

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN  
KHOA KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ HẢI DƯƠNG HỌC**

**Đinh Thị Hương Thơm**

**MÔ PHỎNG LỮ BẰNG MÔ HÌNH SÓNG ĐỘNG HỌC  
(KW1D) TRÊN LƯU VỰC SÔNG THU BỒN – TRẠM  
NÔNG SƠN**

Khóa luận tốt nghiệp đại học hệ chính quy chất lượng cao  
Ngành Thủy văn học

**Hà Nội - 2013**

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN  
KHOA KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ HẢI DƯƠNG HỌC

**Đinh Thị Hương Thơm**

**MÔ PHỎNG LỮ BẰNG MÔ HÌNH SÓNG ĐỘNG HỌC  
(KW1D) TRÊN LƯU VỰC SÔNG THU BỒN – TRẠM  
NÔNG SƠN**

Khóa luận tốt nghiệp đại học hệ chính quy chất lượng cao  
Ngành Thủy văn học

**Cán bộ hướng dẫn: PGS.TS Nguyễn Thanh Sơn  
ThS. Ngô Chí Tuấn**

**Hà Nội - 2013**

## ***Lời cảm ơn***

*Khóa luận này được thực hiện và hoàn thành tại Bộ môn Thủy văn, Khoa Khí tượng Thủy văn và Hải dương học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội.*

*Nhân dịp này em xin chân thành cảm ơn các thầy, cô giáo đã dạy dỗ, giúp đỡ em trong suốt 4 năm học qua, đặc biệt là thầy Nguyễn Thanh Sơn và thầy Ngô Chí Tuấn đã hướng dẫn em hoàn thành khóa luận này.*

## MỤC LỤC

<b>MỞ ĐẦU</b> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Chương 1 ĐẶC ĐIỂM ĐỊA LÝ TỰ NHIÊN LƯU VỰC SÔNG THU BỒN</b> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.1. VỊ TRÍ ĐỊA LÝ .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2. ĐỊA HÌNH, ĐỊA MẠO.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3. ĐỊA CHẤT, THỔ NHƯỠNG .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4. THẨM THỰC VẬT .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.5. KHÍ HẬU .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.6. MẠNG LƯỚI SÔNG SUỐI VÀ TÌNH HÌNH LỮ LỰT.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Chương 2 TỔNG QUAN CÁC MÔ HÌNH MƯA - DÒNG CHẢY</b> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1. CÁC MÔ HÌNH MƯA - DÒNG CHẢY.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.1. Các mô hình mưa - dòng chảy thông số tập trung.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.2. Các mô hình mưa - dòng chảy thông số phân phối.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP TÍNH THẨM .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.1. Tổng quan về quá trình thấm.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.2. Các phương trình thấm .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3. MÔ HÌNH SÓNG ĐỘNG HỌC MỘT CHIỀU - PHƯƠNG PHÁP PHẦN TỬ HỮU HẠN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.1. Giả thiết.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.2. Phương pháp phần tử hữu hạn .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.3. Xây dựng mô hình .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.4. Chương trình diễn toán lũ.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.5. Kiểm tra mô hình .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.6. Nhận xét về mô hình.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4. PHƯƠNG PHÁP SCS VÀ PHÁT TRIỂN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

2.4.1.	Phương pháp SCS.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.2.	Phát triển phương pháp SCS.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Chương 3 ÁP DỤNG MÔ HÌNH SÓNG ĐỘNG HỌC MỘT CHIỀU - PHƯƠNG PHÁP PHẦN TỬ HỮU HẠN VÀ SCS MÔ PHỎNG QUÁ TRÌNH MƯA - DÒNG CHẢY LƯU VỰC SÔNG THU BỒN - TRẠM NÔNG SƠN</b> <b>Error! Bookmark not defined.</b>		
3.1.	TÌNH HÌNH SỐ LIỆU .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.	XÂY DỰNG BỘ THÔNG SỐ MÔ HÌNH SÓNG ĐỘNG HỌC MỘT CHIỀU TRÊN LƯU VỰC SÔNG THU BỒN - TRẠM NÔNG SƠN	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.	ỨNG DỤNG MÔ HÌNH SÓNG ĐỘNG HỌC MỘT CHIỀU - PHƯƠNG PHÁP PHẦN TỬ HỮU HẠN VÀ SCS MÔ PHỎNG LŨ TRÊN LƯU VỰC SÔNG THU BỒN - TRẠM NÔNG SƠN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.1.	Chương trình tính.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.2.	Hiệu chỉnh mô hình .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.3.	Kiểm định mô hình .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>KẾT LUẬN .....</b>		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO .....</b>		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>PHỤ LỤC .....</b>		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
	<i>Phụ lục 01:</i> Nhóm các thông số đo đạc .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
	<i>Phụ lục 02:</i> File số liệu đầu vào của mô hình sóng động học một chiều	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 1: Lớp phủ thực vật theo mức độ che tán và tỷ lệ % so với lưu vực..... **Error! Bookmark not defined.**

Bảng 2: Hiện trạng sử dụng đất năm 2000 lưu vực sông Thu Bồn..... **Error! Bookmark not defined.**

Bảng 3: Danh sách trạm khí tượng thủy văn trên lưu vực sông Thu Bồn ..... **Error! Bookmark not defined.**

Bảng 4: Thời gian của các trận mưa gây lũ ..... **Error! Bookmark not defined.**

Bảng 5: Số liệu mưa lũy tích của các trận mưa gây lũ..... **Error! Bookmark not defined.**

Bảng 6: Số lưu vực con và số dải tương ứng ..... **Error! Bookmark not defined.**

Bảng 7: Các phần tử của lưu vực sông Thu Bồn – trạm Nông Sơn..... **Error! Bookmark not defined.**

Bảng 8: Sai số tổng lượng, đỉnh lũ và độ hữu hiệu R2 của 05 trận lũ mô phỏng trên lưu vực sông Thu Bồn - trạm Nông Sơn..... **Error! Bookmark not defined.**

Bảng 9: Sai số tổng lượng, đỉnh lũ và độ hữu hiệu R2 của hai trận lũ độc lập trên lưu vực sông Thu Bồn - trạm Nông Sơn..... **Error! Bookmark not defined.**

## DANH MỤC HÌNH VẼ

- Hình 1: Lưu vực sông Thu Bồn .....**Error! Bookmark not defined.**
- Hình 2: Bản đồ địa hình lưu vực sông Thu Bồn – trạm Nông Sơn**Error! Bookmark not defined.**
- Hình 3: Bản đồ hiện trạng sử dụng đất lưu vực sông Thu Bồn - trạm Nông Sơn .....**Error! Bookmark not defined.**
- Hình 4: Bản đồ rừng lưu vực sông Thu Bồn – trạm Nông Sơn**Error! Bookmark not defined.**
- Hình 5: Bản đồ mạng lưới thủy văn lưu vực sông Thu Bồn-trạm Nông Sơn... **Error! Bookmark not defined.**
- Hình 6: Các biến số có tổn thất dòng chảy trong phương pháp SCS..... **Error! Bookmark not defined.**
- Hình 7: Bản đồ phân chia khu chứa, các dải trên lưu vực sông Thu Bồn – trạm Nông Sơn.....**Error! Bookmark not defined.**
- Hình 8: Bản đồ phân chia các phần tử trên lưu vực sông Thu Bồn – trạm Nông Sơn .....**Error! Bookmark not defined.**
- Hình 9: Sơ đồ khối của chương trình mô phỏng dòng chảy theo phương pháp phần tử hữu hạn sóng động học .....**Error! Bookmark not defined.**
- Hình 10: Kết quả đường quá trình mô phỏng lũ từ 7h/17/11 - 19h/20/11 năm 2005 trên lưu vực sông Thu Bồn - Trạm Nông Sơn .....**Error! Bookmark not defined.**
- Hình 11: Kết quả đường quá trình mô phỏng lũ từ 19h/05/12 - 07h/10/12 năm 2005 trên lưu vực sông Thu Bồn - Trạm Nông Sơn .....**Error! Bookmark not defined.**
- Hình 12: Kết quả đường quá trình mô phỏng lũ từ 07h/25/10 – 07h/29/10 năm 2007 trên lưu vực sông Thu Bồn - Trạm Nông Sơn .....**Error! Bookmark not defined.**

Hình 13: Kết quả đường quá trình mô phỏng lũ từ 19h/01/11– 13h/06/11 năm 2007 trên lưu vực sông Thu Bồn - Trạm Nông Sơn .....**Error! Bookmark not defined.**

Hình 14: Kết quả đường quá trình mô phỏng lũ từ 13h/05/12 – 19h/08/12 năm 2007 trên lưu vực sông Thu Bồn - Trạm Nông Sơn .....**Error! Bookmark not defined.**

Hình 15: Kết quả đường quá trình mô phỏng lũ từ 13h/07/09 – 19h/10/09 năm 2009 trên lưu vực sông Thu Bồn - Trạm Nông Sơn .....**Error! Bookmark not defined.**

Hình 16: Kết quả đường quá trình mô phỏng lũ từ 19h/28/09 – 13h/01/10 năm 2009 trên lưu vực sông Thu Bồn - Trạm Nông Sơn .....**Error! Bookmark not defined.**



## MỞ ĐẦU

Hiện tượng lũ lụt xảy ra trên lãnh thổ nước ta với quy mô lớn và cường độ ác liệt, đặc biệt là khu vực miền Trung nơi có địa hình dốc, sông ngắn. Việc tìm hiểu, dự báo và hạn chế các tác hại do lũ gây ra là một vấn đề cấp bách và được nhiều cấp quan tâm. Có rất nhiều mô hình toán được sử dụng để phục vụ công tác tính toán và dự báo lũ. Mô hình này đã được sử dụng thành công đối với các lưu vực sông Vệ, sông Trà Khúc, sông Hương cho kết quả khá tốt trong việc mô phỏng quá trình mưa – dòng chảy.

Trong khóa luận này đã sử dụng mô hình sóng động học một chiều (KW1D) – phương pháp phần tử hữu hạn và phương pháp SCS để mô phỏng lũ trên lưu vực sông Thu Bồn – trạm Nông Sơn, bằng cách chia lưu vực thành lưới phần tử xác định được bộ thông số lưu vực cho mô hình KW1D. Bộ thông số tối ưu được hiệu chỉnh trong quá trình mô phỏng 5 trận lũ năm 2005, 2007 cho kết quả thuộc loại khá và được kiểm định bằng 2 trận lũ độc lập năm 2009 và cho kết quả tốt.

Khóa luận gồm 3 chương, không kể phần mở đầu và kết luận, tài liệu tham khảo, cụ thể như sau:

Chương 1: Đặc điểm địa lý tự nhiên lưu vực sông Thu Bồn

Chương 2: Tổng quan các mô hình mưa – dòng chảy

Chương 3: Áp dụng mô hình sóng động học một chiều – phương pháp phần tử hữu hạn và SCS mô phỏng quá trình mưa – dòng chảy lưu vực sông Thu Bồn – trạm Nông Sơn.

Do thời gian có hạn, trình độ nghiên cứu và khả năng phân tích còn hạn chế nên khóa luận không tránh khỏi còn nhiều sai sót. Em mong nhận được sự góp ý của các thầy cô giáo và các bạn để khóa luận được hoàn chỉnh hơn.

## Chương 1

### ĐẶC ĐIỂM ĐỊA LÝ TỰ NHIÊN LƯU VỰC SÔNG THU BỒN

#### 1.1. VỊ TRÍ ĐỊA LÝ

Lưu vực sông Thu Bồn thuộc tỉnh Quảng Nam và Đà Nẵng với tổng diện tích là 3155 km<sup>2</sup> (tính đến trạm Nông Sơn), nằm trong vị trí từ 14<sup>0</sup>54'31" đến 15<sup>0</sup>45'11" vĩ độ Bắc, 107<sup>0</sup>50'10" đến 108<sup>0</sup>28'29" kinh độ Đông. Phía tây giáp với dãy Trường Sơn, phía Tây Nam giáp tỉnh Kon Tum, phía Đông giáp biển Đông, phía Đông Nam giáp tỉnh Quảng Ngãi (hình 1) [4].

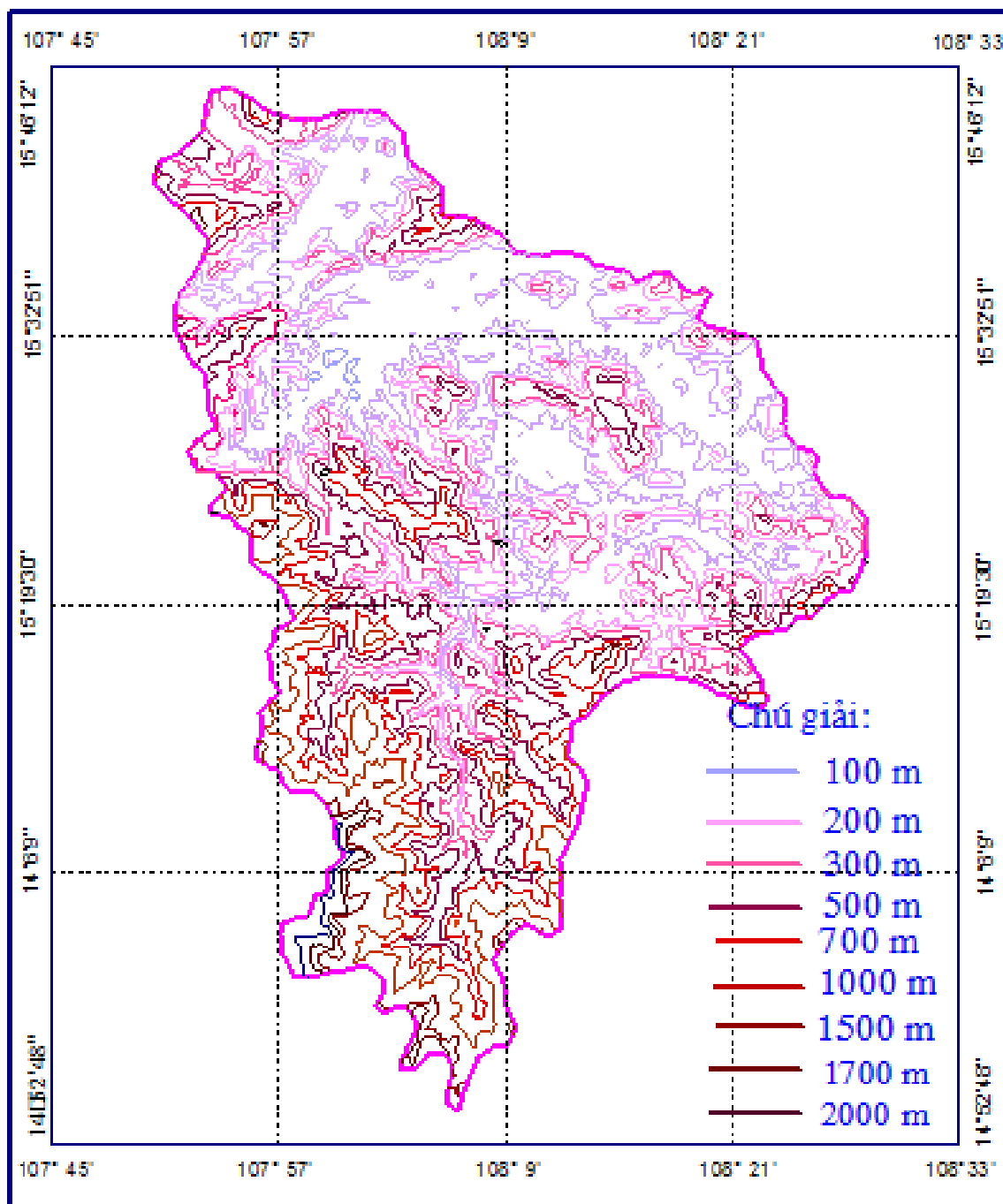
#### 1.2. ĐỊA HÌNH, ĐỊA MẠO

Địa hình khá phức tạp gồm các kiểu địa hình núi, thung lũng và đồng bằng. Các dãy núi bóc mòn kiến tạo dạng địa lũy uốn nếp khối tảng trên đá biến chất và đá trầm tích lục nguyên có độ cao dưới 700 m ở hạ lưu đến trên 2000 m. Xen giữa các dãy núi là các thung lũng xâm thực hẹp dạng chữ V với hai bên sườn khá dốc, các bãi bồi ở lòng thung lũng là sản phẩm tích tụ hỗn hợp aluvi – proluvi [10]. Đồng bằng cao tích tụ xâm thực trên thềm sông biển cổ cao từ 10 – 15 m phía biển đến 40 – 50 m ở chân núi và bị chia cắt mạnh bởi các dòng chảy thường xuyên. Do địa hình cao và dốc, sông ngấn là điều kiện thuận lợi cho quá trình tập trung nước và hình thành lũ lụt (hình 2) [1].

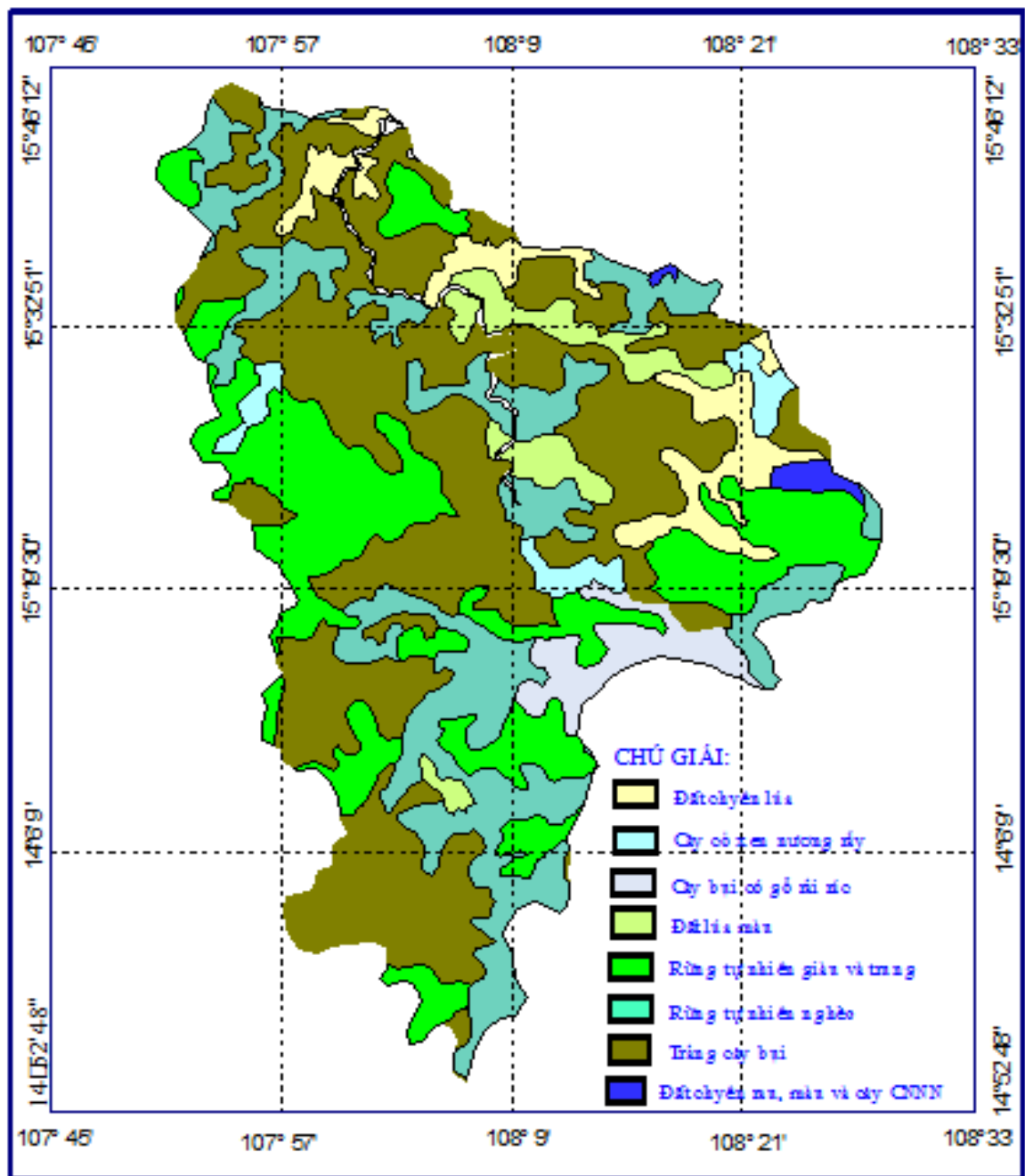
#### 1.3. ĐỊA CHẤT, THỔ NHƯỠNG

Lưu vực có thành phần đất đá khá đa dạng. Ở vùng thượng nguồn là các thành tạo macma: granit biotit, granit haimica, cát kết, andezit, đá phiến sét. Phía Nam lưu vực còn bắt gặp phylit, quazit, cuội kết, đá hoa, đá phiến mica, porphyolit, đá phiến lục của hệ tầng A Vương. Phần thấp của lưu vực phổ biến các thành tạo sông cuội, sỏi, mảnh vụn, cát, bột, sét. Vùng gần biển chủ yếu là cát có nguồn gốc gió biển và một phần nhỏ thành tạo cuội cát, bột có nguồn gốc sông – biển. Dọc theo sông là các thành tạo: cuội, cát, bột, sét có nguồn gốc sông tuổi Đệ tứ. Phần thượng nguồn là đất mùn vàng đỏ trên núi, dọc hai bờ sông là đất đỏ vàng trên phiến sét và đất xói mòn tro sỏi đá. Đất núi dốc phần lớn trên 20<sup>0</sup>, tầng đất mỏng có nhiều đá lộ. Các đồng bằng được cấu tạo bởi phù sa cổ, phù sa mới ngoài ra còn có các cồn cát và bãi cát chạy dọc theo bờ biển ở các đồng bằng ven biển (hình 3) [10].

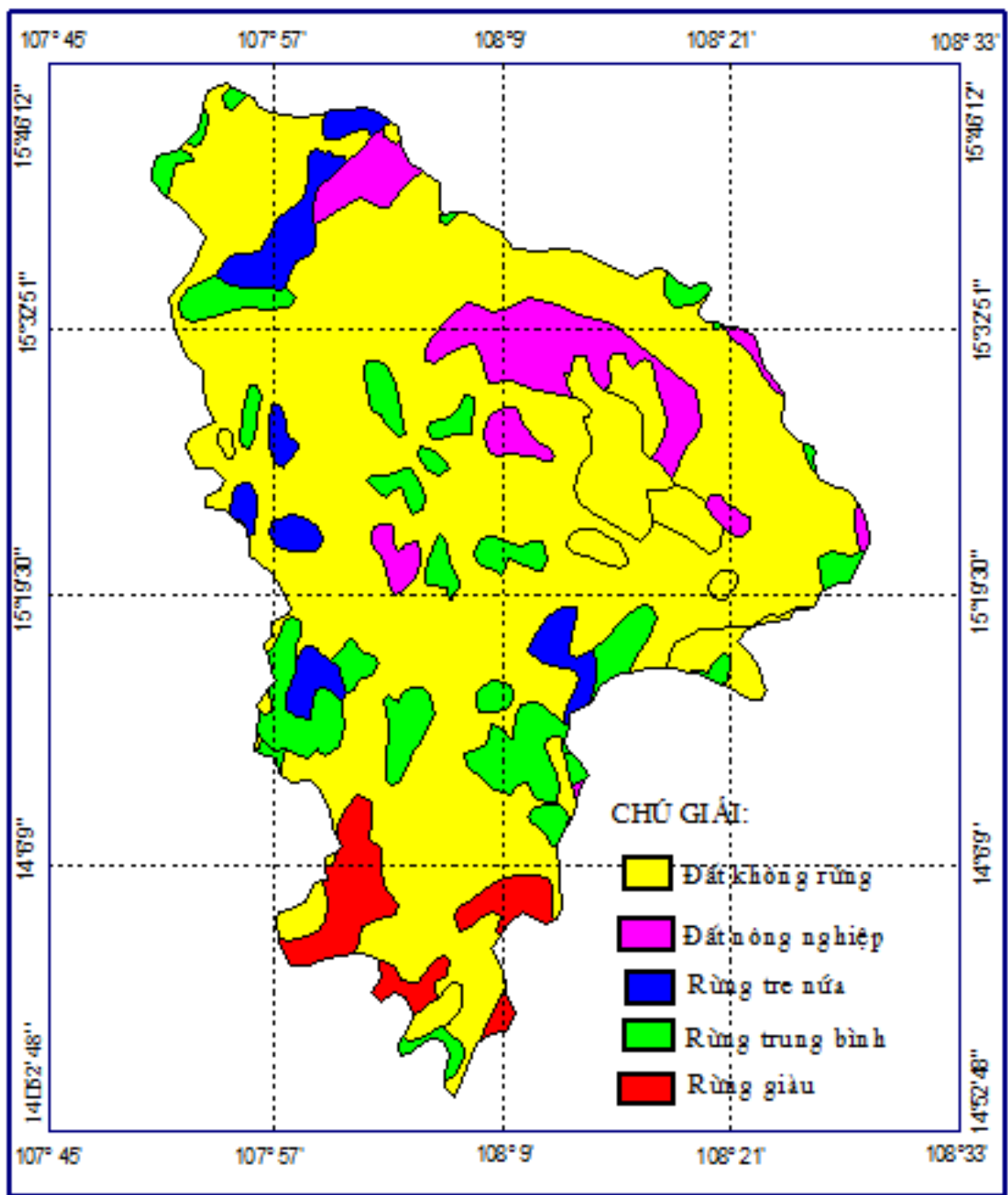




*Hình 2: Bản đồ địa hình lưu vực sông Thu Bồn – trạm Nông Sơn*



Hình 3: Bản đồ hiện trạng sử dụng đất lưu vực sông Thu Bồn - trạm Nông Sơn



Hình 4: Bản đồ rừng lưu vực sông Thu Bồn – trạm Nông Sơn

**Bảng 1: Lớp phủ thực vật theo mức độ che tán và tỷ lệ % so với lưu vực**

STT	Loại hình lớp phủ	Tỷ lệ % so với diện tích lưu vực	Mật độ tán che (%)
1	Rừng rậm thường xanh cây lá rộng nhiệt đới gió mùa ít bị tác động	0,7	> 90
2	Rừng rậm thường xanh cây lá rộng nhiệt đới gió mùa đã bị tác động	12,34	70 ÷ 90
3	Rừng rậm thường xanh hỗn giao cây lá rộng, lá kim nhiệt đới gió mùa	1,53	60 ÷ 70
4	Rừng rậm thường xanh nhiệt đới gió mùa tre nứa hoặc rừng nửa rụng lá	4,56	50 ÷ 60
5	Rừng cây bụi trên đất phong hóa từ đá vôi	1,59	20 ÷ 30
6	Rừng cây bụi rụng lá chằng cổ cao có cây bụi hoặc cây trồng lâu năm	9,68	10 ÷ 20
7	Chằng cây thấp	1,95	5 ÷ 10
8	Cây trồng nông nghiệp ngắn ngày	14,58	< 5

**Bảng 2: Hiện trạng sử dụng đất năm 2000 lưu vực sông Thu Bồn**

STT	Loại	Diện tích (km <sup>2</sup> )	Diện tích (%)
1	Đất rừng tự nhiên nghèo	612	19,4
2	Đất rừng tự nhiên giàu và trung bình	694,5	22,11
3	Đất chằng cây bụi	1321	41,87
4	Đất lúa, màu	128,2	4,06
5	Đất chuyên lúa	183,9	5,83
6	Đất cây cỏ xen nương rẫy	68,29	2,16
7	Đất cây bụi có gỗ rải rác	101,6	3,22
8	Đất chuyên rau, màu và cây CNNN	21,55	0,68
9	Đất đồng cỏ	20,98	0,66

### 1.5. KHÍ HẬU

Khí hậu nhiệt đới ẩm gió mùa, không có mùa lạnh rõ rệt, nhiệt độ tối thấp trung bình không xuống dưới 10<sup>0</sup>C, là vùng ẩm ướt nhất khu vực Trung Bộ.

