạng môi trường tỉnh Lâm Đồng năm 2018*. Lâm Đồng, 2019.
39. **Hồ Minh Thọ và nnk, 2012.** *Các nhân tố tự nhiên ảnh hưởng đến động thái mực nước của tầng chứa nước trong bazan ở Tỉnh Gia Lai*. Tạp san Địa chất thủy văn- Địa chất công trình Miền Trung Việt Nam. Năm 2012.
40. **Trần Minh Thế và nnk, 2002.** *Biên tập xuất bản Bản đồ địa chất và khoáng sản tỷ lệ 1/200.000 các loạt tờ Kon Tum - Buôn Ma Thuột, Bền Khê - Đồng Nai*. Viện TT-LT-BT Địa chất. Cục Địa chất và Khoáng sản, Hà Nội.
41. **Nguyễn Thành Tín và nnk, 1997.** *Địa chất và khoáng sản nhóm tờ Măng Xim (Gia Lai) tỷ lệ 1/50.000*. Liên đoàn Địa chất Trung Trung bộ, Quy Nhơn.
42. **Trần Tính và nnk, 1994.** *Địa chất và khoáng sản 1/200.000 nhóm tờ Kon Tum - Buôn Ma Thuột*. Liên đoàn Địa chất 6, TP. Hồ Chí Minh.

43. **Tạ Hoàng Tinh, Bùi Phú Mỹ, 1979.** *Tài liệu mới về seri Đà Lạt (New data on the Đà Lạt series).* TC Khoa học Trái đất, 2/2 : 32; Bản đồ ĐC, 46 : 77. Liên đoàn BĐĐC, Hà Nội.
44. **Nguyễn Ton và nnk, 2018.** *Bảo vệ nước dưới đất đô thị Buôn Ma Thuột.* Trung tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước miền Trung.
45. **Ngô Tuấn Tú và nnk, 1999.** *Nước dưới đất khu vực Tây Nguyên.* Tổng Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam.
46. **Ngô Tuấn Tú và nnk, 2013.** *Hiện trạng khai thác và sử dụng tài nguyên nước giai đoạn 2005 - 2010 và định hướng khai thác sử dụng đến năm 2020 ở lưu vực sông Sêrêpôk (Dự án: Khả năng nguồn nước, sử dụng nước và khuynh hướng ở lưu vực sông Sêrêpôk (Việt Nam).* Viện Quy hoạch Thủy lợi, 2013.
47. **Ngô Tuấn Tú và nnk, 2018.** Báo cáo thực hiện dự án: *Biên hội - thành lập bản đồ tài nguyên nước tỷ lệ 1:200.000 cho các tỉnh trên toàn quốc (khu vực Tây Nguyên).* Trung tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước miền Trung.
48. **Nguyễn Văn Túc và nnk.** *Đất nền, nước ngầm và địa kỹ thuật công trình lãnh thổ Việt Nam (trang 672 đến trang 696).* Nhà xuất bản Xây dựng, năm 2019.
49. **Đặng Trần Trung và nnk, 2013.** Báo cáo tổng kết đề tài: *“Nghiên cứu xây dựng các phương pháp dự báo tài nguyên nước dưới đất cho các tầng chứa nước khe nứt bazan, áp dụng cho bồn bazan Pleiku – Gia Lai – Tây Nguyên”.* Trung Tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước quốc gia.
50. **Ủy ban sông Mê Công Việt Nam, 2019.** Dự án *“Xây dựng và đánh giá kịch bản phục vụ quy hoạch tài nguyên nước lưu vực sông Sê San và Sêrêpôk.* Saman, YooShin, IWECC, NAWAPI”.
51. **Trung tâm ứng dụng công nghệ và bồi dưỡng nghiệp vụ khí tượng thủy văn và môi trường, 2016.** *Dòng chảy mặt khu vực Tây Nguyên.* Hà Nội, 2016.
52. **Trung tâm Thông tin và Dữ liệu Khí tượng thủy văn,** Bộ Tài nguyên và Môi trường.
53. **Trần Đức Trường và nnk, 1985.** *Tìm kiếm nước dưới đất vùng Phước An, Đắk Lắk.* Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước miền Trung.
54. **Ủy ban Khoa học và Kỹ thuật Nhà Nước, 1985.** Các báo cáo khoa học của Chương trình điều tra tổng hợp vùng Tây Nguyên 1976-1985. *Chương trình điều tra tổng hợp vùng Tây Nguyên.* Hà Nội, 1985.
55. **Nguyễn Khanh Vân và nnk, 2000.** *Các biểu đồ sinh khí hậu Việt Nam.* Nxb. ĐHQG, Hà Nội.

56. **Viện Quy hoạch Thủy lợi, 2009.** Báo cáo: *Rà soát và lập Quy hoạch tổng thể cấp nước sạch và Vệ sinh môi trường nông thôn tỉnh Đắk Lắk đến năm 2010 và định hướng đến năm 2020.* Hà Nội, 2009.

