ĐÁNH GIÁ HIỆU ỨNG NỀN Ở VÙNG THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH DƯỚI TÁC ĐỘNG CỦA ĐỘNG ĐẤT THEO CÁCH TIẾP CẬN MÔ HÌNH HÓA

MAI XUÂN BÁCH, LÊ VĂN DŨNG

Viện Vật lý Địa cầu, VAST, Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội

Tóm tắt: *Trong bài viết này chúng tôi muốn giới thiệu một phương pháp đánh giá hiệu ứng nền địa phương dưới tác động của động đất theo cách tiếp cận mô hình hóa. Cách tiếp cận này dựa trên việc xây dựng các mô hình mô phỏng quá trình phát sinh và lan truyền sóng địa chấn từ nguồn tới điểm quan sát, sử dụng những thông tin ban đầu đã biết về điều kiện địa chất công trình và cấu trúc sâu tại vùng nghiên cứu.*

Hệ số khuếch đại nền (RSR) vùng Tp. Hồ Chí Minh tính toán được có giá trị cực đại khoảng 0,9-3,3 ứng với miền tần số 0,5-3,0 Hz (chu kỳ 0,3-1,0 giây) tùy thuộc từng khu vực:

- Hệ số RSR vùng huyện Củ Chi và Hóc Môn, thành phần tia từ 1,3 đến 2,2 ứng với miền tần số ≈ 3 Hz, thành phần nằm ngang 1,2-2, ứng với tần số 3-5 Hz và thành phần thẳng đứng từ 1,5 đến 1,8, ứng với tần số 2-4 Hz;

- Vùng trung tâm thành phố: hệ số RSR của thành phần tia có giá trị cực đại 1,3-3, ứng với tần số 1-3,5 Hz, thành phần nằm ngang là 1,3-3 ứng với tần số ≈3 Hz và thành phần thẳng đứng 1,5-2,0, ứng với tần số 2-3 Hz;

- Vùng huyện Cần Giờ có hệ số RSR cực đại của thành phần tia có giá trị 3- 4,8 ứng với tần số từ 2-2,8 Hz, thành phần nằm ngang 2,5-3,2, ứng với tần số 1,5-2,8 Hz và thành phần thẳng đứng là 2,2-3,4, ứng với tần số 1,8-3,0 Hz;.

- Vùng quận Thủ Đức có hệ số RSR cực đại của thành phần tia có giá trị 1,2- 2,2, ứng với tần số 2-3 Hz, thành phần nằm ngang 1,2-2,4, ứng với tần số 2-3 và thành phần thẳng đứng 1-2, ứng với tần số 1,0-2,5 Hz.

MỞ ĐẦU

Hiện tại, có hai cách tiếp cận để xác định giá trị của tham số rung động nền được sử dụng làm dữ liệu đầu vào cho việc tính toán rủi ro động đất với độ chính xác cao. Cách tiếp cận thứ nhất dựa trên việc phân tích các băng địa chấn ghi được từ các trận động đất mạnh đã xảy ra trong quá khứ để tìm ra các băng ghi địa chấn có cùng các đặc trưng về nguồn chấn động, đường truyền và điểm quan sát, từ đó xác định được giá trị của tham số rung động nền tối ưu dùng làm đầu vào cho các tính toán rủi ro. Cách tiếp cận này thường không thể áp dụng rộng rãi, do cơ sở dữ liệu các băng ghi địa chấn quan trắc được quá ít ỏi, chỉ tập trung vào một số quốc gia giàu có và có động đất mạnh thường xuyên xảy ra. Cách tiếp cận thứ hai dựa trên việc xây dựng các mô hình mô phỏng quá trình phát sinh và lan truyền sóng địa chấn từ nguồn tới điểm quan sát, sử dụng những thông tin ban đầu đã biết về điều kiện địa chất công trình và cấu trúc sâu tại vùng nghiên cứu. Các mô hình được xây dựng sẽ cho phép mô phỏng một cách hiện thực sự rung động nền do một trận động đất kịch bản (với những tham số ban đầu cho trước) gây ra tại vùng nghiên cứu, từ đó xác định được giá trị của tham số rung động nền tối ưu dùng làm đầu vào cho các tính toán rủi ro.

Trong bài viết này, chúng tôi muốn giới thiệu một phương pháp đánh giá hiệu ứng nền địa phương dưới tác động của động đất theo các tiếp cận mô hình hóa, lần đầu tiên được áp dụng ở Việt Nam (cụ thể là áp dụng cho khu vực Tp Hồ Chí Minh, viết tắt là: TP. HCM). Một kịch bản được xây dựng để xác định rung động nền cho khu vực TP.HCM, với các tham số của nguồn chấn động và của mô hình cấu trúc được xác định trước ở cả phạm vi địa phương lẫn vùng. Phương pháp tính toán áp dụng cho môi trường truyền sóng địa chấn nhiều lớp, bất đồng nhất theo phương nằm ngang cho kết quả dưới dạng các băng ghi địa chấn biểu diễn các tham số rung động nền tiêu biểu như gia tốc, vận tốc và dịch chuyển nền ở cả ba thành phần. Các kết quả áp dụng bước đầu cho vùng TP.HCM được trình bày để minh họa.

