

ĐỘ NGUY HIỂM ĐỘNG ĐẤT TẠI KHU VỰC THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

ĐỖ VĂN LĨNH¹, CÁT NGUYỄN HÙNG¹, NGUYỄN NGỌC THU¹,

CAO ĐÌNH TRIỀU², NGUYỄN ĐÌNH XUYỀN², PHAN THU ANH³, NGUYỄN THU HẰNG³

¹Liên đoàn Bản đồ Địa chất miền Nam, 200 Lý Chính Thắng, Q.3, Tp. Hồ Chí Minh

²Viện Vật lý Địa cầu, Hoàng Quốc Việt, Q.Cầu Giấy, Hà Nội

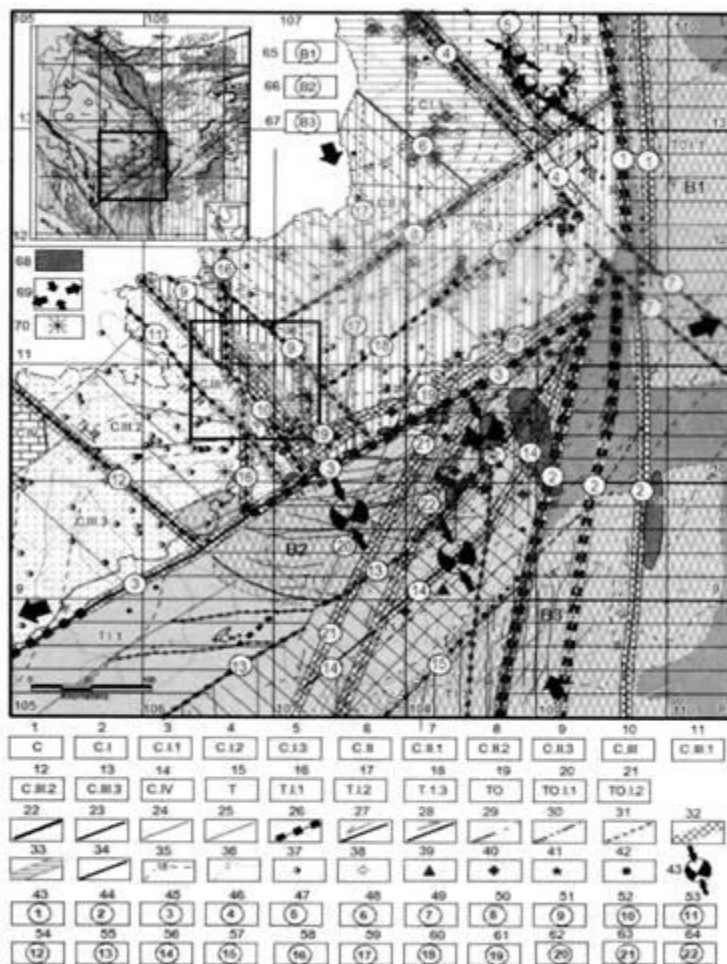
³Sở Khoa học Công nghệ Tp. Hồ Chí Minh, Điện Biên Phủ, Q.3, Tp. Hồ Chí Minh

Tóm tắt: Trong bài báo này các tác giả giới thiệu một số kết quả nghiên cứu đánh giá độ nguy hiểm động đất tại khu vực Tp. Hồ Chí Minh. Cường độ chấn động lớn nhất do động đất gây ra tại khu vực Tp. Hồ Chí Minh là cấp VII theo thang MSK-64, gia tốc nền lớn nhất là $PGA = 0,10$ g trên nền loại A. Gia tốc dao động nền đối với các chu kỳ lặp lại tương ứng như sau: 500 năm là $PGA = 0,03-0,06$ g ($I = VI-(MSK-64)$); 1.000 năm có $PGA = 0,06-0,07$ g, ($I = VII-MSK-64$); 2.500 năm, $PGA = 0,07-0,09$ g, ($I = VII-MK-64$); 5.000 năm, $PGA = 0,07-0,10$ g (đạt mức cực đại, $I = VII-MSK-64$). Phân chia 7 loại nền A, B, C, D, E, SI, S2 dựa trên mặt cắt thạch học của các lỗ khoan và các thông số như vận tốc truyền sóng ngang V_s , sức không xuyên tiêu chuẩn N_{30} .

I. MỞ ĐẦU

Khu vực Tp. Hồ Chí Minh và lân cận nằm ở vị trí bản lề kiến tạo giữa khối cấu trúc - địa động lực (CTĐDL) [4, 5] Đà Lạt ở phía Đông Bắc và khối CTĐDL Cần Thơ ở phía Tây Nam (Hình 1). Trong suốt thời kỳ Kainozoi khối cấu trúc - địa động lực Đà Lạt bị nâng và bị bóc mòn còn khối CTĐDL Cần Thơ lại bị sụt lún phân dị và lấp đầy các trầm tích Kainozoi. Các khối CTĐDL Cần Thơ và Đà Lạt thuộc miền CTĐDL vỏ lục địa Kon Turn - Hà Tiên là phần phía Đ-ĐN khối Indosinia, một khối nâng phân dị kiểu khối tầng và bị bóc mòn suốt trong Kainozoi. Trong Kainozoi, ranh giới phía B-ĐB địa khối Indosinia tiếp giáp với vi mảng Bắc Việt Nam - Nam Trung Hoa - Bocneo qua đứt gãy Sông Hồng và đứt gãy Hải Nam - Natuna, ranh giới phía Tây Nam tiếp giáp với vi mảng Malay - Sumatra qua đứt gãy Ba Tháp. Khu vực nghiên cứu nằm ở nội vi mảng Indosinia trong Kainozoi.