- *Hoàn lưu khí quyển*: Mùa hè chịu ảnh hưởng của luồng không khí nhiệt đới Ấn Độ Dương, không khí xích đạo, tín phong mùa hè. Mùa đông chịu ảnh hưởng của luồng không khí tín phong, không khí cực đới.

- *Số giờ nắng*: Trung bình từ dưới 2000 giờ ở vùng núi cao đến 2600 giờ ở vùng đồng bằng ven biển, tăng dần từ Bắc vào Nam, từ miền núi đến đồng bằng.

- *Gió*: Hàng năm có hai mùa gió chính đó là gió mùa Đông Bắc và gió mùa

Tây Nam. Mùa đông hướng gió chính là hướng Bắc, Tây Bắc và Đông Bắc; về mùa hạ chủ yếu là gió Tây Nam và Đông Nam.

- *Độ ẩm không khí*: Độ ẩm tương đối trung bình năm thường lớn hơn 80%, độ ẩm không khí cao trong mùa mưa (85 – 90%) và thấp trong mùa khô (70 – 75%).

- *Mưa*: Nằm trong địa hình cao nhất của dãy Trường Sơn nên lưu vực sông Thu Bồn rất thuận lợi đón gió là nguyên nhân gây mưa khá đa dạng. Hoàn lưu Tây Nam cùng với sự hoạt động của dải hội tụ nhiệt đới, hoàn lưu Đông Bắc cùng với các nhiễu động thời tiết đem lượng mưa lớn cho toàn lưu vực. Trên lưu vực có tâm mưa lớn: Tâm mưa Bạch Mã với lượng mưa năm trên 3000 mm. Tuy nhiên, mưa phân bố không đều cả về không gian và thời gian. Xét cả về lượng lẫn độ dài mùa mưa trên lưu vực thì có xu hướng giảm dần từ phía Tây sang phía Đông, từ miền núi xuống đồng bằng [10, 14].

#### 1.6. MẠNG LƯỚI SÔNG SUỐI VÀ TÌNH HÌNH LŨ LỤT

Sông Thu Bồn là một hệ thống sông lớn ở Nam Trung Bộ, nằm trong vùng sụt võng trung sinh địa, dốc theo hướng Tây Nam – Đông Bắc. Độ cao bình quân là 552 m. Mật độ sông suối trung bình là 0.47 km/km<sup>2</sup> tương ứng với tổng chiều dài toàn bộ sông suối là 4865 km. Dòng chính sông Thu Bồn dài 205 km bắt nguồn từ đỉnh Ngọc Lĩnh ở độ cao 1600 m và chảy ra biển Hội An. Toàn bộ hệ thống sông có 19 phụ lưu các cấp. Độ dốc bình quân lưu vực đạt 25.5%. Lưu vực sông có chiều dài lưu vực lớn gấp hai lần chiều rộng, có dạng hình nan quạt, hệ số uốn khúc khá lớn đạt 1.85. Phần thượng lưu và trung lưu chảy trong vùng núi chủ yếu là granit xuống vùng trũng chủ yếu là sa thạch, cuội kết có xen lẫn điệp thạch và đá vôi [8].

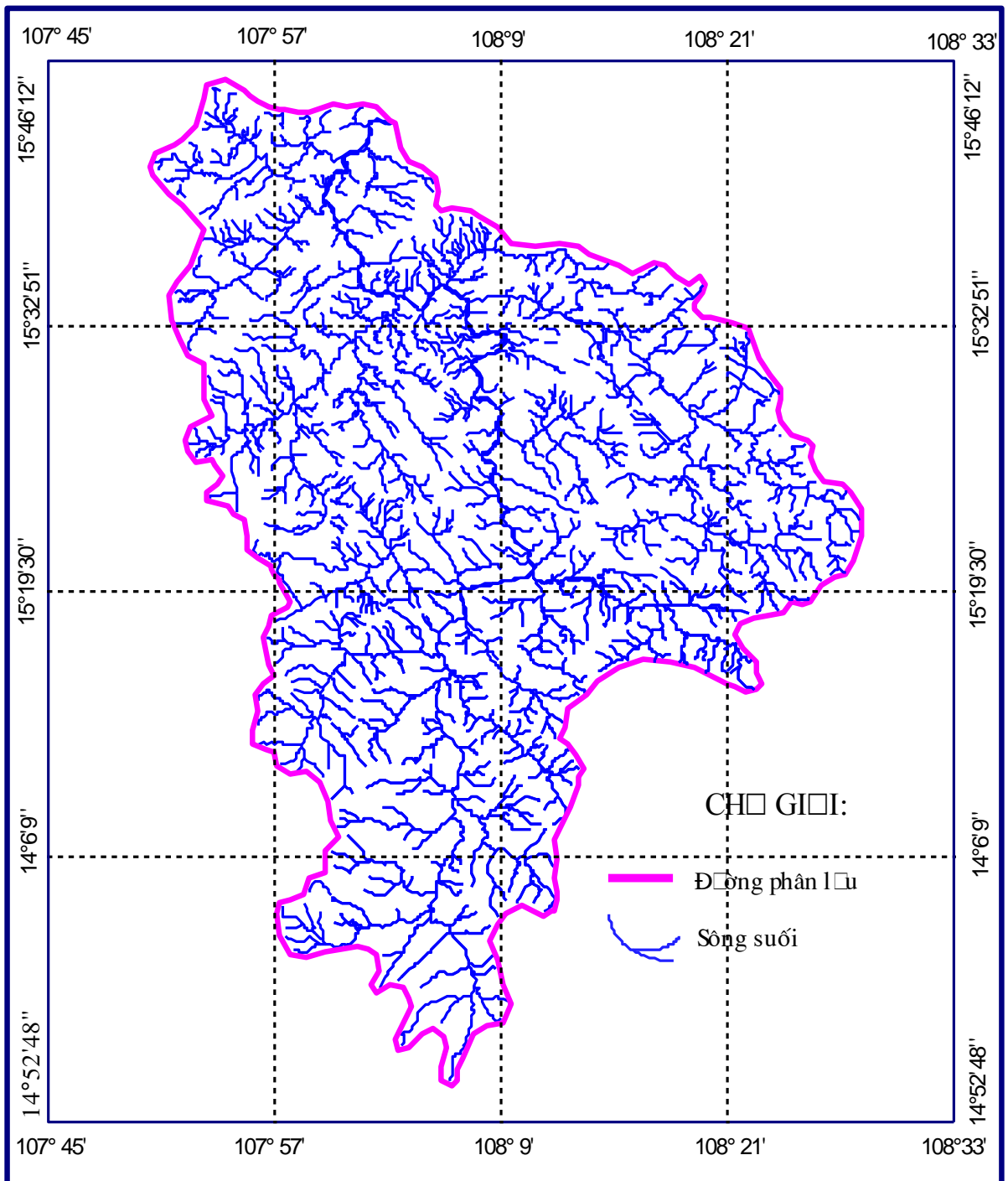
Dòng chảy theo hướng Bắc – Nam. Phần hạ lưu sông chảy theo hướng Tây – Nam và đổ ra biển. Càng về hạ du lòng sông càng mở rộng, độ dốc đáy sông giảm dần, độ uốn khúc tăng lên, ở hạ lưu xuất hiện nhiều bãi bồi ở giữa lòng sông, có xảy ra hiện tượng bồi lấp và xói lở. Mùa lũ trên lưu vực sông Thu Bồn kéo dài trong 3 tháng X – XII chiếm tới 60 – 70% lượng dòng chảy cả năm. Mô đun dòng chảy mùa lũ đạt tới 200 l/s.km<sup>2</sup>, đây là trị số mô đun dòng chảy mùa lũ lớn nhất so với tất cả các lưu vực sông trên lãnh thổ Việt Nam. Với điều kiện địa hình dốc, mạng lưới sông suối phát triển tỏa tia, mức độ tập trung mưa lớn cả về lượng lẫn về cường độ trên phạm vi rộng nên lũ trên các sông suối của lưu vực sông Thu Bồn mang đậm tính chất lũ núi với các đặc trưng: cường suất lũ lớn, thời gian lũ ngắn, đỉnh lũ nhọn, biên độ lũ lớn. Hàng năm trên sông Thu Bồn xuất hiện 4 – 5 trận lũ, năm nhiều nhất



có 7- 8 trận lũ, lũ lớn nhất trong năm thường xuất hiện trong tháng X và XI. Hình thể thời tiết chủ yếu mưa sinh lũ trên lưu vực là bão (chiếm khoảng 55% tần xuất), không khí lạnh (chiếm khoảng 23%) đây cũng chính là nguyên nhân gây lũ đặc biệt lớn (hình 5)

**Bảng 3: Danh sách trạm khí tượng thủy văn trên lưu vực sông Thu Bồn**

Tên trạm	Sông	Yếu tố quan trắc			
		Mưa	H	Q	Các yếu tố khác
Thành Mỹ	Thu Bồn		X	X	X
Ái Nghĩa	Thu Bồn		X		X
Nông Sơn	Thu Bồn	X	X	X	
Cầu Lâu	Thu Bồn		X		
Giao Thủy	Thu Bồn		X		X
Vĩnh Diện	Thu Bồn		X		
Hội An	Thu Bồn	X	X		
Sưon Tân	Thu Bồn		X		
Hiệp Đức	Thu Bồn	X			
Quế Sơn	Thu Bồn	X			
Khâm Đức	Thu Bồn	X			
Trà Mi	Thu Bồn	X			
An Hòa	Thu Bồn	X			
Đà Nẵng	Thu Bồn	X			
Cẩm Lệ	Thu Bồn		X		
Hội Khánh	Thu Bồn		X		X



Hình 5: Bản đồ mạng lưới thủy văn lưu vực sông Thu Bồn-trạm Nông Sơn

## Chương 2

### TỔNG QUAN CÁC MÔ HÌNH MƯA - DÒNG CHẢY

#### 2.1. CÁC MÔ HÌNH MƯA - DÒNG CHẢY

Mô hình mưa - dòng chảy có thể là mô hình tất định hoặc mô hình ngẫu nhiên [9]. Mô hình tất định là mô hình mô phỏng quá trình biến đổi của các hiện tượng thủy văn trên lưu vực mà ta đã biết trước. Nói khác với mô hình ngẫu nhiên là mô hình mô phỏng quá trình dao động của bản thân quá trình thủy văn mà không chú ý đến các nhân tố đầu vào tác động của hệ thống.

Xét trên quan điểm hệ thống, các mô hình thủy văn tất định có các thành phần chính:

- Đầu vào của hệ thống
- Hệ thống
- Đầu ra của hệ thống.

Dựa trên cơ sở cấu trúc vật lý các mô hình thủy văn tất định được phân loại thành các mô hình thủy động lực học, mô hình nhận thức và mô hình hộp đen. Dựa vào sự xấp xỉ không gian, các mô hình thủy văn tất định còn được phân loại thành các mô hình thông số phân phối và các mô hình thông số tập trung.

##### 2.1.1. Các mô hình mưa - dòng chảy thông số tập trung

Mô hình thông số tập trung là mô hình mà các thông số được trung bình hoá trong không gian. Vì thế mô hình loại này tương đối đơn giản, có ý nghĩa vật lý trực quan thích hợp với lưu vực vừa và nhỏ. Tuy nhiên chưa đưa được những thay đổi theo không gian của những yếu tố cảnh quan vào trong mô hình.

##### *1. Mô hình của trung tâm khí tượng thủy văn Liên Xô (HMC)*

Lượng mưa hiệu quả sinh dòng chảy mặt P được tính từ phương trình:

$$P = h - E - I \quad (1)$$

Trong đó: h là cường độ mưa trong thời đoạn tính toán (6h, 24h,...); E là lượng bốc hơi nước; I là cường độ thấm trung bình.

Hạn chế: Số liệu về lượng bốc hơi trên các lưu vực còn thiếu rất nhiều, chủ yếu được tính từ các phương trình xác định trực tiếp. Còn cường độ thấm trung bình thường được lấy trung bình cho toàn lưu vực với thời gian không xác định.

Mô hình HMC đã được áp dụng ở một số lưu vực miền núi Tây Bắc và Đông Bắc của nước ta [13,14].

## 2. Mô hình SSARR

Mô hình SSARR do Rockwood D. xây dựng từ năm 1957 dựa trên cơ sở phương trình cân bằng nước:

$$\left[ \frac{I_1 + I_2}{2} \right] \Delta t - \left[ \frac{O_1 + O_2}{2} \right] \Delta t = S_2 + S_1 \quad (2)$$

Phương trình lượng trữ của hồ chứa là:

$$\frac{dS}{dt} = T_s \frac{dQ}{dt} \quad (3)$$

Mô hình SSARR cho phép diễn toán trên toàn bộ lưu vực nhưng không kiểm tra trực tiếp được những thay đổi đặc điểm lưu vực sông đến các quá trình thủy văn.

Mô hình SSARR đã được áp dụng ở đồng bằng sông Cửu Long [13,14].

## 3. Mô hình TANK

Mô hình TANK được phát triển năm 1956 tại trung tâm nghiên cứu quốc gia về phòng chống thiên tai tại Tokyo, Nhật Bản. Theo mô hình, lưu vực được mô phỏng bằng chuỗi các bể chứa theo phương thẳng đứng và theo phương ngang phù hợp với diện tích đất [11]. Hệ thức cơ bản của mô hình gồm:

*Mưa bình quân lưu vực (P)*

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n W_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n W_i} \quad (4)$$

Trong đó: n là số điểm đo mưa;  $X_i$  và  $W_i$  là lượng mưa và trọng số của điểm mưa thứ i. Theo M.Sugawara  $W_i$  là một trong bốn số sau: 0.25; 0.5; 0.75; 1.0.

*Bốc hơi lưu vực (E)*

$$E = \begin{cases} 0,8EVT & \text{Khi } XA - PS - E \geq 0 \\ 0,75(0,8EVT - h_f) + h_f & \text{Khi } XA - PS - E < 0 \\ 0,6EVT & \text{va } XA - PS - H_f > 0 \\ & XA < PS \end{cases} \quad (5)$$

*Cơ cấu truyền ẩm*

Coi tốc độ truyền ẩm từ dưới lên là  $T_1$ , từ trên xuống là  $T_2$ , ta có:

$$T_1 = TB_0 + \left(1 - \frac{XA}{PS}\right)TB \quad (6)$$

$$T_2 = TC_0 + \left(1 - \frac{XS}{SS}\right)TC \quad (7)$$

Mô hình TANK tương đối đơn giản, có ý nghĩa vật lý trực quan, thích hợp với các lưu vực vừa và nhỏ nhưng khó thể hiện sự “trễ” của dòng chảy so với mưa, do mô hình được cấu tạo từ các bể chứa tuyến tính, các thông số ở cửa ra ở một số trường hợp kém nhạy [13,14].

Mô hình TANK đã áp dụng hiệu quả cho khu vực miền Trung [12].

#### 4. Mô hình NAM

Mô hình NAM [13,14] được xây dựng tại khoa Thủy văn - Viện kỹ thuật thủy động lực và thủy lực thuộc Đại học kỹ thuật Đan Mạch năm 1982. Mô hình tính quá trình mưa - dòng chảy theo cách tính liên tục hàm lượng ẩm trong năm bể chứa riêng biệt có tương tác lẫn nhau.

*Dòng chảy sát mặt QIF:*

$$QIF = \begin{cases} CQIF \frac{\frac{L}{L_{max}} - CLIF}{1 - CLIF} U & \text{Vii } \frac{L}{L_{max}} > CLIF \\ 0 & \text{Khi } \frac{L}{L_{max}} \leq CLIF \end{cases} \quad (8)$$

Trong đó:  $CQIF$  là hệ số dòng chảy sát mặt;  $CLIF$  là ngưỡng dòng chảy;  $U$ ,  $L_{max}$  là thông số khả năng chứa.

*Dòng chảy tràn QOF:*

$$QOF = \begin{cases} CQOF \frac{\frac{L}{L_{max}} - CLOF}{1 - CLOF} P_N & \text{Vii } \frac{L}{L_{max}} > CLOF \\ 0 & \text{Khi } \frac{L}{L_{max}} \leq CLOF \end{cases} \quad (9)$$

Trong đó:  $CQOF$  là hệ số dòng chảy tràn;  $CLOF$  là các ngưỡng dòng chảy.

Mô hình NAM đã tính được dòng chảy sát mặt và dòng chảy tràn, nhưng việc cụ thể hoá và tính toán cho những đơn vị nhỏ hơn trên lưu vực bị hạn chế.

Mô hình NAM được áp dụng ở một số vùng đồng bằng ở Việt Nam [12].

### 2.1.2. Các mô hình mưa - dòng chảy thông số phân phối

Khi giá trị của tài nguyên nước ngày càng được đề cao về việc quản lý tài nguyên nước và đánh giá chất lượng. Nghiên cứu tài nguyên nước tập trung vào những vấn đề như mối quan hệ và ảnh hưởng của thay đổi sử dụng đất đến nông nghiệp, rừng, thực tế ô nhiễm đến sử dụng nước. Các mô hình mưa - dòng chảy thông số tập trung đã không theo kịp với những vấn đề mới phát triển này. Vì thế, mô hình mưa - dòng chảy thông số phân phối có tiềm năng phát triển mạnh mẽ hơn mô hình mưa - dòng chảy thông số tập trung.

Mô hình mưa - dòng chảy thông số phân phối là mô hình xem xét sự diễn biến của mọi quá trình thủy văn tại các điểm khác nhau trong không gian và định nghĩa các biến trong mô hình như hàm tọa độ. Ưu điểm của những mô hình này là khả năng cung cấp thông tin của chúng tại những điểm trên lưu vực và sử dụng chúng cho một hướng nghiên cứu mới là đánh giá tài nguyên nước và chất lượng nước. Nhưng khi sử dụng cần phải thay đổi về các phương pháp xác định thông số cũng như các phương pháp đo đạc các đặc trưng của mô hình.

Sự cần thiết của hệ thống mô hình mưa - dòng chảy thông số phân phối đã được nhận ra từ giữa những năm 1970 và ngày nay chúng đang được sử dụng rất phổ biến.

#### 1. Mô hình USDAHL

Mô hình này được công bố vào năm 1970, USDAHL là mô hình thông số dải theo các tiểu vùng thủy văn. Dòng chảy mặt bao gồm quá trình thấm, quá trình trữ và chảy tràn. Quá trình thấm được mô phỏng bằng phương trình Holtan:

$$f_t = A \cdot GI \cdot S_{at}^{1.4} + f_c \quad (10)$$

Trong đó:  $f_t$  là cường độ thấm;  $A$  là hệ số phụ thuộc vào độ rỗng của đất, mật độ rễ cây;  $GI$  là chỉ số phát triển thực vật, phụ thuộc vào nhiệt độ không khí và loại cây;  $f_c$  là cường độ thấm ổn định;  $S_{at}$  là độ thiếu hụt ẩm của đất là hàm số theo thời gian:

$$S_{at} = S_{at-1} - f_{t-1} + f_c \quad (11)$$

Quá trình trữ, chảy tràn được thực hiện dựa trên cơ sở phương trình cân bằng nước.

Mô hình USDAHL [10, 12] đã xét đến tất cả các thành phần trong phương trình cân bằng nước, và mỗi thành phần này đã được xử lý xem xét dựa trên những

phương trình. Song việc xử lý lượng trầm, bốc thoát hơi, điền trũng gặp rất nhiều khó khăn ngoài ra với những lưu vực lớn khả năng đánh giá tác động của các yếu tố lưu vực đến sự hình thành dòng chảy là kém [13].

## **2. Mô hình THALES**

Mô hình THALES do Grayson đưa ra đã được khai thác như là một công cụ dùng để mô tả những quá trình trên lưu vực và nghiên cứu những vấn đề liên quan đến kiểm tra và ứng dụng mô hình vật lý.

Điểm khó khăn khi dùng mô hình liên quan đến cả khả năng am hiểu về mô hình và những giả định cơ bản cũng như thuật toán sử dụng trong mô hình. Ưu điểm của mô hình này là khả năng cung cấp thông tin về đặc điểm của dòng chảy vì thế mô hình thường sử dụng cho dự báo.

Cơ sở của mô hình là coi hệ thống tương ứng với quá trình vận chuyển của bùn cát và năng lượng. Mô hình THALES xây dựng biểu đồ dòng chảy mặt thông qua việc ước tính chuỗi số liệu dòng chảy trong lưu vực sông từ sự tổng hợp bởi mô hình, cuối cùng sẽ ước tính được dòng chảy tại cửa ra. Trong định hướng phát triển mô hình phải dùng đến sự cần thiết của lý thuyết tổng hợp quá trình ô lưới, làm cho sự tương ứng giữa mô hình dự báo và các quá trình thực tế sát nhau hơn, và cho những khẳng định nghiêm túc về những điều còn chưa chắc chắn trong mô hình dự báo. Thêm vào đó nội dung mô hình cũng cần phát triển, phải tìm thêm những áp dụng của chúng trong tương lai, và phải lựa chọn để mô hình thích hợp cho những ứng dụng đó [10,12].

## **3. Mô hình SHE**

Mô hình SHE [10, 12] ra đời từ năm 1976. SHE ra đời từ sự liên kết của viện thủy lực Đan Mạch, viện thủy văn Anh và viện SOGREAH Pháp với sự hỗ trợ tài chính của cộng đồng Châu Âu. SHE ra đời phục vụ cho việc đánh giá hoạt động sử dụng đất và đánh giá chất lượng nước [10].

Mô hình SHE không đòi hỏi nhiều số liệu nhưng yêu cầu lượng thông số lớn, bản chất giá trị thông số không cần xác định vì chúng dựa vào phép đo vật lý. SHE là mô hình triển vọng, đảm nhiệm việc phát triển hệ thống mô hình phân phối sử dụng cho mục đích thương mại. Tuy nhiên, sử dụng SHE phải chú ý đến kết quả của việc xây dựng modula trong hệ thống.

Phương trình cơ bản dùng trong SHE:

*Chảy tràn:* Sử dụng phương trình lan truyền sóng xấp xỉ của St.Vernant:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(uh)}{\partial x} + \frac{\partial(vh)}{\partial y} = q \quad (12)$$

$$\text{Với: } \frac{\partial h}{\partial x} = S_{0x} - S_{fx} \text{ xác định trực tiếp được } x \quad (13)$$

$$\frac{\partial h}{\partial y} = S_{0y} - S_{fy} \text{ xác định trực tiếp được } y \quad (14)$$

Trong đó:  $h(x,y)$  là chiều cao cột nước;  $t$  là thời gian;  $u(x,y)$ ,  $v(x,y)$  là vận tốc dòng chảy theo  $x$  và  $y$ ;  $S_{0x}$ ,  $S_{0y}$ : độ dốc mặt theo  $x$  và  $y$ ;  $S_{fx}$ ,  $S_{fy}$ : ma sát theo  $x$  và  $y$ .

*Dòng chảy trong kênh:* dòng chảy dọc theo kênh

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial(Au)}{\partial x} = q_L \quad (15)$$

$$\frac{\partial h}{\partial x} = S_{0x} + S_{fx} \quad (16)$$

Trong đó:  $A(x)$  là diện tích mặt cắt;  $S_{0x}$  là độ dốc đáy kênh;  $q_L(x)$  là quan hệ nguồn với dòng chảy ảnh hưởng bởi lượng bốc hơi, mưa rơi, cuối cùng sự trao đổi giữa lượng nước đến và lượng nước đi của dòng chảy mặt với nước ngầm.

#### 4. Mô hình MDOR

Năm 1977 ở INRSEAU, mô hình MDOR [8, 12] đã được khởi động. Năm 1978 mô hình cho tốc độ nhanh hơn và sự phát triển hơn nữa nhờ Daudelin vào năm 1984.

