

THUẬT TOÁN SỬ DỤNG CÔNG NGHỆ GIS ĐỂ ĐÁNH GIÁ ĐỘ RỦI RO ĐỘNG ĐẤT Ở VIỆT NAM

NGUYỄN HỒNG PHƯƠNG

1. Mở đầu

Động đất gây ra những tổn thất không thể lường trước được cho cuộc sống và tài sản của con người. Mặc dù không phải bao giờ cũng có thể dự báo chính xác được các trận động đất mạnh, nhưng con người vẫn có thể tiến hành những biện pháp hữu hiệu nhằm giảm nhẹ những mất mát về người và tài sản do động đất gây ra.

Cho đến nay, đã có rất nhiều công trình nghiên cứu về tính địa chấn và độ hoạt động động đất lãnh thổ miền Bắc Việt Nam. Các kết quả phân vùng động đất cho thấy nhiều khu vực có độ nguy hiểm động đất cao như vùng Tây Bắc (cấp 8-9), đới Sông Hồng và bắc vùng trung Hà Nội (bao gồm cả thành phố Hà Nội, cấp 8). Tuy nhiên những thiệt hại lớn nhất do động đất gây ra không phải bao giờ cũng gắn liền với những trận động đất mạnh. Đáng tiếc rằng, cho đến nay ở nước ta vẫn chưa có công trình nghiên cứu nào đề cập đến việc đánh giá những thiệt hại mà động đất có thể gây ra cho một vùng hay một khu vực cụ thể bằng một thuật toán chuẩn hoá và hiện đại. Nói cách khác, trong khi kỹ thuật đánh giá độ nguy hiểm động đất ở nước ta đã đạt đến một trình độ cao, thì một khái niệm rất quan trọng và không thể tách rời độ nguy hiểm động đất lại không được nghiên cứu đầy đủ. Đó là khái niệm về độ rủi ro động đất.

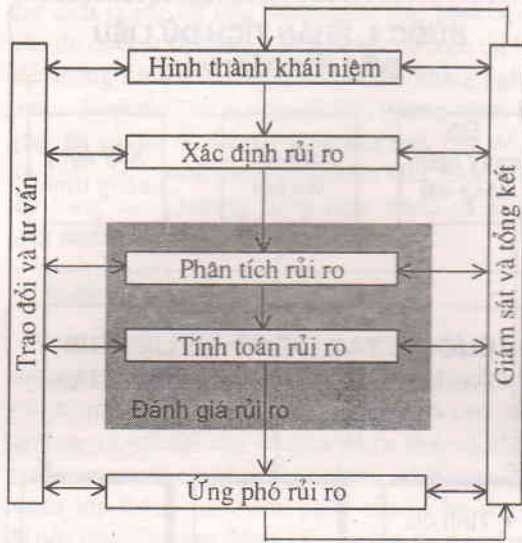
Bài viết này thảo luận về khả năng áp dụng các công nghệ mới nhất để nghiên cứu độ rủi ro động đất một cách có hệ thống ở Việt Nam. Xuất phát từ định nghĩa về độ rủi ro, trên cơ sở tham khảo kinh nghiệm và các phương pháp đang áp dụng rộng rãi trên thế giới hiện nay, một thuật toán đơn giản được xây dựng và áp dụng lần đầu tiên cho Việt Nam. Thuật toán được thiết kế để thực hiện với sự trợ giúp của một công cụ rất mạnh hiện nay là công

nghệ Hệ thống tin địa lý (GIS), và các kết quả sơ bộ áp dụng thuật toán cho khu vực dải ven biển cửa sông Hồng thuộc miền Bắc Việt Nam được minh hoạ.

2. Hệ thống thông tin địa lý trong việc đánh giá và quản lý rủi ro động đất

Khác với độ nguy hiểm động đất, độ rủi ro động đất bao hàm những tổn thất trong các lĩnh vực xã hội và kinh tế, cụ thể hơn, đây là sự đánh giá những tổn hại về người và của mà một trận động đất mạnh có thể gây ra. Như vậy, xét về toàn cục, đánh giá và quản lý rủi ro động đất là công việc của cả cộng đồng, được quản lý ở những phạm vi rất rộng và ở những cấp rất khác nhau, từ toàn cầu, khu vực, nhà nước đến địa phương. Việc quản lý rủi ro động đất, mà bản chất là sự ước lượng những tổn thất do động đất gây ra và áp dụng những biện pháp phòng ngừa không chỉ thu hút sự chú ý của đông đảo quần chúng, mà còn cần có sự góp mặt của rất nhiều thành phần khác nhau trong xã hội. Không phải ngẫu nhiên mà ở những nước phát triển, quá trình quản lý rủi ro được đưa vào quy phạm như là một phần của toàn bộ quá trình quản lý xã hội, được định nghĩa là một quá trình đa ngành, huy động được sự đóng góp trí tuệ và tham gia rộng rãi của toàn xã hội. Hình 1 trình bày sơ đồ cấu trúc của quá trình quản lý rủi ro theo quy phạm của Australia [2].

Một điều cần nhấn mạnh ở đây là tuyệt đại đa số phương pháp luận hay thuật toán đánh giá độ rủi ro động đất hiện nay đều chọn công nghệ GIS làm công cụ thực hiện. Công nghệ GIS với những chức năng xử lý và quản lý đồ họa rất mạnh, cho phép hiển thị các kết quả trên màn hình máy tính, khiến người sử dụng có thể "thấy" được giả thiết



Hình 1. Quy trình quản lý rủi ro

hay diễn biến động đất khác nhau. Hơn thế nữa, các chức năng lập trình của công nghệ GIS còn cho phép tạo ra các ứng dụng phần mềm rất linh hoạt và tiện lợi trên môi trường Windows, cho phép người sử dụng cập nhật và chỉnh sửa dữ liệu,... mà không nhất thiết phải là một chuyên gia tin học. Những ưu điểm trên đã khiến công nghệ GIS trở thành bộ phận không thể tách rời trong toàn bộ quy trình đánh giá độ rủi ro động đất. Trên hình 2 minh họa quy trình đánh giá độ rủi ro động đất sử dụng công cụ GIS [2].

3. Phương pháp

Theo định nghĩa của Tổ chức giảm nhẹ thiên tai của Liên hợp quốc (UNDRO), độ rủi ro địa chấn được xác định theo công thức sau [1] :

$$R = E * V * H,$$

ở đây E là yếu tố chịu rủi ro hay là một giá trị, thường biểu thị dân số, tài sản, các hoạt động kinh tế, dịch vụ công cộng,... dự đoán phải chịu thiệt hại nếu động đất xảy ra ; V là điểm yếu hay độ nhạy cảm, biểu thị số đo của những tổn thất thành phần của giá trị ; và H là độ nguy hiểm động đất.