Địa khối Indosini là một vùng kiến tạo bình ổn - một vùng nền hoạt động, bị biến cải mạnh, nhất là phần rìa, trong Kainozoi do đụng độ giữa mảng Ấn-Úc và mảng Âu-Á. Trong phạm vi lãnh thổ thành phố và lân cận phát triển một hệ thống đứt gãy kiến tạo hoạt động, đó là đứt gãy Sông Sài Gòn, Sông Vàm cỏ Đông giới hạn lãnh thổ thành phố từ phía Đông Bắc và Tây Nam, đứt gãy hướng kinh tuyến Lộc Ninh - Thủ Dầu Một cắt qua lãnh thổ thành phố; xa hơn về phía Đông Nam là hệ thống đứt gãy Thuận Hải - Minh Hải [4, 5] chạy dọc theo bờ biển, về phía Tây Nam là đứt gãy Sông Hậu. Trên bản đồ phân vùng động đất Việt Nam thành lập năm 2004 (Nguyễn Đình Xuyên chủ biên) toàn bộ diện tích thành phố nằm trong vùng động đất cấp VI, cấp VII (thang MSK-64) gây ra bởi động đất mạnh đến 5,5 độ Richter, có khả năng xảy ra trên các đứt gãy Sông Sài Gòn, Sông Vàm cỏ Đông và cao hơn đối với đứt gãy Thuận Hải - Minh Hải. Hoạt động của các đứt gãy nói trên và các đứt gãy nhỏ hơn còn gây ra nhiều tai biến địa chất khác nhau như nứt đất, sụt đất..., gây nguy hiểm đối với nhà và công trình.



Hình 1. Vị trí khu vực nghiên cứu trong bình đồ kiến tạo - địa động lực hiện đại khu vực Nam Bộ

1- Miền cấu trúc có vỏ lục địa Kon Tum - Hà Tiên; 2- Khối Kon Tum, (3- phụ khối Ia Hleo, 4- địa hào Sông Ba, 5- Phụ khối Cùmg Som), 6- Khối Đà Lạt: (7- Phụ khối Buôn Mê Thuật, 8- Phụ khối Hàm Thuận - Đa My, 9- Phụ khối Dầu Tiếng - Vũng Tàu), 10- Khối Cần Thơ (11- Phụ khối Sài Gòn, 12- Phụ khối Đồng Tháp, 13- Phụ khối Bạc Liêu), 14- Khối Hà Tiên; 15- Miền cấu trúc chủ yếu có vỏ chuyển tiếp Cửu Long; 16- Khối Bạch Hổ, 17- Đới nâng Côn Sơn, 18- Khối ĐN nâng Côn Sơn; 19- Miền cấu trúc có vỏ chuyển tiếp + vỏ đại dương Tây Biển Đông; 20- Khối Phú Khánh, 21- Khối Nam Côn Sơn; Đứt gãy (Đg): 22- Đg cấp 1, 23- Đg cấp 2, 24- Đg cấp 3, 25- Đg cấp 4 và cao hơn, 26- Hướng cắm mặt đg, 27- Đg trượt bằng trái - thuận ương Miocen muộn - Đệ tứ, 28- Đg trượt bằng phải - thuận trong Miocen muộn - Đệ tứ; Ranh giới (Rg) đơn vị kiến tạo: 29- Rg miền cấu trúc, 30- Rg khối cấu trúc, 31- Rg phụ khối cấu trúc; Phân đoạn biểu hiện đứt gãy hoạt động: 32 - đoạn Đg có dấu hiệu hoạt động rõ nét và sinh chấn, 33- Đoạn Đg có dấu hiệu hoạt động rõ nét song chưa rõ sinh chấn, 34- Đoạn Đg có dấu hiệu hoạt động kém rõ đến không rõ nét, 35- Độ sâu mặt Moho (km), 36- Độ sâu mặt móng kết tinh (km), 37- Điểm nước khoáng và nước nóng, 38- Miệng núi lửa; Chấn tâm động đất: 39- Cường độ $M > 5$, 40- Cường độ $M < 5$ và $M > 4$, 41- Cường độ $M > 3$ và $M < 4$, 42- Cường độ $M < 3$, 43a- Cơ chế chấn tiêu động đất (cung phân tư đen là ép nén, trắng là căng giãn; Các đới Đg cấp 1: 43b- Đới Đg Hải Nam - Phú Khánh, 44- Đới Đg kinh tuyến 109, 45- Đới Đg Thuận Hải - Minh Hải; Các đới Đg cấp 2: 46- Đới Đg Sông Ba, 47- Đới Đg Ba Tư - Cùmg Sơn, 48- Đg Buôn Hồ (Easup - Krong Pach), 49- Shear Tuy Hòa, 50- Đg Tuy Hòa - Trị An (Tuy Hòa - Biên Hòa), (Tuy Hòa - Dầu Tiếng), 51- Đg Bình Long - Bình Châu, 52- Đg Sông Sài Gòn, 53- Đg Sông Vàm Cỏ Đông, 54- Đg Sông Hậu, 55- Đg Tây Côn Sơn, 56- Đg Côn Sơn, 57- Đg ĐN Côn Sơn; Các đới Đg cấp 3: 58- Đg Lộc Ninh - Tp. Hồ Chí Minh, 59- Đak Mít - Bình Châu, 60- Đg Đa Nhím - Tánh Linh (Nha Trang - Tánh Linh), 61- Đg Long Hải - Tuy Phong, 62- Đg Mũi Kê Gà, 63- Đứt gãy Bạch Hổ, 64- Đứt gãy Rạng Đông, 65- Bồn trũng Phú Khánh, 66- Bồn trũng Cửu Long, 67- Bồn Nam Côn Sơn, 68- Indosinia, 69- Trường ứng suất kiến tạo hiện đại và hướng tác động, 70- Điểm nứt đất trong 1994-2010.

Nhằm phục vụ quy hoạch, xây dựng và phát triển Tp. Hồ Chí Minh một cách bền vững, việc nghiên cứu đánh giá chi tiết và đúng đắn mức độ nguy hiểm động đất là việc làm cấp thiết và quan trọng.

Trong bài báo này các tác giả sẽ trình bày một số kết quả chính về độ nguy hiểm động đất ở khu vực Tp. Hồ Chí Minh.

Vùng nghiên cứu được giới hạn trong tọa độ: X = 10° 22' 00" đến 11° 22' 00" Vĩ độ bắc; Y = 106° 18' 00" đến 107° 22' 00" Kinh độ đông.

II. PHƯƠNG PHÁP LUẬN NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ ĐỘ NGUY HIỂM ĐỘNG ĐẤT TẠI KHU VỰC THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

Độ nguy hiểm động đất là khả năng xảy ra chấn động động đất vượt quá cường độ nhất định trong một khoảng thời gian nhất định, hay với chu kỳ lặp lại nhất định ở một vùng lãnh thổ hay một địa điểm cụ thể. Cường độ chấn động được biểu hiện bằng cấp động đất, gia tốc cực đại, vận tốc cực đại, dịch chuyển cực đại của dao động nền đất và một số đặc trưng khác của dao động nền. Những đại lượng đó ở mỗi địa điểm phụ thuộc vào động đất cực đại có khả năng xảy ra, độ sâu chấn tiêu, tần suất động đất trong các vùng nguồn và khoảng cách từ điểm đó đến các nguồn và xác định được bằng phương pháp tất định và phân tích xác suất khi biết các vùng nguồn và quy luật suy giảm chấn động theo khoảng cách.

