

# KINH NGHIỆM ÁP DỤNG GIẢI PHÁP MÓNG NỔI CHO CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG TRÊN NỀN ĐẤT YẾU TẠI DỰ ÁN KHU NHÀ Ở BẮC HÀ, HÀ NỘI

TS. TRỊNH VIỆT CƯỜNG, KS. NGUYỄN NGỌC THUYẾT<sup>(1)</sup>

ThS. NGUYỄN VĂN ĐÔNG<sup>(2)</sup>

1. Viện KHCN xây dựng
2. Công ty cổ phần nền móng và xây dựng Fodacon

**Tóm tắt:** *Móng nổi là giải pháp đã được áp dụng trong xây dựng nhiều công trình trên thế giới. Nguyên lý của giải pháp này là thay thế tải trọng của khối đất được đào đi trong hố móng bằng tải trọng của công trình, do đó ít làm thay đổi trạng thái ứng suất trong đất nên độ lún của công trình không lớn mặc dù không tiến hành xử lý nền. So với giải pháp thông thường, hiệu quả của giải pháp càng cao khi bề dày đất yếu càng lớn. Kinh nghiệm áp dụng cho các khối nhà liền kề tại khu đô thị mới Bắc Hà cho thấy giải pháp móng nổi cho phép tiết kiệm 40-50% chi phí so với phương án móng cọc.*

## 1. Mở đầu

Việt Nam nằm trong nhóm quốc gia có mật độ dân số cao nhất thế giới, trong đó những nơi có mật độ dân cư đông nhất ở đồng bằng sông Hồng và sông Cửu Long là những khu vực được hình thành từ trầm tích sông biển. Tầng đất yếu tại các khu vực này được phân bố trên diện rộng và ở một số nơi bề dày đất yếu có thể tới 40-50m. Đất yếu ở các khu vực nêu trên cũng là một điểm bất lợi đối với sự phát triển của nền kinh tế vì chi phí đầu tư cho nền móng công trình cao hơn nhiều lần so với khi xây dựng ở những khu vực có điều kiện địa chất thuận lợi hơn. Độ lún quá mức của công trình xây dựng trên nền đất yếu đã dẫn đến sự cố lún nứt ở nhiều công trình như trường hợp của một số khu chung cư ở Hà Nội (Ngọc Khánh, Giảng Võ, Thành Công, Quỳnh Mai,...), ở TP. Hồ Chí Minh (khu Thanh Đa)...

Nguyên tắc chung của các giải pháp để khống chế độ lún của công trình nằm trong giới hạn cho phép là kiểm soát các yếu tố gây biến dạng của các lớp đất nằm trong vùng chịu ảnh hưởng của tải trọng công trình. Vì độ lún của móng phụ thuộc chủ yếu vào hai yếu tố là mức độ gia tăng ứng suất hữu hiệu theo phương thẳng đứng và tính biến dạng của đất nền. Như vậy, để kiểm soát độ lún của công trình xây dựng trên nền đất yếu cần can thiệp vào những yếu tố đó, thông qua những giải pháp như:

- Cải tạo đất để tăng độ cứng của đất nền, qua đó giảm mức độ biến dạng của đất: Trên thực tế các phương pháp như: đệm cát, gia tải trước (có thể sử dụng bấc thấm hoặc giếng cát để đẩy nhanh tốc độ cố kết đất), trụ đất-xi măng, cọc tre hoặc cừ tràm... Độ sâu gia cố nền bằng các phương pháp này thường hạn chế ở mức vài mét đối với những giải pháp gia cố nông đến 20-30 m đối với các phương pháp gia cố sâu. Đối với trường hợp tầng đất yếu cần gia cố có bề dày lớn hơn thì việc gia cố nền khó thực hiện được do thiếu trang thiết bị thi công hoặc chi phí gia cố nền quá cao;

- Hạn chế sự gia tăng ứng suất hữu hiệu trong đất: Giải pháp thường được áp dụng là giảm qui mô công trình (ví dụ số tầng nhà) hoặc sử dụng kết cấu nhẹ để giảm tải trọng gây lún. Tuy vậy đối với các công trình xây dựng thông thường thì mức độ giảm tải trọng do sử dụng vật liệu nhẹ thường chỉ ở mức 15-25% nên trong phần lớn các trường hợp việc áp dụng giải pháp này chỉ có tác dụng giảm nhẹ yêu cầu xử lý nền.