57. **Viện Quy hoạch và Thiết kế Nông nghiệp, 2000.** Báo cáo thuyết minh bản đồ đất vùng Tây Nguyên tỷ lệ 1/250.000.

58. **Nguyễn Vũ Việt và nnk, 2020.** Báo cáo tổng kết đề tài: *Nghiên cứu giải pháp nâng cao khả năng lưu giữ và khai thác hiệu quả tài nguyên nước mặt phục vụ phát triển bền vững khu vực Tây Nguyên,* mã số TN16/T01.

59. *Quyết định Số: 1194/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ ngày 22 tháng 07 năm 2014 về phê duyệt Quy hoạch xây dựng vùng Tây Nguyên đến năm 2030.*

60. **Phạm Thế Vinh và nnk, 2018.** Báo cáo tổng kết đề tài: *Nghiên cứu đề xuất các mô hình thu gom khai thác bền vững nguồn nước mạch lộ phục vụ cấp nước sạch cho các vùng núi cao, vùng khan hiếm nước khu vực Tây Nguyên.* Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, 2018.

#### **Tài liệu tiếng nước ngoài**

61. **Abderrahman, W. A., 2006.** Saudi Arabia Aquifers. S. Foster and D. P. Loucks (eds). *Non-Renewable Groundwater Resources: A Guidebook on Socially-Sustainable Management for Water-Policy Makers.* IHP-VI, Series on Groundwater No. 10. Paris/Reading, UNESCO/IAH, pp. 63–7.

62. **Bakhbakhi, M. 2006.** Nubian Sandstone Aquifer System. S. Foster and D. Loucks (eds). *Non-Renewable Groundwater Resources: A Guidebook on Socially-Sustainable Management for Water-Policy Makers.* IHP-VI, Series on Groundwater No. 10. Paris/Reading, UNESCO/IAH, pp. 75–81.

63. **Carrera-Hernández, J. and Gaskin, S. 2007.** The Basin of Mexico aquifer system: Regional groundwater level dynamics and database development. *Hydrogeology Journal*, Vol. 15, No. 8, pp. 1577–90.

64. **Centre for Water Policy. 2005.** *Some Critical Issues on Groundwater in India.* Delhi, CWP.

65. **Custodio, E. 2002.** Aquifer overexploitation: What does it mean? *Hydrogeology Journal*, Vol. 10, No. 2, pp. 254–77.

66. **Döll, P., and Fiedler, K. 2008.** Global-scale modelling of groundwater recharge. *Hydrology and Earth System Sciences*, Vol. 12, pp. 863–85.

67. **Endersbee, L. 2006.** World’s water wells are drying up! *Executive Intelligence Review*, Vol. 33, No. 10. [http://www.larouchepub.com/other/2006/3310endersbee\\_water.html](http://www.larouchepub.com/other/2006/3310endersbee_water.html).



68. **Famiglietti, J., Swenson, S. and Rodell, M. 2009.** Water storage changes in California’s Sacramento and San Joaquin river basins, including groundwater depletion in the Central Valley. PowerPoint presentation, American Geophysical Union Press Conference, December 14. CSR, GFZ, DLR and JPL.
69. **Habermehl, M. 2006.** The Great Artesian Basin, Australia. S. Foster and D. P. Loucks (eds). Non-Renewable Groundwater Resources: A Guidebook on Socially-Sustainable Management for Water-policy Makers. UNESCO-IHP, IHPVI Series on Groundwater No. 10. Paris/Reading, UNESCO/IAH, pp. 82–8.
70. **Herczeg, A. and Love, A. 2007.** Review of Recharge Mechanisms for the Great Artesian Basin. Report to the Great Artesian Basin Coordinating Committee. Clayton South, Victoria, Australia, CSIRO.
71. **Hydrosult, TNO and WEC, 2010.** Hydro-geological and Water Resources Monitoring and Investigations. Project report, Sana’a, Republic of Yemen, Hydrosult.
72. **Jarvis, T. 2010.** Community-based approaches to conflict management: Umatilla County critical groundwater areas, Umatilla County, Oregon, USA. In: IUCN Water programme, Negotiate Toolkit: Case Studies. Gland, Switzerland, International Union for Conservation of Nature (IUCN). Available at <http://cmsdata.iucn.org/downloads/northwestern.pdf>.
73. **Jia, Y. and You, J. 2010.** Sustainable groundwater management in the North China Plain: Main issues, practices and foresights. Extended abstracts No. 517, 855–62 prepared for 38th IAH Congress, Krakow, 12-17 Sept. Krakow, Poland, University of Silesia Press.
74. **Kendy, L., Zhang, Y., Liu, C., Wang, J. and Steenhuis, T. 2004.** Groundwater recharge from irrigated cropland in the North China Plain: Case study of Luancheng County, Hebei Province, 1949–2000. Hydrological Processes, Vol. 18, pp. 2289–302.
75. **Konikow, L. and Kendy, L., 2005.** Groundwater depletion: A global problem. Hydrogeology Journal, Vol. 13, pp. 317–20.
76. **Llamas, M. and Custodio, E. 2003.** Intensive use of groundwater: a new situation which demands proactive action. M. Llamas and E. Custodio (eds) Intensive Use of Groundwater: Challenges and Opportunities. Dordrecht, the Netherlands, Balkema Publishers, pp. 13–35.
77. **Liu, C., Yu, J. and Kendy, E. 2001.** Groundwater exploitation and its impact on the environment in the North China Plain. Water International, Vol. 26/2, pp. 265–72.
78. **Mamou, A., Besbes, M., Abdous, B., Latrech, D. and Fezzani, C. 2006.** North Western Sahara Aquifer System. S. Foster and D. Loucks, 2006. Non-Renewable Groundwater Resources: A Guidebook on Socially-Sustainable Management for Water-policy Makers. IHP-VI, Series on Groundwater No. 10. Paris/ Reading, UNESCO/IAH, pp. 68–74.