Độ nguy hiểm động đất khu vực Tp. Hồ Chí Minh được các tác giả đánh giá trên cơ sở tiếp cận thống kê. Có thể tóm tắt cơ sở phương pháp luận như sau:

1. Mô hình xuất hiện chấn động

Mô hình xuất hiện chấn động tại một điểm vượt quá một mức xác định được giả thiết là một quá trình Poisson. Lúc đó xác suất để chấn động nền Z vượt quá giá trị z trong một đơn vị thời gian $P(Z > z)$ được xác định bằng công thức [1, 2, 4, 6]:

$$P(Z > z) = 1 - e^{-v(z)}$$

trong đó: $v(z)$: tốc độ của dòng ngẫu nhiên, nghĩa là số trung bình các sự kiện trong một đơn vị thời gian.

Như vậy số các sự kiện trong khoảng thời gian T sẽ là $Tv(z) = T/T_r$ (T_r : chu kỳ lặp lại động đất) và xác suất để chấn động nền Z vượt quá giá trị z trong thời gian T được xác định bởi:

$$P(Z > z) = 1 - e^{-T/T_r}$$

Nếu T = 50 năm, chu kỳ lặp lại là 475 năm (xác suất vượt quá hàng năm là $0,2111 \times 10^{-2}$) thì xác suất để Z vượt quá z sẽ là 0,1 tương ứng với xác suất là 90 % tại điểm này chấn động nền không quá z trong 50 năm. Đây là mức xác suất thường được biểu diễn trên các bản đồ nguy hiểm động đất và cũng là mức thiết kế kháng chấn cho phần lớn các công trình.

Tại mỗi vùng nguồn phát sinh động đất, số lượng trung bình các sự kiện gây ra chấn động nền Z vượt quá z tại điểm nghiên cứu phụ thuộc vào tần suất xuất hiện động đất, vị trí xảy ra động đất và quy luật tắt dần sóng động đất. Ngoài các bất định liên quan đến ba vấn đề vừa nêu còn có cả những bất định do việc thay đổi thông số mô hình. Nguồn bất định này thường được tính đến bằng cách xem các thông số này như các biến ngẫu nhiên mà giá trị của nó được gán như các trọng số. Trong tính toán, các giá trị này được biểu diễn trên các nhánh của cây logic trong mô hình nguy hiểm động đất. Tại mỗi nút của cây, xác suất được gán cho các nhánh mà tổng của nó ở nút là mức

xác suất tối đa đã chọn. Phân phối xác suất của $v(z)$ được tính toán khi cân nhắc toàn bộ các nhánh của cây.

2. Tần suất xuất hiện động đất

Tần suất xuất hiện động đất được giả thiết tuân theo luật Gutenberg - Richter [3-9]: $\log N(M) = a - bM$

Trong đó: $N(M)$: số động đất hàng năm có cường độ bằng hoặc lớn hơn M .

Trong phân tích nguy hiểm động đất, thường sử dụng dạng cắt cụt của luật này nhằm đưa vào ngưỡng cường độ (m_0) và cường độ cực đại (m_u). Giá trị b biểu diễn mối quan hệ giữa số lượng động đất yếu và động đất mạnh còn thông số $A=a(m_0)$ biểu diễn độ hoạt động động đất, nghĩa là số trận động đất có cường độ $> m_0$ hàng năm.

Thông thường thông số a thay đổi từ vùng nguồn này sang vùng nguồn khác trong khi giá trị b được xem là ổn định với sự thay đổi nhỏ hơn giới hạn bất định (uncertain limits). Các đứt gãy đóng góp một cách riêng rẽ vào tính địa chấn chung của khu vực có thể có giá trị b riêng của mình khác với giá trị thống kê cho khu vực khi được xử lý như các vùng nguồn riêng biệt.

3. Quy luật suy giảm chấn động

Quy luật suy giảm chấn động Z được xác định theo quy luật dạng [2, 3, 6, 7]:

$$\ln Z = C_1 + C_2 M + C_3 \ln R + C_4 R + \varepsilon$$

trong đó $C_1 = 1, 2, 3, 4$ là các hằng số thực nghiệm; R : khoảng cách chấn tiêu; ε : đại lượng ngẫu nhiên phân phối chuẩn có giá trị trung bình bằng 0, độ lệch δ : $M(0, \delta)$.

4. Độ nguy hiểm động đất khu vực Tp. Hồ Chí Minh

Độ nguy hiểm động đất khu vực Tp. Hồ Chí Minh được đánh giá qua các bước sau [3, 4, 5, 6]:

Bước 1: Chính xác hóa hình đồ kiến tạo địa động lực hiện đại [5] và xác định vùng nguồn gây ra động đất (Bảng 1). Trong bước này, số liệu kiến tạo, số liệu địa vật lý và số liệu động đất được nghiên cứu nhằm xác định các vùng đồng nhất về khả năng phát sinh động đất, có nghĩa là khả năng xảy ra động đất có mức cường độ xác định nào đó trong toàn bộ vùng là như nhau. Vùng nguồn có thể là các đứt gãy hay thậm chí cả vùng kiến tạo lớn.

Bước 2: Xác định các đặc trưng hoạt động động đất của mỗi vùng nguồn. Trong bước này cần xác định mô hình tần suất xuất hiện động đất, nghĩa là xác định các thông số của luật Gutenberg - Richter đối với mỗi vùng nguồn (m_0 , $a(m_0)$, b - value và m_u). Ngoài ngưỡng m_0 , các thông số còn lại cần phải đánh giá được sai số khi xác định chúng.

Bước 3: Xác định quy luật suy giảm chấn động cho khu vực. Ngoài việc phân tích nhằm xác định quy luật phù hợp, độ phân tán của số liệu trong quy luật cần được chú ý đến đối với dải giá trị của cường độ M .