Đối với trường hợp lớp đất yếu bên dưới móng có bề dày lớn trong khi diện tích tải rộng thì các giải pháp xử lý nền như nêu trên có thể không khả thi hoặc không kinh tế. Trong điều kiện này “móng nổi” là giải pháp có nhiều ưu điểm, có thể đồng thời đáp ứng các yêu cầu về mặt kỹ thuật và kinh tế.

## 2. Nguyên lý của phương pháp móng nổi

Theo tiêu chuẩn thiết kế công trình của Mexico<sup>[3]</sup>, “Móng nổi là loại móng trong đó người ta tìm cách giảm áp lực phụ thêm trong đất nền thông qua việc đào đất và sử dụng móng hộp đặt ở một độ sâu nào đó trong đất”. Định nghĩa nêu trên thể hiện những nội dung chính của phương pháp móng nổi, đó là đào đất kết hợp với sử dụng móng hộp.

Trong nền đất cố kết bình thường, tùy theo tương quan giữa trọng lượng của thể tích đất do móng hộp thay thế (còn gọi là “tải trọng bù”)  $W_D$ , và tải trọng của công trình  $W_{CT}$ , có thể chia ra các trường hợp:

- Tải trọng của công trình nhỏ hơn tải trọng bù ( $W_{CT} < W_D$ ): Đất nền được giảm tải nên độ lún của công trình sau khi xây dựng thường rất nhỏ. Đây là trường hợp của công trình tải trọng nhẹ (ví dụ nhà 1-2 tầng với 1 tầng ngầm);
- Tải trọng của công trình bằng tải trọng bù ( $W_{CT} \approx W_D$ ): áp lực gây lún do tải trọng công trình không đáng kể nên độ lún của công trình sau khi xây dựng thường nhỏ nên không cần xử lý nền. Trong thực tế, trường hợp này thường gặp khi xây dựng công trình có tải trọng trung bình, như nhà 4-6 tầng với 1 tầng ngầm;
- Tải trọng của công trình lớn hơn tải trọng bù ( $W_{CT} > W_D$ ): Công trình gây ứng suất phụ thêm trong đất nền. Độ lún của công trình sau khi xây dựng phụ thuộc vào mức độ tăng của ứng suất gây lún và đặc trưng biến dạng của đất nền. Trong trường hợp độ lún tính toán cao hơn độ lún cho phép thì cần áp dụng biện pháp xử lý nền hoặc sử dụng móng bè trên cọc ma sát để giảm độ lún của công trình. Đây là trường hợp của nhà cao tầng có một vài tầng ngầm.

Như vậy thực chất cơ chế làm việc của đất nền và công trình trong các trường hợp (a) và (b) có cùng nguyên lý như giải pháp xử lý nền bằng cách gia tải trước đất nền, sau đó dỡ tải để xây dựng công trình. Do áp lực trong đất không vượt quá áp lực tiền cố kết của đất nên độ lún của công trình chủ yếu là do biến dạng đàn hồi của đất.

Giải pháp móng nổi đã được nghiên cứu và áp dụng từ thế kỷ XVIII ở Anh<sup>[5]</sup>, sau đó được áp dụng ở Mỹ và đặc biệt là đã được áp dụng rất phổ biến cho các công trình xây dựng trên nền đất rất yếu ở thủ đô Mexico<sup>[6, 7]</sup>. Ở Việt Nam, nguyên lý của móng nổi đã được nhiều nhà chuyên môn quan tâm nghiên cứu nhưng việc áp dụng vào công trình còn hạn chế do những cản trở về mặt quản lý và những e ngại khi áp dụng giải pháp thiết kế mới.

Trong khuôn khổ các đề tài nghiên cứu về móng nổi Viện KHCN Xây dựng thực hiện năm 2006<sup>[1]</sup> và về móng bè-cọc cho nhà cao tầng có tầng ngầm do Viện KHCN Xây dựng kết hợp với Viện KHCN và Kinh tế xây dựng Hà Nội thực hiện năm 2009<sup>[2]</sup>, một số công trình áp dụng nguyên lý móng nổi đã được triển khai. Báo cáo này trình bày kết quả áp dụng kết quả nghiên cứu cho các khối nhà liền kề thuộc dự án khu đô thị mới Bắc Hà (Hà Nội).