Tuy nhiên, nếu xét từ khía cạnh hiện thực của vấn đề, lưu ý rằng không phải lúc nào độ rủi ro động đất cũng là một đại lượng tỷ lệ thuận với độ nguy hiểm động đất, thì công thức trên có thể được viết dưới dạng sau :

$$R = f(E, V, H)$$

theo đó, độ rủi ro động đất sẽ được xét như một hàm của các biến E , V , và H . Ta hãy xét một ví dụ nhỏ sau đây. Trận động đất mạnh 6,8 độ Richter đã từng xảy ra ở Tuần Giáo, Việt Nam vào năm 1983, do có chấn tâm nằm ở giữa một vùng rất hẻo lánh nên chỉ làm bị thương 19 người. Trong khi đó, trận động đất có magnitud tương đương (6,9 độ Richter) xảy ra trên địa phận của thành phố lớn, đông dân thứ hai của Nhật Bản là Kô Bê đã làm cho 5.500 người chết và khoảng 35.000 người bị thương, đó là chưa kể đến những thiệt hại về kinh tế - xã hội khác ước tính lên đến 147 tỷ đô la Mỹ [6].

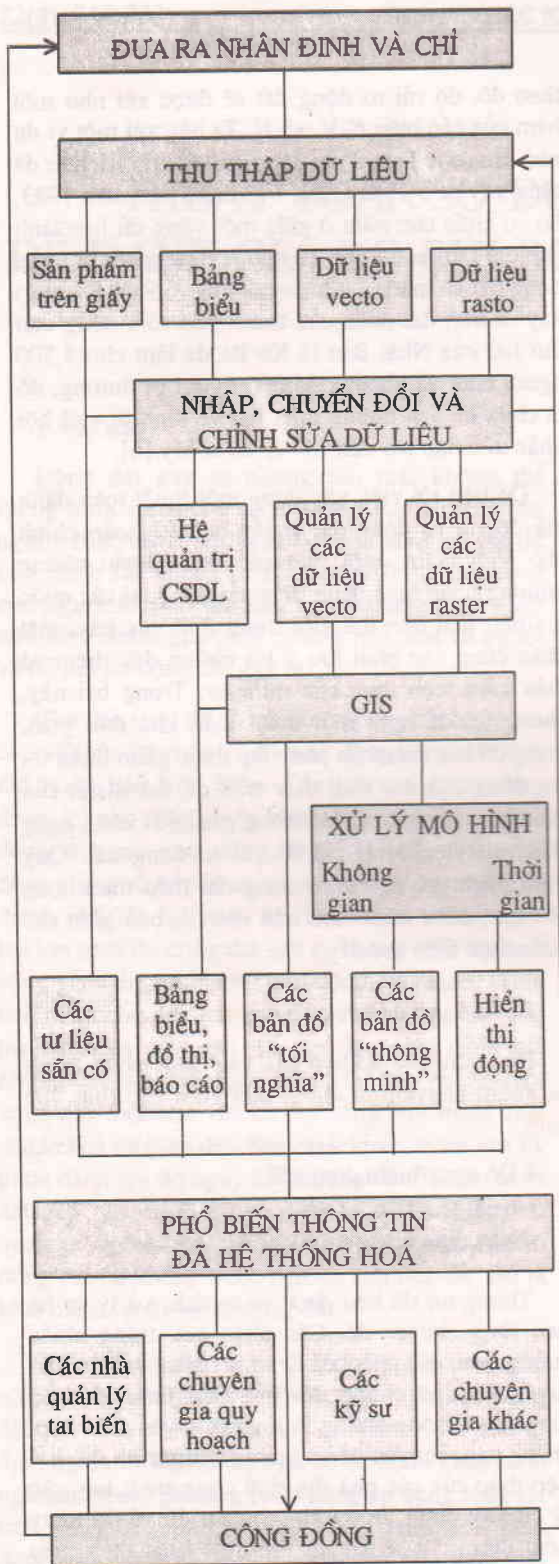
Để tiến tới việc xây dựng một thuật toán đánh giá độ rủi ro động đất chuẩn hoá và hoàn chỉnh cho Việt Nam, một mặt cần tham khảo những phương pháp luận đang được áp dụng tại các quốc gia tiên tiến trên thế giới trong lĩnh vực này, mặt khác cũng cần phải lưu ý tới những đặc điểm và điều kiện hiện thực của nước ta. Trong bài này, chúng tôi đề nghị một thuật toán khá đơn giản, trong đó các tính toán phức tạp được giảm thiểu tối đa, đồng thời lại khai thác triệt để thế mạnh của các phương pháp xử lý không gian của công nghệ GIS vào việc đánh giá độ rủi ro động đất. Quy trình đánh giá độ rủi ro động đất theo thuật toán nêu trên được minh họa trên hình 3, bao gồm các bước thực hiện sau đây :

Bước 1: phân tích dữ liệu.

Đầu tiên, các dữ liệu đầu vào được phân thành ba nhóm chuyên đề chính bao gồm các lĩnh vực sau :

- Độ nguy hiểm động đất ;
- Kinh tế - xã hội ; và
- Xây dựng công trình.

Thông tin dữ liệu được phân tích, xử lý sơ bộ theo từng chuyên đề. Cần nhận xét, trong nhiều trường hợp, các phép xử lý sơ bộ đóng vai trò khá quyết định, vì chúng đòi hỏi kiến thức của các chuyên gia trong những lĩnh vực chuyên môn hẹp. Chẳng hạn, chuyên đề xây dựng công trình đòi hỏi kiến thức của các nhà địa chất công trình hay các kỹ sư xây dựng, trong khi chuyên đề về độ nguy hiểm động đất sẽ không thể thực hiện được nếu không có sự tham gia của các chuyên gia địa chấn. Kết thúc giai đoạn này, thông tin và dữ liệu được phân loại và lưu giữ dưới hai loại hình dữ liệu : loại



Hình 2. Sơ đồ cấu trúc quy trình đánh giá độ rủi ro bằng công nghệ GIS



Hình 3. Thuật toán đánh giá độ rủi ro động đất

thứ nhất là các dữ liệu thuộc tính, bao gồm các số liệu đo được, các bảng số, các tham số biểu thị hay các thông tin mô tả đặc tính của đối tượng nghiên cứu,... Loại thứ hai là các dữ liệu không gian, bao gồm tất cả các dữ liệu đồ họa như ảnh, bản đồ, sơ đồ, mặt cắt,... của khu vực nghiên cứu được thành lập bằng các phương pháp khác nhau và không nhất thiết phải có khuôn dạng chuẩn.

