

## **GIỚI THIỆU VỀ BỘ PHẦN MỀM PLAXIS**



Sự phát triển phần mềm (PM) Plaxis được bắt đầu từ 1987 tại ĐH công nghệ Delft - Hà Lan. Phiên bản Plaxis V.1 ban đầu được lập nhằm mục đích phân tích các bài toán ổn định đê biển và đê sông tại các vùng bờ biển thấp tại Hà Lan, làm cầu nối giữa các kỹ sư Địa kỹ thuật và các chuyên gia lý thuyết, do GS. R.B.J Brinkgreve và P.A Vermeer khởi xướng.

Đến năm 1993 Công ty PLAXIS BV được thành lập và từ năm 1998, các phần mềm PLAXIS đều được xây dựng theo phần tử hữu hạn

Nếu so sánh với bộ phần mềm GeoStudio 2004 của GeoSlope International, bộ PM Plaxis được phát triển theo yêu cầu trực tiếp của sản xuất và tính phức tạp tăng dần của bài toán mà không theo chủ đề ngay từ đầu như PM thương mại GeoStudio 2004. Mãi về sau, từ năm 1998 - 2000 trở đi, PM Plaxis đã được phân ra theo chủ đề riêng như bảng 1 đã nêu, dựa theo kết quả NCKH của nhà trường.

Hiện nay, hai bộ PM này có thể xem như gồm đầy đủ nhất những bài toán Địa kỹ thuật thường gặp trong thực tế, thân thiện người dùng và được nhiều nước trên thế giới ưa chuộng.

Hai bộ PM nêu trên được phổ biến rộng rãi ở Việt Nam qua nhóm cán bộ giảng dạy trường Đại học Thủy lợi mà người chủ trì là GS. Nguyễn Công Mẫn, nguyên chủ nhiệm Bộ Môn Cơ học đất - Nền móng (1961 - 1974) và trưởng phòng NCKH & HTQT (1975 - 1994) trường Đại học Thủy lợi .

Bộ phần mềm GeoStudio 2004, đã được phổ biến rộng rãi qua trên 20 lớp giảng từ Bắc vào Nam do được sự hỗ trợ về phần cứng - phần mềm của GeoSlope International.

Từ những năm 1997 - 1998, trường ĐHTL đã có quan hệ với Plaxis BV qua GS Nguyễn Công Mẫn, nhằm mục đích phổ biến phần mềm này tại nước ta. Nhưng mãi đến năm 2001, trường ĐHTL mới tổ chức được lớp Plaxis đầu tiên tại VN do các chuyên gia đến từ Hà Lan giảng. Tiếp đó, nhân dịp mua được phần mềm Plaxis V.7, CT Tư vấn Điện 1 đã mời nhóm CBGD trường ĐHTL đến giảng vào năm 2002.

Hiện nay, bộ PM Plaxis gồm các môđun sau:

**PLAXIS V8.2**  
**PLAXIS DYNAMICS**  
**PLAXIS 3D TUYNEN**  
**PLAXIS 3D FOUNDATION**

1. **Plaxis V. 8.2** được nâng cấp từ V.1 trong đó có 6 bài ví dụ có hướng dẫn:

- Phân tích lún của móng tròn trên nền cát;
- Quá trình thi công hố đào ;
- Phân tích biến dạng chuyển vị của đê sông;
- Phân tích quá trình đào khi có neo;
- Phân tích ổn định khối đắp có dao động mức nước thượng lưu;
- Phân tích ảnh hưởng của lún đến công trình xây dựng trên mặt đất khi đào đường hầm dưới mặt đất.

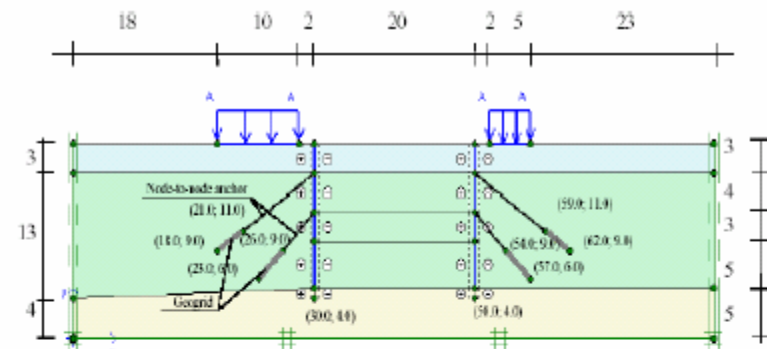
Vậy PM Plaxis V.8.2, có thể giúp người kỹ sư giải quyết được nhiều bài toán trong xây dựng, giao thông và thủy lợi.