Bảng 1. Các vùng phát sinh động đất $M \geq 5,0$ ở vùng nghiên cứu và lân cận

TT	Tên vùng nguồn (đứt gãy)	Mmax	Mmin	b	h	v
1	Tuy Hoà - Trị An	5,5	4,5	0,97	12	0,01
2	Sông Sài Gòn	5,5	4,5	0,97	12	0,02
3	Sông Vàm Cỏ Đông	5,5	4,5	0,97	12	0,02
4	Sông Hậu	5,5	4,5	0,97	12	0,02
5	Đới đứt gãy Kinh tuyến 109	6,1	4,5	0,97	17	0,12
6	Thuận Hải - Minh Hải	5,5	4,5	0,97	12	0,06
7	Cửu Long - Côn Sơn (Tây Côn Sơn)	5,5	4,5	0,97	12	0,11
8	Lộc Ninh - Thủ Dầu Một	5,0	4,5	0,97	10	0,005
9	Đa Nhim - Tánh Linh	5,0	4,5	0,97	10	0,02
10	Bình Long - Bình Châu	5,0	4,5	0,97	10	0,02

Ghi chú: M_{max} : động đất mạnh nhất quan sát thấy trong các khoảng thời gian cho trước; M_{min} ngưỡng gần cực tiểu đại diện cường độ; b: giá trị biểu diễn mối quan hệ giữa số lượng động đất yếu và động đất mạnh (các vùng nguồn trong khu vực được gán hệ số b chung của vùng); h: độ sâu chấn tiêu; v: tần suất động đất được xác định theo số liệu thực tế.

Bước 4: Xác định độ nguy hiểm động đất tại điểm nghiên cứu. Ở đây, hiệu ứng của tất cả các động đất cường độ khác nhau xảy ra tại các vị trí khác nhau trong các nguồn phát sinh động đất khác nhau tại xác suất xuất hiện khác nhau được tích hợp trong một đường cong chỉ ra xác suất mức vượt quá khác nhau mức chấn động nền tại vị trí nghiên cứu trong một khoảng thời gian xác định. Với một vài giả thiết, độ nguy hiểm động đất tại một điểm được xác định bằng công thức:

$$v(z) = \sum_{i=1}^N \alpha_i \int_{m_o}^{m_u} \int_{r=0}^{r_{\max}} f_i(m) f_i(r) P(Z > z | m, r) dr dm$$

trong đó: $v(z)$: số lượng vượt quá mức i cho trước trong thời gian t năm; α_i : mức độ

xảy ra động đất hàng năm trong khoảng cường độ quan tâm (m_o, m_u : lần lượt là các giới hạn trên và dưới, trong đương cường độ đại diện và cường độ cực đại) trong nguồn thứ j ; $f_j(m)$: hàm phân bố mật độ xác suất của cường độ đối với nguồn j ; $f_j(r)$: hàm phân bố mật độ xác suất của khoảng cách giữa vị trí cần tính toán với nguồn i ; $P(Z > z)$: xác suất vượt quá mức cho trước z do một trận động đất có cường độ m và khoảng cách so với nguồn là r gây ra.

5. Phổ phản ứng đàn hồi chuẩn Pa trên các loại nền [6, 8, 9]

Phổ phản ứng đàn hồi $S_e(T)$ được xác định bằng các công thức sau:

$$0 \leq T \leq T_B : S_e(T) = a_g \cdot S \left[1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\eta \cdot 2,5 - 1) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5$$

$$T_C \leq T \leq T_D : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right]^{1,2}$$

$$T_D \leq T \leq 4s : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right]^{1,2} \left[\frac{T_D}{T} \right]^{0,4}$$

trong đó: $S_e(T)$: phổ phản ứng gia tốc đàn hồi; T : chu kỳ dao động của hệ; a_g : gia tốc nền thiết kế trên nền loại A ($a_g = \gamma_I \cdot a_{gR}$); T_B : giới hạn dưới của chu kỳ, ứng với đoạn nằm ngang của phổ

phản ứng gia tốc; T_C : giới hạn trên của chu kỳ, ứng với đoạn nằm ngang của phổ phản ứng gia tốc; T_D - giá trị xác định điểm bắt đầu của phần phản ứng dịch chuyển không đổi trong phổ phản ứng; S : hệ số nền; η hệ số hiệu chỉnh độ cản với giá trị tham chiếu $\eta = 1$ đối với độ cản nhất 5 %.

- Giá trị của chu kỳ T_B , T_C và T_D và của hệ số nền S mô tả dạng phổ phản ứng đàn hồi phụ thuộc vào loại nền đất.

- Đối với 5 loại nền đất A, B, C, D, và E, giá trị của các tham số S , T_B , T_C và T_D được cho trong Bảng 2.

III. ĐỘ NGUY HIỂM ĐỘNG ĐẤT KHU VỰC THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

Để đáp ứng các yêu cầu về quy hoạch và chọn giải pháp hợp lý trong thiết kế xây dựng kháng chấn nêu trong Tiêu chuẩn Xây dựng Việt Nam “TCXDVN 2006: Thiết kế công trình chịu động đất”, bằng các phương pháp nói trên, các tác giả tính toán và thành lập bộ bản đồ dự báo độ nguy hiểm động đất cho vùng Nam Bộ và lân cận tỷ lệ 1:250.000 và khu vực Tp. Hồ Chí Minh tỷ lệ 1:50.000 gồm các bản đồ sau [4]:

- Bản đồ kiến tạo - địa động lực hiện đại tỷ lệ 1:250.000 và 1:50.000 khu vực Tp. Hồ Chí Minh;

- Bản đồ các vùng phát sinh động đất mạnh $M_s > 5,0$, $I_{\max} > 7$ (theo thang cấp động đất quốc tế MSK-64) (bản đồ vùng nguồn) với các đặc trưng cơ bản: 1) Cường độ M_{\max} của động đất cực đại có khả năng xảy ra; 2) Độ sâu chấn tiêu động đất; 3) Tần suất lặp lại động đất biểu thị qua độ nghiêng của đồ thị lặp lại động đất và tần suất của động đất ngưỡng (động đất yếu nhất còn ghi nhận đầy đủ);

- Bản đồ phân vùng cấp động đất cực đại I_{\max} động đất có thể gây ra;
- Các bản đồ phân vùng chấn động các cấp I với chu kỳ lặp lại 500, 1.000, 2.500, 5.000 năm (tương đương với chấn động

- xác suất vượt quá 10 % trong thời gian 50, 100, 250, 500 năm);
- Bản đồ phân vùng gia tốc nền cực đại A_{\max} động đất có thể gây ra;
- Các bản đồ phân vùng gia tốc nền A với với chu kỳ lặp lại 500 năm, 1.000 năm, 2.500 năm, 5.000 năm (tương đương với chấn động xác suất vượt quá 10 % trong thời gian 50 năm, 100 năm, 250 năm, 500 năm).