Bước 2: tạo cơ sở dữ liệu GIS

Quá trình tạo cơ sở dữ liệu GIS là một trong những bước quan trọng của toàn bộ quy trình đánh giá độ rủi ro động đất. Công nghệ GIS cho phép tập hợp và nối kết các dữ liệu thuộc tính và không gian trong một cơ sở dữ liệu thống nhất, bao gồm nhiều lớp thông tin thành phần của cả ba chuyên đề nêu trên. Các lớp thông tin này tồn tại trong máy tính dưới dạng một tập các bản đồ được đưa về cùng một kích thước (ranh giới khung), với cùng một tỷ lệ xích và lưới chiếu, và có thể được chồng ghép lên nhau để tạo ra những bản đồ kết quả. Tuy nhiên, đây không chỉ đơn thuần là các bản đồ, vì chúng bao hàm cả các thông tin và dữ liệu thuộc tính được liên kết chặt chẽ và có thể được gọi ra hoặc tra vấn trên màn hình máy tính. Có thể gọi đây là các lớp thông tin trung gian, vì chúng sẽ được sử dụng để tạo các bản đồ chuyên đề.

Giai đoạn này kết thúc bằng việc tạo các bản đồ chuyên đề. Phương pháp phổ biến nhất để tạo các bản đồ chuyên đề là thực hiện chồng ghép không gian các lớp thông tin để tạo ra một bản đồ kết quả bao hàm tối đa lượng thông tin chứa trong mỗi chuyên đề. Chẳng hạn, bản đồ chuyên đề về độ nguy hiểm động đất có thể chứa các thông tin về tính địa chấn (bản đồ phân bố chấn tâm động đất), các vùng phát sinh động đất ở các cấp độ khác nhau (bản đồ phân vùng động đất), các thông tin về độ rung động nền (bản đồ gia tốc cực đại nền),... Tương tự như thế, đối với hai chuyên đề khác, kết quả là các bản đồ diễn biến kinh tế - xã hội và bản đồ phân bố các khu vực đã xây dựng, vốn là những đối tượng sẽ phải chịu rủi ro lớn nhất nếu động đất xảy ra.

Bước 3 : xử lý GIS

Trong giai đoạn này, các phương pháp xử lý không gian được áp dụng để xây dựng các bản đồ độ rủi ro động đất. Các bộ phần mềm xử lý GIS như ArcINFO, ArcView cho phép thực hiện các phép xử lý không gian không những đối với các dữ

liệu dạng vecto, mà còn cả đối với các dữ liệu raster. Các phương pháp xử lý không gian như giao (intersection), hợp (union), phân rã (dissolve),... là những công cụ rất mạnh của công nghệ GIS, được thực hiện đối với từng cặp bản đồ, trong đó mỗi bản đồ đại diện cho một chuyên đề để tạo các bản đồ độ rủi ro động đất thành phần. Cuối cùng, việc áp dụng các phép xử lý không gian đối với các bản đồ độ rủi ro thành phần sẽ cho kết quả là một bản đồ độ rủi ro động đất tổng hợp.

4. Dải ven biển của sông Hồng : trường hợp nghiên cứu thử nghiệm

Dải ven biển cửa sông Hồng được chọn làm vùng nghiên cứu thử nghiệm để áp dụng thuật toán đánh giá độ rủi ro động đất. Khu vực nghiên cứu nằm trong khoảng 19°57'-21°15' vĩ Bắc và 105°30'-107°15' kinh Đông, chạy dọc bờ tây vịnh Bắc Bộ, bao gồm toàn bộ chín cửa sông và giới hạn bởi nhánh trên cùng phía bắc và nhánh dưới cùng phía nam của hệ thống sông Hồng ; cho thấy khu vực nghiên cứu bao gồm địa phận của bốn tỉnh Hải Phòng, Nam Hà, Ninh Bình, Thái Bình và bốn huyện của tỉnh Quảng Ninh.

Việc lựa chọn dải ven biển cửa sông Hồng làm khu vực nghiên cứu là có dụng ý, bởi vì đối tượng đánh giá độ rủi ro động đất ở đây không phải là một vùng có độ nguy hiểm động đất cao (chẳng hạn, nếu so với vùng Tây Bắc Việt Nam), nhưng lại là khu vực có tầm quan trọng chiến lược về kinh tế xã hội và phát triển công nghiệp.

Về vị trí, dải ven biển cửa sông Hồng là mặt tiền của các tỉnh phía bắc Việt Nam trông ra Biển Đông, là điểm giao lưu chuyển tiếp về nhân tài vật lực giữa các vùng với nhau và giữa trong nước với nước ngoài. Về chiến lược phát triển, dải ven biển cửa sông Hồng nằm trong vùng kinh tế trọng điểm của miền Bắc Việt Nam, có 2 thành phố là Hải Phòng và Hạ Long được chính phủ đầu tư mạnh để trở thành vùng động lực cho quá trình phát triển kinh tế - xã hội của toàn bộ vùng châu thổ sông Hồng. Góp phần đáng kể vào việc mở rộng giao lưu phát triển kinh tế của các tỉnh phía Bắc còn có hệ thống cảng biển gồm một số cảng tổng hợp như Hải Phòng, Cái Lán, một số cảng than như Uông Bí, Cửa Ông, một số cảng cá, cảng quân sự, và hàng loạt cảng sông được hình thành trên các cửa sông gần biển. Tốc độ tăng trưởng rất nhanh của các ngành kinh tế cùng với xu thế "tiến ra biển"

của các cộng đồng dân cư đã đặt toàn bộ dải ven biển cửa sông Hồng trước những thách thức của sự bùng nổ dân số và các công trình xây dựng [3]. Vấn đề đánh giá những rủi ro về người và của do các hiểm họa thiên nhiên, trong đó có động đất, gây ra cho dải ven biển cửa sông Hồng không những có ý nghĩa thiết thực, mà còn thực sự trở thành yêu cầu cấp bách.

5. Độ nguy hiểm động đất

Trong khu vực nghiên cứu, động đất thường xảy ra trong các đới phá huỷ kiến tạo, dọc theo các đứt gãy sâu đã được biết đến rộng rãi. Hai hệ thống đứt gãy chính tồn tại trên dải ven biển cửa sông Hồng và đóng vai trò quan trọng trong việc phát sinh động đất là :

1. Hệ thống đứt gãy hướng tây bắc - đông nam đóng vai trò chủ đạo trong việc điều tiết các hoạt động kiến tạo của toàn bộ vùng châu thổ sông Hồng. Trong số các đứt gãy của hệ thống này có những đứt gãy lớn mang cỡ hành tinh như đứt gãy Sông Hồng. Tại phần phía tây nam dải ven biển cửa sông Hồng, các chấn tâm động đất thường quan sát thấy dọc theo các đoạn cuối trước khi chạy ra biển của các đứt gãy sâu như Sông Hồng, Sông Chảy, Vinh Ninh và Sông Lô. Trong số các động đất đã quan sát thấy tại khu vực này, có hai trận động đất có magnitud đạt tới 5,1 độ Richter đã xảy ra vào các năm 1910 và 1987. Tại phần phía bắc của khu vực nghiên cứu, động đất vừa và nhỏ có liên quan tới hoạt động của các đứt gãy địa phương như Tiên Lãng và Hải Phòng.