Hiện nay, PM Plaxis đã được nâng cấp đến V.8.2 pack 7 (V.8.2.7).

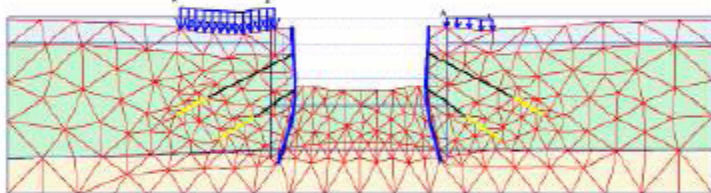
Hình 1 cho một ví dụ phân tích quá trình đào khô hố móng có neo chống theo Plaxis.

Bảng 1. Quá trình phát triển bộ phần mềm PLAXIS của PLAXIS BV Hà Lan [R. Brinkgreve]

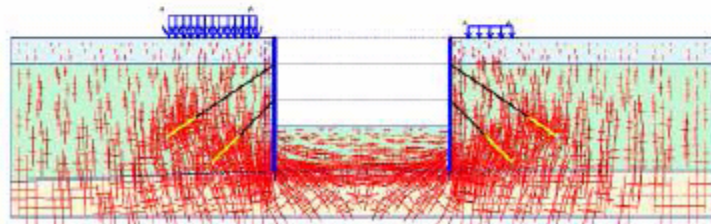
Tên	Plaxis V.1	Plaxis V.2	Plaxis V.3	Plaxis V.4	Plaxis V.5	Plaxis V.6	Plaxis V.7	Plaxis Dynamics	Plaxis 3D Tunnel	Plaxis V.8.2	Plaxis PlaxFlow	Plaxis 3D Found	Plaxis 3D version 2
Năm	1987	1989	1990	1991	1993	1995	1998	2000	2001	2002	2003	2004	2006



Phân tích quá trình đào hố móng khô có neo chống - Sơ đồ tính toán



Lưới biến dạng giai đoạn cuối



Ứng suất hiệu quả giai đoạn cuối



Mômen uốn tường cử trái giai đoạn cuối

**Hình 1**

2. Plaxis Dynamics là một môđun độc lập, được gộp vào bộ PM Plaxis V. 8.2

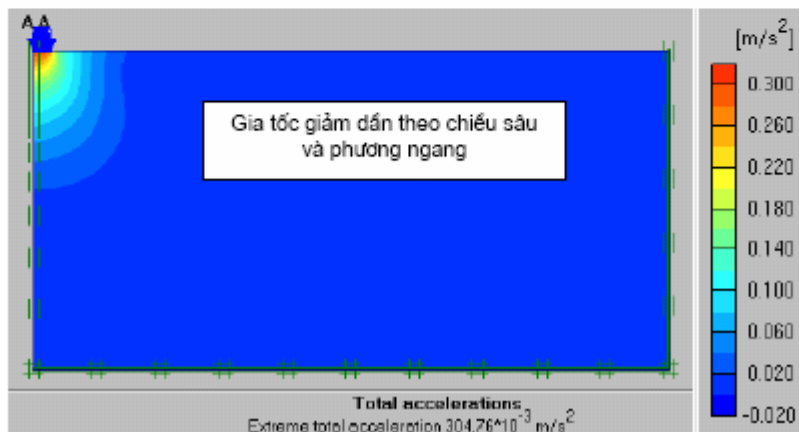
Trong PM này có nêu 3 bài toán sau:

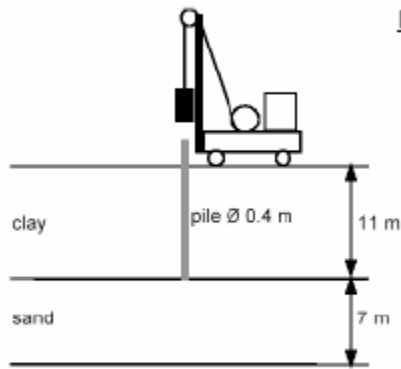
- Phân tích động của móng máy trên nền đàn hồi;
- Phân tích động khi đóng cọc;
- Phân tích nhà bốn tầng chịu ảnh hưởng của động đất.