## 3. Áp dụng giải pháp móng nổi tại khu đô thị mới Bắc Hà

### 3.1. Điều kiện đất nền

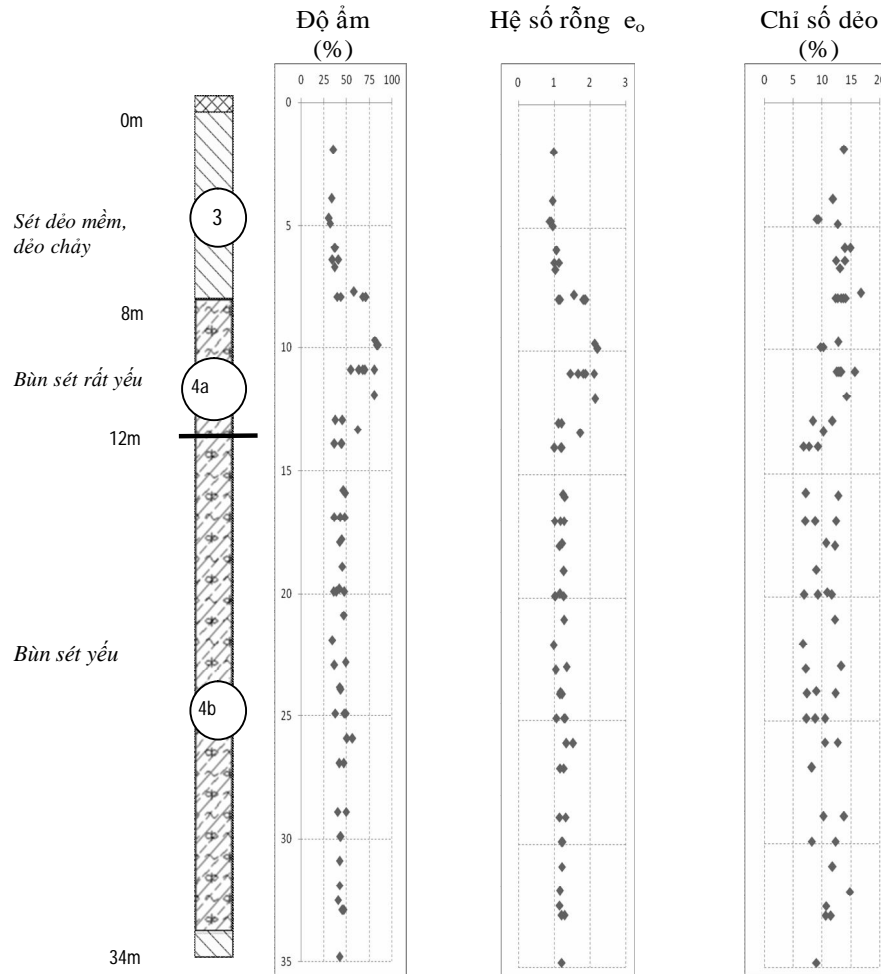
Khu đô thị mới Bắc Hà tại Hà Đông (Hà Nội) gồm 3 khối nhà 22 tầng và gần 100 căn nhà liền kề cao 4-5 tầng. Dự án được triển khai trên khu vực có điều kiện địa chất phức tạp. Ở vùng lân cận dự án đã có nhiều khối nhà 2-5 tầng được xây dựng từ nhiều năm trước, trong đó một số nhà đã bị lún mạnh và bị nghiêng.

Kết quả khảo sát địa chất công trình phục vụ thiết kế kỹ thuật cho thấy đất nền gồm các lớp:

- Lớp đất lấp (1), dày 1 m;

- Lớp sét dẻo mềm đến dẻo chảy (2), dày khoảng 6 m;
- Lớp bùn sét rất yếu với hàm lượng hữu cơ cao (4a) dày khoảng 4 m. Đây là lớp đất có hệ số rỗng cao ( $e_0 \geq 2$ ) và sức kháng cắt rất thấp;
- Lớp bùn sét yếu (4b) dày 26 m;
- Lớp sét pha dẻo mềm đến dẻo cứng, dày 4 m;
- Lớp cuội sỏi gặp từ độ sâu 38 m trở xuống.