I. XÂY DỰNG KỊCH BẢN ĐỘNG ĐẤT VÀ MÔ HÌNH CẤU TRÚC

1. Phương pháp

Tổ hợp các phương pháp cộng phương thức (modal summation) và sai phân hữu hạn do Fah và cộng sự đề xuất [6, 7] cho phép đánh giá phản ứng rung động nền có xét đến cả ba yếu tố quan trọng là đặc trưng nguồn chấn động, sự lan truyền sóng địa chấn và các điều kiện địa chất - địa kỹ thuật của môi trường địa phương. Sự lan truyền sóng địa chấn từ nguồn đến vùng lân cận của mô hình cấu trúc địa phương được xử lý bằng phương pháp cộng phương thức, sử dụng mô hình cấu trúc khu vực gồm nhiều lớp đồng nhất theo phương nằm ngang. Tiếp đó, trường sóng địa chấn được nhập vào mạng lưới các điểm tính trong mô hình cấu trúc địa phương, gồm các lớp không đồng nhất theo phương nằm ngang, và phương pháp sai phân hữu hạn được áp dụng.

Tính toán các băng ghi địa chấn cho mô hình 2D gồm: tổ hợp các phương pháp cộng phương thức và sai phân hữu hạn được áp dụng cho sự kết hợp giữa mô hình cấu trúc địa phương và một trong số các mô hình cấu trúc khu vực MH1.1, MH1.2 hay MH1.3.

Các băng ghi địa chấn biểu thị giá trị của các tham số rung động nền bao gồm gia tốc, vận tốc và dịch chuyển ở cả ba thành phần được xác định trong miền tần số mở rộng lên tới 10 Hz, có lưu ý tới ảnh hưởng của bất đồng nhất ngang do các lớp trầm tích trên mặt gây ra.

2. Lập mô hình

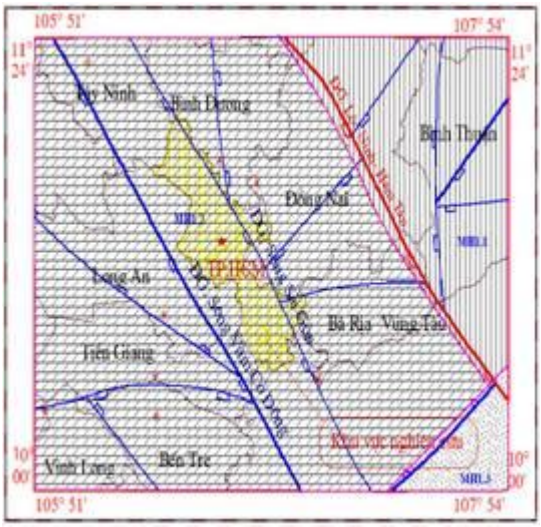
Thành phố HCM nằm ở ranh giới hai đới kiến tạo thuộc địa khối Indosini: khối nâng ở phía đông bắc (đới Đà Lạt) và đới sụt lún ở phía tây nam (đới Cần Thơ) mà ranh giới có thể là đứt gãy Sông Sài Gòn giới hạn rìa đông bắc thành phố. Địa khối Indosini là một vùng kiến tạo bình ổn - một vùng nền hoạt động, bị biến cải mạnh, nhất là vùng rìa, trong Kainozoi do va chạm giữa mảng Ấn-Úc và mảng Âu-Á. Trong phạm vi địa phận thành phố và lân cận phát triển một hệ thống đứt gãy kiến tạo hoạt động. Đó là các đứt gãy Sông Sài Gòn, Sông Vàm Cỏ Đông giới hạn thành phố ở phía đông bắc và tây nam, đứt gãy hướng kinh tuyến Lộc Ninh - Thủ Dầu Một cắt qua địa phận thành phố và đứt gãy Lộc Ninh - Hàm Tân chạy dọc phía bắc thành phố; xa hơn về phia đông nam là hệ thông đứt gãy Thuận Hải - Minh Hải 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 địa phận thành phố nằm trong vùng động đất cấp VI, cấp VII (thang MSK-64), có khả năng xảy ra trên các đứt gãy Sông Sài Gòn, Sông Vàm Cỏ Đông và 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 cửa và công trình [Hình 1].

Để đánh giá phản ứng của nền đất đối với tác động của động đất tại TP. HCM, một kịch bản mô phỏng rung động nền được xây dựng với 2 mô hình quan trọng bao gồm:

1/ Mô hình nguồn động đất, hay còn gọi là kịch bản động đất, được xây dựng dựa trên các giả thiết sau: động đất có chấn cấp MW = 6,5 và độ sâu chấn tiêu H = 15 km, phát sinh trên đứt gẫy Lộc Ninh - Hàm Tân, chạy qua phía bắc Thành phố và cách trung tâm TP. HCM khoảng 50 km; các tham số nguồn của động đất được xác định theo các thông số hình học và địa động lực của đứt gẫy Lộc Ninh - Hàm Tân theo nguyên tắc của mô hình nguồn tuyến đã xây dựng cho Việt Nam [3, 4, 9, 10].

2/ Mô hình cấu trúc trong môi trường phân lớp ở hai phạm vi: địa phương và khu vực. Mô hình cấu trúc được xây dựng trên cơ sở sử dụng kết quả của những nghiên cứu trước đây về địa chất, địa kỹ thuật, địa vật lý và cấu trúc sâu cho vùng Tp. HCM [1-3, 6]. Hai mô hình cấu trúc được xây dựng bao gồm: mô hình khu vực và mô hình địa phương.