Cấp động đất cực đại I_{\max} , gia tốc nền cực đại A_{\max} ở mỗi địa điểm được tính bằng phương pháp tắt định, còn cấp động đất I và gia tốc nền A với chu kỳ lặp lại khác nhau được tính và lập bản đồ phân vùng bằng chương trình chuyên dụng CRISIS99 trên cơ sở bản đồ vùng nguồn và quy luật tắt dần chấn động đã chọn.

1. Bản đồ phân loại nền đất Tp. Hồ Chí Minh

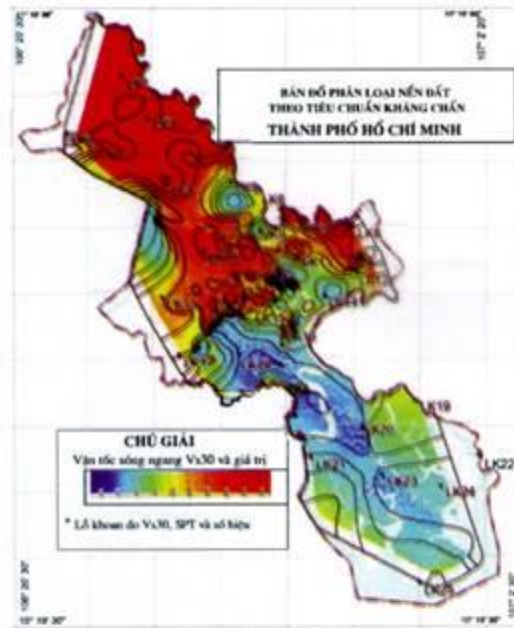
Bản đồ phân loại nền đất Tp. Hồ Chí Minh được thành lập dựa trên cơ sở bản đồ địa hình tỷ lệ 1:50.000 vùng Tp. Hồ Chí Minh hệ VN-2000, bản đồ địa chất công trình tỷ lệ 1:50.000 vùng Tp. Hồ Chí Minh, khoan bổ sung 24LK/1000 m khoan bố trí rải đều vùng nghiên cứu có đo V_s , lấy mẫu cơ lý, thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn (SPT); 11 mặt cắt địa chấn nông phân dải cao ngoài ra còn thu thập từ 831 lỗ khoan khảo sát địa chất công trình (ĐCCT) được thực hiện trong vùng nghiên cứu [4], Nền đất được phân loại theo Tiêu chuẩn kháng chấn châu Âu EN- 1998 (Bảng 2).

Bảng 2. Bảng phân loại nền đất theo TCXDVN 375-Thiết kế công trình chịu động đất

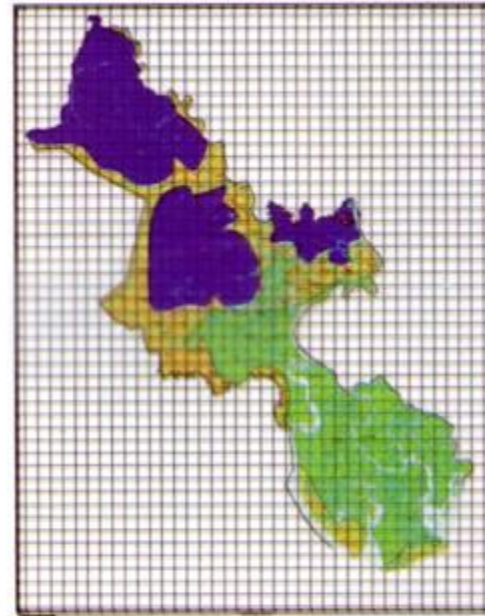
Loại nền	Mô tả mặt cắt thạch học	Các thông số		
		Vs, 30 (m/s)	N _{spt}	Cu(kPa)
A	Đá hoặc các thành tạo địa chất giống như đá, gồm nhiều nhất là 5 m vật chất bờ rời trên mặt	> 800		
B	Các lớp cát, cuội sỏi rất chặt, hoặc sét rất cứng, dày ít nhất hàng chục mét, đặc trưng bởi sự tăng dần theo độ sâu của tính chất cơ lý	360-800	> 50	> 250
C	Các tầng dày cát, cuội, sỏi chặt và trung bình, hoặc sét cứng bề dày từ vài chục đến hàng trăm mét	180-360	15-50	70-250
D	Các tầng đất bờ rời đến trung bình (có hay không có các lớp đất xốp), hoặc đất chủ yếu là xốp đến chắc	< 180	< 15	< 70
E	Mặt cắt gồm lớp bồi tích trên mặt với giá trị Vs của loại C hoặc D và bề dày thay đổi từ 5 m đến 20 m, bên dưới là vật liệu cứng hơn với Vs > 800 m/s			
S1	Các tầng gồm hoặc chứa một lớp dày ít nhất 10 m sét mềm/bùn với độ dẻo cao (PI > 40) và chứa nước cao	< 100		10-20
S2	Các tầng đất có khả năng hoá lỏng, sét nhạy cảm, hoặc các đất khác không có trong loại A-E hay S1			

Theo Tiêu chuẩn này, nền đất đến độ sâu khoảng 30 m được phân thành 7 loại nền A, B, C, D, E, S1, S2 dựa vào mặt cắt thạch học của các lỗ khoan và các thông số như vận tốc truyền sóng ngang V_s , sức không xuyên tiêu chuẩn N_{30} . Ngoài ra, giá trị trung bình của dung trọng tự nhiên cũng được thể hiện.

Bản đồ phân bố vận tốc sóng ngang $V_s,30$ (m/s) là vận tốc truyền sóng ngang trung bình trong 30 m đầu tiên của mặt cắt lỗ khoan. Phân loại nền đất Tp. Hồ Chí Minh được trình bày trên Hình 3 và Hình 4 [4].