2. Hệ thống đứt gãy hướng bắc-nam chạy qua địa phận các tỉnh Hải Phòng và Quảng Ninh bao gồm một số đứt gãy địa phương như đứt gãy Trung Lương, đứt gãy Quốc lộ 18. Cùng với các đứt gãy địa phương hướng tây bắc - đông nam đã nêu trên, chúng tạo nên một vùng chấn động cấp 6. Tại khu vực này có hai trận động đất có magnitud vượt quá 5 độ Richter, đó là các trận động đất xảy ra năm 1903 (M=5,1) và năm 1926 (M=5,0).

Danh mục các trận động đất ghi nhận được bằng máy trong khoảng thời gian từ năm 1903 đến năm 1993 do hệ thống đài trạm thế giới và Việt Nam công bố được thành lập cho khu vực nghiên cứu, bao gồm 51 trận, liệt kê trong *bảng 1*. Hình 4 minh họa bản đồ độ nguy hiểm động đất sẽ được sử dụng trong nghiên cứu này, bao gồm hai lớp

thông tin chính là phân bố các chấn tâm động đất và sơ đồ phân vùng động đất nhỏ cho khu vực dải ven biển cửa sông Hồng. Sơ đồ phân vùng chỉ ra ranh giới của ba vùng chấn động cấp 6, 7, và 8 trên toàn bộ khu vực nghiên cứu [4].

Bảng 1. Danh mục động đất ghi nhận được bằng máy tại dải ven biển cửa sông Hồng (1903-1993)

TT	Năm tháng				Giờ			Vĩ độ	Kinh độ	Sâu	Ms
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1903	7	19	23	0	0	21.00	106.7	21	5,1	
2	1910	2	1	0	0	0	20.42	106.3	22	5,1	
3	1914	2	1	18	0	0	20.17	106.00	15	4,8	
4	1915	6	1	10	0	0	20.66	105.92	15	4,1	
5	1923	6	1	3	0	0	20.15	106.00	16	4,8	
6	1926	6	13	2	3	0	20.00	106.50	0	0	
7	1926	9	11	17	2	30	20.80	106.60	0	5,0	
8	1930	5	1	0	0	0	20.75	106.42	15	4,1	
9	1930	8	1	21	0	0	20.66	106.17	15	4,8	
10	1930	10	19	8	25	0	20.10	105.70	6	2,5	
11	1931	5	3	4	47	0	20.80	105.70	0	2,0	
12	1933	12	31	21	3	0	20.66	105.66	15	4,8	
13	1934	6	1	21	3	0	20.66	105.66	15	4,8	
14	1935	10	1	0	0	0	20.42	106.50	15	4,8	
15	1936	4	1	15	0	0	20.42	106.17	15	4,8	
16	1939	4	2	23	0	0	20.57	106.57	15	4,8	
17	1939	5	1	0	0	0	20.50	105.90	15	4,8	
18	1942	12	1	0	0	0	20.83	106.66	15	4,8	
19	1943	1	1	0	0	0	20.57	106.66	15	4,1	
20	1950	3	1	14	0	0	20.90	106.17	15	4,1	
21	1957	1	1	0	0	0	20.92	106.61	15	4,8	
22	1957	4	1	0	0	0	20.92	106.61	15	4,8	
23	1958	8	13	13	20	0	20.08	105.57	20	5,2	
24	1958	9	20	5	17	20	21.25	105.50	20	5,3	
25	1960	3	1	0	0	0	20.05	105.58	15	4,1	
26	1962	6	3	0	0	0	20.83	106.83	15	4,8	
27	1963	9	22	10	2	0	21.00	105.80	15	2,6	
28	1965	10	11	10	56	0	20.80	106.70	15	2,7	
29	1968	5	1	0	0	0	20.05	105.62	25	5,1	
30	1972	12	31	0	0	0	21.14	106.24	15	3,0	
31	1975	1	1	0	0	0	21.00	106.82	15	4,1	
32	1976	8	14	0	0	0	21.15	106.05	4	3,5	
33	1976	9	2	23	59	20	21.18	105.99	4	2,6	
34	1976	9	20	21	46	28	20.85	105.51	15	2,5	
35	1977	1	6	0	0	0	20.31	105.78	17	4,1	

Bảng 1 (tiếp theo)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
36	1977	1	6	0	0	0	20.05	105.62	19	4,7
37	1977	4	3	23	38	40	21.20	106.00	10	3,1
38	1977	5	19	18	33	3	21.24	106.56	25	2,1
39	1977	6	1	0	0	0	20.31	105.78	17	4,1
40	1977	6	16	17	17	0	21.15	105.93	10	1,7
41	1977	10	12	2	5	2	21.18	105.92	5	1,9
42	1977	10	25	12	29	57	21.18	105.82	10	3,0
43	1977	12	6	17	20	34	21.23	106.45	15	2,0
44	1978	5	7	5	25	34	20.40	106.80	10	2,5
45	1978	5	7	12	25	0	20.40	106.80	10	2,5
46	1978	11	15	16	24	25	21.17	106.00	10	3,2
47	1979	8	2	16	25	58	20.77	105.70	15	2,5
48	1987	7	14	11	18	24	20.20	106.50	0	5,1
49	1988	10	4	18	4	25	20.90	107.24	10	4,9
50	1989	4	2	5	31	55	21.10	106.95	0	0
51	1989	5	26	21	9	13	20.80	105.51	5	4,0

6. Các yếu tố chịu rủi ro động đất

Trong nghiên cứu này, các số liệu sử dụng chủ yếu được khai thác từ các nguồn tài liệu thống kê năm 1993 cho khu vực nghiên cứu [5, 7]. Hiểm họa động đất được đánh giá thông qua hai yếu tố chịu rủi ro chính là kinh tế xã hội và xây dựng công trình.

a) Các yếu tố kinh tế - xã hội

Theo các số liệu của Tổng cục thống kê năm 1993 (bảng 2), dân số của toàn dải ven biển cửa

sông Hồng ước tính là 7.258.000 người, trong đó số dân thành thị chiếm 17 %, và số dân nông thôn chiếm 83 %. So với tổng diện tích vùng nghiên cứu là 7.973 km², mật độ dân số trung bình là 910 người/km² và có thể được coi là cao nếu so sánh với mật độ dân số của Hà Lan (37.000 km²) là 405 người/km², của tỉnh Tây Java (Indonesia) là 1.022 người/km² và của toàn Việt Nam là 223 người/km². Cũng theo nguồn số liệu này, tốc độ tăng trưởng dân số hàng năm hiện nay ở Việt Nam là vào khoảng 2,3 %, với tỷ lệ các nhóm người ít tuổi rất cao, chẳng hạn, 68 % dân số ở độ tuổi dưới 30.