Mô hình cấu trúc khu vực là MH1.1, MH1.2 và MH1.3 tương ứng với 3 vùng cấu trúc của vùng nghiên cứu [Hình 1]. Mô hình cấu trúc vùng được xây dựng đơn giản chỉ chứa 3 lớp tham số của các mô hình cấu trúc vùng Tp. HCM được liệt kê trong Bảng 1.



Hình 1. *Sơ đồ vùng nghiên cứu, phân vùng cấu trúc khu vực và các đứt gãy chính.*

Hình 2. *Sơ đồ tuyến mô hình cấu trúc địa phương.*

Bảng 1. **Các thông số mô hình cấu trúc khu vực [3]**

Mô hình cấu trúc	Độ sâu các lớp(km)	Mật độ TB (ρ, g/cm^3)	P (V_P, km/s)	S (V_S, km/s)
MH1.1				
Lớp 1 (lớp trầm tích)	04,0	2.62	4,72	2,728
Lớp 2 (lớp vỏ kết tinh)	33,0	2.84	6,04	3,491
Lớp 3 (lớp manti trên)	00,0	3.15	7,90	4,566
MH1.2				
Lớp 1 (lớp trầm tích)	03,0	2.20	4,50	2,601

Lớp 2 (lớp vỏ kết tinh)	25,0	2.85	6,10	3,526
Lớp 3 (lớp manti trên)	00,0	3,15	7,90	4,566
MH1.3				
Lớp 1 (lớp trầm tích)	04,0	2,12	4,60	2,659
Lớp 2 (lớp vỏ kết tinh)	22,0	2,85	6,10	3,526
Lớp 3 (lớp manti trên)	00,0	3,16	7,98	4,613

Mô hình cấu trúc địa phương, biểu thị các lớp trầm tích bở rời nằm gần mặt đất, được xây dựng trên cơ sở sử dụng mặt cắt địa chất công trình. Chúng tôi đã xây dựng 10 mô hình cấu trúc địa phương được biểu diễn bởi các đường đứt đoạn chia theo lưới phủ khắp vùng nghiên cứu và được ký hiệu từ "tuyến 1" đến "tuyến 10" [Hình 2]. Trong khuôn khổ bài báo này chúng tôi chỉ đưa ra kết quả của 2 phân đoạn tuyến điển hình cắt qua trung tâm thành phố theo hướng TB-ĐN và ĐB-TN, chúng được biểu diễn bởi các đường liền nét, tô đậm và ký hiệu là: AA' và BB' [Hình 2]. Thông số vật lý của các mô hình cấu trúc địa phương được mô tả trong Bảng 2.

Bảng 2. **Các thông số thạch học của mô hình cấu trúc địa phương [1, 2, 5]**

Hệ tầng	Mật độ trung bình (ρ, g/cm^3)	Vs (m/s)	Vp (m/s)
Holocen (Củ Chi, Cần Giờ, Bình Chánh)	1,86-1,92	603-685	300-350
Hệ tầng (Thủ Đức)	2,10-2,15	1250-1256	650-750
Pliocen thượng - Pleistocen hạ	2,35	1499-1616	950-1050
Pliocen thượng	2,55	1950	1530

II. HIỆU ỨNG NỀN KHU VỰC THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

1. Đặc điểm địa chất công trình vùng TP.HCM

Xét về đặc điểm địa chất cấu trúc, địa tầng, địa mạo và địa chất thủy văn, vùng TP. HCM về đặc điểm địa chất công trình được chia thành 3 phân vùng khác nhau. Đặc điểm này sẽ là cơ sở để tham khảo trong quy hoạch thiết kế, xây dựng và phát triển đô thị bền vững.

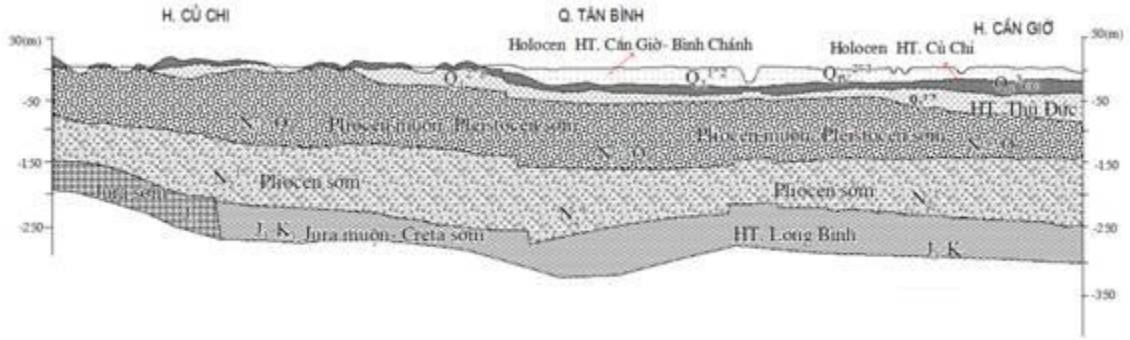
Vùng A: được cấu tạo bởi các loại đá cứng và nửa cứng, có cường độ kháng nén khác nhau tùy mức độ phong hóa, biến đổi từ 50 đến trên 1000 kg/cm^2; địa hình núi thấp thuộc kiểu địa mạo xâm thực bào trụi, cao độ 40-80 m, độ dốc 1-5%, nước ngầm không phong phú với mực nước trên 10 m dưới mặt đất, phổ biến các hiện tượng phong hóa và trượt sạt lở.