MDOR là một mô hình phân phối mà cấu trúc đã được đơn giản hoá cho phép thực hiện nhanh hơn những mô phỏng hàng ngày. Thiết lập mô hình phân phối được sử dụng để tính lặp cho tất cả các thành phần trong mỗi bước thời gian.

Phương trình dưới đây tính tổng cấu trúc như sau:

$$Q_j = \sum_{d=1}^T \sum_{s=1}^N \sum_{t=1}^S (P_{s(j-d+1),t} \cdot M_{s,d,t}) \quad (17)$$

Trong đó:  $Q_j$  là lưu lượng ngày  $j$ ;  $T$  là thời gian chảy truyền;  $d$  là bước thời gian lặp;  $S$  là giá trị đồng nhất của trạm khí tượng;  $t$  là giá trị loại thành phần đồng nhất;  $P_{a,b,c}$  được tạo thành khi một thành phần hoàn thiện có dạng  $c$ , trong lưu vực  $b$



và chịu ảnh hưởng của vị trí a;  $M_{a,b,c}$  là giá trị của thành c trong lưu vực b và chịu ảnh hưởng của vị trí a.

Ngoài bốn mô hình mưa - dòng chảy thông số phân phối trên thì mô hình sóng động học một chiều nếu giải bằng phương pháp phần tử hữu hạn cũng là một mô hình mưa - dòng chảy thông số phân phối. Tuy nhiên, mô hình sóng động học sẽ được trình bày chi tiết ở phần sau.

## 2.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP TÍNH THẨM

### 2.2.1. Tổng quan về quá trình thấm

Thấm là quá trình nước từ bề mặt thấm nhập vào trong đất. Có rất nhiều nhân tố ảnh hưởng đến quá trình thấm như điều kiện bề mặt đất, lớp phủ thực vật, tính chất của đất như độ rỗng, độ dẫn thủy lực và hàm lượng ẩm có trong đất, loại đất.

Do sự biến đổi rất lớn trong không gian và thời gian của mỗi loại đất, nên khi có sự thay đổi về lượng ẩm đã làm cho quá trình thấm trở thành phức tạp. Vì thế chỉ có thể mô tả nó một cách gần đúng bằng các phương trình toán học.

Đặc trưng cho quá trình thấm là tốc độ thấm  $f$  (cm/giờ) - là tốc độ theo đó nước từ mặt đất đi vào trong đất. Nếu trên mặt đất có lớp nước đọng thì nước sẽ thấm xuống đất theo độ thấm tiềm năng. Nếu tốc độ cấp nước trên mặt đất lại nhỏ hơn tốc độ thấm tiềm năng, thì tốc độ thấm thực tế sẽ nhỏ hơn tốc độ thấm tiềm năng. Phần lớn các phương trình về thấm mô tả tốc độ thấm tiềm năng. Lượng thấm tích lũy  $F$  là độ sâu cộng dồn của nước thấm trong một thời kỳ đã cho và bằng tích phân của tốc độ thấm trên thời kỳ đó:

$$F(t) = \int_0^t f(\tau) d\tau \quad (18)$$

Trong đó  $\tau$  là một biến hình thức của thời gian dùng trong tích phân.

Biến đổi ngược ta có:

$$f(t) = \frac{dF(t)}{dt} \quad (19)$$

### 2.2.2. Các phương trình thấm

Cơ sở dựa vào phương trình điều khiển dòng không ổn định của Richard một chiều:

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left( \frac{\partial \theta}{\partial z} + K \right) \quad (20)$$

Trong đó:  $K$  là hệ số thấm Darcy;  $D = K \partial \Psi / \partial \theta$  là độ khuếch tán nước trong đất;  $\Psi$  là biến đổi cột nước mao dẫn;  $\theta$  là hàm lượng ẩm.

### 1. Định luật Darcy

Nội dung của định luật Darcy [14]: Lưu tốc thấm tỷ lệ bậc nhất với gradient thủy lực (hay gradient cột nước):

$$v = KI = -K \frac{\Delta H}{\Delta l} \quad (21)$$

hay 
$$Q = K\omega I \quad (22)$$

Trong đó:  $v$  là lưu tốc thấm (m/s),  $K$  là hệ số thấm (m/s),  $I$  là độ dốc thủy lực,  $\frac{\Delta H}{\Delta l}$  là gradient cột nước,  $Q$  là lưu lượng thấm (m<sup>3</sup>/s);  $\omega$  là diện tích toàn phần mặt cắt ngang của dòng nước ngầm.

Dòng thấm trong định luật là dòng đều, ổn định ở trạng thái chảy tầng. Nếu chuyển động của dòng thấm là chảy rối thì nó sẽ không tuân theo định luật này nữa.

### 2. Phương trình Horton

Horton [14] nhận xét rằng quá trình thấm bắt đầu từ một tốc độ thấm  $f_0$  nào đó, sau giảm dần theo quan hệ số mũ đến khi đạt tới giá trị không đổi  $f_c$ .

$$f(t) = f_0 + (f_0 - f_c)e^{-kt} \quad (23)$$

Trong đó  $k$  là hằng số phân rã có thứ nguyên là [T<sup>-1</sup>]. Eagleson (1970) và Raudkivi (1979) đã nêu lên rằng phương trình Horton có thể được suy diễn từ phương trình Richard:

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left( D \frac{\partial \theta}{\partial z} + K \right) \quad (24)$$

Bằng cách chấp nhận  $K$  và  $D$  là các hằng số độc lập với hàm lượng ẩm của đất. Với điều kiện đó, phương trình (24) thu gọn thành:

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = D \frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2} \quad (25)$$

Đó là phương trình khuếch tán dạng chuẩn và có thể được giải để cho ta hàm lượng ẩm  $\theta$  như là một hàm của thời gian và chiều sâu trong đất.

### 3. Phương trình Phillip

Phillip [14] (1957, 1969) đã sử dụng phép biến đổi Boltzmann  $B(\theta) = zt^{-1/2}$  để chuyển đổi (20) thành một phương trình vi phân đạo hàm thường theo B và giải phương trình:

$$F(t) = St^{1/2} + K \quad (26)$$

Để thu được một chuỗi vô hạn lượng ẩm lũy tích  $F(t)$ . Trong đó  $S$  là một thông số phụ thuộc vào thể mao dẫn của đất và độ dẫn thủy lực  $K$ .

Vi phân phương trình (26):

$$f(t) = \frac{1}{2} St^{-1/2} + K \quad (27)$$

Khi  $t \rightarrow \infty$ ,  $f(t)$  dần đến  $K$ . Hai số hạng lần lượt biểu thị cho tác dụng của cột nước mao dẫn và cột nước trọng lực. Đối với cột nước nằm ngang, chỉ còn lại lực mao dẫn và phương trình Phillip thu gọn thành  $F(t) = St^{1/2}$ .

### 4. Phương pháp Green - Ampt

Dựa vào phương trình liên tục và phương trình động lượng.

*Phương trình liên tục*

$$F(t) = L(\eta - \theta_i) = L\Delta\theta \quad (28)$$

Với  $\Delta\theta = \eta - \theta_i$ .

Trong đó:  $L$  là độ sâu;  $\theta_i$  là hàm lượng ẩm;  $L(\eta - \theta_i)$  là diện tích mặt cắt ngang;  $F$  là độ sâu lũy tích của nước thấm vào trong đất.

*Phương trình động lượng:*

$$q = -K \frac{\partial h}{\partial z} \quad (29)$$

Trong đó:  $h$  là chiều sâu cột nước theo chiều  $z$ ;  $q$  là lưu lượng thấm;  $K$  là hệ số thấm.

Từ đó rút ra phương trình Green - Ampt [14] đối với độ sâu thấm tích lũy:

$$F(t) = K + \psi\Delta\theta \ln\left(1 + \frac{F(t)}{\psi\Delta\theta}\right) \quad (30)$$

Những phương pháp tính thắm trên yêu cầu số liệu phải đầy đủ, cần nhiều các yếu tố mặt đệm. Do không đáp ứng được đầy đủ về số liệu vì thế phương pháp SCS - phương pháp tính thắm từ mưa rào là phù hợp, đảm bảo yêu cầu thực tế, thuận lợi áp dụng cho lưu vực sông Thu Bồn. Phương pháp này sẽ được trình bày chi tiết ở phần sau.

### 2.3. MÔ HÌNH SÓNG ĐỘNG HỌC MỘT CHIỀU - PHƯƠNG PHÁP PHẦN TỬ HỮU HẠN

Hiện nay khoa học về thủy văn đã được sử dụng rất nhiều kỹ thuật và công nghệ cao để thu thập số liệu một cách liên tục theo không gian và thời gian, kết hợp với các máy tính hiện đại đã cho phép sử lý tất cả các dạng số liệu khí tượng thủy văn một cách nhanh chóng. Tất cả các vấn đề này đã mở ra một giai đoạn mới trong việc mô hình hóa các quá trình dòng chảy bằng các mô hình thủy động lực học.

Mô hình thủy động lực học dựa trên cơ sở xấp xỉ không gian lưu vực và tích phân số trị các phương trình đạo hàm riêng mô tả các quá trình vật lý diễn ra trên lưu vực như phương trình bảo toàn và phương trình chuyển động của chất lỏng.

Đối với mô hình thủy động lực học, quá trình hình thành dòng chảy sông được chia làm hai giai đoạn: chảy trên sườn dốc và trong lòng dẫn [11].

Người ta đã xây dựng được mô hình sóng động lực học hai chiều, một chiều và mô hình sóng động học hai chiều, một chiều với nhiều phương pháp giải, nhưng phương pháp giải mang lại kết quả cao là phương pháp phần tử hữu hạn.

Mô hình sóng động học hai chiều mô phỏng dòng chảy sườn dốc có ưu điểm là có cơ sở vật lý và toán học chặt chẽ. Tuy nhiên, hiện nay mô hình này mới chỉ có ý nghĩa về mặt lý thuyết và chỉ dừng lại ở khảo sát toán học và thực nghiệm số trị. Mô hình này chưa có khả năng áp dụng vào thực tế vì thuật toán phức tạp cũng như khả năng đáp ứng yêu cầu thông tin vào một cách chi tiết và đồng bộ rất hạn chế.

Mô hình sóng động học áp dụng cho dòng chảy sườn dốc và lòng dẫn có dạng như sau:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} - q = 0 \quad (31)$$

$$Q = \frac{1}{\eta} R^{2/3} S^{1/2} A \quad (32)$$

Trong đó:  $Q$  là lưu lượng trên bãi dòng chảy trên mặt hoặc trong kênh;  $q$  là dòng chảy bổ sung ngang trên một đơn vị chiều dài của bãi dòng chảy (mưa vượt thấm đối với bãi dòng chảy trên mặt và đầu ra của dòng chảy trên mặt đối với kênh dẫn);  $A$  là diện tích dòng chảy trong bãi dòng chảy trên mặt hoặc trong kênh;  $x$  là khoảng cách theo hướng dòng chảy;  $t$  là thời gian;  $S$  là độ dốc đáy của bãi dòng chảy;  $R$  là bán kính thủy lực;  $\eta$  là hệ số nhám Manning [9].

Việc khảo sát phương trình (32) đã được tiến hành trong nhiều công trình nghiên cứu và rút ra kết luận là thích hợp nhất đối với dòng chảy sườn dốc, với lòng dẫn có độ dốc tương đối lớn. Một trong các cách tiếp cận mô phỏng dòng chảy sườn dốc bằng mô hình sóng động học một chiều có nhiều triển vọng nhất là mô hình với phương pháp phân tử hữu hạn.

### **2.3.1. Giả thiết**

Để xấp xỉ lưu vực sông bằng các phần tử hữu hạn, lòng dẫn được chia thành các phần tử lòng dẫn và sườn dốc được chia thành các dải tương ứng với mỗi phần tử lòng dẫn sao cho: trong mỗi dải dòng chảy xảy ra độc lập với dải khác và có hướng vuông góc với hướng dòng chảy lòng dẫn trong phần tử lòng dẫn. Việc chia dải cho phép áp dụng mô hình dòng chảy một chiều cho từng dải sườn dốc. Trong mỗi dải lại chia ra thành các phần tử sườn dốc sao cho độ dốc sườn dốc trong mỗi phần tử tương đối đồng nhất.

Mô hình sóng động học và phương pháp phân tử hữu hạn đánh giá tác động của việc sử dụng đất trên lưu vực đến dòng chảy và được xây dựng dựa trên hai phương pháp: phương pháp phân tử hữu hạn và phương pháp SCS.

### **2.3.2. Phương pháp phân tử hữu hạn**

Dựa trên mô hình thủy động lực học của Ross B.B và nnk, Đại học Quốc gia Blacksburg, Mỹ dùng để dự báo ảnh hưởng của việc sử dụng đất đến quá trình lũ với mưa vượt thấm là đầu vào của mô hình. Phương pháp phân tử hữu hạn số kết hợp với phương pháp giảm dư của Galerkin được sử dụng để giải hệ phương trình sóng động học của dòng chảy một chiều.

Việc áp dụng lý thuyết phân tử hữu hạn để tính toán dòng chảy được Zienkiewicz và Cheung (1965) khởi xướng. Các tác giả này đã sử dụng phương pháp này để phân tích vấn đề dòng chảy thấm. Nhiều nhà nghiên cứu khác cũng đã áp dụng áp dụng phương pháp phân tử hữu hạn để giải quyết các vấn đề của dòng chảy Oden và Somogyi (1969), Tong (1971).

Judah (1973) đã tiến hành việc phân tích dòng chảy mặt bằng phương pháp phần tử hữu hạn. Tác giả đã sử dụng phương pháp giảm dư của Galerkin trong việc xây dựng mô hình diễn toán lũ và đã thu được kết quả thoả mãn khi mô hình được áp dụng cho lưu vực sông tự nhiên. Tác giả cho rằng mô hình phần tử hữu hạn dạng này gặp ít khó khăn khi lưu vực có hình học phức tạp, sử dụng đất đa dạng và phân bố mưa thay đổi.

Phương pháp phần tử hữu hạn kết hợp với phương pháp Galerkin còn được Al-Mashidani và Taylor (1974) áp dụng để giải hệ phương trình dòng chảy mặt ở dạng vô hướng. So với các phương pháp số khác, phương pháp phần tử hữu hạn được coi là ổn định hơn, hội tụ nhanh hơn và đòi hỏi ít thời gian chạy hơn.

Cooley và Moin (1976) cũng áp dụng phương pháp Galerkin khi giải bằng phương pháp phần tử hữu hạn cho dòng chảy trong kênh hở và thu được kết quả tốt. Ảnh hưởng của các kỹ thuật tổng hợp thời gian khác nhau cũng được đánh giá. Phương pháp phần tử hữu hạn đặc biệt được ứng dụng vào việc đánh giá ảnh hưởng của những thay đổi trong sử dụng đất đến dòng chảy lũ vì lưu vực có thể được chia thành một số hữu hạn các lưu vực con hay các phần tử. Những đặc tính thủy văn của một hoặc tất cả các phần tử có thể được thay đổi để tính toán các tác động đến phản ứng thủy văn của toàn bộ hệ thống lưu vực.

### **2.3.3. Xây dựng mô hình**

Desai và Abel (1972) đã kể ra những bước cơ bản trong phương pháp phần tử hữu hạn như sau:

1. Rời rạc hoá khối liên tục.
2. Lựa chọn các mô hình biến số của trường.
3. Tìm các phương trình phần tử hữu hạn.
4. Tập hợp các phương trình đại số cho toàn bộ khối liên tục đã được rời rạc hoá.
5. Giải cho vector của các biến của trường tại nút.
6. Tính toán các kết quả của từng phần tử từ biên độ của các biến của trường tại nút.

### **2.3.4. Chương trình diễn toán lũ**

Trong chương trình đưa vào các đặc trưng thủy văn như độ dốc, hệ số Manning, mưa vượt thấm trong từng phần tử. Các công trình chập lũ hoặc hồ chứa

cũng có thể được mô hình hoá.

Đầu vào của quá trình diễn toán lũ là lượng mưa vượt thấm được tính theo phương pháp SCS.

Hệ số Manning của từng phần tử cũng được xác định theo cách lấy trung bình có trọng số. Độ dốc của từng phần tử có thể xác định theo bản đồ địa hình của khu vực. Độ dốc của các lòng dẫn có thể tìm được theo cách tương tự.

### **2.3.5. Kiểm tra mô hình**

Số liệu đo đạc dòng chảy từ các bãi dòng chảy sườn dốc của Crawford và Linsley (1966), đã được sử dụng để kiểm tra tính đúng đắn của chương trình diễn toán lũ đối với dòng chảy sườn dốc. Phương pháp xấp xỉ bằng phần tử hữu hạn cho kết quả có thể thoả mãn mặc dù việc lấy hệ số Manning biến đổi theo độ sâu có thể còn cho kết quả tốt hơn nữa. Mô hình này còn có thể áp dụng cho cả lưu vực lớn trong tự nhiên. Các phép kiểm tra sự hội tụ, tính ổn định và ảnh hưởng của việc phân bố các lưới ô khác nhau đến dòng chảy lũ cũng được xét đến.

### **2.3.6. Nhận xét về mô hình**

Khi chia lưu vực ra thành các phần tử chi tiết thì có thể tính toán mô phỏng dòng chảy sinh ra từ mưa ứng với từng phần tử của lưu vực, thông qua việc áp dụng mô hình sóng động học một chiều phương pháp phần tử hữu hạn. Mưa hiệu quả trên lưu vực được tính thông qua phương pháp SCS, phương pháp này có tính đến cả tổn thất ban đầu, cường độ thấm liên tục và độ ẩm trước lũ nên việc tính mưa hiệu quả theo phương pháp này là khá chính xác.

Việc kết hợp mô hình sóng động học phương pháp phần tử hữu hạn và phương pháp SCS thu được kết quả mô phỏng lũ tương đối chính xác. Kết hợp với công nghệ GIS phát triển thì việc chia lưu vực thành các phần tử và việc xác định thông số lưu vực có nhiều thuận lợi. Tuy nhiên các bản đồ chuyên ngành chưa sử dụng những tiêu chí theo phương pháp SCS do vậy việc xác định các thông số từ những phần tử còn gặp một số vướng mắc [14].

## **2.4. PHƯƠNG PHÁP SCS VÀ PHÁT TRIỂN**

### **2.4.1. Phương pháp SCS**

Cơ quan bảo vệ thổ nhưỡng Hoa Kỳ (1972) đã phát triển một phương pháp để tính tổn thất dòng chảy từ mưa rào (gọi là phương pháp SCS) [9, 15]. Ta đã thấy, trong một trận mưa rào, độ sâu mưa hiệu dụng hay độ sâu dòng chảy trực tiếp  $P_e$

không bao giờ vượt quá độ sâu mưa  $P$ . Tương tự như vậy, sau khi quá trình dòng chảy bắt đầu, độ sâu nước bị cầm giữ có thực trong lưu vực,  $F_a$  bao giờ cũng nhỏ hơn hoặc bằng một độ sâu nước cầm giữ tiềm năng tối đa nào đó,  $S$  (hình 6). Ta còn có một lượng mưa  $I_a$  bị tổn thất hết nên không sinh dòng chảy, đó là lượng tổn thất ban đầu trước thời điểm sinh nước đọng trên bề mặt lưu vực. Do đó, ta có lượng dòng chảy tiềm năng là  $P - I_a$ . Trong phương pháp SCS, người ta giả thiết rằng tỉ số giữa hai đại lượng có thực  $P_e$  và  $F_a$  bằng với tỉ số giữa hai đại lượng tiềm năng  $P - I_a$  và  $S$ . Vậy ta có:

$$\frac{F_a}{S} = \frac{P_e}{P - I_a} \quad (33)$$

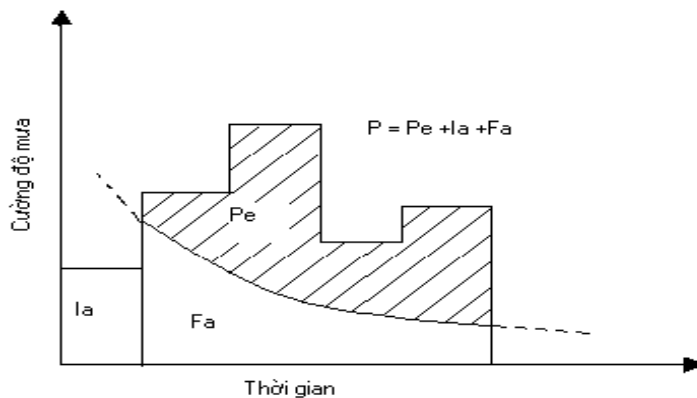
Từ nguyên lý liên tục, ta có:

$$P = P_e + I_a + F_a \quad (34)$$

Kết hợp (33) và (34) để giải  $P_e$ :

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S} \quad (35)$$

Đó là phương trình cơ bản của phương pháp SCS để tính độ sâu mưa hiệu dụng hay dòng chảy trực tiếp từ một trận mưa rào.



**Hình 6: Các biến số có tổn thất dòng chảy trong phương pháp SCS**

$I_a$  là độ sâu tổn thất ban đầu,  $P_e$  là độ sâu mưa hiệu dụng,

$F_a$  là độ sâu thấm liên tục,  $P$  là tổng độ sâu mưa.

Qua nghiên cứu các kết quả thực nghiệm trên nhiều lưu vực nhỏ, người ta đã xây dựng được quan hệ kinh nghiệm [12, 14]:

$$I_a = 0.2S \quad (36)$$



Trên cơ sở này, ta có:

$$P_e = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S} \quad (37)$$

Lập đồ thị quan hệ giữa  $P$  và  $P_e$  bằng các số liệu của nhiều lưu vực, người ta đã tìm ra được họ các đường cong. Để tiêu chuẩn hoá các đường cong này, người ta sử dụng số liệu của đường cong,  $CN$  làm thông số. Đó là một số không thứ nguyên, lấy giá trị trong khoảng  $0 \leq CN \leq 100$  [15]. Đối với các mặt không thấm hoặc mặt nước,  $CN = 100$ ; đối với các mặt tự nhiên,  $CN < 100$ . Số hiệu của đường cong và  $S$  liên hệ với nhau qua phương trình:

$$S = \frac{1000}{CN} - 10 \text{ (inche)} \quad \text{hay} \quad S = 25.4 \left( \frac{1000}{CN} - 10 \right) \text{ (mm)} \quad (38)$$

#### 2.4.2. Phát triển phương pháp SCS

Phương pháp SCS đã được sử dụng rộng rãi để đánh giá tổng lượng dòng chảy và lưu lượng lớn nhất ở những khu vực không đo đạc được như khu vực thành thị hoặc nông thôn. Cho dù sự phát triển khởi đầu với ý định chủ yếu là bảo vệ thổ nhưỡng, nhưng phương pháp SCS đã tiến xa hơn so với mục tiêu ban đầu của nó, được chấp nhận ở những lưu vực có rừng và trở thành một phần không thể thiếu trong các mô hình tổng hợp như mô hình SWRRB (Williams, 1985) và mô hình PERFECT (Littleboy, 1992). Mặc dù hiện nay việc áp dụng phương pháp SCS cho đánh giá dòng chảy đã khác so với những năm 1960, nhưng tính phổ biến của nó vẫn được duy trì qua nhiều năm bởi vì nó dễ áp dụng, ta có thể lựa chọn các giá trị thông số theo những đặc trưng tự nhiên của lưu vực.

Hiện nay, phương pháp SCS có những hướng phát triển:

1. Chứng minh tính lý luận của phương pháp SCS (Trong nghiên cứu của Bofu Yu: Đối với lưu vực không thấm với khả năng thấm bằng không, dòng chảy mưa rào cân bằng với lượng mưa hiệu quả. Khi cường độ mưa tăng dần, dòng chảy mưa rào cũng tăng với khả năng thấm bình quân nhất định).

2. Hiệu chỉnh công thức tính thấm  $I_a = 0.2S$  (Trong nghiên cứu của Lashman Nandagiri với công thức  $I_a = 0.3S$  cho lưu vực Karso ở Ấn Độ).

3. Lập lại bảng CN (Trong công trình của Lê Văn Ước: tiến hành phân loại đất đá ở Lai Châu và thiết lập lại bảng CN ứng với từng loại đất).

### Chương 3

## ÁP DỤNG MÔ HÌNH SÓNG ĐỘNG HỌC MỘT CHIỀU - PHƯƠNG PHÁP PHẦN TỬ HỮU HẠN VÀ SCS MÔ PHỎNG QUÁ TRÌNH MƯA - DÒNG CHẢY LƯU VỰC SÔNG THU BỒN - TRẠM NÔNG SƠN

### 3.1. TÌNH HÌNH SỐ LIỆU

**Số liệu mưa:** Số liệu thu thập mưa giờ với thời đoạn là 6 giờ trên lưu vực sông Thu Bồn - trạm Nông Sơn. Gồm có 7 trận mưa gây lũ tiêu biểu của các năm 2005, 2007 và 2009 để hiệu chỉnh bộ thông số mô hình sóng động học một chiều và kiểm tra bộ thông số sau khi đã xây dựng. Thời gian của các trận lũ như sau:

*Bảng 4: Thời gian của các trận mưa gây lũ*

STT	Thời gian	Ghi chú
1	07h/17/11/2005 - 19h/20/11/1005	Hiệu chỉnh bộ thông số
2	19h/05/12/2005 - 7h/10/12/2005	-
3	7h/25/10/2007 - 7h/29/10/2007	-
4	19h/01/11/2007 - 13h/06/11/2007	-
5	13h/05/12/2007 - 19h/08/12/2007	-
6	13h/07/09/2009 - 19h/10/09/2009	Kiểm định bộ thông số
7	19h/28/09/2009 - 13h/01/10/2009	-

Thời gian của các trận lũ đơn trung bình khoảng 2 đến 6 ngày đo tại các trạm đo mưa Nông Sơn, Hiệp Đức, Tiên Phước và Trà My. Tài liệu này do Trung tâm Tư liệu KTTV, Bộ Tài nguyên và Môi trường cung cấp.