Hình 2. Bản đồ phân bố vận tốc $V_{s,30}$ (m/s) nền đất Tp. Hồ Chí Minh theo TCXDVN 375-Thiết kế công trình chịu động đất (Thu nhỏ từ tỷ lệ 1:50.000)



Hình 3. Bản đồ phân loại nền đất Tp. Hồ Chí Minh theo TCXDVN 375-Thiết kế công trình chịu động đất (Thu nhỏ từ tỷ lệ 1:50.000)

Chú giải hình 3: nền loại A nền loại B nền loại C nền loại D nền loại -S

Có thể nhận thấy rằng những khu vực phân bố loại đất nền B không hiện diện vì theo số liệu khoan, khảo sát bổ sung và thu thập được cho đến hiện nay, đất nền với sức kháng xuyên tiêu chuẩn $N_{30} > 50$ phân bố từ trên mặt hoàn toàn không có. Đất nền loại A phân bố trên những diện tích hạn chế ở vùng Bắc quận Thủ Đức giáp với tỉnh Bình Dương trên lớp phủ sản phẩm phong hóa dày từ 2 cm đến 5 m của đá gốc trầm tích phun trào ($J_3-K_1 lb$). Đất nền loại E cũng có diện phân bố hạn chế ở khu vực phía Bắc quận Thủ Đức giáp tỉnh Bình Dương, là các trầm tích Pleistocen muộn hoặc Pleistocen giữa- muộn nằm trên các sản phẩm phong hóa của đá gốc trầm tích phun trào. Đất nền loại C và D phân bố trên phần lớn diện tích còn lại của vùng nghiên cứu.

2. Bản đồ độ nguy hiểm động đất khu vực Tp. Hồ Chí Minh

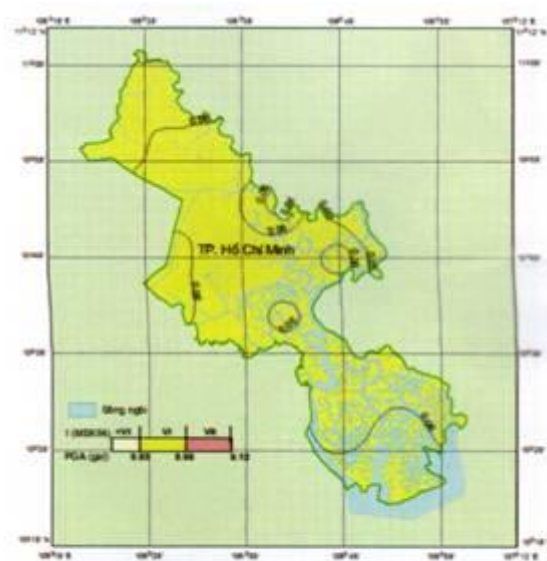
Đối với Tp. Hồ Chí Minh vấn đề chính trong đánh giá độ nguy hiểm động đất là thành lập các bản đồ gia tốc nền và cấp động đất chu kỳ lặp lại khác nhau.

Sử dụng bản đồ vùng nguồn vùng Nam Bộ [4], chú ý đến vị trí các đứt gãy Sông Sài Gòn, Sông Vàm Cỏ Đông, đoạn đứt gãy Lộc Ninh - Thủ Dầu Một đi qua thành phố trên bản đồ tỷ lệ

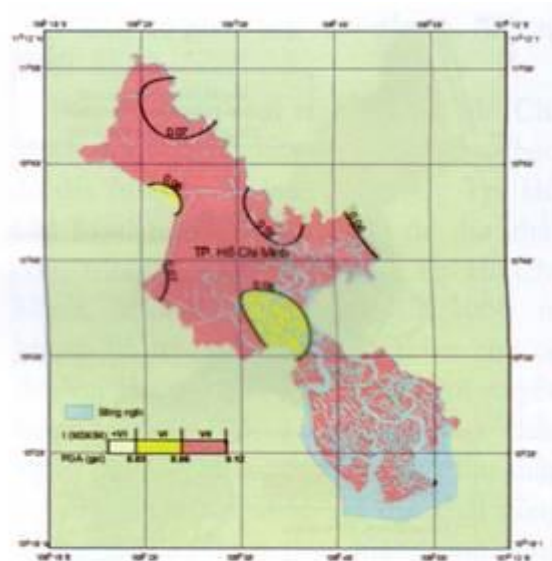
1:50.000, bằng phương pháp, chương trình và phương trình tắt dần, việc tính toán được thực hiện cho lưới $0,005^\circ \times 0,005^\circ$, tương ứng với tỷ lệ bản đồ 1:50.000. Kết quả nhận được trình bày trên các từ Hình 4-7.

Hình 4 là kết quả tính toán gia tốc dao động nền Tp. Hồ Chí Minh với chu kỳ lặp lại động đất 500 năm. Kết quả tính toán cho thấy toàn bộ khu vực thành phố nằm trong độ nguy hiểm động đất cấp VI. Với cấp động đất này gia tốc dao động nền nằm trong giới hạn 0,03-0,06 g.

- Đối với chu kỳ lặp lại 1.000 năm, giá trị gia tốc dao động nền đạt giá trị 0,06- 0,07 g, tương đương với cấp chấn động VII theo thang MSK-64 (Hình 5).



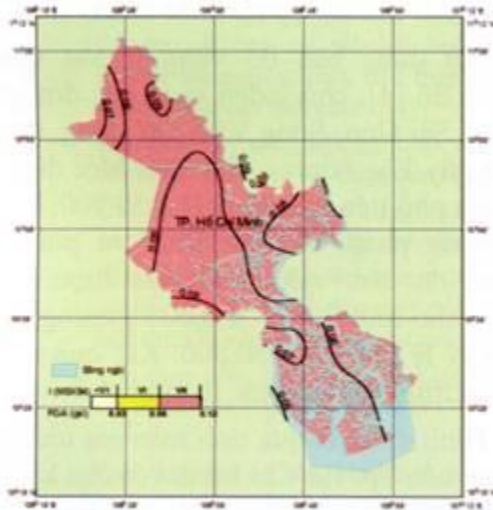
Hình 4. Bản đồ gia tốc nền cực đại khu vực Tp. Hồ Chí Minh chu kỳ lặp lại 500 năm.