Năm 1993, tổng sản phẩm quốc nội (GDP) của dải ven biển cửa sông Hồng tương đương với 1.498.000.000 đô la Mỹ (theo tỷ giá 1 đô la Mỹ = 10.500 đồng Việt Nam). Bảng 3 minh họa các số liệu thống kê cho từng tỉnh của khu vực nghiên cứu

Bảng 2. Dân số dải ven biển cửa sông Hồng (theo tài liệu năm 1993)

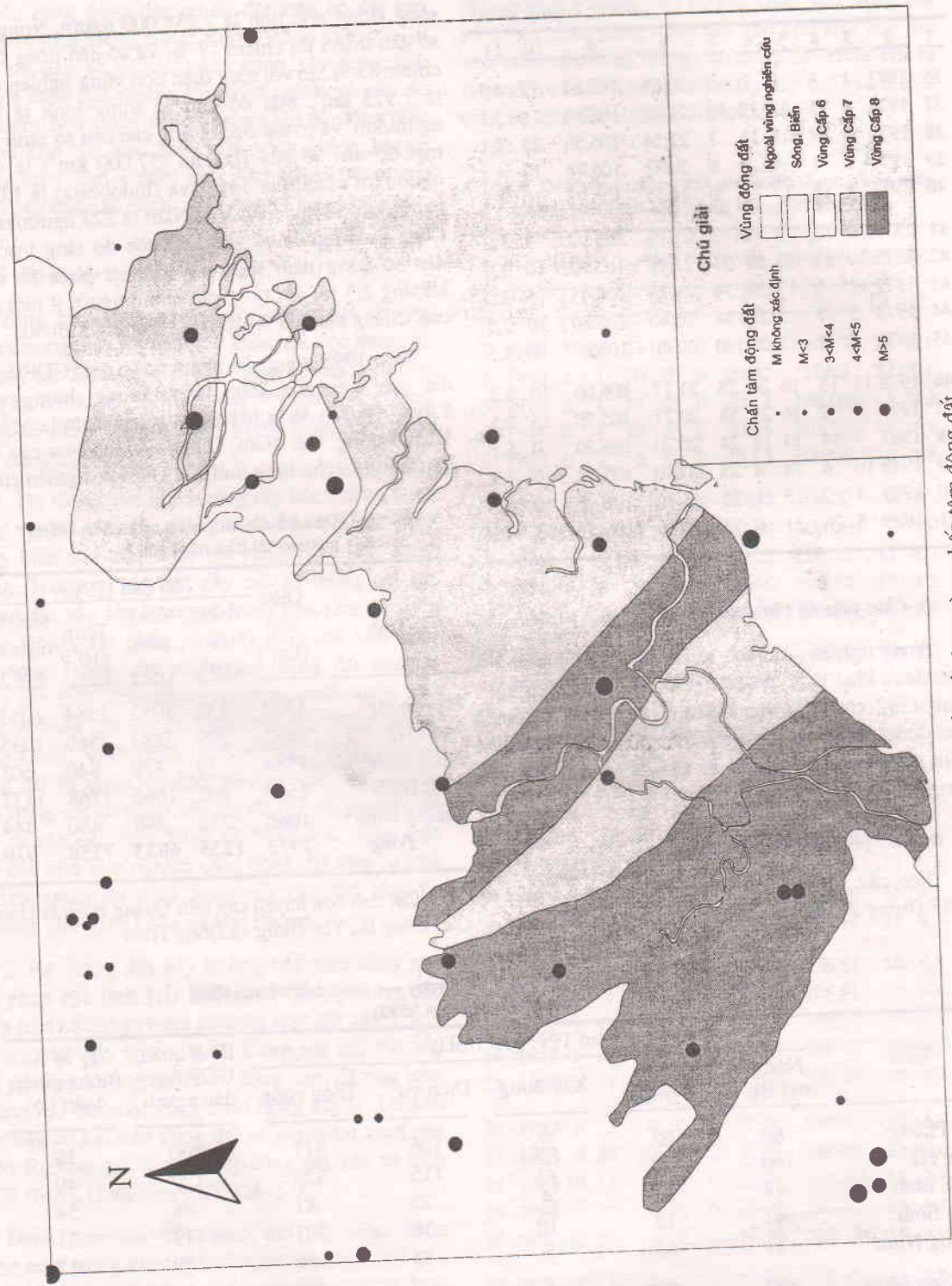
Tỉnh	Diện tích (km ²)	Số dân (1993)			Mật độ (người/km ²)
		Thành thị (10 ³)	Nông thôn (10 ³)	Tổng (10 ³)	
Hải Phòng	1504	532	1052	1584	1053
Nam Hà	2492	299	2287	2586	1038
Ninh Bình	1388	70	770	840	605
Thái Bình	1509	102	1666	1768	1172
Quảng Ninh*	1080	232	248	480	444
Tổng	7973	1235	6023	7258	910

* Chỉ tính bốn huyện của tỉnh Quảng Ninh là Hòn Gai, Uông Bí, Yên Hưng và Đông Triều

Bảng 3. Tổng sản phẩm quốc nội (GDP) dải ven biển cửa sông Hồng (theo tài liệu năm 1993)

Tỉnh	GDP năm 1993 (10 ⁶ USD) ⁽¹⁾					Bình quân GDP theo đầu người	Tỷ lệ % (nông nghiệp /toàn bộ)
	Nông nghiệp	Công nghiệp	Xây dựng	Dịch vụ ⁽²⁾	Tổng cộng		
Hải Phòng	60	65	26	166	317	200	19
Nam Hà	160	33	21	115	329	127	49
Ninh Bình	44	11	4	22	81	96	54
Thái Bình	147	12	10	38	207	117	71
Quảng Ninh ⁽³⁾	31	65	6	84	186	209	17
Tổng cộng	442	186	67	425	1120	149,8	42

Ghi chú : (1) tính theo giá tại thời điểm lấy số liệu, tỷ giá 1 đô la Mỹ = 10.500 đồng Việt Nam ; (2) bao gồm giao thông, thông tin liên lạc, thương mại và các ngành dịch vụ thuộc Nhà nước ; (3) tính cho tất cả các huyện của tỉnh Quảng Ninh, nguồn tư liệu : Ủy ban Kế hoạch Nhà nước, năm 1994.



Hình 4. Bản đồ phân vùng chấn tâm động đất

trong đó tổng sản phẩm quốc nội được tách ra thành bốn nhóm, liệt kê cùng với bình quân GDP theo đầu người và tương quan giữa các sản phẩm nông nghiệp và toàn bộ các sản phẩm khác. Từ bảng 3, có thể thấy rất rõ là các sản phẩm nông nghiệp chiếm phần lớn số GDP của ba tỉnh Nam Hà, Ninh Bình và Thái Bình, trong khi đối với Hải Phòng và Quảng Ninh, nguồn thu nhập chủ yếu là từ các hoạt động dịch vụ và công nghiệp. Mức tăng trưởng hàng năm ước tính là từ 8,6 % đến 8,1%, tuy nhiên sự tăng trưởng phân bố rất không đồng đều trên toàn bộ dải ven biển cửa sông Hồng. Hiện tại, có thể thấy sự tăng trưởng công nghiệp chiếm 10 % tại các tỉnh phía bắc khu vực nghiên cứu như Hải Phòng và Quảng Ninh, trong khi đối với các tỉnh ở phía nam, với nguồn thu nhập chủ yếu là các sản phẩm nông nghiệp, tăng trưởng công nghiệp trung bình là bằng 0 [5].