Vùng B: phân bố trên diện tích rộng gồm các quận nội thành, các quận Củ Chi, Hóc Môn, Gò Vấp, Thủ Đức và quận 9; được cấu tạo bởi các lớp đất trầm tích cổ, phần lớn là các lớp đất có cường độ kháng nén cao, đặc biệt hiện diện tầng đất sét cứng và nửa cứng với bề dày khá lớn, tuy nhiên nó nằm ở độ sâu biến đổi từ 20 đến 50 m; địa hình vùng B khá bằng phẳng, thuộc địa mạo bào mòn - tích tụ, thực chất là bề mặt bậc thềm cao của hệ thống sông Sài Gòn và sông Đồng Nai, nằm thấp hơn bề mặt bậc thềm tạo nên vùng A: độ cao địa hình 10-25 m, độ dốc 0,5-4,0%, hiện

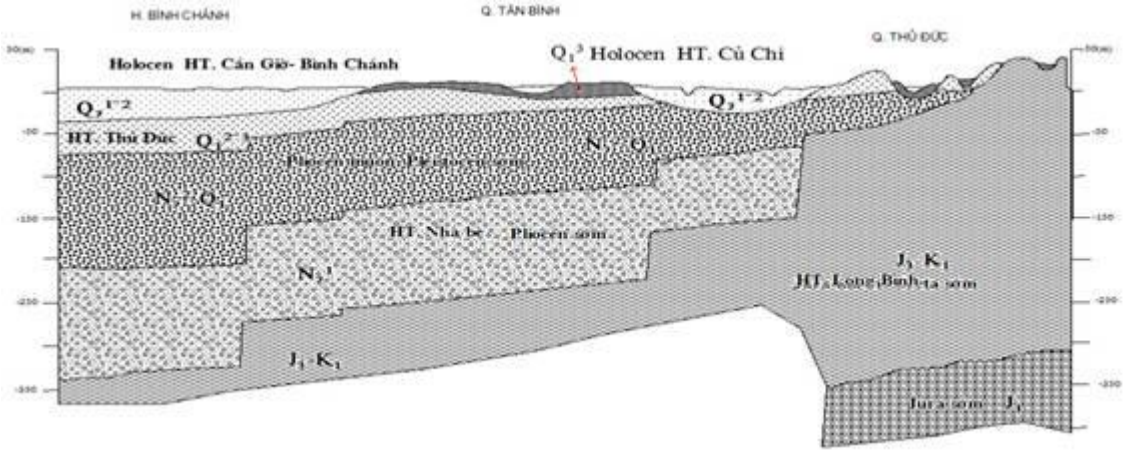
diện tầng nước ngầm ở độ sâu 5-10 m với lượng nước khá dồi dào và có nguồn bổ cập khá thường xuyên.

Vùng C: được cấu tạo bởi các trầm tích trẻ, hiện đại nhiều nguồn gốc, đất yếu, cường độ kháng nén của đất đá yếu, tạo thành bề mặt bậc thềm thấp nhất của các sông Sài Gòn - Đồng Nai và các chi lưu; địa hình không bằng phẳng, tuy nhiên bị chia cắt mãnh liệt bởi các chi nhánh dòng chảy, nước ngầm lộ ngay mặt đất, địa tầng vùng C dày 10-30 m nằm phủ trực tiếp lên các lớp đất cấu tạo nên vùng B và A.

Hai mặt cắt địa chất công trình đại diện được đưa ra là hai tuyến cắt qua chỗ rộng và dài nhất của vùng nghiên cứu [Hình 3, 4].



Hình 3. *Mặt cắt địa chất công trình dọc theo tuyến 10.*



Hình 4. *Mặt cắt địa chất công trình dọc theo tuyến 4.*

2. Phổ phản ứng nền tính toán được cho vùng nghiên cứu

Theo cách tiếp cận truyền thống, dựa trên việc phân tích các băng địa chấn ghi được từ các trận động đất mạnh đã xảy ra trong quá khứ để xác định các tham số rung động nền cho mỗi vùng nghiên cứu. Nền đất-đá vùng nghiên cứu được phân chia thành nhiều loại nền khác nhau và được ký hiệu theo bảng chữ cái A, B, C, D, ….. phụ thuộc vào tính chất vật lý của chúng [5].