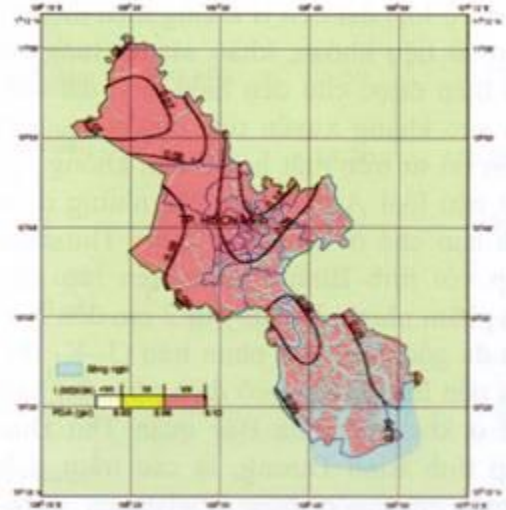
Hình 5. Bản đồ gia tốc nền cực đại khu vực Tp. Hồ Chí Minh chu kỳ lặp lại 1.000 năm.

- Kết quả tính toán giá trị gia tốc dao động nền Tp. Hồ Chí Minh với chu kỳ lặp lại động đất 2.500 năm cho thấy (Hình 6) giá trị gia tốc (PGA) nằm trong giới hạn 0,07-0,09 g; cấp chấn động VII (MSK-64).

- Nếu tính toán gia tốc dao động nền với chu kỳ lặp lại 5.000 năm cho ta kết quả như sau (Hình 7) gia tốc dao động nền nằm trong giới hạn 0,07-0,10 g; Cường độ chấn động cấp VII (thang MSK-64).



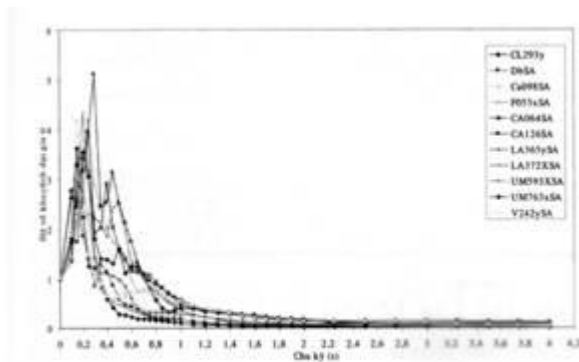
Hình 6. Bản đồ gia tốc nền cực đại khu vực Tp. Hồ Chí Minh chu kỳ lặp lại 2.500 năm.



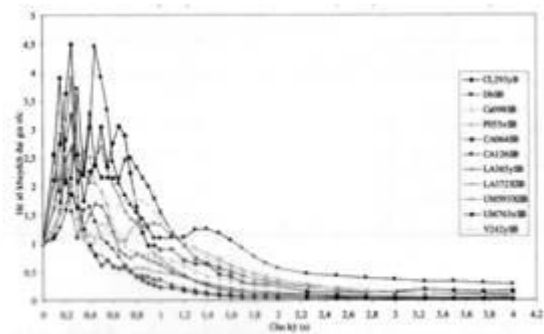
Hình 7. Bản đồ gia tốc nền cực đại khu vực Tp. Hồ Chí Minh chu kỳ lặp lại 5.000 năm.

3. Phổ phản ứng đàn hồi chuẩn β_a trên các loại nền thành phố Hồ Chí Minh

Bảng gia tốc dao động trên các nền nghiên cứu nhận được từ các băng gốc đã chọn thông qua chương trình SHAKE. Cũng bằng chương trình này và ngôn ngữ lập trình MABLAB đã xác định phổ phản ứng đàn hồi chuẩn hoá β_a trên các loại nền A, B, C, D, E. Kết quả nghiên cứu được trình bày trên các hình từ Hình 8 đến Hình 12, ở đó đưa ra các đường phổ phản ứng chuẩn tính được cho từng loại nền đất.



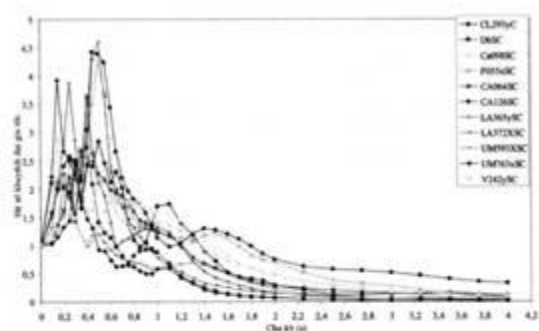
Hình 8. Tập hợp các phổ phản ứng được chọn cho nền đất loại A.



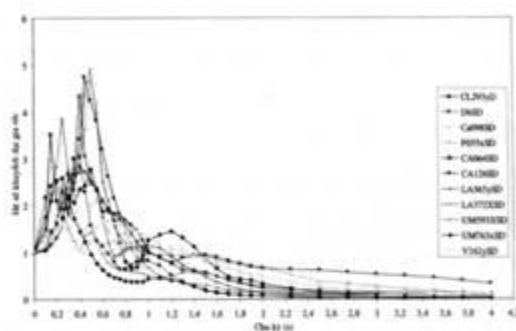
Hình 9. Tập hợp các phổ phản ứng được chọn cho nền đất loại B.

Đường phổ phản ứng chuẩn hoá β_a trung bình lấy dạng như trong TCXDVN (Hình 13). Đường cong phổ được phân thành 4 đoạn 0- T_B , T_B - T_C , T_C - T_D , T_D - $4s$, trong đó T_B , T_C , T_D là những chu kỳ đặc trưng của đường phổ đàn hồi chuẩn trong từng trạng động đất. Đường phổ phản ứng đàn hồi chuẩn trung bình cho từng trường hợp được tính theo nguyên tắc cân bằng diện tích bao bởi đường phổ chuẩn và trục hoành trong từng đoạn phổ 0- T_B , T_B - T_C , T_C - T_D , T_D - $4s$. Đường trung bình của các đường phổ phản ứng đàn hồi chuẩn trung bình cho từng loại nền đất là đường cong phổ phản ứng đàn hồi chuẩn đặc trưng cho các loại nền.

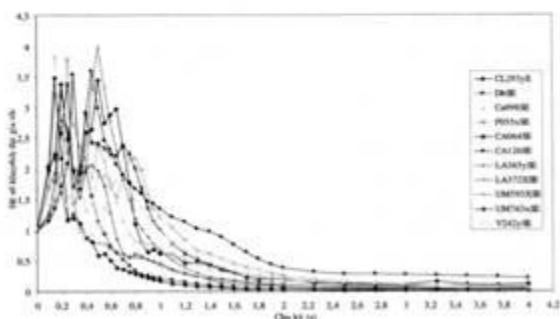
Việc trung bình hoá các đường cong phổ cho từng loại nền được thực hiện theo nguyên tắc lấy trung bình cộng các chu kỳ đặc trưng và mức đỉnh phổ (mức phổ trong đoạn T_B - T_C). Kết quả tính toán trình bày trong Bảng 3 và trên Hình 13, các hệ số chung cho các loại nền $\gamma = 1,2$; $\alpha = 0,4$.