Mật độ dân số và tổng thu nhập quốc nội là các thông tin phản ánh chuyên đề kinh tế - xã hội; cùng với các thông tin và dữ liệu thuộc các chuyên đề khác, chúng được nhập vào cơ sở dữ liệu GIS của dải ven biển cửa sông Hồng trong giai đoạn 2 của quy trình đã mô tả ở trên. Đây là một trong những yếu tố chịu rủi ro chính sẽ được sử dụng trong các tính toán và xử lý trong giai đoạn tiếp theo.

b) Các yếu tố xây dựng công trình

Hiểm họa động đất không những đe dọa trực tiếp tính mạng con người ở những nơi có mật độ dân số cao, mà còn có tác động tới sự ổn định của các công trình xây dựng, đập, đường giao thông và các đơn vị hạ tầng cơ sở khác. Để đánh giá độ rủi ro động đất cho một khu vực, một trong những yếu tố quan trọng và không thể thiếu được là các thông tin về quy hoạch và sử dụng đất của khu vực đó. Trong nghiên cứu này, bản đồ sử dụng đất tỷ lệ 1:1.000.000 cho khu vực nghiên cứu được dùng làm cơ sở phân tích ban đầu.

Đối với chuyên đề xây dựng công trình, một lớp thông tin về các khu vực đã xây dựng được lập từ bản đồ sử dụng đất bằng các phép xử lý không gian thực hiện trên phần mềm *ArcINFO*. Cùng với dữ liệu về dân số, các dữ liệu loại này cung cấp những thông tin chi tiết hơn về các yếu tố chịu rủi ro nếu động đất mạnh xảy ra tại dải ven biển cửa sông Hồng.

7. Các kết quả đánh giá độ rủi ro động đất cho dải ven biển cửa sông Hồng

Bản đồ độ rủi ro động đất thành phần là kết quả của sự kết hợp giữa bản đồ độ nguy hiểm động đất

với một trong những bản đồ chuyên đề khác. Do khuôn khổ có hạn, trong nghiên cứu này chỉ minh họa hai bản đồ độ rủi ro động đất thành phần, ứng với hai yếu tố chịu rủi ro là người và các công trình xây dựng. Các bản đồ trung gian cũng sẽ không được minh họa.

Quá trình chồng ghép các lớp thông tin được thực hiện với các bản đồ có cùng kích thước khung và tỷ lệ (1:1.000.000). Các phép xử lý không gian chính được áp dụng trên phần mềm *ArcINFO* là phương pháp *giao* và *phân rã*. Các phép xử lý GIS cho phép bảo tồn được toàn bộ dữ liệu thuộc tính trên các bản đồ kết quả.

Sự kết hợp giữa các bản đồ phân vùng động đất và mật độ dân số cho kết quả là bản đồ độ rủi ro về người do động đất (*hình 5*). Các tiêu chuẩn đánh giá độ rủi ro về người do động đất có thể biểu diễn dưới dạng các biểu thức áp dụng cho chức năng *Query Builder* của phần mềm *ArcView* như sau :

$$\text{Rủi ro rất cao} = ([\text{PopZon} - \text{ID} = 5]) \\ \text{and } ([\text{Pv} - \text{ID}] = 8) ;$$

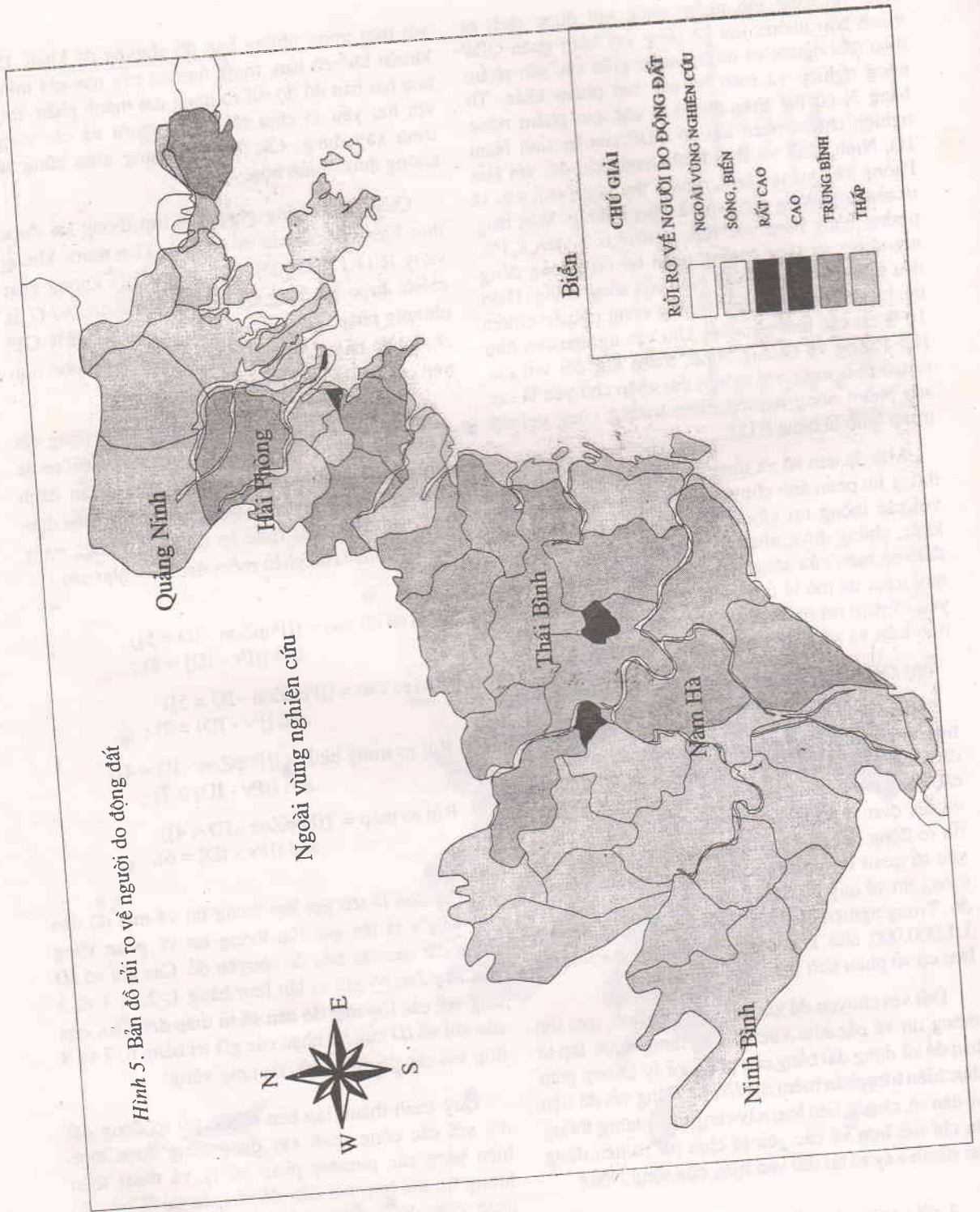
$$\text{Rủi ro cao} = ([\text{PopZon} - \text{ID} = 5]) \\ \text{and } [\text{Pv} - \text{ID}] = 7) ;$$

$$\text{Rủi ro trung bình} = ([\text{PopZon} - \text{ID} = 4]) \\ \text{and } ([\text{Pv} - \text{ID}] \geq 7) ;$$