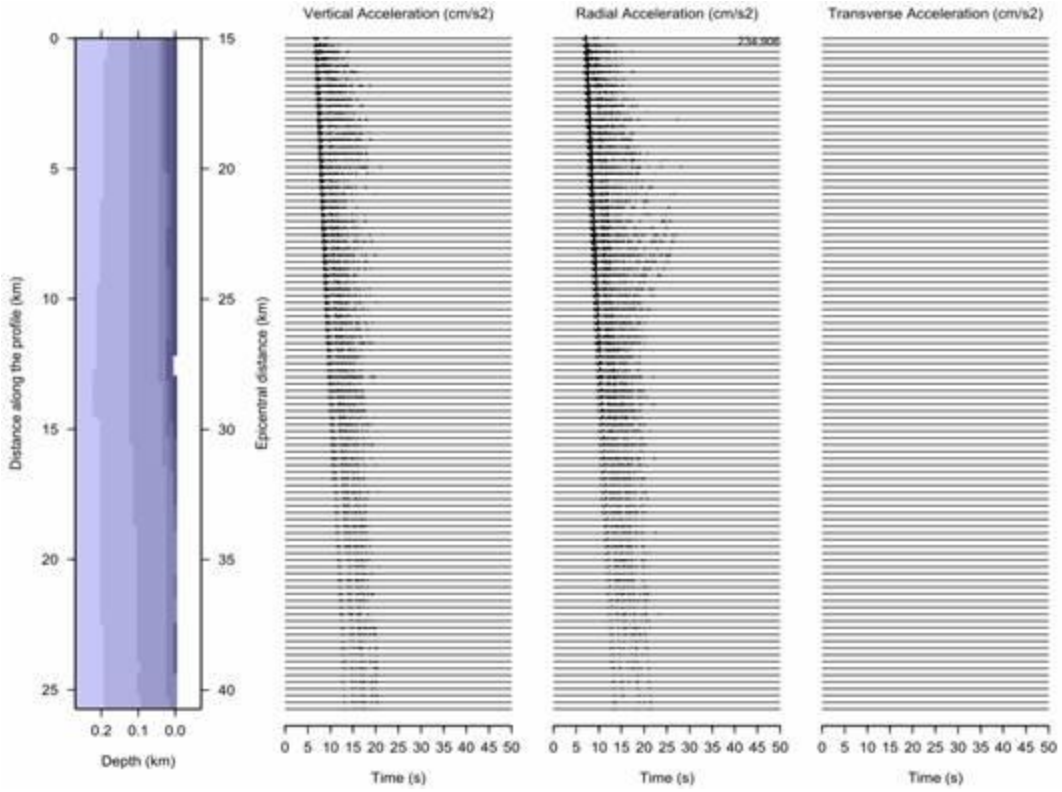
Cách tiếp cận mới mà chúng tôi giới thiệu ở đây thì nền đất-đá, được chia theo các phân lớp nằm ngang mà ở đó thành phần vật chất cũng như tính chất vật lý của chúng gần như nhau. Như vậy, băng gia tốc (băng địa chấn tổng hợp) và các thành phần của hiệu ứng nền tính toán được tại mỗi điểm là các giá trị tổng của các phân lớp tại điểm đó theo phương thẳng đứng. Cụ thể là mỗi

mặt cắt ta tính được các băng gia tốc cho các điểm trên tuyến đó giống như ở các Hình 5 và 6. Tương ứng với các băng địa chấn tổng hợp đó là các thành phần của phổ phản ứng nền tại mỗi điểm xác định [Hình 7, 8].

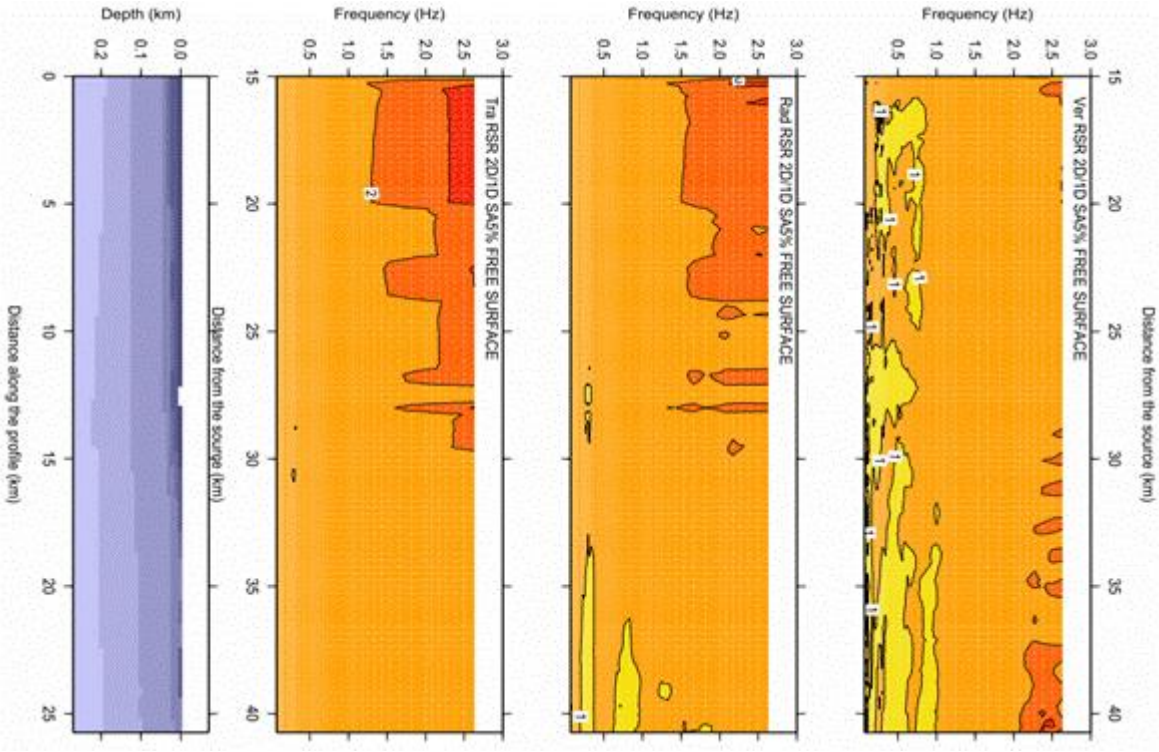
Hệ số khuếch đại nền (RSR) cực đại tính toán được cho khu vực TP. HCM khoảng 0,9-3,3 tương ứng với miền tần số 0,5-3,0 Hz (chu ký 0,3-1,0 giây) tùy thuộc từng khu vực [Bảng 3].