**Số liệu dòng chảy:** Là giá trị dòng chảy tại cửa ra (trạm Nông Sơn) theo ngày và giờ tương ứng với thời gian từng trận mưa gây lũ được cung cấp bởi Trung tâm Tư liệu KTTV.

**Số liệu mặt đệm:** Bao gồm bản đồ địa hình, bản đồ rừng, bản đồ sử dụng đất, bản đồ độ dốc và bản đồ mạng lưới thủy văn năm 2000.

- *Bản đồ địa hình:* Là bản đồ các đường đồng mức tỷ lệ 1:100.000, được sử dụng để xét độ dốc và hướng dòng chảy phục vụ việc phân chia các đoạn sông, dải và phần tử. Ngoài ra bản đồ địa hình còn được dùng trong việc tính độ dốc các phần tử, các lòng dẫn.

- *Bản đồ rừng tỷ lệ 1:100.000* mô tả hiện trạng các loại cây trồng và rừng tự nhiên trên lưu vực, sử dụng để tính thông số CN và hệ số nhám của phần tử.

- *Bản đồ hiện trạng sử dụng đất sử dụng đất*: Trong bản đồ này mô tả tình hình sử dụng đất tại từng khu vực trên lưu vực, được sử dụng để lấy hệ số CN theo phương pháp SCS, hệ số nhám phần tử.

- *Bản đồ mạng lưới thủy văn* dùng để phân chia lưu vực thành các đoạn sông, dải và phần tử. Bản đồ còn được dùng để tính chiều dài lòng dẫn, độ dốc lòng dẫn của dải, diện tích phần tử, chiều dài, chiều rộng của phần tử.

- *Bản đồ độ dốc* để phân chia phần tử và tính độ dốc trung bình phần tử, tính độ dốc lòng dẫn của dải.

Các loại bản đồ trên đều đã được số hoá và có thể truy xuất dễ dàng qua các phần mềm GIS thông dụng. Trong khoá luận này sử dụng phần mềm *MAPINFO*.

### 3.2. XÂY DỰNG BỘ THÔNG SỐ MÔ HÌNH SÓNG ĐỘNG HỌC MỘT CHIỀU TRÊN LƯU VỰC SÔNG THU BỒN - TRẠM NÔNG SƠN

Xây dựng bộ thông số mô hình sóng động học một chiều, tác giả đã sử dụng các tài liệu sau:

- *Tài liệu mưa*: Mưa ban đầu được cung cấp là giá trị mưa 6 giờ với thời đoạn 6 giờ của bốn trạm, được tính theo phương pháp trung bình có trọng số [5]. Và theo yêu cầu số liệu đầu vào là mưa tích lũy theo giờ, nên từ số liệu mưa đã được tính trung bình trọng số từng ngày và thời đoạn 6 giờ tương ứng, sau khi tích lũy thì ta được bảng số liệu lũy tích mưa theo các trận mưa như trong bảng 5.

- *Tài liệu về dòng chảy*: Dòng chảy tại trạm Nông Sơn tương ứng với từng trận lũ được dùng để so sánh với giá trị dòng chảy mô phỏng lũ sau khi chạy mô hình.

- *Tài liệu mặt đệm*: Lưu vực sông Thu Bồn được chia thành một lưới tính gồm các đoạn sông, dải lưu vực và các phần tử trên nguyên tắc phân tích tính đồng nhất về độ dốc sườn và hướng dòng chảy qua bản đồ địa hình, bản đồ độ dốc và bản đồ mạng lưới thủy văn trên lưu vực [1, 2, 4].

*Phân đoạn sông*: Từ bản đồ mạng lưới sông, bản đồ độ dốc và bản đồ địa hình ta phân chia lưu vực sông Thu Bồn thành 23 đoạn sông (23 lưu vực nhỏ). Các lưu vực nhỏ được phân chia men theo biên của lưu vực sông Thu Bồn, dựa theo các đường đồng mức, các dãy núi sao cho mỗi đoạn sông là một khu chứa nước độc lập, nó thể hiện khả năng tập trung nước từ biên của lưu vực và từ các điểm đầu mối của các lưu vực con khác. Các lưu vực con đảm bảo sao cho dòng chảy không chảy tràn

sang các lưu vực khác, chỉ có thể chảy qua lưu vực khác thông qua điểm đầu mối. Các lưu vực con được ký hiệu từ I đến XXIII và được thể hiện ở bảng 6, hình 7.

**Bảng 5: Số liệu mưa lũ tích của các trận mưa gây lũ**

Trận 1 từ 07h/17/11/2005 - 19h/20/11/2005									
Tgian	0	6	12	18	24	30	36	42	48
$\Sigma X$	0	5.7	34.9	73.4	147.6	185.4	224.9	251.5	270.6
Tgian	54	60	66	72	78	84	90		
$\Sigma X$	292.2	304.1	312.7	317.5	319.8	319.8	320.8		
Trận 2 từ 07h/05/12/2005 - 07h/10/12/2005									
Tgian	0	6	12	18	24	30	36	42	48
$\Sigma X$	0	2.4	10.0	23.9	35.6	47.9	64.2	89.3	141.1
Tgian	54	60	66	72	78	84	90	96	102
$\Sigma X$	170.3	185.3	201.6	212.2	219.7	227.9	237.6	248.7	250.4
Tgian	108	114	120	126					
$\Sigma X$	250.7	250.7	150.9	150.9					
Trận 3 từ 7h/25/10/2007 – 7h/29/10/2007									
Tgian	0	6	12	18	24	30	36	42	48
$\Sigma X$	0	3.7	25.1	55.7	106.4	155.3	207.0	276.3	307.8
Tgian	54	60	66	72	78	84	90	96	102
$\Sigma X$	331.6	343.2	350.0	355.2	358.9	360.1	360.5	360.5	360.5
Trận 4 từ 19h/01/11/2007 - 13h/06/11/2007									
Tgian	0	6	12	18	24	30	36	42	48
$\Sigma X$	0	4.6	28.1	82.9	208.2	279.4	315.3	327.9	336.3
Tgian	54	60	66	72	78	84	90	96	102
$\Sigma X$	360.1	392.5	454.6	543.5	586.7	616.3	634.7	641.1	645.8
Tgian	108	120							
$\Sigma X$	646.8	646.8							
Trận 5 từ 13h/05/12/2007 – 19h/08/12/2007									
Tgian	0	6	12	18	24	30	36	42	48
$\Sigma X$	0	3.5	17.7	47.3	100.7	172.5	200.2	218.8	244.4
Tgian	54	60	66	72	78	84			
$\Sigma X$	293.5	304.7	308.4	308.4	308.7	308.7			
Trận 6 từ 13h/07/09/2009 – 19h/10/09/2009									
Tgian	0	6	12	18	24	30	36	42	48
$\Sigma X$	0	4.2	16.9	41.4	77.0	130.4	168.5	225.9	307.7
Tgian	54	60	66	72	78	84			
$\Sigma X$	349.6	369.9	371.7	372.2	372.2	372.2			
Trận 7 từ 19h/28/09/2009 – 13h/01/10/2009									
Tgian	0	6	12	18	24	30	36	42	48
$\Sigma X$	0.0	6.2	24.9	64.7	155.8	241.3	378.7	560.9	649.4
Tgian	54	60	66	72					
$\Sigma X$	706.7	733.1	740.9	741.2					

*Phân dải dòng chảy:* Sau khi đã phân chia lưu vực thành các đoạn sông ta

tiến hành chia đoạn sông thành các dải, sao cho trong mỗi dải dòng chảy xảy ra độc lập với dải khác và có hướng vuông góc với hướng dòng chảy lòng dẫn. Lưu vực sông Thu Bồn được chia thành 59 dải (hình 7). Số thứ tự của các dải ký hiệu 1, 2, 3... tăng dần từ thượng lưu về phía hạ lưu của lưu vực. Sau khi phân dải dòng chảy ta được số dải tương ứng với các đoạn sông như trong bảng 6. Như vậy trên lưu vực phân chia thì đoạn sông XIII có số dải nhiều nhất là 5. Tuy nhiên, có tới 6 đoạn sông chỉ có 1 dải.

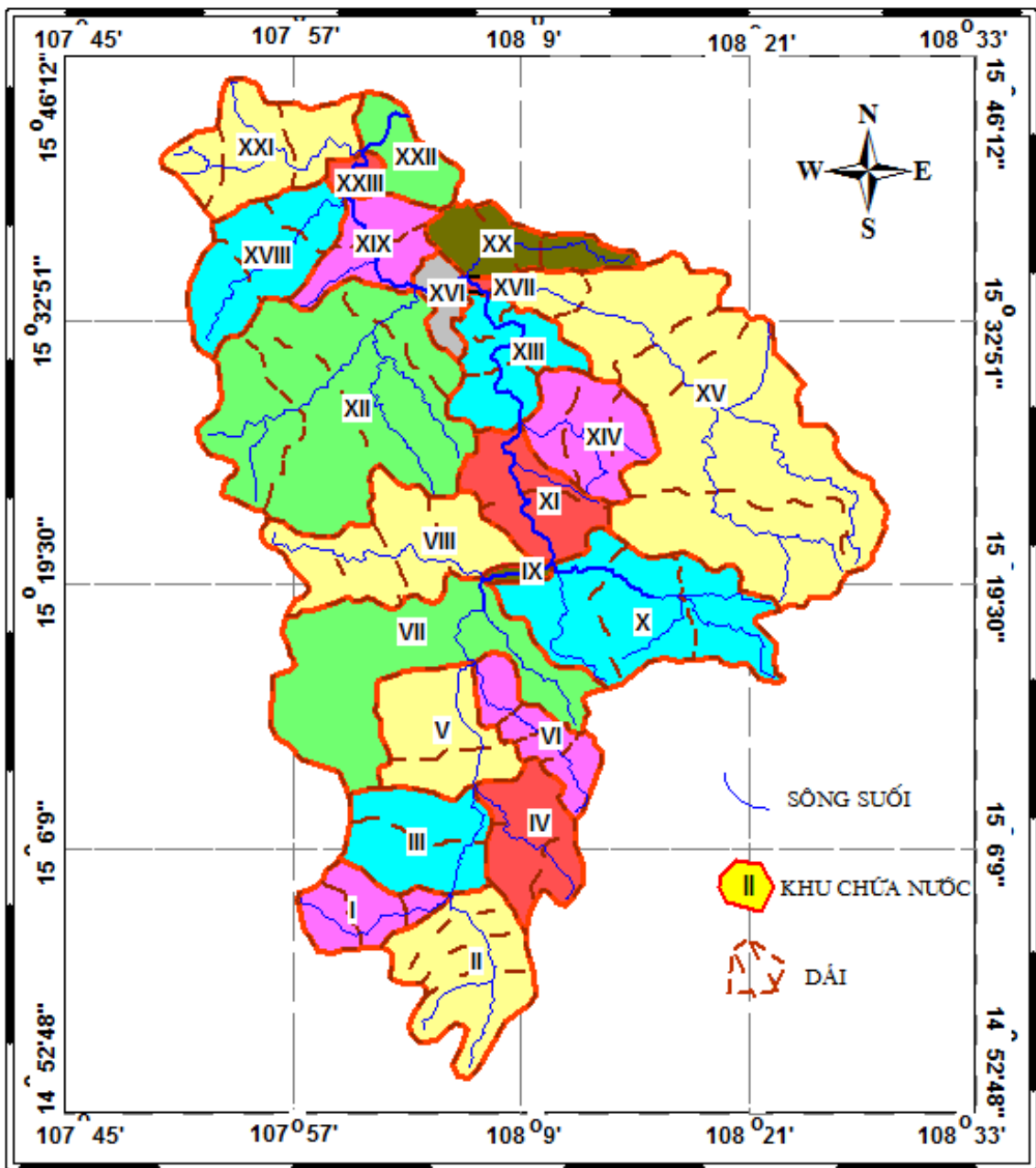
**Bảng 6: Số lưu vực con và số dải tương ứng**

Lưu vực	Số dải	Lưu vực	Số dải	Lưu vực	Số dải	Lưu vực	Số dải
I	3	VII	1	XIII	3	XIX	2
II	4	VIII	4	XIV	3	XX	3
III	2	IX	1	XV	5	XXI	3
IV	3	X	3	XVI	1	XXII	1
V	2	XI	2	XVII	1	XXIII	1
VI	4	XII	4	XVIII	3		

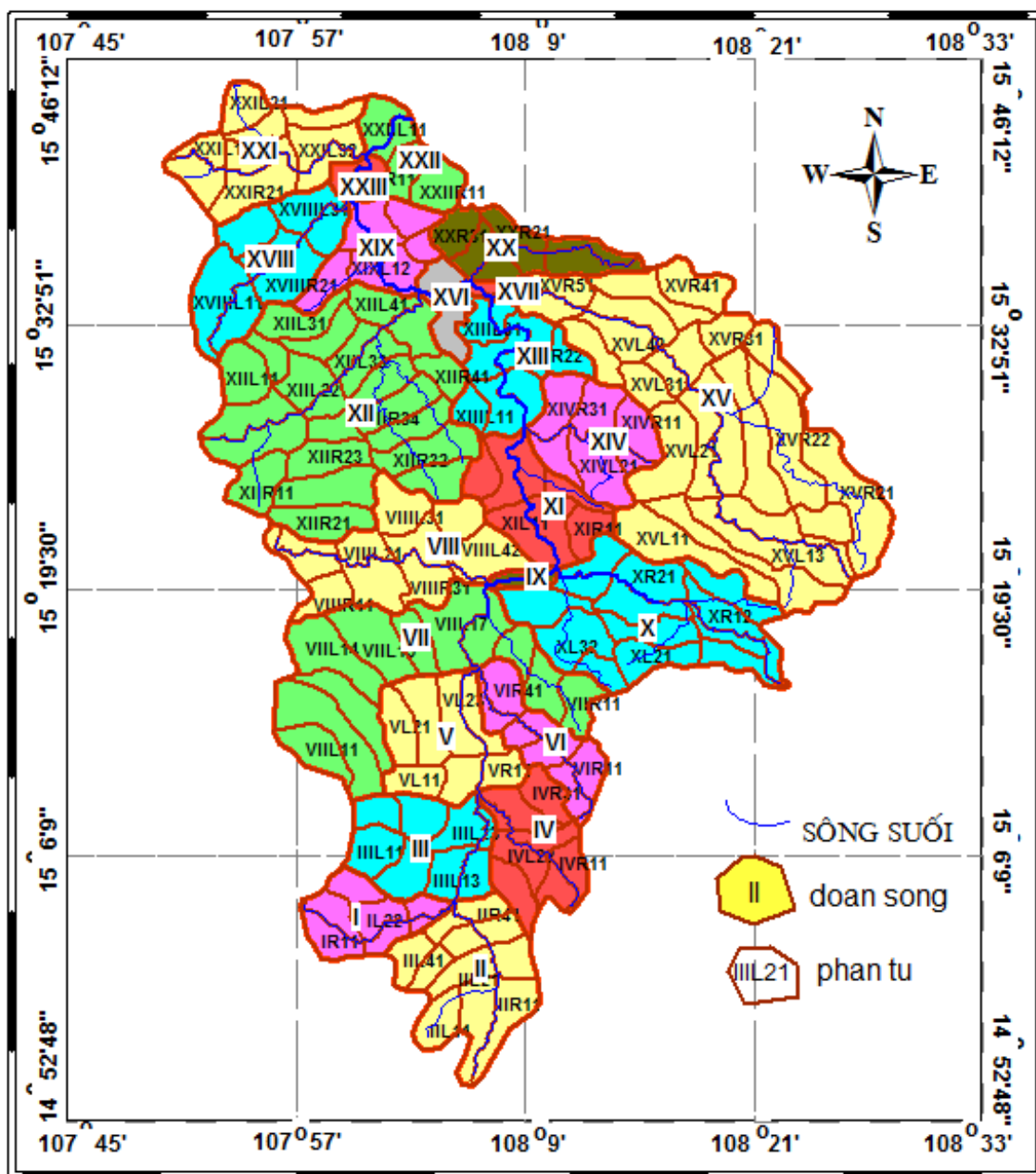
*Phân chia các phần tử:* Từ các dải của các đoạn sông ta tiến hành phân chia các dải ra thành các phần tử sao cho độ dốc sườn dốc trong mỗi phần tử tương đối đồng nhất, dòng chảy trong mỗi phần tử chảy độc lập với các phần tử khác. Theo giả thiết đó thì lưu vực sông Thu Bồn đến trạm Nông Sơn được chia thành lưới phần tử khá chi tiết bao gồm 192 phần tử (hình 8). Các phần tử được ký hiệu theo thứ tự: Các phần tử phía trái lòng dẫn của dải được ký hiệu là IL11, IIL11,..., XXIII11. Các phần tử phía phải của lòng dẫn tương tự được ký hiệu là IR11, IIR11,..., XXIIR11. Trong đó các ký hiệu số La Mã I, II,..., XXII là chỉ số các đoạn sông; L, R chỉ phần tử thuộc phái trái hay phải của lòng dẫn của dải; số tự nhiên thứ nhất chỉ thứ tự của dải trong đoạn sông, số tự nhiên thứ hai chỉ số thứ tự của phần tử trong dải. Tên của các phần tử được thống kê trong bảng 7. Qua thống kê ta thấy trên lưu vực nghiên cứu thì đoạn sông XII có số phần tử nhiều nhất (23 phần tử).

Như vậy trên lưu vực sông Thu Bồn được chia thành 23 đoạn sông, 59 dải và 192 phần tử.

- **Xác định thông số:** Sau khi phân chia lưu vực thành lưới phần tử, tiến hành tách từng phần tử của lưu vực ra thông qua phần mềm *Mapinfo*. Để tính toán được các thông số của mô hình sóng động học một chiều ta tiến hành tách các bản đồ độ dốc, bản đồ mạng lưới sông suối, bản đồ sử dụng đất tương ứng với mỗi phần tử [1-4].



Hình 7: Bản đồ phân chia khu chứa, các dải trên lưu vực sông Thu Bồn  
– trạm Nông Sơn



Hình 8: Bản đồ phân chia các phần tử trên lưu vực sông Thu Bồn  
– trạm Nông Sơn

**Bảng 7: Các phần tử của lưu vực sông Thu Bồn – trạm Nông Sơn**

STT	Sông I	Sông II	Sông III	Sông IV	Sông V	Sông VI	Sông VII	Sông VIII
1	IL11	IIL11	IIIL11	IVL11	VL11	VIL11	VIIIL11	VIIIL11
2	IL121	IIL12	IIIL12	IVL21	VL12	VIL21	VIIIL12	VIIIL21
3	IL22	IIL21	IIIL13	IVL22	VL21	VIL31	VIIIL13	VIIIL31
4	IL31	IIL31	IIIL21	IVL31	VL22	VIL41	VIIIL14	VIIIL32
5	IR11	IIL32	IIIL22	IVR11	VL23	VIR11	VIIIL15	VIIIL41
6	IR21	IIL41	IIIL23	IVR21	VR11	VIR21	VIIIL16	VIIIL42
7	IR31	IIL42	IIIR11	IVR31	VR21	VIR31	VIIIL17	VIIIR11
8		IIR11	IIIR21	IVR32		VIR41	VIIIR11	VIIIR12
9		IIR21					VIIIR12	VIIIR21
10		IIR31					VIIIR13	VIIIR31
11		IIR41					VIIIR14	VIIIR41

**Bảng 7: Các phần tử của lưu vực sông Thu Bồn – trạm Nông Sơn (tiếp)**

STT	Sông IX	Sông X	Sông XI	Sông XII	Sông XIII	Sông XIV	Sông XV	Sông XVI
1	IXL11	XL11	XIL11	XIIL11	XIIIL11	XIVL11	XVL11	XVIL11
2	IXR11	XL12	XIL12	XIIL12	XIIIL12	XIVL21	XVL12	XVIR11
3		XL21	XIL21	XIIL21	XIIIL21	XIVL31	XVL13	
4		XL22	XIR11	XIIL22	XIIIL31	XIVR11	XVL21	
5		XL23	XIR12	XIIL31	XIIIR11	XIVR21	XVL22	
6		XL31	XIR21	XIIL32	XIIIR21	XIVR31	XVL31	
7		XL32	XIR22	XIIL33	XIIIR22		XVL32	
8		XL33		XIIL41	XIIIR31		XVL41	
9		XL34		XIIR11			XVL42	
10		XR11		XIIR12			XVL51	
11		XR12		XIIR21			XVR11	
12		XR21		XIIR22			XVR12	
13		XR31		XIIR23			XVR21	
14				XIIR24			XVR22	
15				XIIR25			XVR23	
16				XIIR31			XVR24	
17				XIIR32			XVR31	
18				XIIR33			XVR32	
19				XIIR34			XVR41	
20				XIIR35			XVR42	
21				XIIR36			XVR43	
22				XIIR41			XVR51	
23				XIIR42				



**Bảng 7: Các phần tử của lưu vực sông Thu Bồn – trạm Nông Sơn (tiếp)**

STT	Sông XVII	Sông XVIII	Sông XIX	Sông XX	Sông XXI	Sông XXII	Sông XXIII
1	XVIIIL11	XVIIIIL11	XIXL11	XXL11	XXIL11	XXIIL11	XXIIIL11
2	XVIIIR11	XVIIIIL21	XIXL12	XXL21	XXIL21	XXIIR11	XXIIIR11
3		XVIIIIL22	XIXL21	XXL31	XXIL22	XXIIR12	
4		XVIIIIL31	XIXR11	XXR11	XXIL23	XXIIR13	
5		XVIIIR11	XIXR12	XXR21	XXIL31		
6		XVIIIR21	XIXR21	XXR31	XXIL32		
7		XVIIIR31	XIXR22	XXR32	XXIR11		
8					XXIR21		
9					XXIR31		

Sau khi có bản đồ tương ứng với mỗi phần tử của các loại bản đồ, sử dụng phần mềm Mapinfo và Excel để tính các thông số cho mô hình sóng động học.

+ *Nhóm các thông số đo đạc*: Diện tích phần tử, chiều dài phần tử, chiều rộng phần tử, độ dốc trung bình phần tử, hệ số CN, hệ số nhám bề mặt (n), chiều dài lòng dẫn, độ dốc đoạn lòng dẫn của dải.

+ *Nhóm các thông số tối ưu*: thời gian tính, độ rộng lòng dẫn, hệ số nhám lòng dẫn, độ dốc mái kênh.

**Diện tích, chiều dài, chiều rộng của các phần tử** được xác định từ bản đồ số. Trên cơ sở các phần tử đã được cắt ra diện tích phần tử được đo trực tiếp trên bản đồ số. Chiều dài của phần tử đo theo hướng dòng chảy cũng được đo một cách trực tiếp. Còn chiều rộng của phần tử là tỷ số giữa diện tích phần tử và chiều dài phần tử (coi phần tử là hình chữ nhật để tính chiều rộng trung bình của phần tử).

**Độ dốc trung bình phần tử**: Từ bản đồ độ dốc sau khi đã cắt riêng tương ứng với từng phần tử tiến hành tính độ dốc trung bình của phần tử theo phương pháp trung bình trọng số, bằng cách đo diện tích của từng loại độ dốc có trong phần tử, rồi dùng công thức tính trung bình có trọng số áp dụng cho mọi phần tử [2].

**Hệ số CN, hệ số nhám bề mặt của từng phần tử**: Từ bản đồ sử dụng đất, và bản đồ rừng [3, 6] sau khi đã cắt riêng tương ứng với từng phần tử tiến hành đo diện tích của mỗi loại sử dụng đất trong phần tử, kết hợp với bảng phân loại đất rồi tra được CN ứng với mỗi loại sử dụng đất, đồng thời cũng tra được giá trị của hệ số nhám n tương ứng với mỗi loại sử dụng đất đó [7, 15]. Sau đó, tính CN trung bình, n trung bình của từng phần tử theo công thức trung bình trọng số.

**Chiều dài lòng dẫn, độ dốc lòng dẫn của dải** được xác định dựa trên bản đồ

mạng lưới sông suối và bản đồ địa hình [1, 4]. Chiều dài lòng dẫn được đo trực tiếp trên bản đồ. Còn độ dốc lòng dẫn là tỉ số giữa độ chênh cao lớn nhất trong dải và chiều dài lòng dẫn của dải.

**Thời gian tính, độ rộng lòng dẫn, hệ số nhám lòng dẫn và độ dốc mái kênh của dải** là những thông số của mô hình và được tối ưu trong quá trình mô phỏng lũ. Độ rộng lòng dẫn, hệ số nhám lòng dẫn, độ dốc mái kênh có thể đo đạc khảo sát trên thực địa, nhưng do điều kiện không cho phép nên thông số này được tối ưu hoá trong quá trình mô phỏng lũ. Độ dốc mái kênh được lấy là kênh hình thang với hệ số độ dốc mái kênh là 1.5 [7].

Đo đạc và tính toán các thông số mô hình sóng động học một chiều được thực hiện bằng công cụ *Mapinfo* và *Excel*.