Hình 1 thể hiện cấu tạo địa tầng và một số chỉ tiêu của các lớp đất. Nước ngầm ở khu vực xây dựng gặp từ độ sâu khoảng 10 m, do đó không ảnh hưởng đến công tác thi công hố móng công trình.



**Hình 1.** Trụ địa chất điển hình tại khu vực xây dựng

### 3.2. Giải pháp nền móng

#### 3.2.1. Lựa chọn phương án móng

Các khối nhà 22 tầng có tải trọng rất lớn nên cọc khoan nhồi đã được lựa chọn làm móng cho công trình.

Các khối nhà liền kề phân bố trên phạm vi rộng nên toàn bộ hai lớp đất 3 và 4 nằm trong vùng ảnh hưởng của tải trọng công trình. Nếu sử dụng móng nông thì độ lún tính toán của các khối nhà liền kề lên tới 25-30 cm nên việc xử lý nền móng cần được xem xét nhằm mục tiêu đảm bảo cho độ lún nằm trong phạm vi cho phép. Một số giải pháp xử lý nền đã được xem xét tại dự án này là:

- Gia tải toàn bộ diện tích xây dựng các nhà liền kề (có sử dụng bấc thấm hoặc giếng cát) để đẩy nhanh quá trình cố kết, sau đó dỡ tải và xây dựng công trình trên móng nông. Giải pháp này có chi phí tương đối thấp, tuy vậy thời gian thực hiện dài (khoảng 8-10 tháng) và các công trình lân cận có thể bị hư hại do lún ảnh hưởng;

- Trữ đất – xi măng, thi công đến độ sâu 15-20 m. Chi phí cho giải pháp này tương đối cao, hàm lượng hữu cơ ở một số độ sâu rất cao nên cường độ hỗn hợp đất-xi măng thấp và không xử lý được lớp đất yếu ở trong khoảng độ sâu 20-34 m;

- Cọc tiết diện 25-30 cm, ép đến tầng sét dẻo mềm đến dẻo cứng (5) gập từ độ sâu khoảng 34 m hoặc tới tầng cuội sỏi gập từ độ sâu khoảng 38 m. Đây là giải pháp an toàn nhưng có chi phí quá cao;

- Sử dụng móng nổi đặt trên lớp sét dẻo mềm đến dẻo chảy (3). Các tính toán cho thấy giải pháp này cho phép giảm khoảng 40% chi phí so với móng cọc, đẩy nhanh tiến độ thi công và khống chế độ lún của công trình trong phạm vi cho phép. Đây là phương án đã được lựa chọn áp dụng cho các khối nhà liền kề.

### 3.2.2. Nội dung phương án móng nổi tại khu đô thị Bắc Hà

#### a. Các nội dung tính toán, phân tích trong thiết kế

Các khối nhà liền kề gồm các căn nhà kích thước 4,5 x 16 m, với mặt bằng kiến trúc như thể hiện trên hình 2. Các vấn đề đã được xét đến trong quá trình thiết kế móng nổi cho các khối nhà này là:

#### \* Độ trôi của đáy hố đào

Đất nền được giảm tải khi đào đất để thi công móng nổi nên biến dạng của đất nền tạo ra độ trôi của đáy hố đào. Khi xây dựng công trình, đất được gia tải trở lại và nếu áp lực đáy móng của công trình tương đương áp lực trong đất ở trạng thái tự nhiên thì độ lún của đất dưới móng tương đương với độ trôi. Việc tính toán độ trôi cho phép đánh giá xem có cần áp dụng các biện pháp hạn chế độ trôi để độ lún của công trình sau khi xây dựng không vượt quá giới hạn cho phép.