Cụ thể như sau: Hệ số khuếch đại nền (RSR) vùng TP. HCM tính toán được có giá trị cực đại khoảng 0,9-3,3 tương ứng với miền tần số 0,5-3,0 Hz (chu kỳ 0,3- 1,0 giây) tùy thuộc từng khu vực

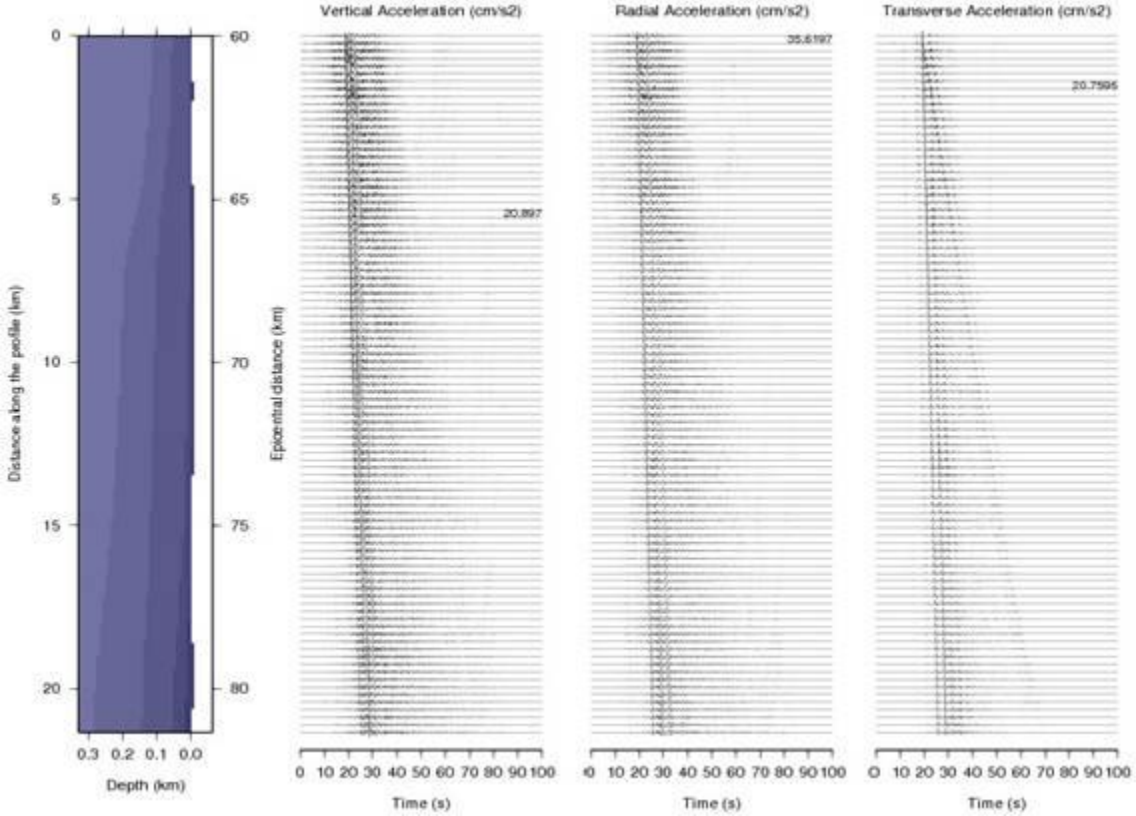
- Hệ số RSR vùng các huyện Củ Chi và Hóc Môn, thành phần tia là 1,3-2,2 ứng với miền tần số ≈ 3 Hz, thành phần nằm ngang: 1,2-2, ứng với tần số 3-5 Hz và thành phần thẳng đứng: 1,5-1,8, ứng với tần số 2-4 Hz



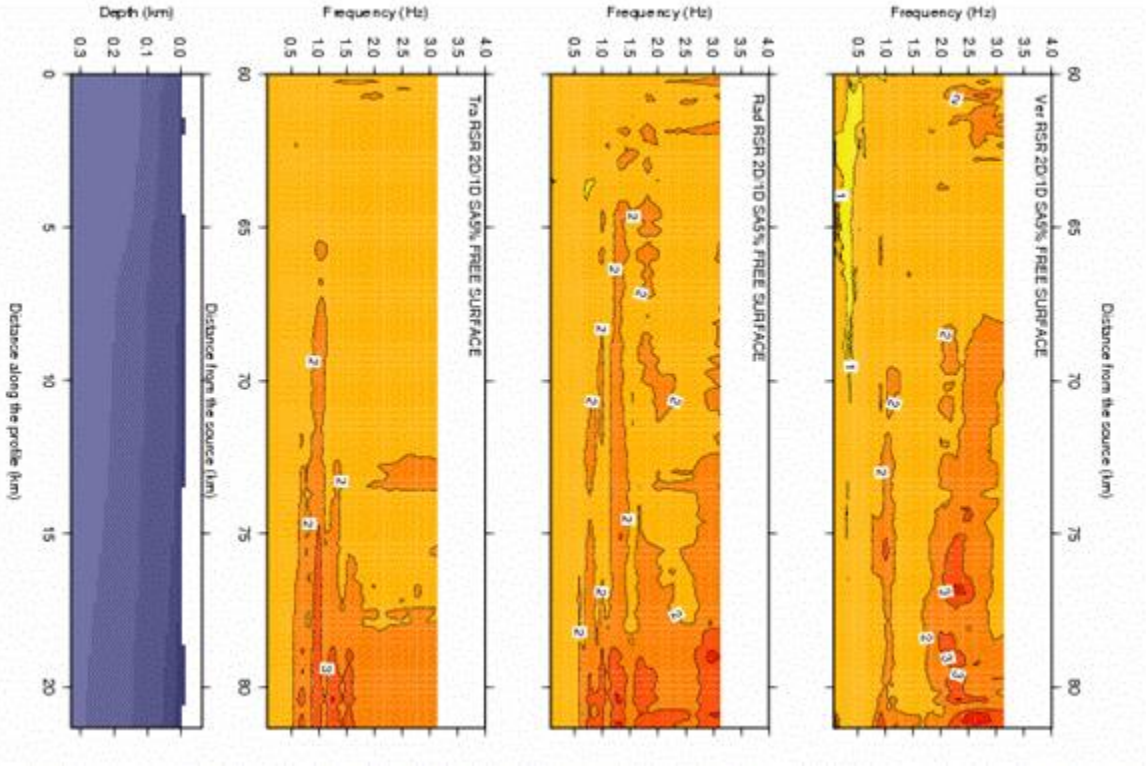
Hình 5. *Băng gia tốc với 3 thành phần của dao động nền dọc theo tuyến BB'.*