Nhóm các thông số đo đạc được thể hiện ở phụ lục 01

### 3.3. ỨNG DỤNG MÔ HÌNH SÓNG ĐỘNG HỌC MỘT CHIỀU - PHƯƠNG PHÁP PHẦN TỬ HỮU HẠN VÀ SCS MÔ PHỎNG LŨ TRÊN LƯU VỰC SÔNG THU BỒN - TRẠM NÔNG SƠN

#### 3.3.1. Chương trình tính

**Sơ đồ khối** (Hình 9)

**Mô tả file số liệu của chương trình tính**

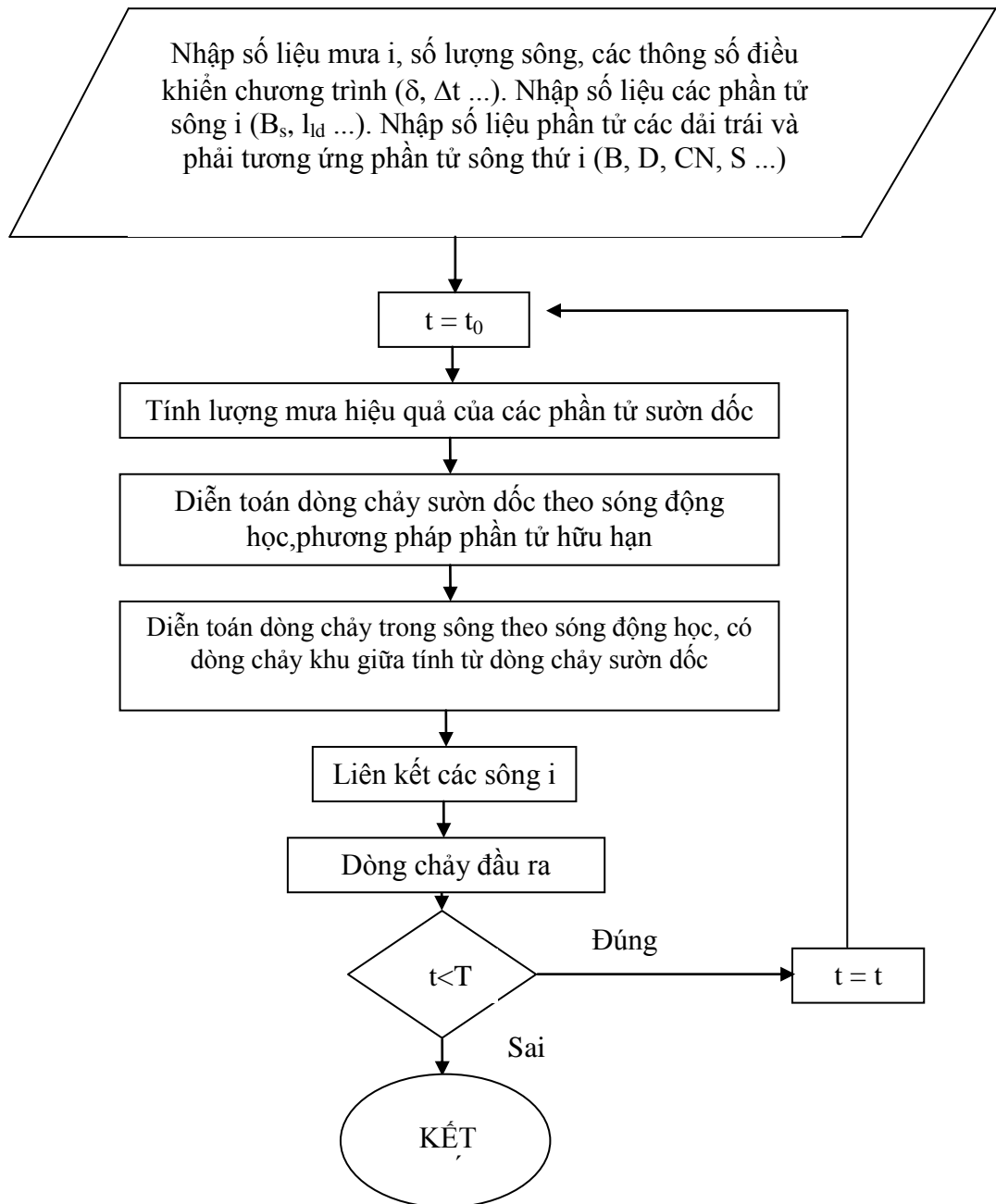
Từ bộ thông số đã xây dựng ở trên, ta thành lập được file số liệu viết cho dải 1 của đoạn sông I có dạng như sau:

```

23 0.0001 20 16 90 100 3
(Số đoạn sông, sai số tính, thời gian hội tụ, số cặp tính, thời gian tính, vòng lặp,
phương án tính)
0 6 12 18 24 30 36 42 48 54 60
(Thời gian mưa lũy tích)
0.0 5.7 34.9 73.4 147.6 185.4 224.9 251.5 270.6 292.2 304.1
(Mưa lũy tích 6h)
3 SONG 1 (song 1 trong ban do)
0
90 100 110 ! Chiều rộng của song ung voi tung dai
1.5 1.5 1.5 ! m : do doc mai kenh
7910 5340 5200 ! chiều dài đoạn long dan
0.1011 0.1124 0.0192 ! do doc đoạn long dan
1 2 1 left
1 1 1 right
0.026 0.025 0.025 He so nham song
3300 chiều rộng left của phần tử thuộc 1
4000 chiều rộng right của phần tử thuộc 1
3750 chiều dài left của phần tử thuộc 1

```

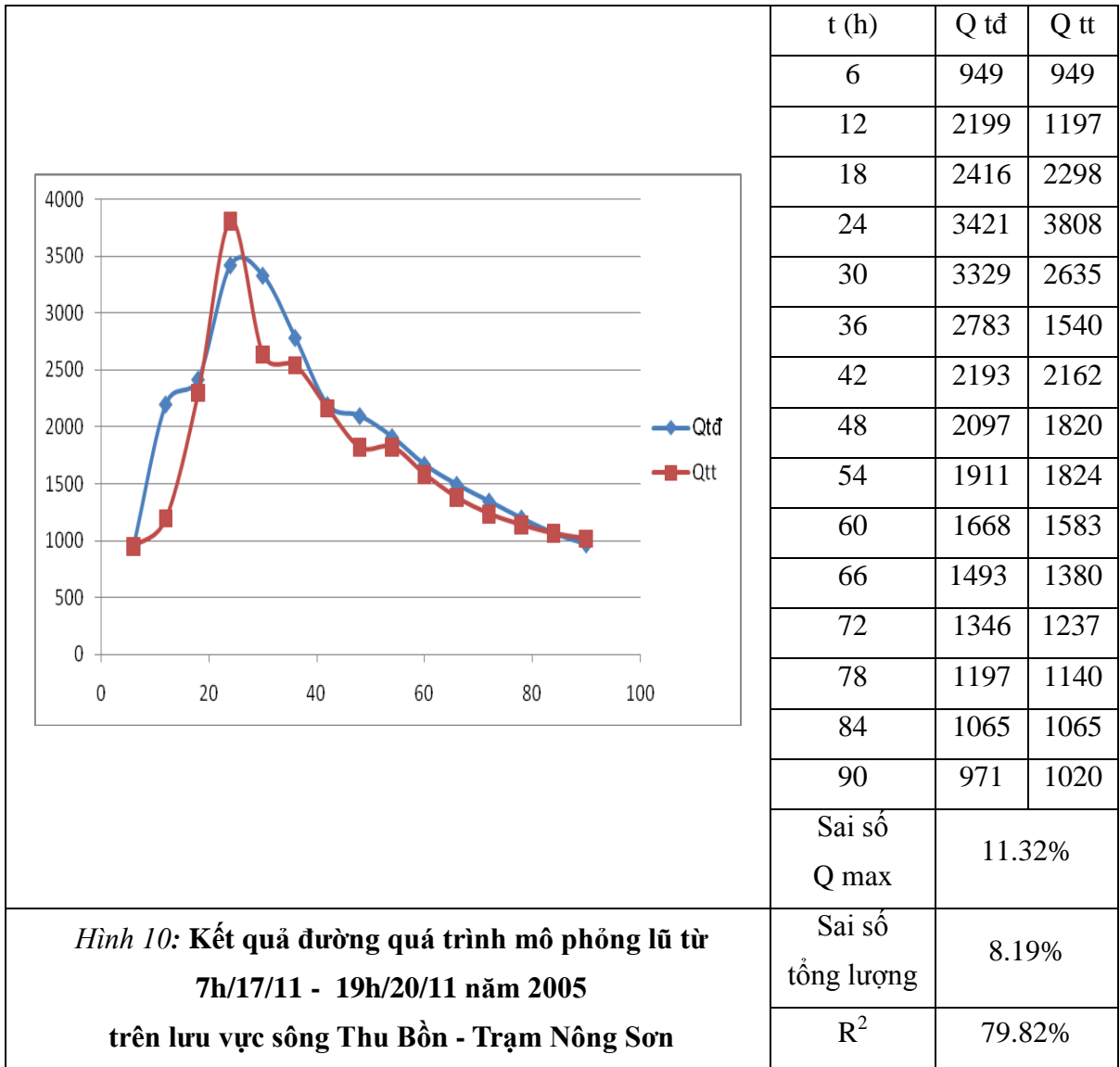
3740 chiều dài right của phần tử thuộc 1  
 0.35 hệ số nham left của phần tử thuộc 1  
 0.35 hệ số nham right của phần tử thuộc 1  
 94.0 chỉ số CN left của dải 1  
 94.0 chỉ số CN right của dải 1  
 0.349 độ dốc left của dải 1  
 0.349 độ dốc right của dải 1  
 (Cứ thể tiếp tục cho các dải và các đoạn sông tiếp theo)

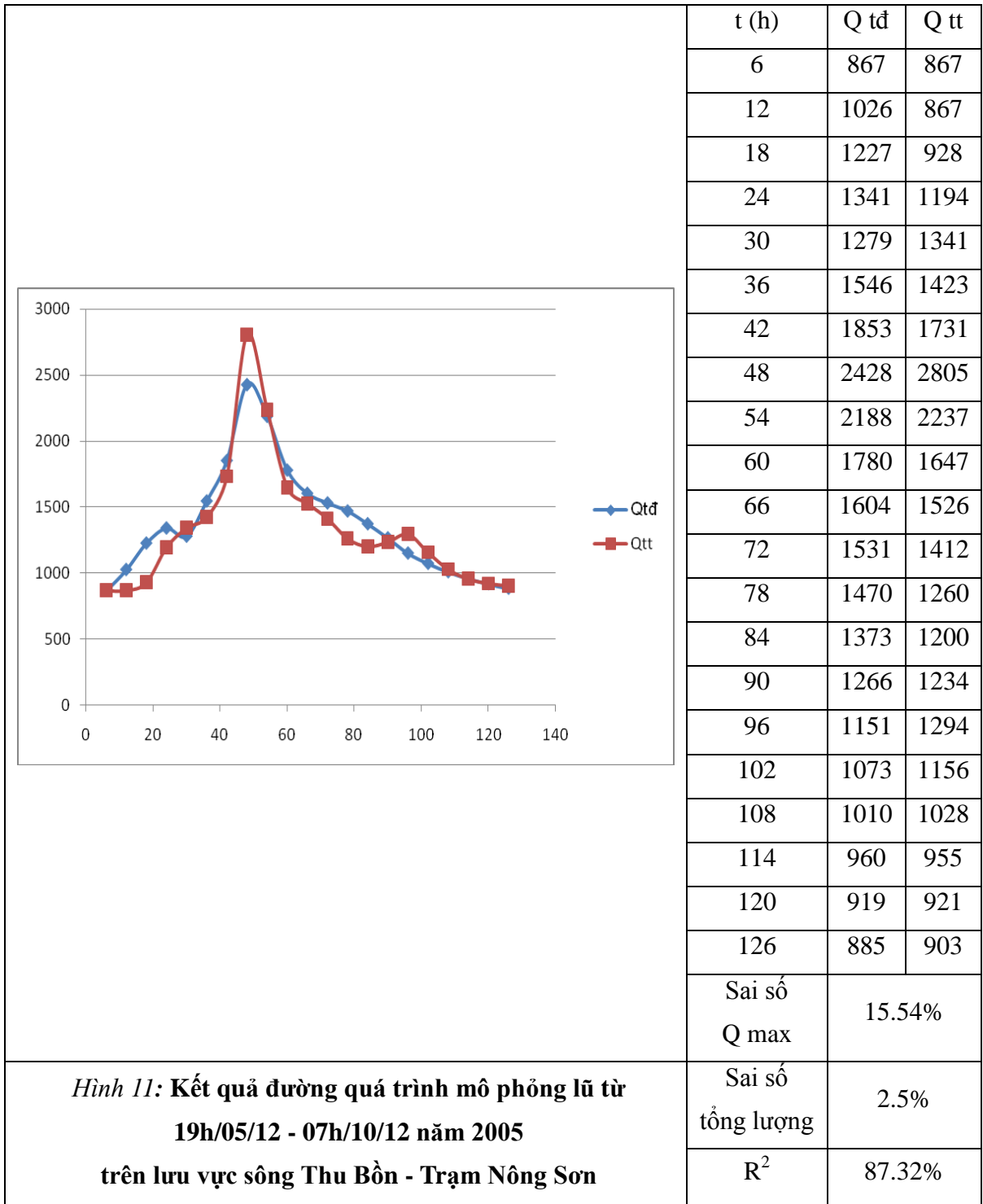


**Hình 9: Sơ đồ khối của chương trình mô phỏng dòng chảy theo phương pháp phần tử hữu hạn sóng động học**

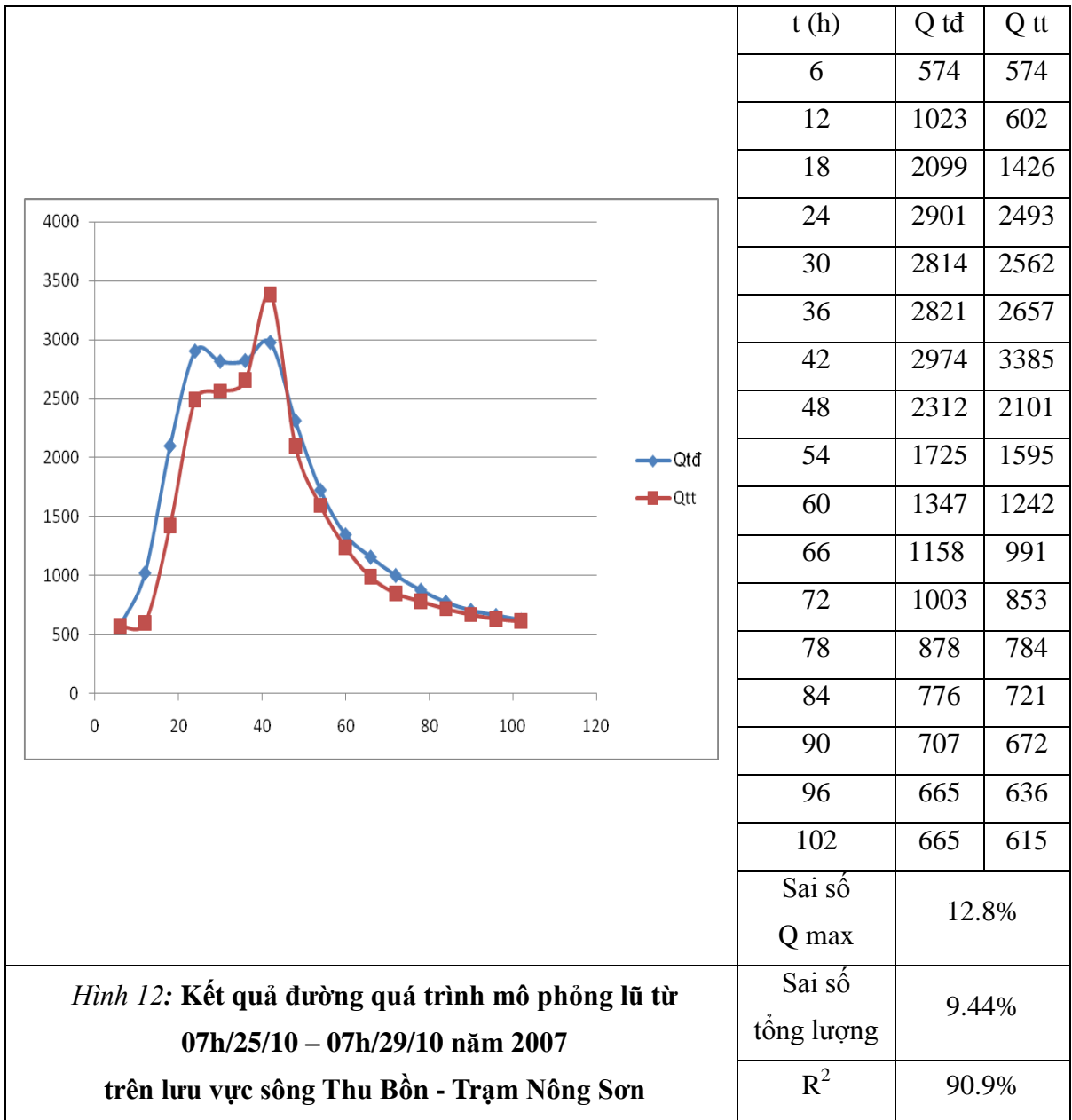
### 3.3.2. Hiệu chỉnh mô hình

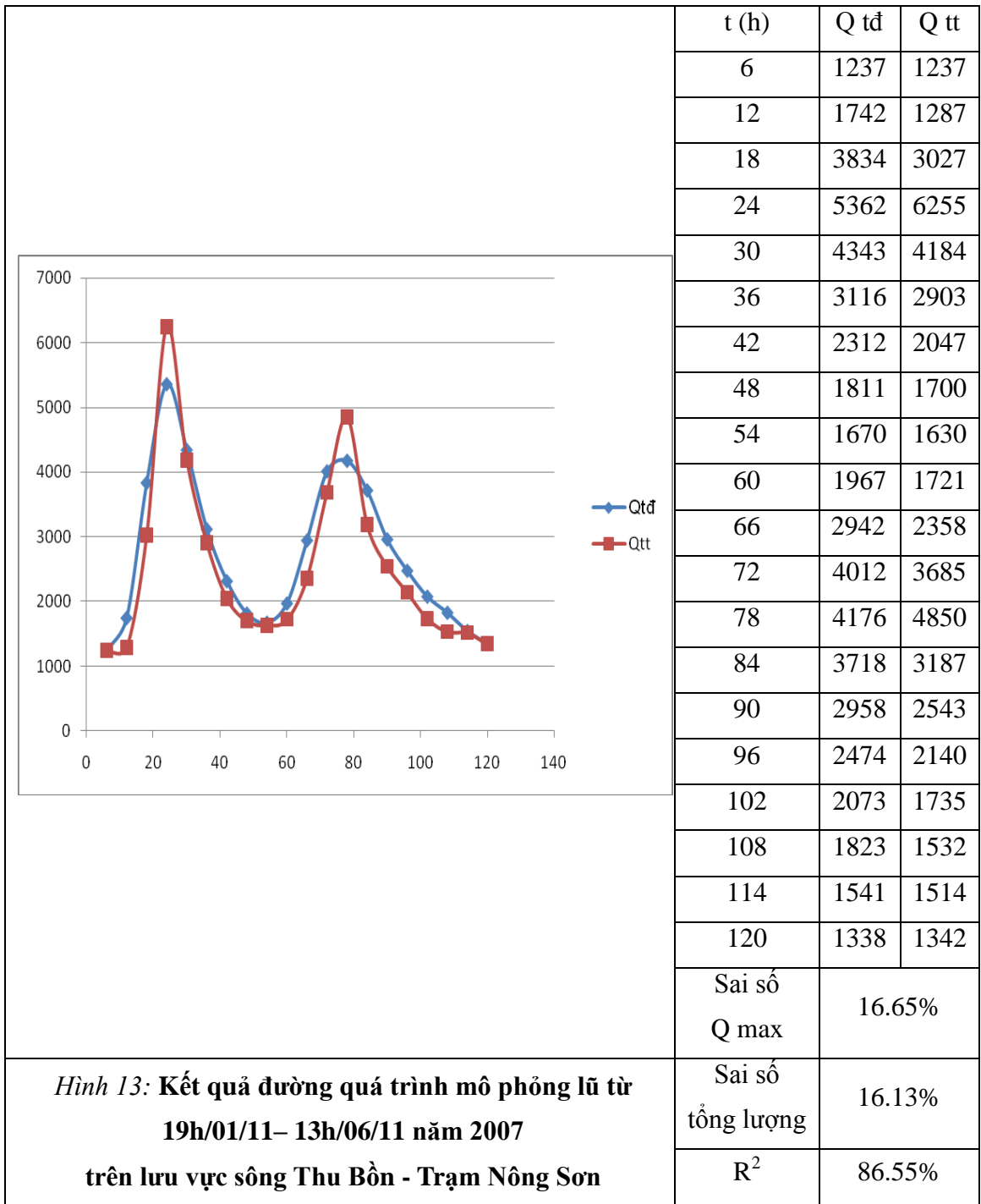
Dưới đây là kết quả hiệu chỉnh của 5 trận lũ tiêu biểu đã đo đạc trong các năm 2005, 2007. Trên cơ sở này xây dựng bộ thông số mô hình sóng động học một chiều trên lưu vực sông Thu Bồn.



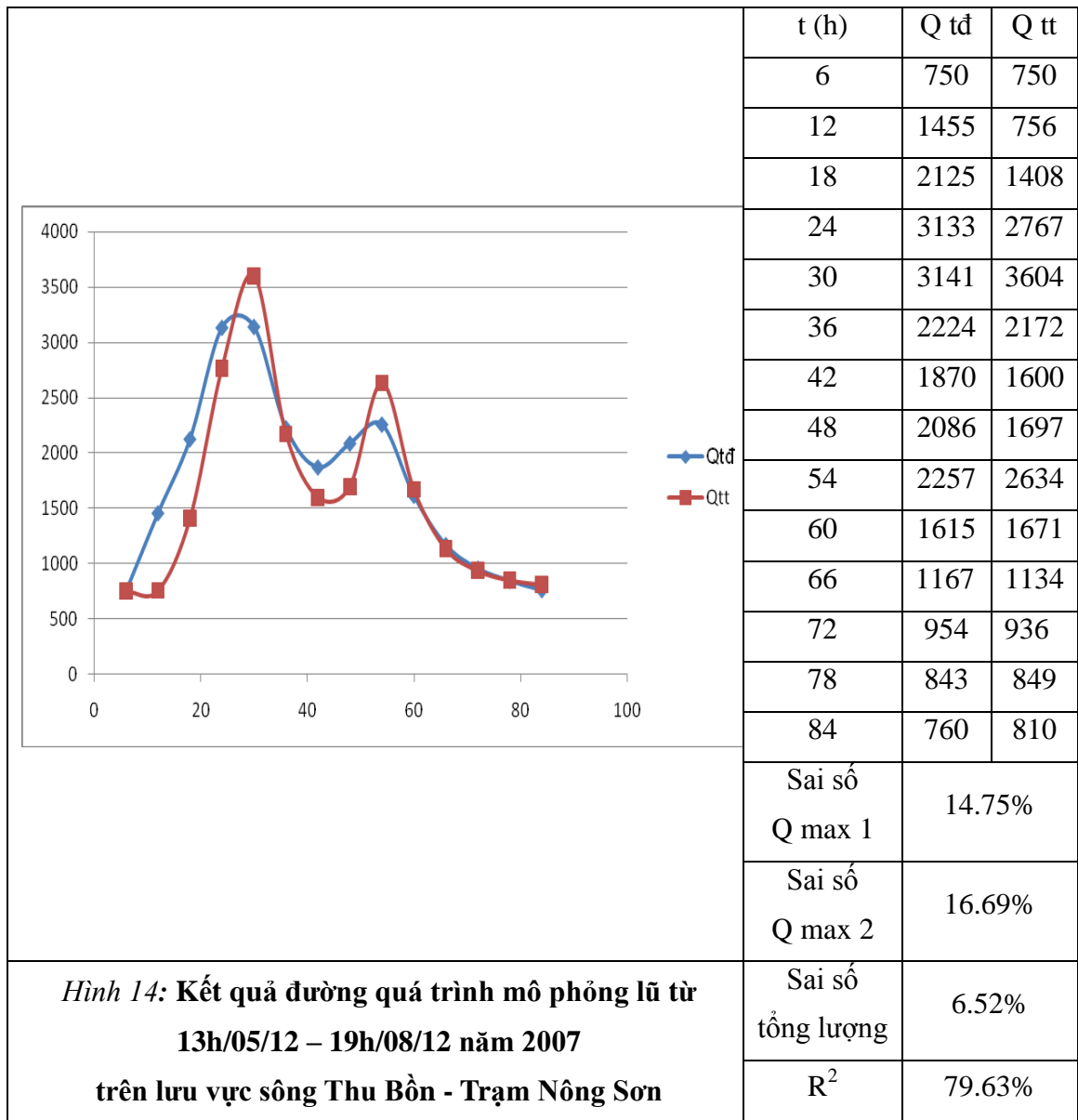


**Hình 11: Kết quả đường quá trình mô phỏng lũ từ 19h/05/12 - 07h/10/12 năm 2005 trên lưu vực sông Thu Bồn - Trạm Nông Sơn**





**Hình 13: Kết quả đường quá trình mô phỏng lũ từ 19h/01/11– 13h/06/11 năm 2007 trên lưu vực sông Thu Bồn - Trạm Nông Sơn**



**Hình 14: Kết quả đường quá trình mô phỏng lũ từ 13h/05/12 – 19h/08/12 năm 2007 trên lưu vực sông Thu Bồn - Trạm Nông Sơn**

Theo tiêu chuẩn đánh giá sai số của tổ chức khí tượng thế giới (WMO) thông qua độ hữu hiệu (đánh giá theo chỉ tiêu  $R^2$ ).

Chỉ tiêu  $R^2$  được xác định như sau:

$$R^2 = \frac{|F_0^2 - F^2|}{F_0^2} \cdot 100\%$$

$$\text{Với: } F^2 = \sum_{i=1}^N (Q_{id} - Q_{it})^2, \quad F_0^2 = \sum_{i=1}^N (Q_{id} - \overline{Q_d})^2$$

Trong đó:  $Q_{id}$  là lưu lượng thực đo;  $Q_{it}$  là lưu lượng tính toán;  $\overline{Q_d}$  là lưu lượng thực đo tính trung bình trong thời kỳ tính toán.