79. **McGuire, 2009.** Water-Level Changes in the High Plains Aquifer, Predevelopment to 2007, 2005–06 and 2006–07. U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2009–5019. Reston, Va., USGS. <http://pubs.usgs.gov/sir/2009/5019/GS>.
80. **Molinero, J., Custodio, E., Sahuquillo, A. and Llamas, M. 2008.** Groundwater in Spain: Overview and management practices. IAHR International Groundwater Symposium, Istanbul, June 18–20. CD of proceedings.
81. **Motagh, M., Walter, T., Sahrifi, M., Fielding, E., Schenk, A., Anderssohn, J. and Zschau, J. 2008.** Land subsidence in Iran caused by widespread water reservoir overexploitation. *Geophysical Research Letters*, Vol. 35, No. 16.
82. **Peck, J. 2007.** Groundwater management in the High Plains Aquifer in the USA: legal problems and innovations. M. Giordano and K. G. Villholth (eds), *The Agricultural Groundwater Revolution: Opportunities and Threats to Development*. Wallingford, UK, CABI, pp. 296–319.
83. **Rodell, M., Velicogna, I. and Famiglietti, J. 2009.** Satellite-based estimates of groundwater depletion in India. *Nature*, Vol. 460, doi:10.1038/nature 08238.
84. **Sakura, Y., Tang, C., Yokishioka, R. and Ishibashi, H. 2003.** Intensive use of groundwater in some areas of China and Japan. M. Llamas and E. Custodio (eds) *Intensive Use of Groundwater: Challenges and Opportunities*. Dordrecht, the Netherlands, Balkema Publishers, pp. 337–53.
85. **Siebert, S., Burke, J., Faures, J., Frenken, K., Hoogeveen, J., Döll, P. and Portmann, T. 2010.** Groundwater use for irrigation – a global inventory. *Hydrology and Earth System Sciences*, Vol. 14, pp. 1863–80.
86. **Sinclair Knight Merz. 2008.** Great Artesian Basin Sustainability Initiative: Mid-Term Review of Phase 2. Report prepared for Australian Government, Department of the Environment and Water Resources. Brisbane, Australia, SKM.
87. **Sophocleus, M. 2010.** Review: Groundwater management practices, challenges and innovations in the High Plains aquifer, USA: lessons and recommended actions. *Hydrogeology Journal*, Vol. 18, No. 3, pp. 559-75.
88. **Tiwari, V., Wahr, J. and Swenson, S. 2009.** Dwindling groundwater resources in northern India, from satellite gravity observations. *Geophysical Research Letters*, Vol. 36.
89. **UNESCO-WWAP (World Water Assessment programme), 2009.** Water in a Changing World. World Water Development Report 3. Paris/London, UNESCO/Earthscan.
90. **Wada, Y., Van Beek, L. P. H., Van Kempen, C. M., Reckman, J. W. T. M., Vasak, S. and Bierkens, M. F P. 2010.** Global depletion of groundwater resources. *Geophysical Research Letters*, Vol. 37. doi:10.1029/2010GL044571.

91. **WHYMAP (World-Wide Hydrogeological Mapping and Assessment Programme). 2008.** Groundwater Resources of the World, Map 1:25 M. UNESCO, IAH, BGR, CGMW,IAEA. [http://www.whymap.org/pdf?\\_blob=publicationFile&v=2](http://www.whymap.org/pdf?_blob=publicationFile&v=2).
92. **William C. Walton.** *Groundwater Resource Evaluation Textbook Binding*, 1970.
93. **Van der Gun, J. and Lipponen, A. 2010.** Reconciling storage depletion due to groundwater pumping with sustainability. *Sustainability*, Vol. 2, No. 11, pp. 3418–35.
94. **Vali - Khodjeini, A. 1995.** Human impacts on ground-water resources in Iran. *Man’s Influence on Freshwater Ecosystems and Water Use. Proceedings of a Boulder Symposium*, July 1995. IAHS Publication No. 230. [http://iahs.info/redbooks/a230/iahs\\_230\\_0141.pdf](http://iahs.info/redbooks/a230/iahs_230_0141.pdf).