Hình 6. *Tỷ lệ phổ phản ứng gia tốc giữa mô hình 2D/1D thu được dọc theo tuyến BB'.*



Hình 7. *Băng gia tốc với 3 thành phần của dao động nền dọc theo tuyến AA'.*



Hình 8. *Tỉ lệ phổ phản ứng gia tốc giữa mô hình 2D/1D thu được dọc theo tuyến AA'.*

Bảng 3. **Giá trị RSR cực đại và miền tần số tương ứng tại một số điểm trong vùng TP. HCM**

Tên điểm	Thành phần Tia		Thành phần nằm ngang		Thành phần thẳng đứng	
	Hz	RSR	Hz	RSR	Hz	RSR
Tân Nhơn 2, Tân Phú, Q 9	3,125	1,234	3,125	1,205	2,273	1,133
Cầu Công, p. Thủ Thiêm, Q. 2	3,333	1,560	3,571	1,386	3,125	1,406
Khu ĐTM Cửu Long, Q. Bình Thạnh	2,632	3,028	3,125	3,159	3,125	1,750
P. 11, Q. Bình Thạnh	3,125	2,090	3,125	1,745	2,778	1,586
Cv Hoàng Văn Thụ, Q. Tân Bình	2,778	1,886	2,778	1,481	2,500	1,705
Ấp 1, p. Thạnh Lộc, Q. 12	1,429	1,606	0,067	1,160	2,381	2,082
Long Thành, Long Hoà, Cần Giờ	2,174	4,808	1,538	2,522	2,000	2,242
Đông Hòa, Long Hoà, Cần Giờ	1,250	3,626	1,538	2,703	1,818	2,699
Cần Thạnh, Cần Giờ	2,273	3,390	1,333	2,603	2,381	3,380
Khu 2 Long Hoà, Cần Giờ	2,000	3,262	2,000	3,262	2,273	3,034
Cầu Dầm Xây, Long Hoà, Cần Giờ	2,381	2,960	2,381	2,960	2,000	2,472
Nt. Duyên Hải, An Thới Đông, Cần Giờ	2,778	3,051	2,778	3,051	2,941	2,717
Bình Phước, Bình Khánh, Cần Giờ	0,833	3,371	0,455	0,915	1,333	1,849
Kp 3, P. Phú Mỹ, Q 7	1,176	2,484	0,556	0,858	1,000	1,818
808/10 HTPhát, Phú Xuân, Nhà Bè	0,909	2,709	0,556	0,828	2,083	3,038
Ấp 1, Long Thới, Nhà Bè	3,571	3,090	2,273	2,514	2,500	3,321
Ấp 4, Tân Kiên, Bình Chánh	2,174	4,312	2,778	2,609	2,500	2,052

P. 20, Q. Tân Bình	2,273	1,317	2,778	1,360	2,000	1,523
P. Bình Trị Đông, Q. Bình Tân	1,818	2,037	1,250	1,553	2,273	2,272
P. 16, Q. Tân Phú	1,333	1,682	3,571	1,431	2,500	2,018
Cty Giầy, Tân Xuân, Hóc Môn	2,381	1,810	3,571	1,495	2,000	1,614
Chợ Cũ, An Nhơn Tây, Củ Chi	3,571	1,848	3,571	1,589	2,000	1,587
Phú An, Phú Hoà Đông, Củ Chi	2,941	1,360	3,571	1,273	2,500	1,504
Phú Hoà Đông, Củ Chi	4,545	2,286	5,263	1,976	4,545	1,770
Tam Tân, An Hội, Củ Chi	3,846	1,490	5,263	1,445	2,083	1,467
Tây Tân, An Hội, Củ Chi	3,571	1,744	5,263	1,621	2,381	1,752
Tân Phú Trung, Củ Chi	1,818	1,746	1,176	1,511	2,778	1,437
Bựi Minh Trực, p. 6, Q. 8	3,571	2,859	2,941	2,293	3,333	1,832

- Vùng trung tâm thành phố: hệ số RSR của thành phần tia có giá trị cực đại 1,3-3, ứng với tần số 1-3,5 Hz, thành phần nằm ngang: 1,3-3, ứng với tần số ≈ 3 Hz và thành phần thẳng đứng: 1,5-2,0, ứng với tần số 2-3 Hz.