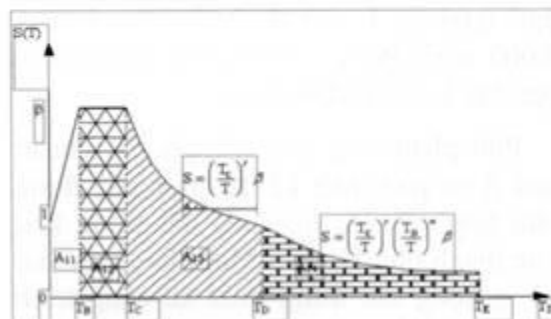
Hình 10. Tập hợp các phổ phản ứng được chọn cho nền đất loại C.



Hình 11. Tập hợp các phổ phản ứng được chọn cho nền đất loại D.



Hình 12. Tập hợp các phổ phản ứng được chọn cho nền đất loại E.



Hình 13. Dạng đường phổ phản ứng đàn hồi chuẩn hoá β_a .

Bảng 3. Tham số của các đường cong phổ phản ứng đàn hồi chuẩn hoá β_a

Loại nền đất	S	T_B (S)	T_C (S)	T_D (S)
A	1,0	0,15	0,4	1,2
B	1,3	0,15	0,5	1,7
C	1,7	0,15	0,6	2,0
D	1,7	0,15	0,7	2,2
E	1,5	0,15	0,5	1,35

IV. KẾT LUẬN

Trên cơ sở kết quả nghiên cứu đánh giá độ nguy hiểm động đất khu vực Tp. Hồ Chí Minh cho phép đưa ra một số nhận định sau đây:

Trong phạm vi khu vực Tp. Hồ Chí Minh, cường độ chấn động lớn nhất do động đất gây ra là cấp 7 theo thang MSK- 64, gia tốc nền lớn nhất là $PGA = 0,10$ g trên nền loại A.

Bản đồ phân loại nền đất Tp. Hồ Chí Minh cho thấy nền loại A, hệ số nền $S=0$, chỉ có trên diện tích rất hạn chế ở Thủ Đức; nền loại B, hệ số nền $S=1,3$ - ở xung quanh Thủ Đức; nền đất ở nửa phía Bắc thành phố thuộc loại C, D, hệ số nền $S=1,7$; ở nửa phía Nam chủ yếu thuộc loại S, khi xây dựng cần có xem xét riêng, không có nền loại E.

Các thông số gia tốc dao động nền và cấp chấn động động đất Tp. Hồ Chí Minh được xác định như sau: chấn động chu kỳ lặp lại 500 năm trên nền loại A là $PGA = 0,03-0,06$ g và $I = VI$ (MSK-64); chu kỳ 1.000 năm có $PGA = 0,06 - 0,07$ g, $I = VII$ (MSK- 64); chu kỳ 2.500 năm, $PGA = 0,07-0,09$ g, $I = VII$ (MK-64); chu kỳ 5.000 năm, $PGA = 0,07-0,10$ g (đạt mức cực đại, $I = VII$ -MSK-64).

Phổ phản ứng đàn hồi gia tốc chuẩn hoá β và phổ thiết kế đã được xây dựng phù hợp với các loại nền đất trong khu vực thành phố Hồ Chí Minh là để tính tải trọng động đất trong thiết kế công trình chịu động đất.

Lời cảm ơn: Bài báo là một phần kết quả của Đề tài "Phân vùng nhỏ động đất Tp. Hồ Chí Minh do Liên đoàn Bản đồ Địa chất miền Nam (chủ trì) phối hợp với Viện Vật lý Địa cầu, Viện HLKH và CNVN cùng thực hiện trên cơ sở Hợp đồng nghiên cứu Khoa học và Công nghệ số 54/HD-SKHCN ngày 20/7/2006 được ký kết với Sở Khoa học và Công nghệ Tp. Hồ Chí Minh. Tập thể tác giả xin chân thành cảm ơn Sở Khoa học và Công nghệ và UBND Tp. Hồ Chí Minh.

VĂN LIỆU

1. Brocher T.M., 2005. Compressional and shear wave velocity versus depth in the San Francisco Bay Area, California: Rules for USGS Bay Area velocity. *Model 05.0,0, u.s. Geol. Surv. Open-File Report 05-1317, 58 pp.*

2. Brocher T.M., 2005. Empirical relations between elastic wave speeds and density in the Earth's crust, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 95:2081-2092.

3. Cao Đình Triều, 2010. Tai biến động đất lãnh thổ Việt Nam. *Nxb Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 304 trang.*

4. Cát Nguyên Hùng (Chủ biên), 2010. Phân vùng nhỏ động đất thành phố Hồ Chí Minh. *Lưu trữ Liên đoàn BĐDC MN, Tp HCM.*

5. Đỗ Văn Lĩnh, 2010. Lịch sử phát triển kiến tạo Kainozoi lãnh thổ Nam Trung Bộ và mối liên quan với động đất. *Luận án tiến sỹ địa chất. Lưu trữ Thư viện Khoa học Tổng hợp Tp. HCM, 186 trang.*

6. Nguyễn Đình Xuyên (Chủ biên), 2004. Nghiên cứu dự báo động đất và dao động nền lãnh thổ Việt Nam. *Báo cáo tổng kết đề tài độc lập cấp nhà nước, Hà Nội, 288 trang (Lưu Viện Vật lý Địa cầu).*

7. Nguyen Đình Xuyen, 1994. Status of seismic hazard assessment in Vietnam. *Proc. of Workshop on Implementation of Global Seismic Hazard Ass. Progr. in Central and Southern Asia, pp. 74-87.*

8. Nguyễn Hồng Phương, 2006. Đánh giá rủi ro động đất đô thị và các ứng dụng địa chất công trình. *TC Các KH về TĐ, 28/3:293-304. Hà Nội.*

9. Nguyễn Hồng Phương, Phạm Thế Truyền, 2007. Xây dựng mô hình nguồn tuyến đánh giá độ nguy hiểm động đất ở Việt Nam. *TC Các KH về TĐ*, 29/3:228- 238.