Tiêu chuẩn đánh giá như sau:



$$R^2 = \begin{cases} 40 \div 65\% & \text{đạt,} \\ 65\% \div 85\% & \text{khá,} \\ > 85\% & \text{tốt} \end{cases}$$

**Bảng 8: Sai số tổng lượng, đỉnh lũ và độ hữu hiệu R<sup>2</sup> của 05 trận lũ mô phỏng trên lưu vực sông Thu Bồn - trạm Nông Sơn**

Trận lũ	R <sup>2</sup> (%)	Sai số đỉnh lũ(%)	Sai số tổng lượng(%)
07h/17/11/2005 - 19h/20/11/1005	79.82	11.32	8.19
19h/05/12/2005 - 7h/10/12/2005	87.32	15.54	2.5
7h/25/10/2007 - 7h/29/10/2007	90.9	13.8	9.44
19h/01/11/2007 - 13h/06/11/2007	86.55	16.32	6.56
13h/05/12/2007 - 19h/08/12/2007	79.63	15.72	6.52
Trung bình	84.84	14.54	6.46

Trên cơ sở 5 trận lũ mô phỏng để hiệu chỉnh bộ thông số mô hình sóng động học một chiều cho lưu vực sông Thu Bồn - trạm Nông Sơn ta thu được kết quả:

- Trận thứ nhất từ 07h/17/11 đến 19h/20/11 năm 2005: Sai số tổng lượng là 8.19%, sai số đỉnh là 11.32% và thời gian xuất hiện đỉnh lũ tính toán trùng với đỉnh lũ thực đo. Độ hữu hiệu là 79.82% thuộc loại khá.

- Trận thứ hai từ 19h/05/12 đến 07h/10/12 năm 2005: Sai số tổng lượng là 2.5%, sai số đỉnh là 15.54% và thời gian xuất hiện đỉnh lũ tính toán trùng với đỉnh lũ thực đo. Độ hữu hiệu là 87.32% thuộc loại tốt.

- Trận thứ ba từ 07h/25/10 đến 07h/29/10 năm 2007: Sai số tổng lượng là 9.44%, sai số đỉnh là 13.8% và thời gian xuất hiện đỉnh lũ tính toán trùng với đỉnh lũ thực đo. Độ hữu hiệu là 90.9% thuộc loại tốt.

- Trận thứ tư từ 19h/01/11 đến 13h/06/11 năm 2007: Sai số tổng lượng là 6.56%, sai số đỉnh là 16.32% và thời gian xuất hiện đỉnh lũ tính toán trùng với đỉnh lũ thực đo. Độ hữu hiệu là 86.55% thuộc loại tốt.

- Trận thứ năm từ 13h/05/12 đến 19h/08/12 năm 2007: Sai số tổng lượng là 6.52%, sai số đỉnh là 15.72% và thời gian xuất hiện đỉnh lũ tính toán trùng với đỉnh lũ thực đo. Độ hữu hiệu là 79.63% thuộc loại khá.

*Nhận xét chung:*

+ Độ hữu hiệu R<sup>2</sup> dao động từ 79.63% đến 90.9% trung bình là 84.84%.

thuộc vào loại khá.

+ Sai số đỉnh dao động từ 11.32% - 16.69% trung bình 4.54% thuộc loại khá.

+ Sai số lượng dao động 2.5% đến 9.44% trung bình 6.46% thuộc loại tốt.

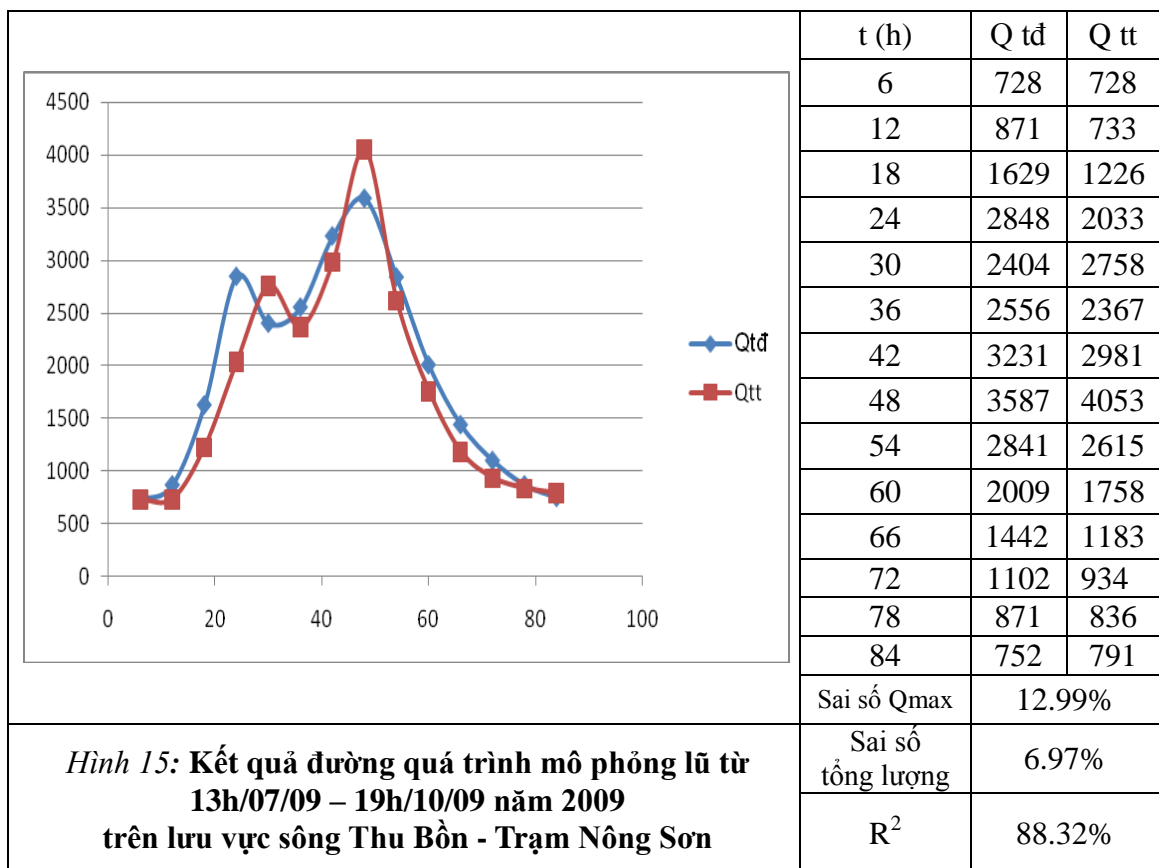
Với 5 trận lũ mô phỏng trên lưu vực sông Thu Bồn thì độ hữu hiệu  $R^2$  của 2 trận lũ > 65% thuộc loại khá và có 3 trận lũ > 85% thuộc loại tốt.

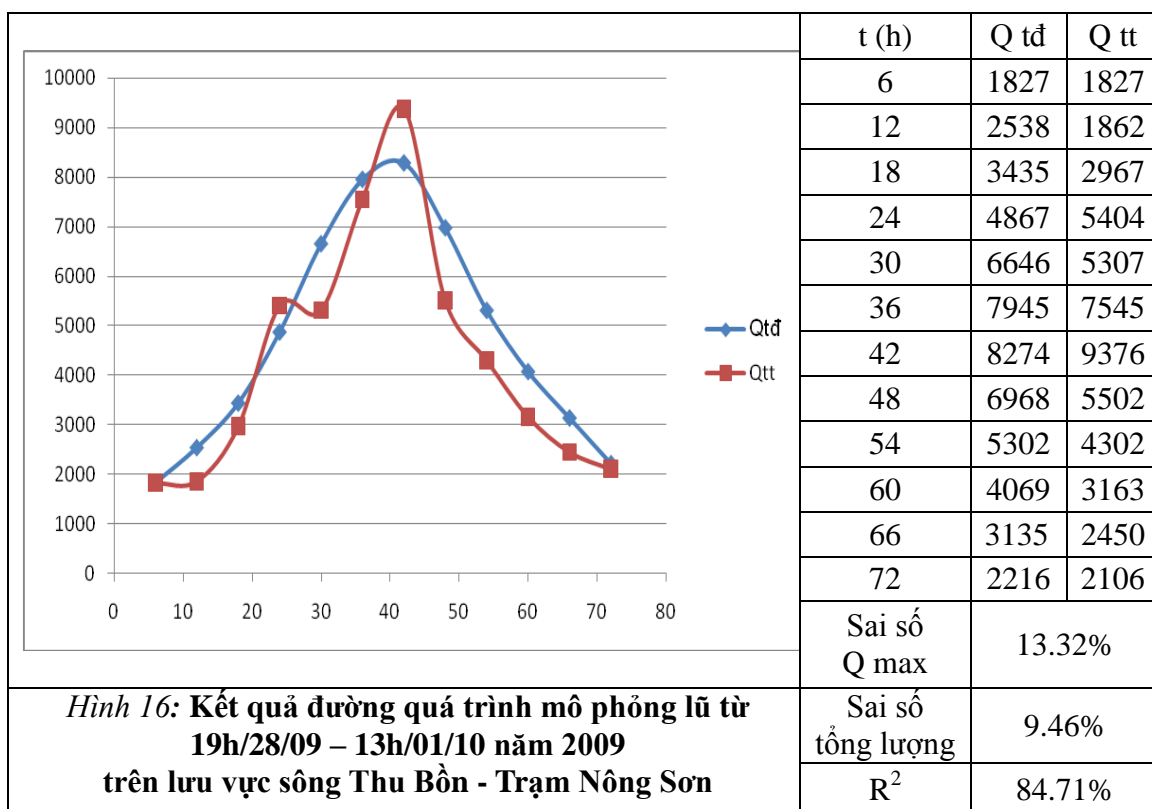
### 3.3.3. Kiểm định mô hình

Với bộ thông số vừa xây dựng được đem kiểm định hai con lũ với tư cách là chuỗi số liệu độc lập (chuỗi số liệu năm 2009), kết quả thu được được thể hiện trên hình 15 và 16 và bảng 9.

+ Với mô phỏng lũ độc lập từ 13h/07/11 đến 01h/10/11 năm 2009 (hình 15) thì độ hữu hiệu thu được là 88.32% (>85%), thuộc loại tốt. Sai số đỉnh là 12.99%, thời gian xuất hiện đỉnh lũ tính toán và thực đo là trùng nhau. Sai số tổng lượng là 6.97%, thuộc loại tốt.

+ Với mô phỏng lũ độc lập từ 19h/28/09 đến 13h/01/10 năm 2009 (hình 16) độ hữu hiệu là 84.71%, sai số đỉnh là 13.32%, thời gian xuất hiện đỉnh lũ giữa tính toán và thực đo trùng nhau, sai số tổng lượng là 9.46% thuộc loại tốt.





**Bảng 9: Sai số tổng lượng, đỉnh lũ và độ hữu hiệu R<sup>2</sup> của hai trận lũ độc lập trên lưu vực sông Thu Bồn - trạm Nông Sơn**

Trận lũ	R <sup>2</sup> (%)	Sai số đỉnh lũ(%)	Sai số tổng lượng(%)
13h/07/09/2009 - 19h/10/09/2009	88.32	12.99	6.97
19h/28/09/2009 - 13h/01/10/2009	84.71	13.32	9.46
Trung bình	86.52	13.16	8.72

Vậy với hai trận lũ độc lập dùng để kiểm định bộ thông số đều thu được kết quả tốt (sai số đỉnh lũ trung bình 13.16%, sai số tổng lượng trung bình là 8.72%, độ hữu hiệu trung bình là 86.52%). Điều này chứng tỏ bộ thông số xây dựng cho mô hình sóng động học một chiều trên lưu vực sông Thu Bồn được xây dựng là tương đối tốt và ổn định.

Nhận xét kết quả mô phỏng 7 trận lũ:

- Độ hữu hiệu trung bình thu được là 85.32%, sai số đỉnh trung bình là 14.14%, sai số tổng lượng trung bình là 7.09%. Các kết quả thu được đều thuộc loại tốt. Chứng tỏ bộ thông số được xây dựng là chính xác.

- Mô hình đã mô phỏng khá tốt được dạng đường quá trình lũ trên lưu vực sông Thu Bồn, chứng tỏ bộ thông số được xác lập là tốt, ổn định.

- Thời gian xuất hiện đỉnh lũ tính toán và thực đo là trùng nhau.

- Mô hình cho kết quả dự báo tương đối tốt về đỉnh và tổng lượng của đường quá trình. Tuy nhiên về đỉnh còn cho kết quả tương đối cao 14.14%.

- Bộ thông số mô phỏng 5 trận lũ phụ thuộc và sau đó được sử dụng để kiểm nghiệm với hai trận lũ độc lập thì kết quả thu được tương đối tốt, có thể sử dụng để mô phỏng, dự báo các trận lũ độc lập trên lưu vực sông Thu Bồn.

## KẾT LUẬN

Trong khóa luận đã rút ra được một số kết luận như sau:

1. Đã nghiên cứu các đặc điểm địa lý tự nhiên trên lưu vực sông Thu Bồn. Từ đó nhận thấy rằng lưu vực sông hồ tự đầy đủ các yếu tố thuận lợi cho việc hình thành lũ: địa hình núi cao, độ chia cắt mạnh, dốc, địa chất thổ nhưỡng thuận lợi cho quá trình tập trung nước kết hợp với lượng mưa lớn, sông ngắn nên tính chất của lũ rất ác liệt cả quy mô và cường độ.
2. Tổng quan các mô hình toán thủy văn mô phỏng mưa – dòng chảy và lựa chọn, đi sâu nghiên cứu mô hình sóng động học một chiều – phương pháp phân tử hữu hạn và phương pháp SCS để khai triển mô hình mô phỏng lũ trên lưu vực sông Thu Bồn – trạm Nông Sơn.
3. Bằng việc phân tích các bản đồ địa hình, mạng lưới thủy văn, độ dốc đã xây dựng được một lưới phân tử chi tiết trên lưu vực sông Thu Bồn (23 đoạn sông, 59 dải sông và 192 phân tử). Từ lưới phân tử này ta tính được các thông số đo đạc cho mô hình sóng động học một chiều. Các thông số tối ưu được tính toán hiệu chỉnh trong quá trình mô phỏng 5 trận lũ trên lưu vực sông Thu Bồn. Kết quả thu được với sai số tổng lượng trung bình là 6.46%; sai số đỉnh lũ là 14.54%, thời gian xuất hiện đỉnh lũ tính toán trùng với thực đo; độ hữu hiệu trung bình là 84.84%.
4. Áp dụng mô hình sóng động học với lưới các phân tử đã hiệu chỉnh, kiểm nghiệm với 5 trận lũ phụ thuộc và 2 trận lũ độc lập để ổn định bộ thông số. Kết quả kiểm nghiệm Với bộ thông số xây dựng được kiểm nghiệm với hai chuỗi số liệu độc lập năm 2009 thu được kết quả: Sai số tổng lượng trung bình là 8.72%; sai số đỉnh lũ trung bình là 13.16%, thời gian xuất hiện đỉnh lũ tính toán và thực đo trùng nhau; độ hữu hiệu trung bình là 86.52% đạt loại tốt.
5. Với kết quả hiệu chỉnh đạt loại khá và hiệu chỉnh đạt loại tốt mô hình có thể sử dụng phục vụ công tác dự báo lũ trên lưu vực sông Thu Bồn- trạm Nông Sơn từ số liệu mưa.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *Bản đồ địa hình lưu vực sông Thu Bồn* (2000) Tổng cục Địa chính.
2. *Bản đồ độ dốc lưu vực sông Thu Bồn* (2000) Tổng cục Địa chính.
3. *Bản đồ hiện trạng sử dụng đất lưu vực sông Thu Bồn* (2000) Tổng cục Địa chính.
4. *Bản đồ mạng lưới lưu vực sông Thu Bồn* (2000) Tổng cục Địa chính.
5. *Bản đồ phân bố các trạm khí tượng, thủy văn tỉnh Quảng Nam* (2000) Tổng cục hành chính.
6. *Bản đồ rừng lưu vực sông Thu Bồn* (2000) Tổng cục Địa chính.
7. Lưu Công Đào – Nguyễn Tài (dịch từ tiếng Nga) *Sổ tay tính toán thủy lực*, NXB Nông nghiệp Hà Nội.
8. Đoàn Mạnh Hùng (2007) *Mô phỏng quá trình mưa – dòng chảy trên lưu vực sông Thu Bồn – trạm Nông Sơn bằng mô hình sóng động học một chiều phương pháp phần tử hữu hạn và SCS*. Khóa luận tốt nghiệp.
9. Nguyễn Hữu Khải - Nguyễn Thanh Sơn (2003) *Mô hình toán thủy văn*, NXB ĐHQGHN, Hà Nội.
10. Nguyễn Thị Nghĩa (2006) *Khảo sát các kịch bản sử dụng đất trên lưu vực sông Tả Trạch trạm Thượng Nhật bằng mô hình sóng động học một chiều và phương pháp SCS*. Khóa luận tốt nghiệp.
11. Nguyễn Thanh Sơn – Ngô Chí Tuấn (2004). *Kết quả mô phỏng lũ bằng mô hình sóng động học một chiều lưu vực sông Vệ*. Tạp chí khóa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, T.XIX, Nol, Hà Nội.
12. Đỗ Thị Tâm (2005) *Ứng dụng mô hình sóng động học một chiều phương pháp phần tử hữu hạn và phương pháp SCS để đánh giá việc sử dụng tài nguyên đất và nước trên lưu vực sông Thu Bồn – trạm Nông Sơn*. Khóa luận tốt nghiệp.
13. Phạm Hồng Thái (2004) *Ứng dụng mô hình phần tử hữu hạn sóng động học và phương pháp SCS mô phỏng quá trình mưa – dòng chảy lưu vực sông Thu Bồn – trạm Nông Sơn*. Khóa luận tốt nghiệp.
14. Ngô Chí Tuấn (2003) *Ứng dụng mô hình phần tử hữu hạn sóng động học đánh giá tác động của sử dụng đất đến dòng chảy lưu vực sông Trà Khúc*. Khóa luận tốt nghiệp.
15. Ven Te Chow (1994) *Thủy văn ứng dụng*, Nhà xuất bản giáo dục.

## PHỤ LỤC

### Phụ lục 01: Nhóm các thông số đo đạc

Phần tử	Diện tích phần tử (km <sup>2</sup> )	Chiều dài phần tử (km)	Chiều rộng phần tử (km)	Độ dốc phần tử (rad)	Hệ số CN	Chiều dài lòng dẫn của dải (km)	Độ dốc lòng dẫn của dải	Hệ số nhám lòng dẫn của dải	Độ nhám bề mặt của phần tử
<b>Đoạn I</b>									
IL11	12.39	3.75	3.30	0.349	66.00	7.91	0.1011	0.026	0.3500
IL21	11.89	4.83	2.46	0.382	66.00	5.34	0.1124	0.025	0.3500
IL22	13.46	2.26	5.96	0.465	65.95	5.2	0.0192	0.025	0.3502
IL31	6.99	1.85	3.78	0.474	66.00				0.3500
IR11	14.97	3.74	4.00	0.349	66.00				0.3500
IR21	7.95	2.45	3.24	0.514	66.00				0.3500
IR31	3.12	1.26	2.48	0.481	66.00				0.3500
<b>Đoạn II</b>									
IIL11	17.83	6.15	2.90	0.349	66.00	11.47	0.0697	0.027	0.3500
IIL12	22.95	3.33	6.89	0.349	64.70	3.56	0.0084	0.026	0.3559
IIL21	15.86	6.68	2.37	0.349	66.00	2.62	0.0763	0.025	0.3500
IIL31	8.64	4.71	1.83	0.352	66.00	3.53	0.0085	0.025	0.3500
IIL32	9.01	3.38	2.67	0.349	66.00				0.3500
IIL41	13.8	5.29	2.61	0.520	66.00				0.3500
IIL42	6.43	3.63	1.77	0.381	66.00				0.3500
IIR11	22.76	4.24	5.37	0.349	64.71				0.3559
IIR21	13.52	3.53	3.83	0.349	66.00				0.3500
IIR31	9.49	4.27	2.22	0.349	66.00				0.3500
IIR41	10.17	2.78	3.66	0.288	66.00				0.3500
<b>Đoạn III</b>									
IIIL11	20.24	4.86	4.16	0.475	66.00	6.08	0.0049	0.033	0.3500
IIIL12	19.56	3.48	5.62	0.523	66.00	6.47	0.0464	0.031	0.3500
IIIL13	14.86	2.96	5.02	0.367	66.32				0.3486
IIIL21	12.48	4.39	2.84	0.523	66.00				0.3500
IIIL22	17.16	4.21	4.08	0.490	66.00				0.3500
IIIL23	16.97	2.99	5.68	0.333	56.19				0.3946
IIIR11	12.48	2.84	4.39	0.228	62.18				0.3673
IIIR21	4.5	0.66	6.82	0.251	55.06				0.3997
<b>Đoạn IV</b>									
IVL11	10.39	3.75	2.77	0.349	66.00	7.11	0.0985	0.028	0.3500
IVL21	16.95	5.68	2.98	0.245	66.00	5.64	0.0266	0.029	0.3500
IVL22	14.34	1.9	7.55	0.247	65.81	5.52	0.0272	0.027	0.3509
IVL31	3.25	0.96	3.39	0.259	56.73				0.3922
IVR11	11.4	3.62	3.15	0.349	66.00				0.3500
IVR21	10.36	3.92	2.64	0.280	59.92				0.3777
IVR31	15.88	3.9	4.07	0.349	55.00				0.4000
IVR32	15.94	2.29	6.96	0.287	55.16				0.3993

Đoạn V									
VL11	15.08	6.12	2.46	0.355	63.96	3.9	0.0256	0.035	0.3593
VL12	14.89	3	4.96	0.349	55.27	9.74	0.0103	0.033	0.3988
VL21	19.8	3.51	5.64	0.349	58.38				0.3846
VL22	24.73	3.4	7.27	0.349	55.09				0.3996
VL23	20.29	2.65	7.66	0.349	55.00				0.4000
VR11	12.87	4.02	3.20	0.349	55.00				0.4000
VR121	13.89	2.39	5.81	0.349	55.00				0.4000
Đoạn VI									
VIL11	10.22	1.92	5.32	0.349	55.00	7.91	0.0759	0.027	0.4000
VIL21	7.47	2.64	2.83	0.349	55.00	3.45	0.0145	0.027	0.4000
VIL31	6.48	2.34	2.77	0.349	55.00	3.36	0.0298	0.028	0.4000
VIL41	7.2	1.93	3.73	0.349	55.00	7.63	0.0197	0.03	0.4000
VIR11	14.25	2.9	4.91	0.349	55.43				0.3980
VIR21	6.44	2.48	2.60	0.349	55.00				0.4000
VIR31	5.81	1.87	3.11	0.349	55.00				0.4000
VIR41	16.48	3.49	4.72	0.349	55.00				0.4000
Đoạn VII									
VIII11	21.28	3.87	5.50	0.691	66.00	11.02	0.0045	0.033	0.3500
VIII12	42.14	2.07	20.36	0.207	66.00				0.3500
VIII13	26.98	3.2	8.43	0.349	66.00				0.3500
VIII14	35.39	2.29	15.45	0.349	65.40				0.3527
VIII15	34.05	3.92	8.69	0.349	58.68				0.3833
VIII16	15.71	2.83	5.55	0.349	55.00				0.4000
VIII17	32.62	2.81	11.61	0.368	55.00				0.4000
VIIR11	17.48	3.32	5.27	0.355	55.93				0.3958
VIIR12	18.11	3.06	5.92	0.349	55.43				0.3980
VIIR13	12.82	4.43	2.89	0.378	55.00				0.4000
VIIR14	18.76	2.31	8.12	0.397	55.00				0.4000
Đoạn VIII									
VIIIL11	8.31	1.65	5.04	0.513	55.00	9.6	0.0833	0.028	0.4000
VIIIL21	13.03	2.75	4.74	0.350	55.00	7.18	0.0418	0.028	0.4000
VIIIL31	22.19	6.24	3.56	0.334	55.00	6.45	0.0155	0.029	0.4000
VIIIL32	16.96	1.57	10.80	0.349	55.00	4.7	0.0043	0.03	0.4000
VIIIL41	15.82	4.41	3.59	0.369	55.00				0.4000
VIIIL42	25.66	3.95	6.50	0.349	55.00				0.4000
VIIR11	15.07	6.28	2.40	0.431	63.90				0.3596
VIIR12	13.4	2.63	5.10	0.523	55.11				0.3995
VIIR21	22.59	4.42	5.11	0.349	59.39				0.3800
VIIR31	17.39	3.88	4.48	0.349	55.00				0.4000
VIIR41	2.45	0.61	4.02	0.349	55.00				0.4000
Đoạn IX									
IXL11	4.8	0.99	4.85	0.378	55.00	7.02	0.0028	0.031	0.4000
IXR11	5.08	1.08	4.70	0.372	59.91				0.3777
Đoạn X									
XL11	13.93	2.09	6.67	0.523	55.00	15.85	0.0505	0.028	0.4000
XL12	9.42	1.39	6.78	0.523	55.00	8.54	0.0082	0.028	0.4000
XL21	20.36	4.09	4.98	0.523	55.69	6.64	0.0045	0.03	0.3969