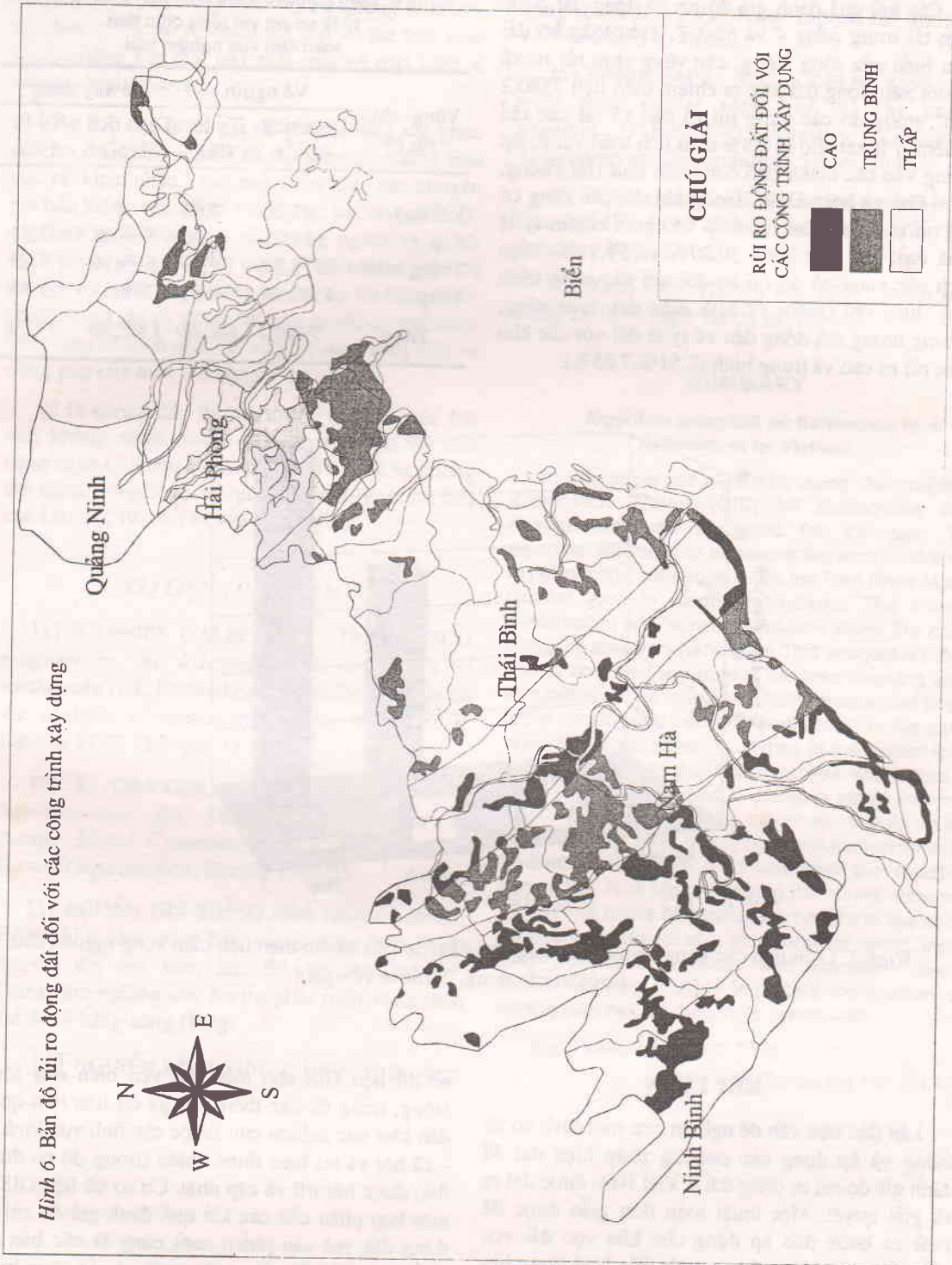
$$\text{Rủi ro thấp} = ([\text{PopZon} - \text{ID} < 4]) \\ \text{and } ([\text{Pv} - \text{ID}] = 6).$$

PopZon là tên gọi lớp thông tin về mật độ dân số, và *Pv* là tên gọi lớp thông tin về phân vùng động đất của các bản đồ chuyên đề. Các chỉ số *ID* của *PopZon* có giá trị lần lượt bằng 1, 2, 3, 4 và 5 ứng với các lớp mật độ dân số từ thấp đến cao, còn các chỉ số *ID* của *Pv* nhận các giá trị bằng 6, 7 và 8 ứng với cấp độ động đất của từng vùng.

Quy trình thành lập bản đồ độ rủi ro động đất đối với các công trình xây dựng cũng được thực hiện bằng các phương pháp xử lý và thuật toán tương tự, kết hợp hai bản đồ chuyên đề là bản đồ phân vùng động đất và bản đồ các khu vực đã xây dựng. Bản đồ độ rủi ro động đất đối với các công trình xây dựng minh họa trên *hình 6*, cho thấy các khu vực, tại đó các công trình xây dựng có nguy cơ bị huỷ hoại ở ba mức độ khác nhau (cao, trung bình và thấp) nếu động đất xảy ra.



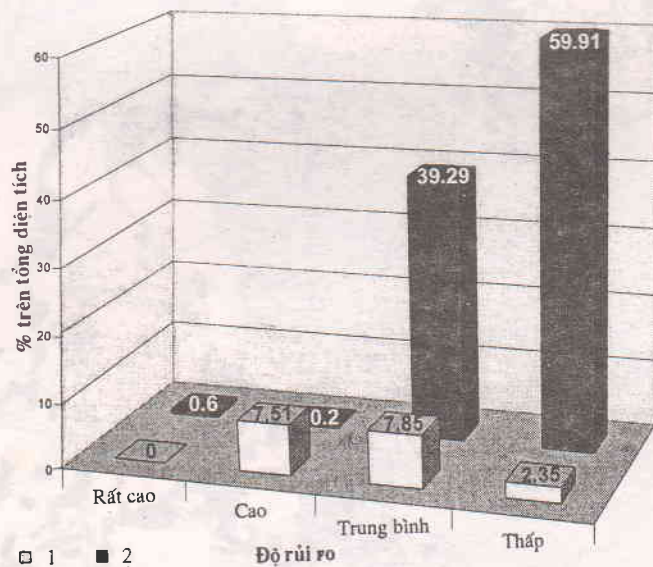
Hình 6. Bản đồ rủi ro động đất đối với các công trình xây dựng