Theo tính toán, khi bóc lớp đất dày 2,5 m trên toàn bộ diện tích xây dựng các khối nhà liền kề, mức độ giảm ứng suất ở cao độ đáy hố đào bằng 46 kPa. Độ trôi đáy móng do biến dạng đàn hồi của đất dưới đáy hố đào có thể xác định theo công thức của Baladi<sup>[4]</sup>:

$$\delta_E = \Delta_{strip} \frac{\gamma d^2}{E} \quad (1)$$

Trong đó:

$\delta_E$  là độ trôi đàn hồi;

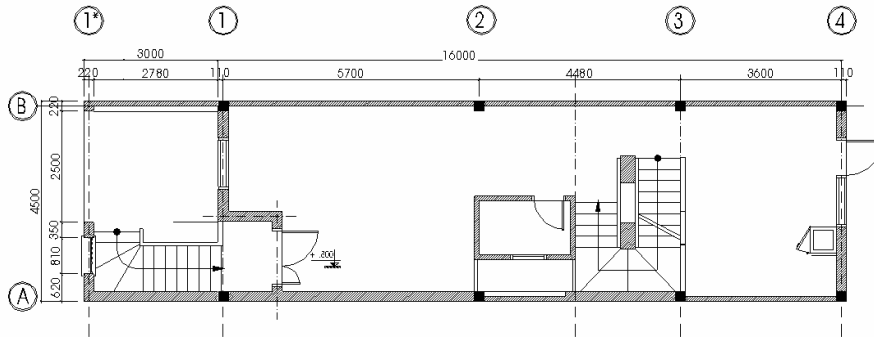
$\Delta_{strip}$  là hệ số, phụ thuộc vào bề rộng hố đào;

$\gamma$  là dung trọng của đất, lấy trung bình bằng 17 kN/m<sup>3</sup>;

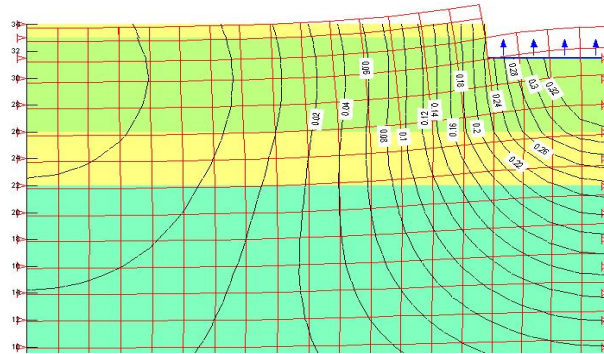
$d$  là độ sâu đào;

$E$  là mô đun biến dạng của đất khi hạ tải.

Với hố móng bề rộng 19 m và độ sâu đào đất 2,5 m, độ trôi ở tâm hố đào xác định theo công thức (1) bằng 3 cm. Giá trị này tương đối phù hợp với kết quả tính toán bằng phần mềm GEOSLOPE, theo đó  $\delta_E = 3.5$  cm (hình 3).



**Hình 2. Mặt bằng nhà liền kề**



**Hình 3. Kết quả tính toán độ lún bằng phần mềm GEOSLOPE**

**\* Độ lún của móng**

Tải trọng của công trình sẽ dẫn đến sự gia tải trở lại các lớp đất dưới đáy móng. Theo tính toán, mức độ giảm tải do bóc 2,5 m đất bằng 46 kPa và áp lực đáy móng trung bình dưới các nhà liền kề bằng 60 kPa. Như vậy ngoài độ lún của đất nền khi được gia tải lại còn phải kể đến độ lún cố kết do ứng suất hữu hiệu trong đất tăng thêm 14 kPa. Trong điều kiện này, độ lún của công trình tính theo phương pháp của Zeevaert<sup>[6]</sup> bằng 6,9 cm.

**\* Độ lún phụ thêm do xáo động của đất dưới đáy móng**

Lớp đất bề mặt đáy hố đào thường bị xáo động do hoạt động của công tác thi công kéo dài và do bị ngập nước, các hiện tượng này làm tăng tính nén lún của đất. Việc dự tính mức độ ảnh hưởng của đất bị xáo động đối với độ lún của công trình rất khó xác định. Để loại trừ ảnh hưởng của yếu tố này, trong thiết kế đã áp dụng biện pháp gia cố lớp đất ngay dưới móng bằng cọc tre.