XL22	19.49	3.94	4.95	0.523	55.01				0.3999
XL23	20	1.74	11.49	0.523	60.12				0.3767
XL31	11.12	4.93	2.26	0.445	63.92				0.3594
XL32	27.95	5.07	5.51	0.465	65.13				0.3540
XL33	23.47	1.67	14.05	0.460	63.84				0.3598
XL34	10.11	1.6	6.32	0.395	70.95				0.3275
XR11	20.96	4.69	4.47	0.450	55.00				0.4000
XR21	23	3.98	5.78	0.522	55.00				0.4000
XR22	22.52	3.57	6.31	0.505	58.36				0.3847
XR31	13.94	4.12	3.38	0.485	63.89				0.3596
Đoạn XI									
XIL11	19.31	3.79	5.09	0.428	55.00	8.55	0.0035	0.031	0.4000
XIL21	12.15	3.66	3.32	0.523	55.00	9.03	0.0044	0.03	0.4000
XIL22	16.53	2.21	7.48	0.513	55.00				0.4000
XIR11	14.28	4.35	3.28	0.517	55.00				0.4000
XIR12	19.23	1.56	12.33	0.482	55.12				0.3995
XIR21	8.9	6.92	1.29	0.481	55.00				0.4000
XIR22	12.48	2.81	4.44	0.420	55.00				0.4000
đoạn XII									
XIIL11	23.29	6.13	3.80	0.355	55.00	12.21	0.0328	0.027	0.4000
XIIL12	21.52	2.12	10.15	0.367	55.00	5.13	0.0058	0.027	0.4000
XIIL21	10.25	5.13	2.00	0.349	55.00	7.55	0.0040	0.029	0.4000
XIIL22	18.94	3.53	5.37	0.349	55.00	6.32	0.0047	0.028	0.4000
XIIL31	22.47	5.47	4.11	0.354	55.00				0.4000
XIIL32	15.79	2.66	5.94	0.349	55.00				0.4000
XIIL33	11.07	2.07	5.35	0.349	55.00				0.4000
XIIL41	17.5	5.45	3.21	0.349	55.00				0.4000
XIIR11	21.84	5	4.37	0.436	55.00				0.4000
XIIR12	25.67	5.06	5.07	0.388	55.00				0.4000
XIIR21	25.73	5.06	5.08	0.389	55.00				0.4000
XIIR22	29.68	3.63	8.18	0.351	55.00				0.4000
XIIR23	21.96	3.47	6.33	0.349	55.00				0.4000
XIIR24	10.97	2.07	5.30	0.349	55.00				0.4000
XIIR25	8.22	2.01	4.09	0.349	55.00				0.4000
XIIR31	18.97	3.64	5.21	0.508	55.00				0.4000
XIIR32	27.84	2.96	9.41	0.512	55.00				0.4000
XIIR33	18.73	2.15	8.71	0.514	55.00				0.4000
XIIR34	21.67	2.43	8.92	0.485	55.00				0.4000
XIIR35	17.52	3.77	4.65	0.447	55.00				0.4000
XIIR36	15.57	2.37	6.57	0.360	55.00				0.4000
XIIR41	13.69	5.28	2.59	0.523	55.00				0.4000
XIIR42	16.5	4.2	3.93	0.418	55.00				0.4000
Đoạn XIII									
XIIIL11	11.11	3.88	2.86	0.490	55.00	7.12	0.0042	0.03	0.4000
XIIIL12	16.55	1.41	11.74	0.402	55.00	8.42	0.0036	0.031	0.4000
XIIIL21	14.79	3.11	4.76	0.254	55.00	4.26	0.0070	0.03	0.4000
XIIIL31	12.15	2.58	4.71	0.325	55.32				0.3986
XIIIR11	13.83	2.39	5.79	0.329	55.00				0.4000

XIIIR21	12.35	4.48	2.76	0.201	55.00				0.4000
XIIIR22	19.31	2.31	8.36	0.216	55.00				0.4000
XIIIR31	4.98	2.64	1.89	0.312	55.00				0.4000
Đoạn XIV									
XIVL11	5.76	1.68	3.43	0.349	55.00	5.61	0.0053	0.029	0.4000
XIVL21	28.73	5.76	4.99	0.399	55.66	5.88	0.0051	0.028	0.3970
XIVL31	13.26	5.52	2.40	0.502	59.59	5.34	0.0056	0.028	0.3792
XIVR11	17.9	3.97	4.51	0.422	56.32				0.3940
XIVR21	18.5	6.07	3.05	0.431	59.32				0.3804
XIVR31	20.3	4.95	4.10	0.485	59.82				0.3781
Đoạn XV									
XVL11	43.78	4.53	9.66	0.447	56.55	18.93	0.0317	0.028	0.3929
XVL12	38.17	2.55	14.97	0.423	56.37	15.4	0.0026	0.027	0.3938
XVL13	37.39	2.55	14.66	0.355	57.21	5.06	0.0059	0.028	0.3899
XVL21	37.62	3.39	11.10	0.386	59.85	8.91	0.0034	0.029	0.3779
XVL22	21.74	1.95	11.15	0.414	59.71	9.5	0.0032	0.028	0.3786
XVL31	14.41	3.39	4.25	0.485	55.00				0.4000
XVL32	9.23	1.91	4.83	0.523	56.68				0.3924
XVL41	17.32	3.55	4.88	0.215	55.00				0.4000
XVL42	18.85	0.93	20.27	0.465	55.00				0.4000
XVL51	13.36	2.44	5.48	0.346	55.00				0.4000
XVR11	15.37	4.83	3.18	0.349	55.93				0.3958
XVR12	24.23	1.99	12.18	0.349	48.61				0.4291
XVR21	65.68	9.34	7.03	0.349	61.92				0.3685
XVR22	46.76	7.67	6.10	0.357	64.95				0.3548
XVR23	42.61	2.45	17.39	0.377	62.01				0.3681
XVR24	30.46	2.89	10.54	0.393	64.04				0.3589
XVR31	14.77	5.04	2.93	0.351	55.03				0.3999
XVR32	14.21	3.18	4.47	0.369	62.36				0.3665
XVR41	23.23	4.02	5.78	0.570	55.78				0.3965
XVR42	23.66	2.85	8.30	0.466	59.15				0.3811
XVR43	20	2.82	7.09	0.376	55.08				0.3996
XVR51	15.36	2.14	7.18	0.393	55.00				0.4000
Đoạn XVI									
XVIL11	17.75	3.69	4.81	0.444	56.45	2.56	0.0078	0.033	0.3934
XVIR11	12.69	5.46	2.32	0.328	55.42				0.3981
Đoạn XVII									
XVIIIL11	1.59	1.37	1.16	0.349	66.27	6.21	0.0032	0.033	0.3488
XVIIR11	3.37	2.39	1.41	0.282	60.34				0.3757
Đoạn XVIII									
XVIIIIL11	31.03	4	7.76	0.523	55.00	9.96	0.0402	0.029	0.4000
XVIIIIL21	18.71	5.53	3.38	0.445	55.00	6.86	0.0044	0.028	0.4000
XVIIIIL22	12.77	2.15	5.94	0.460	55.00	7.32	0.0041	0.029	0.4000
XVIIIIL31	18.35	4.13	4.44	0.708	55.00				0.4000
XVIIIIR11	17.2	3.04	5.66	0.517	55.00				0.4000
XVIIIIR21	23.98	3.94	6.09	0.398	55.00				0.4000
XVIIIIR31	13.07	3.36	3.89	0.349	55.00				0.4000
Đoạn XIX									

XIXL11	15.64	5.45	2.87	0.349	55.00	7.61	0.0039	0.03	0.4000
XIXL12	12.41	3.23	3.84	0.349	55.00	5.42	0.0055	0.031	0.4000
XIXL21	7.8	2.75	2.84	0.350	55.00				0.4000
XIXR11	7.02	2.66	2.64	0.322	55.00				0.4000
XIXR12	12.91	3.21	4.02	0.349	55.00				0.4000
XIXR21	12.47	4.37	2.85	0.382	55.00				0.4000
XIXR22	12.88	2.98	4.32	0.404	55.00				0.4000
Đoạn XX									
XXL11	15.18	2.66	5.71	0.523	67.30	10.95	0.0091	0.028	0.3441
XXL21	7.85	3.28	2.39	0.442	68.39	4.99	0.0060	0.029	0.3391
XXL31	8.56	4.2	2.04	0.201	68.51	4.83	0.0062	0.029	0.3386
XXR11	9.79	1.14	8.59	0.523	66.92				0.3458
XXR21	13.12	3.91	3.36	0.333	57.43				0.3890
XXR31	15.63	3.38	4.62	0.201	55.00				0.4000
XXR32	11.09	2.54	4.37	0.201	59.83				0.3780
Đoạn XXI									
XXIL11	9.99	2.86	3.49	0.523	55.00	7.43	0.0538	0.028	0.4000
XXIL21	16.03	4.37	3.67	0.523	56.58	9.01	0.0111	0.027	0.3928
XXIL22	9.82	1.86	5.28	0.523	55.00	9.73	0.0103	0.028	0.4000
XXIL23	16.4	1.94	8.45	0.523	55.00				0.4000
XXIL31	13.65	2.07	6.59	0.523	57.84				0.3871
XXIL32	18.68	2.95	6.33	0.523	55.00				0.4000
XXIR11	15.76	2.92	5.40	0.523	55.00				0.4000
XXIR21	27.61	8.77	3.15	0.486	55.00				0.4000
XXIR31	11.36	2.1	5.41	0.512	55.00				0.4000
Đoạn XXII									
XXIIL11	15.3	3.2	4.78	0.523	55.20	6.89	0.0044	0.031	0.3991
XXIIR11	19.14	4.11	4.66	0.380	55.16				0.3993
XXIIR12	16.82	4.03	4.17	0.474	55.17				0.3992
XXIIR13	8.13	0.86	9.45	0.505	55.75				0.3966
Đoạn XXIII									
XXIIIL11	6.91	2.32	2.98	0.523	55.00	5.92	0.0051	0.033	0.4000
XXIIIR11	10.38	2.99	3.47	0.523	55.00				0.4000

**Phụ lục 02: File số liệu đầu vào của mô hình sóng động học một chiều**

23 0.0001 20 16 90 100 3

0 6 12 18 24 30 36 42 48 54 60 66 72 78 84 90

0.0 5.7 34.9 73.4 147.6 185.4 224.9 251.5 270.6 292.2 304.1 312.7 317.5

319.8 319.8 320.8 3 SONG 1 (song 1 trong ban do)

0

90 100 110

! Chiều rộng của song ung voi tung dai

1.5 1.5 1.5

! m : do doc mai kenh

7910 5340 5200

! chiều dài đoạn long dan

0.1011 0.1124 0.0192 ! do doc doan long dan  
 1 2 1 left  
 1 1 1 right  
 0.026 0.025 0.025 He so nham song  
 3300 chieu rong left cua phan tu thuoc 1  
 4000 chieu rong right cua phan tu thuoc 1  
 3750 chieu dai left cua phan tu thuoc 1  
 3740 chieu dai right cua phan tu thuoc 1  
 0.35 he so nham left cua phan tu thuoc 1  
 0.35 he so nham right cua phan tu thuoc 1  
 94.0 chi so CN left cua dai 1  
 94.0 chi so CN right cua dai 1  
 0.349 do doc left cua dai 1  
 0.349 do doc right cua dai 1  
 2460 5960 chieu rong left cua phan tu thuoc 2  
 3240 chieu rong right cua phan tu thuoc 2  
 4830 2260 chieu dai left cua phan tu thuoc 2  
 2450 chieu dai right cua phan tu thuoc 2  
 0.35 0.3502 he so nham left cua phan tu thuoc 2  
 0.35 he so nham right cua phan tu thuoc 2  
 94.0 93.95 chi so CN left cua dai 2  
 94.0 chi so CN right cua dai 2  
 0.382 0.465 do doc left cua dai 2  
 0.514 do doc right cua dai 2  
 3780 chieu rong left cua phan tu thuoc 3  
 2480 chieu rong right cua phan tu thuoc 3  
 1850 chieu dai left cua phan tu thuoc 3  
 1260 chieu dai right cua phan tu thuoc 3  
 0.35 he so nham left cua phan tu thuoc 3  
 0.35 he so nham right cua phan tu thuoc 3  
 94.0 chi so CN left cua dai 3  
 94.0 chi so CN right cua dai 3  
 0.474 do doc left cua dai 3  
 0.481 do doc right cua dai 3  
 4 SONG 2 (song 2 trong ban do)

0  
 80 90 100 110 ! Chieu rong cua song ung voi tung dai  
 1.5 1.5 1.5 1.5 ! m : do doc mai kenh  
 11470 3560 2620 3530 ! chieu dai doan long dan  
 0.0697 0.0084 0.0763 0.0085 ! do doc doan long dan  
 2 1 2 2 left  
 1 1 1 1 right  
 0.027 0.026 0.025 0.025 He so nham song  
 2900 6890 chieu rong left cua phan tu thuoc 1  
 5370 chieu rong right cua phan tu thuoc 1  
 6150 3330 chieu dai left cua phan tu thuoc 1  
 4240 chieu dai right cua phan tu thuoc 1  
 0.35 0.3559 he so nham left cua phan tu thuoc 1  
 0.3559 he so nham right cua phan tu thuoc 1  
 94.0 92.7 chi so CN left cua dai 1  
 92.71 chi so CN right cua dai 1  
 0.349 0.349 do doc left cua dai 1  
 0.349 do doc right cua dai 1  
 2370 chieu rong left cua phan tu thuoc 2  
 3830 chieu rong right cua phan tu thuoc 2  
 6680 chieu dai left cua phan tu thuoc 2  
 3530 chieu dai right cua phan tu thuoc 2  
 0.35 he so nham left cua phan tu thuoc 2  
 0.35 he so nham right cua phan tu thuoc 2  
 94.0 chi so CN left cua dai 2  
 94.0 chi so CN right cua dai 2  
 0.349 do doc left cua dai 2  
 0.349 do doc right cua dai 2  
 1830 2670 chieu rong left cua phan tu thuoc 3  
 2220 chieu rong right cua phan tu thuoc 3  
 4710 3380 chieu dai left cua phan tu thuoc 3  
 4270 chieu dai right cua phan tu thuoc 3  
 0.35 0.35 he so nham left cua phan tu thuoc 3  
 0.35 he so nham right cua phan tu thuoc 3  
 94.0 94.0 chi so CN left cua dai 3

94.0		chi so CN right cua dai 3	
0.352	0.349	do doc left cua dai 3	
0.349		do doc right cua dai 3	
2610	1770	chieu rong left cua phan tu thuoc 4	
3660		chieu rong right cua phan tu thuoc 4	
5290	3630	chieu dai left cua phan tu thuoc 4	
2780		chieu dai right cua phan tu thuoc 4	
0.35	0.35	he so nham left cua phan tu thuoc 4	
0.35		he so nham right cua phan tu thuoc 4	
94.0	94.0	chi so CN left cua dai 4	
94.0		chi so CN right cua dai 4	
0.520	0.381	do doc left cua dai 4	
0.288		do doc right cua dai 4	
2	SONG 3 (song 3 so voi ban do)		
2			
1	2	song do vao	
110	120	Chieu rong cua song ung voi tung dai	
1.5	1.5	! m : do doc mai kenh	
6080	6470	! chieu dai doan long dan	
0.0049	0.0464	! do doc doan long dan	
3	3	left	
1	1	right	
0.033	0.031	He so nham song	
4160	5620	5020	chieu rong left cua phan tu thuoc 1
4390			chieu rong right cua phan tu thuoc 1
4860	3480	2960	chieu dai left cua phan tu thuoc 1
2840			chieu dai right cua phan tu thuoc 1
0.35	0.35	0.3486	he so nham left cua phan tu thuoc 1
0.3673			he so nham right cua phan tu thuoc 1
94.0	94.0	94.32	chi so CN left cua dai 1
90.18			chi so CN right cua dai 1
0.475	0.523	0.367	do doc left cua dai 1
0.228			do doc right cua dai 1
2840	4080	5680	chieu rong left cua phan tu thuoc 2
6820			chieu rong right cua phan tu thuoc 2

4390 4210 2990 chieu dai left cua phan tu thuoc 2  
 660 chieu dai right cua phan tu thuoc 2  
 0.35 0.35 0.3946 he so nham left cua phan tu thuoc 2  
 0.3997 he so nham right cua phan tu thuoc 2  
 94.0 94.0 83.19 chi so CN left cua dai 2  
 82.06 chi so CN right cua dai 2  
 0.523 0.49 0.333 do doc left cua dai 2  
 0.251 do doc right cua dai 2  
 3 SONG 4 (song 4 so voi ban do)  
 0  
 100 110 120 ! Chieu rong cua song ung voi tung dai  
 1.5 1.5 1.5 ! m : do doc mai kenh  
 7110 5640 5520 ! chieu dai doan long dan  
 0.0985 0.0266 0.0272 ! do doc doan long dan  
 1 2 1 left  
 1 1 2 right  
 0.028 0.029 0.027 He so nham song  
 2770 chieu rong left cua phan tu thuoc 1  
 3150 chieu rong right cua phan tu thuoc 1  
 3750 chieu dai left cua phan tu thuoc 1  
 3620 chieu dai right cua phan tu thuoc 1  
 0.35 he so nham left cua phan tu thuoc 1  
 0.35 he so nham right cua phan tu thuoc 1  
 94.0 chi so CN left cua dai 1  
 94.0 chi so CN right cua dai 1  
 0.349 do doc left cua dai 1  
 0.349 do doc right cua dai 1  
 2980 7550 chieu rong left cua phan tu thuoc 2  
 2640 chieu rong right cua phan tu thuoc 2  
 5680 1900 chieu dai left cua phan tu thuoc 2  
 3920 chieu dai right cua phan tu thuoc 2  
 0.35 0.3509 he so nham left cua phan tu thuoc 2  
 0.3777 he so nham right cua phan tu thuoc 2  
 94.0 93.81 chi so CN left cua dai 2  
 86.92 chi so CN right cua dai 2

0.245 0.247 do doc left cua dai 2  
 0.280 do doc right cua dai 2  
 3390 chieu rong left cua phan tu thuoc 3  
 4070 6960 chieu rong right cua phan tu thuoc 3  
 960 chieu dai left cua phan tu thuoc 3  
 3900 2290 chieu dai right cua phan tu thuoc 3  
 0.3922 he so nham left cua phan tu thuoc 3  
 0.4 0.3993 he so nham right cua phan tu thuoc 3  
 83.73 chi so CN left cua dai 3  
 83.0 83.16 chi so CN right cua dai 3  
 0.259 do doc left cua dai 3  
 0.349 0.287 do doc right cua dai 3  
 2 SONG 5 (song 5 so voi ban do)  
 2  
 3 4 song do vao  
 120 130 ! Chieu rong cua song ung voi tung dai  
 1.5 1.5 ! m : do doc mai kenh  
 3900 9740 ! chieu dai doan long dan  
 0.0256 0.0103 ! do doc doan long dan  
 2 3 left  
 1 1 right  
 0.035 0.033 He so nham song  
 2460 4960 chieu rong left cua phan tu thuoc 1  
 3200 chieu rong right cua phan tu thuoc 1  
 6120 3000 chieu dai left cua phan tu thuoc 1  
 4020 chieu dai right cua phan tu thuoc 1  
 0.3593 0.3988 he so nham left cua phan tu thuoc 1  
 0.4 he so nham right cua phan tu thuoc 1  
 91.96 82.27 chi so CN left cua dai 1  
 82.0 chi so CN right cua dai 1  
 0.355 0.349 do doc left cua dai 1  
 0.349 do doc right cua dai 1  
 5640 7270 7660 chieu rong left cua phan tu thuoc 2  
 5810 chieu rong right cua phan tu thuoc 2  
 3510 3400 2650 chieu dai left cua phan tu thuoc 2



2390 chieu dai right cua phan tu thuoc 2  
 0.3846 0.3996 0.4 he so nham left cua phan tu thuoc 2  
 0.4 he so nham right cua phan tu thuoc 2  
 85.38 82.09 82.0 chi so CN left cua dai 2  
 85.0 chi so CN right cua dai 2  
 0.349 0.349 0.349 do doc left cua dai 2  
 0.349 do doc right cua dai 2  
 4 SONG 6 (song 6 ung voi ban do)  
 0  
 100 110 120 130 ! Chieu rong cua song ung voi tung dai  
 1.5 1.5 1.5 1.5 ! m : do doc mai kenh  
 7910 3450 3360 7630 ! chieu dai doan long dan  
 0.0759 0.0145 0.0298 0.0197 ! do doc doan long dan  
 1 1 1 1 left  
 1 1 1 1 right  
 0.027 0.027 0.028 0.3 He so nham song  
 5320 chieu rong left cua phan tu thuoc 1  
 4910 chieu rong right cua phan tu thuoc 1  
 1920 chieu dai left cua phan tu thuoc 1  
 2900 chieu dai right cua phan tu thuoc 1  
 0.4 he so nham left cua phan tu thuoc 1  
 0.398 he so nham right cua phan tu thuoc 1  
 82.0 chi so CN left cua dai 1  
 82.43 chi so CN right cua dai 1  
 0.349 do doc left cua dai 1  
 0.349 do doc right cua dai 1  
 2830 chieu rong left cua phan tu thuoc 2  
 2600 chieu rong right cua phan tu thuoc 2  
 2640 chieu dai left cua phan tu thuoc 2  
 2480 chieu dai right cua phan tu thuoc 2  
 0.4 he so nham left cua phan tu thuoc 2  
 0.4 he so nham right cua phan tu thuoc 2  
 82.0 chi so CN left cua dai 2  
 82.0 chi so CN right cua dai 2  
 0.349 do doc left cua dai 2

0.349 do doc right cua dai 2  
 2770 chieu rong left cua phan tu thuoc 3  
 3110 chieu rong right cua phan tu thuoc 3  
 2340 chieu dai left cua phan tu thuoc 3  
 1870 chieu dai right cua phan tu thuoc 3  
 0.40 he so nham left cua phan tu thuoc 3  
 0.40 he so nham right cua phan tu thuoc 3  
 82.0 chi so CN left cua dai 3  
 82.0 chi so CN right cua dai 3  
 0.349 do doc left cua dai 3  
 0.349 do doc right cua dai 3  
 3730 chieu rong left cua phan tu thuoc 4  
 4720 chieu rong right cua phan tu thuoc 4  
 1930 chieu dai left cua phan tu thuoc 4  
 3490 chieu dai right cua phan tu thuoc 4  
 0.4 he so nham left cua phan tu thuoc 4  
 0.4 he so nham right cua phan tu thuoc 4  
 82.0 chi so CN left cua dai 4  
 82.0 chi so CN right cua dai 4  
 0.349 do doc left cua dai 4  
 0.349 do doc right cua dai 4  
 1 SONG 7 (song 7 o ban do)  
 2  
 5 6 song do vao  
 130 ! Chieu rong cua song ung voi tung dai  
 1.5 ! m : do doc mai kenh  
 11020 ! chieu dai doan long dan  
 0.0045 ! do doc doan long dan  
 7 left  
 4 right  
 0.033 He so nham song  
 5500 20360 8430 15450 8690 5550 11610 chieu rong left cua phan tu  
 thuoc 1 5270 5920 2890 8120 chieu rong  
 right cua phan tu thuoc 1 3870 2070 3200 2290 3920  
 2830 2810 chieu dai left cua phan tu thuoc 1 3320 3060

4430 2310 chieu dai right cua phan tu thuoc 1  
 0.35 0.35 0.35 0.3527 0.3833 0.4 0.4 he so nham left cua phan tu  
 thuoc 1 0.3958 0.398 0.4 0.4 he so nham  
 right cua phan tu thuoc 1 94.0 94.0 94.0 93.4 85.68 82.0  
 82.0 chi so CN left cua dai 1 82.93 82.43  
 82.0 82.0 chi so CN right cua dai 1  
 0.691 0.207 0.349 0.349 0.349 0.349 0.368 do doc left cua dai 1  
 0.355 0.349 0.378 0.397 do doc right cua dai 1  
 4 SONG 8 (song 8 o ban do)  
 0  
 100 110 120 130 ! Chieu rong cua song ung voi tung dai  
 1.5 1.5 1.5 1.5 ! m : do doc mai kenh  
 9600 7180 6450 4700 ! chieu dai doan long dan  
 0.0833 0.0418 0.0155 0.0043 ! do doc doan long dan  
 1 1 2 2 left  
 2 1 1 1 right  
 0.028 0.028 0.029 0.03 He so nham song  
 5040 chieu rong left cua phan tu thuoc 1  
 2400 5100 chieu rong right cua phan tu thuoc 1  
 1650 chieu dai left cua phan tu thuoc 1  
 6280 2630 chieu dai right cua phan tu thuoc 1  
 0.4 he so nham left cua phan tu thuoc 1  
 0.3596 0.3995 he so nham right cua phan tu thuoc 1  
 82.0 chi so CN left cua dai 1  
 91.9 82.11 chi so CN right cua dai 1  
 0.513 do doc left cua dai 1  
 0.523 0.349 do doc right cua dai 1  
 4740 chieu rong left cua phan tu thuoc 2  
 5110 chieu rong right cua phan tu thuoc 2  
 2750 chieu dai left cua phan tu thuoc 2  
 4420 chieu dai right cua phan tu thuoc 2  
 0.4 he so nham left cua phan tu thuoc 2  
 0.38 he so nham right cua phan tu thuoc 2  
 82.0 chi so CN left cua dai 2  
 86.39 chi so CN right cua dai 2

0.35 do doc left cua dai 2  
 0.349 do doc right cua dai 2  
 3560 10800 chieu rong left cua phan tu thuoc 3  
 4480 chieu rong right cua phan tu thuoc 3  
 6240 1570 chieu dai left cua phan tu thuoc 3  
 3880 chieu dai right cua phan tu thuoc 3  
 0.4 0.4 he so nham left cua phan tu thuoc 3  
 0.4 he so nham right cua phan tu thuoc 3  
 82.0 82.0 chi so CN left cua dai 3  
 82.0 chi so CN right cua dai 3  
 0.334 0.349 do doc left cua dai 3  
 0.349 do doc right cua dai 3  
 3590 6500 chieu rong left cua phan tu thuoc 4  
 4020 chieu rong right cua phan tu thuoc 4  
 4410 3950 chieu dai left cua phan tu thuoc 4  
 610 chieu dai right cua phan tu thuoc 4  
 0.4 0.4 he so nham left cua phan tu thuoc 4  
 0.4 he so nham right cua phan tu thuoc 4  
 82.0 82.0 chi so CN left cua dai 4  
 82.0 chi so CN right cua dai 4  
 0.369 0.349 do doc left cua dai 4  
 0.349 do doc right cua dai 4  
 1 SONG 9 (song 9 o ban do)  
 2  
 7 8 song do vao  
 140 ! Chieu rong cua song ung voi tung dai  
 1.5 ! m : do doc mai kenh  
 7020 ! chieu dai doan long dan  
 0.0028 ! do doc doan long dan  
 1 left  
 1 right  
 0.031 He so nham song  
 4850 chieu rong left cua phan tu thuoc 1  
 4700 chieu rong right cua phan tu thuoc 1  
 990 chieu dai left cua phan tu thuoc 1