- Vùng huyện Cần Giờ: hệ số RSR cực đại của thành phần tia có giá trị 3-4,8, ứng với tần số 2-2,8 Hz, thành phần nằm ngang: 2,5-3,2, ứng với tần số 1,5-2,8 Hz và thành phần thẳng đứng: 2,2-3,4, ứng với tần số 1,8-3,0 Hz.

- Vùng quận Thủ Đức: hệ số RSR cực đại của thành phần tia có giá trị 1,2-2,2, ứng với tần số 2-3 Hz, thành phần nằm ngang: 1,2-2,4, ứng với tần số 2-3 và thành phần thẳng đứng: 1-2, ứng với tần số 1,0-2,5 Hz.

Như vậy kết quả này khác biệt không nhiều so với kết quả đã đưa ra trong đề tài "Phân vùng nhỏ động đất thành phố Hồ Chí Minh", được tính theo cách phân tích các băng gia tốc của các trận động đất mạnh đã xảy ra trong quá khứ [5].

RSR được sử dụng như là một hệ số khuếch đại ở mỗi vị trí và RSR = RS (2D) / RS (1D). RS(2D) là phổ phản ứng (giảm dần 5%) của tín hiệu trong các cấu trúc địa phương và RS(1D) phổ phản ứng tính toán cho nền đá gốc. Vị trí khuếch đại được đánh giá trong điều kiện của RSR và giống như là một hàm của tần số và khoảng cách tâm chấn.

KẾT LUẬN

Đối với các vùng đô thị, đặc biệt là những nơi không có số liệu quan trắc động đất bằng máy, việc xây dựng các băng ghi địa chấn bằng phương pháp mô hình đóng vai trò đặc biệt quan trọng trong lĩnh vực đánh giá rủi ro và ước lượng thiệt hại do động đất gây ra đối với cộng đồng đô thị. Các băng ghi địa chấn tính toán có thể được sử dụng để ước lượng khả năng rung động nền cực đại dưới tác động của một trận động đất với các tham số nguồn đã biết, từ đó cho phép dự báo trước những rủi ro mà cộng đồng đô thị sẽ phải đối mặt mà không phải chờ đến khi động đất xảy ra.

Việc áp dụng phương pháp mô hình lần đầu tiên tại Việt Nam cho thấy tính ưu việt của tổ hợp phương pháp áp dụng. Phương pháp tính toán cho phép tạo một cơ sở dữ liệu các băng ghi địa chấn ứng với kịch bản rung động nền đã xây dựng cho vùng nghiên cứu.

Theo cách tiếp cận này chúng tôi tính được hệ số khuếch đại nền (RSR) cực đại cho vùng TP. HCM khoảng 0,9-3,3, ứng với miền tần số 0,5-3.0 Hz (chu kỳ 0,3-1,0 giây) tùy thuộc từng vùng. Một số điểm xác định cụ thể được nêu ở mục 3.2.

Như vậy, chúng ta có thể xây dựng các băng ghi địa chấn bằng phương pháp mô hình, phục vụ cho việc đánh giá rủi ro và ước lượng thiệt hại do động đất gây ra đối với cộng đồng đô thị. Các băng ghi địa chấn tính toán có thể được sử dụng để ước lượng khả năng rung động nền cực đại dưới tác động của một trận động đất, từ đó cho phép dự báo trước những rủi ro mà cộng đồng đô thị sẽ phải đối mặt, mà không phải chờ đến khi động đất xảy ra và không phụ thuộc vào các băng ghi địa chấn của các trận động đất đã xảy ra trong quá khứ.

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. Thiết lập những tiếp cận thích hợp để nghiên cứu dự báo động đất lãnh thổ Việt Nam. *Lưu trữ Viện VLĐC, Hà Nội.*

4. Cao Đình Triều, 2003. Activity report. Short term visit in the framework of bilateral S. and T. cooperation Italia – Vietnam. *Trieste Univ., Italia.*

5. Cát Nguyên Hùng. Phân vùng nhỏ động đất thành phố Hồ Chí Minh. *Lưu trữ Liên đoàn BĐĐC MN, Tp HCM.*

6. Fäh D., Suhadolc P. and Panza G.F., 1993. Variability of seismic ground motion in complex media: The Friuli area (Italy*). In Geophy. Expl. In areas of complex geology, II (Eds Cassinis, R., Helbig, K. and Panza, G.F.), J. Appl. Geophys., 30: 131-148.*

7. Fäh D., Iodice C., Suhadolc P. and Panza G.F., 1993. A new method for the realistic estimation of seismic ground motion in megacities: The case of Rome. *Earthquake Spectra, 9: 643-668.*

8. Nguyen Dinh 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.*

9. 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.*

10. 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.*

11. Panza G.F, Romanelli F., and Vaccari F., 2001. Seismic wave propagation in laterally heterogeneous anelastic media: Theory and application to seismic zonation. *Advances in Geophysics, 42: 1-95. Acad. Press.*

12. A. Peresan and I.M. Rotwain, 1998. (IC/98/97) Preprint - analysis and definition of magnitude selection criteria for NEIC (PDE) data, oriented to the compilation of a homogeneous updated catalogue for CN monitoring in Italy.