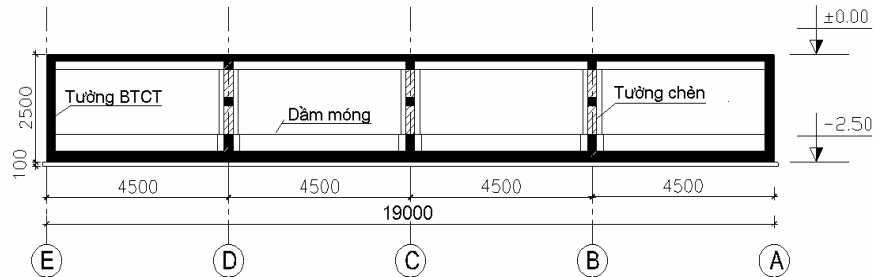
**b. Nội dung chủ yếu của phương án móng**

Giải pháp móng đã áp dụng có các nội dung chính như sau:

- Đào đất đến độ sâu 2,5 m trên toàn bộ diện tích xây dựng nhà liền kề. Công tác thi công được yêu cầu tiến hành nhanh để hạn chế xáo động lớp đất bề mặt đáy hố đào;
- Gia cố nền bằng cọc tre dài 1,5 m, mật độ 25 cây/m<sup>2</sup>;
- Thi công móng hộp (hình 4 và 5) với các đặc trưng:
  - + Mỗi nhóm 4 nhà liền kề được đặt trên một hộp móng rộng 18m, dài 19 m và cao 2,5 m;
  - + Bản đáy hộp dày 25 cm và các tường biên dày 20 cm, bằng bê tông cốt thép. Các mạch ngừng thi công được chống thấm để ngăn nước thấm thấu vào trong móng;
  - + Các tường bên trong hộp sử dụng khối xây.

**c. Một số kết quả quan trắc**

Một số quan trắc đã được thực hiện trong quá trình thi công để đánh giá sự làm việc của hệ thống móng nổi. Quan trắc độ trôi ở đáy hố đào thực hiện trong quá trình bóc đất hố móng cho thấy độ trôi đo được chỉ bằng 2,5 cm, thấp hơn so với giá trị tính toán. Quan trắc độ lún ở nhiều vị trí cho thấy khi tải trọng công trình bằng 50% tải trọng tính toán thì độ lún đạt 0,5-4,5 cm. Đến nay, sau khi được đưa vào sử dụng 18 tháng thì độ lún của công trình ở mức 5-7 cm và kết cấu của tất cả các nhà liền kề làm việc bình thường.



**Hình 4. Mặt cắt qua móng**



**Hình 5. Thi công móng nổi tại khu đô thị mới Bắc Hà**

#### 4. Kết luận

- Móng nổi là một trong những giải pháp móng thích hợp cho công trình xây dựng trên nền đất yếu và đã được áp dụng rộng rãi ở nhiều nước trên thế giới;
- Đối với công trình có tải trọng nhỏ đến trung bình xây dựng trên nền đất yếu có bề dày lớn, móng nổi có hiệu quả kinh tế - kỹ thuật cao do không cần cải tạo nền đất yếu dưới móng;
- Kết quả ứng dụng giải pháp móng nổi tại khu đô thị mới Bắc Hà cho thấy đây là giải pháp móng khả thi và hiệu quả trong điều kiện Việt Nam.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. TRỊNH VIỆT CƯỜNG, PHẠM QUYẾT THẮNG, ĐINH QUỐC DÂN. "Nghiên cứu sử dụng móng nổi cho công trình xây dựng trong vùng đất yếu có bề dày lớn", Báo cáo tổng kết đề tài RD 01-01, Viện Khoa học công nghệ xây dựng (Bộ Xây dựng), 2006.
2. TRỊNH VIỆT CƯỜNG, BUI ĐỨC HẢI, NGUYỄN HUY TẤN và nnk, Báo cáo tổng kết đề tài "Nghiên cứu thiết kế hợp lý móng nhà cao tầng có kể đến hiệu ứng giảm tải do xây dựng tầng hầm trong điều kiện đất nền thành phố Hà Nội", Viện Khoa học công nghệ và kinh tế xây dựng Hà Nội, 2009.
3. Gobierno del Distrito Federal de México "Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de cimentaciones", 2004.
4. Baladi, G. "Distribution of Stresses and Displacements Within and Under Long, Elastic and Viscoelastic Embankments," Purdue University, West LaFayette, IN, 1968.
5. Skempton, A. W. The Albion Mill Foundation, *Geotechnique* 21, No.3, 1971.
6. Zeevaert, L. Foundation Design and behavior of Tower Latino Americana in Mexico City, *Geotechnique*, VII, Sept., p 115, 1957.
7. Zeevaert, L. "Foundation in Difficult Soil Conditions", 1983.