1080 chieu dai right cua phan tu thuoc 1  
0.4 he so nham left cua phan tu thuoc 1  
0.3777 he so nham right cua phan tu thuoc 1  
82.0 chi so CN left cua dai 1  
86.91 chi so CN right cua dai 1  
0.378 do doc left cua dai 1  
0.372 do doc right cua dai 1  
3 SONG 10 (song 10 trong ban do)  
0  
120 130 140 ! Chieu rong cua song ung voi tung dai  
1.5 1.5 1.5 ! m : do doc mai kenh  
15850 8540 6640 ! chieu dai doan long dan  
0.0505 0.0082 0.0045 ! do doc doan long dan  
2 3 4 left  
1 2 1 right  
0.028 0.028 0.03 He so nham song  
6670 6780 chieu rong left cua phan tu thuoc 1  
4470 chieu rong right cua phan tu thuoc 1  
2090 1390 chieu dai left cua phan tu thuoc 1  
4690 chieu dai right cua phan tu thuoc 1  
0.4 0.4 he so nham left cua phan tu thuoc 1  
0.4 he so nham right cua phan tu thuoc 1  
82.0 82.0 chi so CN left cua dai 1  
82.0 chi so CN right cua dai 1  
0.523 0.523 do doc left cua dai 1  
0.450 do doc right cua dai 1  
4980 4950 11490 chieu rong left cua phan tu thuoc 2  
5780 6310 chieu rong right cua phan tu thuoc 2  
4090 3940 1740 chieu dai left cua phan tu thuoc 2  
3980 3570 chieu dai right cua phan tu thuoc 2  
0.3969 0.3999 0.3767 he so nham left cua phan tu thuoc 2  
0.4 0.3847 he so nham right cua phan tu thuoc 2  
82.69 82.01 88.12 chi so CN left cua dai 2  
82.0 85.36 chi so CN right cua dai 2  
0.523 0.523 0.523 do doc left cua dai 2

0.522 0.505 do doc right cua dai 2  
 2260 5510 14050 6320 chieu rong left cua phan tu thuoc 3  
 3380 chieu rong right cua phan tu thuoc 3  
 4930 5070 1670 1600 chieu dai left cua phan tu thuoc 3  
 4120 chieu dai right cua phan tu thuoc 3  
 0.3594 0.354 0.3598 0.3274 he so nham left cua phan tu thuoc 3  
 0.3596 he so nham right cua phan tu thuoc 3  
 91.92 93.13 91.84 99.95 chi so CN left cua dai 3  
 91.89 chi so CN right cua dai 3  
 0.445 0.465 0.460 0.395 do doc left cua dai 3  
 0.485 do doc right cua dai 3  
 2 SONG 11 (song 11 trong ban do)  
 2  
 9 10 song do vao  
 140 150 ! Chieu rong cua song ung voi tung dai  
 1.5 1.5 ! m : do doc mai kenh  
 8550 9030 ! chieu dai doan long dan  
 0.0035 0.0044 ! do doc doan long dan  
 1 2 left  
 2 2 right  
 0.031 0.03 He so nham song  
 5090 chieu rong left cua phan tu thuoc 1  
 3280 12330 chieu rong right cua phan tu thuoc 1  
 3790 chieu dai left cua phan tu thuoc 1  
 4350 1560 chieu dai right cua phan tu thuoc 1  
 0.4 he so nham left cua phan tu thuoc 1  
 0.4 0.3995 he so nham right cua phan tu thuoc 1  
 82.0 chi so CN left cua dai 1  
 82.0 82.12 chi so CN right cua dai 1  
 0.428 do doc left cua dai 1  
 0.482 0.481 do doc right cua dai 1  
 3320 7480 chieu rong left cua phan tu thuoc 2  
 1290 4440 chieu rong right cua phan tu thuoc 2  
 3660 2210 chieu dai left cua phan tu thuoc 2  
 6920 2810 chieu dai right cua phan tu thuoc 2

0.4 0.4 he so nham left cua phan tu thuoc 2  
 0.4 0.4 he so nham right cua phan tu thuoc 2  
 82.0 82.0 chi so CN left cua dai 2  
 82.0 82.0 chi so CN right cua dai 2  
 0.523 0.513 do doc left cua dai 2  
 0.481 0.420 do doc right cua dai 2  
 3 SONG 12 (song 14 so voi ban do)  
 0  
 130 140 150 ! Chieu rong cua song ung voi tung dai  
 1.5 1.5 1.5 ! m : do doc mai kenh  
 5610 5880 5340 ! chieu dai doan long dan  
 0.0053 0.0051 0.0056 ! do doc doan long dan  
 1 1 1 left  
 1 1 1 right  
 0.029 0.028 0.028 He so nham song  
 3430 chieu rong left cua phan tu thuoc 1  
 4510 chieu rong right cua phan tu thuoc 1  
 1680 chieu dai left cua phan tu thuoc 1  
 3970 chieu dai right cua phan tu thuoc 1  
 0.4 he so nham left cua phan tu thuoc 1  
 0.394 he so nham right cua phan tu thuoc 1  
 82.0 chi so CN left cua dai 1  
 83.32 chi so CN right cua dai 1  
 0.349 do doc left cua dai 1  
 0.422 do doc right cua dai 1  
 4990 chieu rong left cua phan tu thuoc 2  
 3050 chieu rong right cua phan tu thuoc 2  
 5760 chieu dai left cua phan tu thuoc 2  
 6070 chieu dai right cua phan tu thuoc 2  
 0.397 he so nham left cua phan tu thuoc 2  
 0.3804 he so nham right cua phan tu thuoc 2  
 82.66 chi so CN left cua dai 2  
 86.32 chi so CN right cua dai 2  
 0.349 do doc left cua dai 2  
 0.431 do doc right cua dai 2

2400	chieu rong left cua phan tu thuoc 3
4100	chieu rong right cua phan tu thuoc 3
5520	chieu dai left cua phan tu thuoc 3
4950	chieu dai right cua phan tu thuoc 3
0.3792	he so nham left cua phan tu thuoc 3
0.3781	he so nham right cua phan tu thuoc 3
86.59	chi so CN left cua dai 3
86.82	chi so CN right cua dai 3
0.502	do doc left cua dai 3
0.485	do doc right cua dai 3
3	SONG 13 (song 13 so voi ban do)
2	
11 12	song do vao
150 160 170	! Chieu rong cua song ung voi tung dai
1.5 1.5 1.5	! m : do doc mai kenh
7120 8420 4260	! chieu dai doan long dan
0.0042 0.0036 0.007	! do doc doan long dan
2 1 1	left
1 2 1	right
0.03 0.031 0.03	He so nham song
2860 11740	chieu rong left cua phan tu thuoc 1
5790	chieu rong right cua phan tu thuoc 1
3880 1410	chieu dai left cua phan tu thuoc 1
2390	chieu dai right cua phan tu thuoc 1
0.4 0.4	he so nham left cua phan tu thuoc 1
0.4	he so nham right cua phan tu thuoc 1
82.0 82.0	chi so CN left cua dai 1
82.0	chi so CN right cua dai 1
0.49 0.402	do doc left cua dai 1
0.329	do doc right cua dai 1
4760	chieu rong left cua phan tu thuoc 2
2760 8360	chieu rong right cua phan tu thuoc 2
3110	chieu dai left cua phan tu thuoc 2
4480 2310	chieu dai right cua phan tu thuoc 2
0.4	he so nham left cua phan tu thuoc 2



0.4 0.4 he so nham right cua phan tu thuoc 2  
 82.0 chi so CN left cua dai 2  
 82.0 82.0 chi so CN right cua dai 2  
 0.254 do doc left cua dai 2  
 0.201 0.216 do doc right cua dai 2  
 4710 chieu rong left cua phan tu thuoc 3  
 1890 chieu rong right cua phan tu thuoc 3  
 2580 chieu dai left cua phan tu thuoc 3  
 2640 chieu dai right cua phan tu thuoc 3  
 0.3986 he so nham left cua phan tu thuoc 3  
 0.4 he so nham right cua phan tu thuoc 3  
 82.32 chi so CN left cua dai 3  
 82.0 chi so CN right cua dai 3  
 0.325 do doc left cua dai 3  
 0.312 do doc righ cua dai 3  
 5 SONG 14 (song 15 ung voi ban do )  
 0  
 130 140 150 160 170 ! Chieu rong cua song ung voi tung dai  
 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 ! m : do doc mai kenh  
 18930 15400 5060 8910 9500 ! chieu dai doan long dan  
 0.0317 0.0026 0.0059 0.0034 0.0032 ! do doc doan long dan  
 3 2 2 2 1 left  
 2 4 2 3 1 right  
 0.028 0.027 0.028 0.029 0.028 He so nham song  
 9660 14970 14660 chieu rong left cua phan tu thuoc 1  
 3180 12180 chieu rong right cua phan tu thuoc 1  
 4530 2550 2550 chieu dai left cua phan tu thuoc 1  
 4830 1990 chieu dai right cua phan tu thuoc 1  
 0.3929 0.3938 0.3899 he so nham left cua phan tu thuoc 1  
 0.3958 0.4291 he so nham right cua phan tu thuoc 1  
 84.55 83.37 84.21 chi so CN left cua dai 1  
 83.93 85.61 chi so CN right cua dai 1  
 0.447 0.423 0.355 do doc left cua dai 1  
 0.349 0.349 do doc right cua dai 1  
 11100 11150 chieu rong left cua phan tu thuoc 2

7030	6100	17390	10540	chieu rong right cua phan tu thuoc 2
3390	1950			chieu dai left cua phan tu thuoc 2
9340	7670	2450	2890	chieu dai right cua phan tu thuoc 2
0.3779	0.3786			he so nham left cua phan tu thuoc 2
0.3685	0.3548	0.3681	0.3589	he so nham right cua phan tu thuoc 2
88.85	87.71			chi so CN left cua dai 2
89.92	92.95	90.01	92.04	chi so CN right cua dai 2
0.386	0.414			do doc left cua dai 2
0.349	0.357	0.377	0.393	do doc right cua dai 2
4250	4830			chieu rong left cua phan tu thuoc 3
2930	4470			chieu rong right cua phan tu thuoc 3
3390	1910			chieu dai left cua phan tu thuoc 3
5040	3180			chieu dai right cua phan tu thuoc 3
0.4	0.3924			he so nham left cua phan tu thuoc 3
0.3999	0.3665			he so nham right cua phan tu thuoc 3
82.0	83.68			chi so CN left cua dai 3
82.03	90.36			chi so CN right cua dai 3
0.485	0.523			do doc left cua dai 3
0.351	0.369			do doc right cua dai 3
4880	20270			chieu rong left cua phan tu thuoc 4
5780	8300	7090		chieu rong right cua phan tu thuoc 4
3550	930			chieu dai left cua phan tu thuoc 4
4020	2850	2820		chieu dai right cua phan tu thuoc 4
0.4	0.4			he so nham left cua phan tu thuoc 4
0.3965	0.3811	0.3996		he so nham right cua phan tu thuoc 4
82.0	82.0			chi so CN left cua dai 4
82.78	86.15	82.08		chi so CN right cua dai 4
0.215	0.465			do doc left cua dai 4
0.570	0.465	0.376		do doc right cua dai 4
5480				chieu rong left cua phan tu thuoc 5
7180				chieu rong right cua phan tu thuoc 5
2440				chieu dai left cua phan tu thuoc 5
2140				chieu dai right cua phan tu thuoc 5
0.4				he so nham left cua phan tu thuoc 5
0.4				he so nham right cua phan tu thuoc 5

82.0 chi so CN left cua dai 5  
82.0 chi so CN right cua dai 5  
0.346 do doc left cua dai 5  
0.393 do doc right cua dai 5  
1 SONG 15 (song 17 o ban do)  
2  
13 14 song do vao  
170 ! Chieu rong cua song ung voi tung dai  
1.5 ! m : do doc mai kenh  
2560 ! chieu dai doan long dan  
0.0078 ! do doc doan long dan  
1 left  
1 right  
0.033 He so nham song  
1160 chieu rong left cua phan tu thuoc 1  
1410 chieu rong right cua phan tu thuoc 1  
1370 chieu dai left cua phan tu thuoc 1  
2390 chieu dai right cua phan tu thuoc 1  
0.3488 he so nham left cua phan tu thuoc 1  
0.3757 he so nham right cua phan tu thuoc 1  
94.27 chi so CN left cua dai 1  
99.34 chi so CN right cua dai 1  
0.349 do doc left cua dai 1  
0.282 do doc right cua dai 1  
3 SONG 16 (song 20 trong ban do)  
0  
150 160 170 ! Chieu rong cua song ung voi tung dai  
1.5 1.5 1.5 ! m : do doc mai kenh  
10950 4990 4830 ! chieu dai doan long dan  
0.0091 0.006 0.0062 ! do doc doan long dan  
1 1 1 left  
1 1 2 right  
0.028 0.029 0.029 He so nham song  
5710 chieu rong left cua phan tu thuoc 1  
8590 chieu rong right cua phan tu thuoc 1

2660 chieu dai left cua phan tu thuoc 1  
 1140 chieu dai right cua phan tu thuoc 1  
 0.3441 he so nham left cua phan tu thuoc 1  
 0.3458 he so nham right cua phan tu thuoc 1  
 95.3 chi so CN left cua dai 1  
 95.92 chi so CN right cua dai 1  
 0.523 do doc left cua dai 1  
 0.523 do doc right cua dai 1  
 2390 chieu rong left cua phan tu thuoc 2  
 3360 chieu rong right cua phan tu thuoc 2  
 3280 chieu dai left cua phan tu thuoc 2  
 3910 chieu dai right cua phan tu thuoc 2  
 0.3391 he so nham left cua phan tu thuoc 2  
 0.389 he so nham right cua phan tu thuoc 2  
 97.39 chi so CN left cua dai 2  
 85.43 chi so CN right cua dai 2  
 0.442 do doc left cua dai 2  
 0.333 do doc right cua dai 2  
 2040 chieu rong left cua phan tu thuoc 3  
 4620 4370 chieu rong right cua phan tu thuoc 3  
 4200 chieu dai left cua phan tu thuoc 3  
 3380 2540 chieu dai right cua phan tu thuoc 3  
 0.3386 he so nham left cua phan tu thuoc 3  
 0.4 0.378 he so nham right cua phan tu thuoc 3  
 97.51 chi so CN left cua dai 3  
 83.0 86.83 chi so CN right cua dai 3  
 0.201 do doc left cua dai 3  
 0.201 0.201 do doc right cua dai 3  
 1 SONG 17 (song 16 o ban do)  
 2  
 15 16 song do vao  
 180 ! Chieu rong cua song ung voi tung dai  
 1.5 ! m : do doc mai kenh  
 6210 ! chieu dai doan long dan  
 0.0032 ! do doc doan long dan

1 left  
1 right  
0.033 He so nham song  
4810 chieu rong left cua phan tu thuoc 1  
2320 chieu rong right cua phan tu thuoc 1  
3690 chieu dai left cua phan tu thuoc 1  
5460 chieu dai right cua phan tu thuoc 1  
0.3934 he so nham left cua phan tu thuoc 1  
0.3981 he so nham right cua phan tu thuoc 1  
84.45 chi so CN left cua dai 1  
83.42 chi so CN right cua dai 1  
0.444 do doc left cua dai 1  
0.328 do doc right cua dai 1  
4 SONG 18 (song 12 so voi ban do)  
0  
150 160 170 180 Chieu rong cua song ung voi tung dai  
1.5 1.5 1.5 1.5 ! m : do doc mai kenh  
12210 5130 7550 6320 ! chieu dai doan long dan  
0.0328 0.0058 0.004 0.0047 ! do doc doan long dan  
2 2 3 1 left  
2 5 6 2 right  
0.027 0.027 0.029 0.028 He so nham song  
3800 10150 chieu rong left cua phan tu thuoc 1  
4370 5070 chieu rong right cua phan tu thuoc 1  
6130 2120 chieu dai left cua phan tu thuoc 1  
5000 5060 chieu dai right cua phan tu thuoc 1  
0.4 0.4 he so nham left cua phan tu thuoc 1  
0.4 0.4 he so nham right cua phan tu thuoc 1  
82.0 82.0 chi so CN left cua dai 1  
82.0 82.0 chi so CN right cua dai 1  
0.355 0.367 do doc left cua dai 1  
0.436 0.388 do doc right cua dai 1  
2000 5370 chieu rong left cua phan tu thuoc 2  
5080 8180 6330 5300 4090 chieu rong right cua phan tu thuoc 2  
5130 3530 chieu dai left cua phan tu thuoc 2

5060 3630 3470 2070 2010                      chieu dai right cua phan tu thuoc 2  
 0.4 0.4    he so nham left cua phan tu thuoc 2  
 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4                      he so nham right cua phan tu thuoc 2  
 82.0 82.0    chi so CN left cua dai 2  
 82.0 82.0 82.0 82.0 82.0                      chi so CN right cua dai 2  
 0.349 0.349    do doc left cua dai 2  
 0.389 0.351 0.349 0.349 0.349                      do doc right cua dai 2  
 4110 5940 5350    chieu rong left cua phan tu thuoc 3  
 5210 9410 8710 8920 4650 6570                      chieu rong right cua phan tu thuoc  
 3    5470 2660 2070    chieu dai  
 left cua phan tu thuoc 3    3640 2960 2150  
 2430 3770 2370    chieu dai right cua phan tu thuoc 3  
 0.4 0.4 0.4    he so nham left cua phan tu thuoc 3  
 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4    he so nham right cua phan tu thuoc 3  
 82.0 82.0 82.0    chi so CN left cua dai 3  
 82.0 82.0 82.0 82.0 82.0 82.0                      chi so CN right cua dai 3  
 0.354 0.349 0.349    do doc left cua dai 3  
 0.508 0.512 0.514 0.485 0.447 0.36                      do doc right cua dai 3  
 3210    chieu rong left cua phan tu thuoc 4  
 2590 3930    chieu rong right cua phan tu thuoc 4  
 5450    chieu dai left cua phan tu thuoc 4  
 5280 4200    chieu dai right cua phan tu thuoc 4  
 0.4    he so nham left cua phan tu thuoc 4  
 0.4 0.4    he so nham right cua phan tu thuoc 4  
 82.0    chi so CN left cua dai 4  
 82.0 82.0    chi so CN right cua dai 4  
 0.349    do doc left cua dai 4  
 0.523 0.418    do doc right cua dai 4  
 2      SONG 19 (song 19 trong ban do)  
 2  
 17 18    song do vao  
 180 190    ! Chieu rong cua song ung voi tung dai  
 1.5 1.5    ! m : do doc mai kenh  
 7610 5420    ! chieu dai doan long dan  
 0.0039 0.0055    ! do doc doan long dan

2	1		left
2	2		right
0.03	0.031		He so nham song
2870	3840		chieu rong left cua phan tu thuoc 1
2640	4020		chieu rong right cua phan tu thuoc 1
5450	3230		chieu dai left cua phan tu thuoc 1
2660	3210		chieu dai right cua phan tu thuoc 1
0.4	0.4		he so nham left cua phan tu thuoc 1
0.4	0.4		he so nham right cua phan tu thuoc 1
82.0	82.0		chi so CN left cua dai 1
82.0	82.0		chi so CN right cua dai 1
0.349	0.349		do doc left cua dai 1
0.322	0.349		do doc right cua dai 1
2840			chieu rong left cua phan tu thuoc 2
2850	4320		chieu rong right cua phan tu thuoc 2
2750			chieu dai left cua phan tu thuoc 2
4370	2980		chieu dai right cua phan tu thuoc 2
0.4			he so nham left cua phan tu thuoc 2
0.4	0.4		he so nham right cua phan tu thuoc 2
82.0			chi so CN left cua dai 2
82.0	82.0		chi so CN right cua dai 2
0.350			do doc left cua dai 2
0.382	0.404		do doc right cua dai 2
3	SONG 20 (song 18 o ban do)		
0			
170	180	190	! Chieu rong cua song ung voi tung dai
1.5	1.5	1.5	! m : do doc mai kenh
9960	6860	7320	! chieu dai doan long dan
0.0403	0.0044	0.0041	! do doc doan long dan
1	2	1	left
1	1	1	right
0.029	0.028	0.029	He so nham song
7760			chieu rong left cua phan tu thuoc 1
5660			chieu rong right cua phan tu thuoc 1
4000			chieu dai left cua phan tu thuoc 1

3040 chieu dai right cua phan tu thuoc 1  
 0.4 he so nham left cua phan tu thuoc 1  
 0.4 he so nham right cua phan tu thuoc 1  
 82.0 chi so CN left cua dai 1  
 82.0 chi so CN right cua dai 1  
 0.523 do doc left cua dai 1  
 0.517 do doc right cua dai 1  
 3380 5940 chieu rong left cua phan tu thuoc 2  
 6090 chieu rong right cua phan tu thuoc 2  
 5530 2150 chieu dai left cua phan tu thuoc 2  
 3940 chieu dai right cua phan tu thuoc 2  
 0.4 0.4 he so nham left cua phan tu thuoc 2  
 0.4 he so nham right cua phan tu thuoc 2  
 82.0 82.0 chi so CN left cua dai 2  
 82.0 chi so CN right cua dai 2  
 0.445 0.46 do doc left cua dai 2  
 0.398 do doc right cua dai 2  
 4440 chieu rong left cua phan tu thuoc 3  
 3890 chieu rong right cua phan tu thuoc 3  
 4130 chieu dai left cua phan tu thuoc 3  
 3360 chieu dai right cua phan tu thuoc 3  
 0.4 he so nham left cua phan tu thuoc 3  
 0.4 he so nham right cua phan tu thuoc 3  
 82.0 chi so CN left cua dai 3  
 82.0 chi so CN right cua dai 3  
 0.460 do doc left cua dai 3  
 0.349 do doc right cua dai 3  
 1 SONG 21 (song 23 so voi ban do)  
 2  
 19 20 song do vao  
 200 ! Chieu rong cua song ung voi tung dai  
 1.5 ! m : do doc mai kenh  
 5920 ! chieu dai doan long dan  
 0.0051 ! do doc doan long dan  
 1 left



1                   right  
0.033               He so nham song  
2980               chieu rong left cua phan tu thuoc 1  
3470               chieu rong right cua phan tu thuoc 1  
2320               chieu dai left cua phan tu thuoc 1  
2990               chieu dai right cua phan tu thuoc 1  
0.4                 he so nham left cua phan tu thuoc 1  
0.4                 he so nham right cua phan tu thuoc 1  
82.0               chi so CN left cua dai 1  
82.0               chi so CN right cua dai 1  
0.523              do doc left cua dai 1  
0.523              do doc right cua dai 1  
3    SONG 22 (song 21 so voi ban do)  
0  
180 190 200                           Chieu rong cua song ung voi tung dai  
1.5 1.5 1.5                           ! m : do doc mai kenh  
7430 9010 9730                       ! chieu dai doan long dan  
0.0538 0.0111 0.0103               ! do doc doan long dan  
1 3 2                                  left  
1 1 1                                  right  
0.0028 0.027 0.028                   He so nham song  
3490               chieu rong left cua phan tu thuoc 1  
5400               chieu rong right cua phan tu thuoc 1  
2860               chieu dai left cua phan tu thuoc 1  
2920               chieu dai right cua phan tu thuoc 1  
0.4                 he so nham left cua phan tu thuoc 1  
0.4                 he so nham right cua phan tu thuoc 1  
82.0               chi so CN left cua dai 1  
82.0               chi so CN right cua dai 1  
0.523              do doc left cua dai 1  
0.523              do doc right cua dai 1  
3670 5280 8450                       chieu rong left cua phan tu thuoc 2  
3150               chieu rong right cua phan tu thuoc 2  
4370 1860 1940                       chieu dai left cua phan tu thuoc 2  
8770               chieu dai right cua phan tu thuoc 2

0.3928 0.4 0.4 he so nham left cua phan tu thuoc 2  
 0.4 0.4 he so nham right cua phan tu thuoc 2  
 83.58 82.0 82.0 chi so CN left cua dai 2  
 82.0 82.0 chi so CN right cua dai 2  
 0.523 0.523 0.523 do doc left cua dai 2  
 0.486 do doc right cua dai 2  
 6590 6330 chieu rong left cua phan tu thuoc 3  
 5410 chieu rong right cua phan tu thuoc 3  
 2070 2950 chieu dai left cua phan tu thuoc 3  
 2100 chieu dai right cua phan tu thuoc 3  
 0.3871 0.4 he so nham left cua phan tu thuoc 3  
 0.4 he so nham right cua phan tu thuoc 3  
 84.84 82.0 chi so CN left cua dai 3  
 82.0 chi so CN right cua dai 3  
 0.523 0.523 do doc left cua dai 3  
 0.512 do doc right cua dai 3  
 1 SONG 23 (song 22 so voi ban do)  
 2  
 21 22 song do vao  
 210 ! Chieu rong cua song ung voi tung dai  
 1.5 ! m : do doc mai kenh  
 6890 ! chieu dai doan long dan  
 0.0044 ! do doc doan long dan  
 1 left  
 3 right  
 0.031 He so nham song  
 4780 chieu rong left cua phan tu thuoc 1  
 4660 4170 9450 chieu rong right cua phan tu thuoc 1  
 3200 chieu dai left cua phan tu thuoc 1  
 4110 4030 860 chieu dai right cua phan tu thuoc 1  
 0.3991 he so nham left cua phan tu thuoc 1  
 0.3993 0.3992 0.3966 he so nham right cua phan tu thuoc 1  
 82.2 chi so CN left cua dai 1  
 82.16 82.17 82.75 chi so CN right cua dai 1

0.523

do doc left cua dai 1

0.38 0.474 0.505

do doc right cua dai 1