Các kết quả đánh giá độ rủi ro động đất được tóm tắt trong *bảng 4* và *hình 7*. Trên toàn bộ dải ven biển cửa sông Hồng, các vùng chịu rủi ro về người nếu động đất xảy ra chiếm diện tích 7580,2 km², trong đó các vùng rủi ro cao và rất cao chỉ chiếm tỷ lệ rất nhỏ là 0,8% diện tích toàn vùng, tập trung vào các thành phố đông dân như Hải Phòng, Hòn Gai và Nam Định. Trong khi đó, các vùng có độ rủi ro trung bình và thấp về người chiếm tỷ lệ khá cao, lần lượt bằng 39,29% và 59,91%. Diện tích các vùng có độ rủi ro đối với các công trình xây dựng chỉ chiếm 17,71% diện tích toàn vùng, nhưng tương đối đồng đều về tỷ lệ đối với các khu vực rủi ro cao và trung bình (7,51%-7,85%).

Bảng 4. Diện tích các vùng chịu rủi ro động đất và tỷ lệ so với với tổng diện tích toàn khu vực nghiên cứu

Vùng chịu rủi ro	Về người		Về xây dựng	
	Diện tích (km ²)	Tỷ lệ (%)	Diện tích (km ²)	Tỷ lệ (%)
Rất cao	45,26	0,60		
Cao	14,21	0,20	569,08	7,51
Trung bình	2978,27	39,29	595,19	7,85
Thấp	4542,46	59,91	178,53	2,35
Tổng	7580,2	100,00	1342,80	17,71



Hình 7. Diện tích các vùng chịu rủi ro động đất và tỷ lệ (%) so với diện tích toàn vùng nghiên cứu 1. rủi ro xây dựng, 2. rủi ro về người

KẾT LUẬN

Lần đầu tiên vấn đề nghiên cứu một cách có hệ thống và áp dụng các phương pháp hiện đại để đánh giá độ rủi ro động đất ở Việt Nam được đặt ra và giải quyết. Một thuật toán đơn giản được đề xuất và bước đầu áp dụng cho khu vực dải ven biển cửa sông Hồng thuộc miền Bắc Việt Nam, lưu ý tới việc tận dụng triệt để những ưu điểm về xử lý không gian của công nghệ Hệ thống tin địa lý.

Một trong những khâu quan trọng của quá trình đánh giá độ rủi ro động đất là việc xây dựng một cơ

sở dữ liệu GIS cho toàn dải ven biển cửa sông Hồng, trong đó các thông tin và dữ liệu liên quan đến khu vực nghiên cứu thuộc các lĩnh vực kinh tế - xã hội và tai biến thiên nhiên (trong đó có động đất) được lưu trữ và cập nhật. Cơ sở dữ liệu GIS là một hợp phần của các kết quả đánh giá độ rủi ro động đất, mà sản phẩm cuối cùng là các bản đồ phản ánh mức độ rủi ro về người và các công trình xây dựng. Các bản đồ độ rủi ro động đất có ý nghĩa rất lớn đối với cộng đồng xã hội, vì chúng chỉ ra những khu vực dễ có khả năng phải chịu tổn thất lớn nếu hiểm họa động đất xảy ra trong khu vực.

Hơn nữa, nếu được thực hiện ở những tỷ lệ lớn, các bản đồ độ rủi ro động đất còn có thể tính toán được những tổn thất hay mất mát về mặt kinh tế với độ chính xác cao.

Các kết quả đánh giá độ rủi ro động đất phục vụ cho đồng đảo người sử dụng thuộc những lĩnh vực rất khác nhau : các nhà khoa học, các chuyên gia bảo hiểm, các kỹ sư xây dựng, các nhà quản lý, các nhà quy hoạch và cả những người ra quyết định trong bộ máy Nhà nước. Tuy nhiên, việc đề phòng và giảm nhẹ những rủi ro do tai biến thiên nhiên trong đó có động đất gây ra chỉ có thể được thực hiện có hiệu quả với sự giác ngộ, hiểu biết và đóng góp của toàn thể cộng đồng xã hội.

Sẽ là không đầy đủ nếu trước khi kết thúc bài viết không nhấn mạnh một lần nữa vai trò của công nghệ GIS như một công cụ chủ chốt và không thể thiếu trong toàn bộ quy trình xử lý, minh họa các khu vực rủi ro và quản lý tai biến.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] FOURNIER D'ALBE, 1977 : *The UNESCO program on the assessment and mitigation of earthquake risk*. Proceedings of the Symposium on the analysis of seismicity and on seismic risk, Liblice, 17-22 October. 15-23.

[2] K. GRANGER, 1999 : *An Information Infrastructure for Disaster Management in Pacific Island Countries*, Australian Geological Survey Organisation, Record 1999/35.

[3] NGUYỄN GIA THẮNG (chủ nhiệm), 1998 : Đề án khai thác tổng hợp và sử dụng hợp lý tài nguyên dải ven biển Bắc Bộ. Bộ KHCN&MT, Trung tâm nghiên cứu hỗ trợ phát triển vùng lãnh thổ đồng bằng sông Hồng.

[4] NGUYỄN ĐÌNH XUYỀN, 1989 : Phân vùng

động đất lãnh thổ Việt Nam. Tạp chí các khoa học về Trái Đất, 3-4, 40-50.

[5] BINNIE, SMEC, AACM, DELFT, 1995 : *Red river delta master plan, Vol. 2: The present situation (VIE/89/034)*. Ministry of Science, Technology and Environment, Hanoi, June.

[6] EQE International Home Page, 1995 : The January 17, 1995 Kobe Earthquake. An EQE Summary Report, April.

[7] TỔNG CỤC THỐNG KÊ, 1995 : *Niên giám thống kê 1994*. Nxb Thống kê, Hà Nội.

SUMMARY

Algorithm using GIS for Earthquake Risk Assessment for Vietnam

In this paper an algorithm using Geographical Information System (GIS) for Earthquake Risk Assessment was proposed for Vietnam. The algorithm was applied to assess the earthquake risk to people and constructions in the Red River Mouth coastal area in Northern Vietnam. The intense construction and dense population along the coast make the area very hazardous. This analysis is based mainly on a land use map of the area showing areal distribution of the resources, built-up area and population density, and a seismic zoning map of the study area. Social and economical data at the district level were entered into the GIS database and linked to appropriate spatial data to create a set of thematic maps. The seismic zoning map was overlain on the land use map, after that spatial and numerical information of risk were extracted from the resulting maps. The Risk Maps showing the zones, exposed to different levels of earthquake hazard in the study area, are of interest of a wide range of users, including scientists, planners and decision-makers. Moreover, they provide important information on earthquake risk for the whole community.

Ngày nhận bài : 24-7-2000

Phân viện Hải dương học Hà Nội