Môđun này chỉ có thể phân tích được các công trình đặt trên nền đàn hồi chịu tác dụng của các tải trọng động mà không xét được ảnh hưởng của sự phát sinh áp lực nước lỗ rỗng dư khi động đất dẫn đến sự giảm độ bền của môi trường đất như PM QUAKE/W của bộ GeoStudio 2004.

Hình 2 nêu kết quả phân tích bài toán móng máy trên nền đàn hồi và hình 3 nêu kết quả phân tích bài toán động đóng cọc trong nền đất xem như đàn hồi.

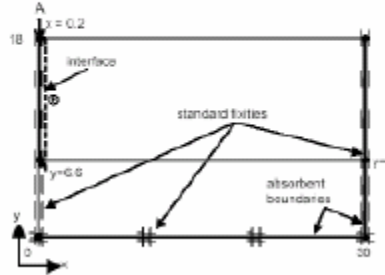
Một điều thú vị khi thấy phân bố phần tử tiếp xúc giữa cọc và đất xung quanh theo Plaxis phù hợp với phân bố ứng suất cắt max suy từ tiêu chuẩn Mohr-Coulomb (H.3) khi cọc trượt tương đối với đất xung quanh tại  $t = 0,01\text{sec}$ .



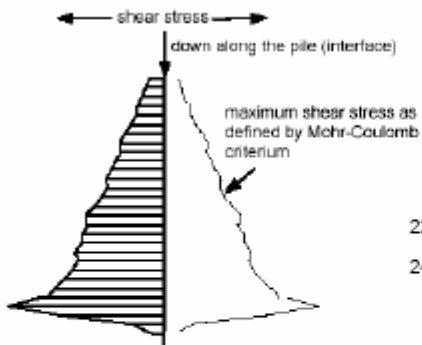


Sơ đồ bài toán

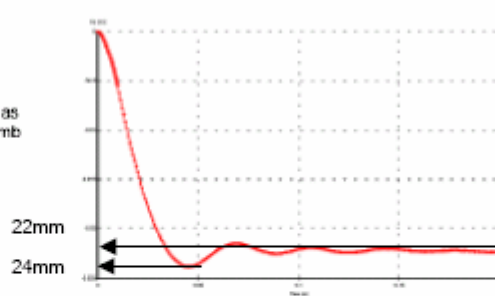
**Hình 2**



Mô hình giải



Biểu đồ phân tử tiếp xúc quanh cọc (phía trái hình vẽ) tương tự phân bố ma sát thành cọc



Chuyển vị của mũi cọc tại khoảng  $t \approx 0,05$  sec sau cú đập vào cọc và từ 0,1 sec sau đó.

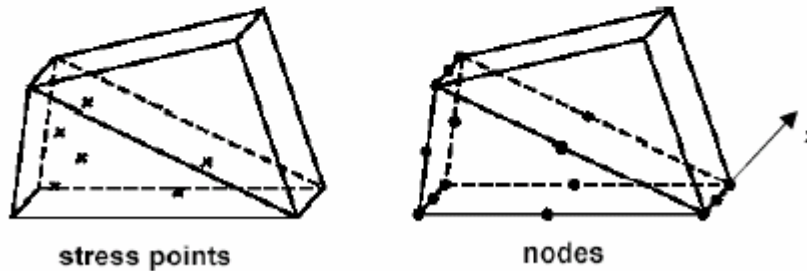
**Hình 3**

Mặt khác, Plaxis cũng đã dùng phần tử tiếp xúc để loại trừ độ dôi lại không thực của biên chọn.

### 3. Plaxis 3D Tunnel V.2

Trong PM này có nêu 5 bài toán sau

- Phân tích lún của một móng vuông trên nền cát
- Phân tích quá trình thi công theo giai đoạn đường hầm NATM (New Austrian Tunneling Method);
- Đánh giá ổn định của đường hầm chịu áp đào trong khiên;
- Đánh giá ổn định của hố đào chống đỡ bằng tường cừ;
- Đánh giá sự làm việc trong quá trình đào đường hầm chịu áp đào trong khiên



**Hình 4a**

Để mô hình hoá ba chiều của bài toán, 3D Tunnel đã dùng các mặt đứng và “slices” để triển khai mô hình bài toán theo phương z, vuông góc với mặt “thời”, như nêu trong hình vẽ.

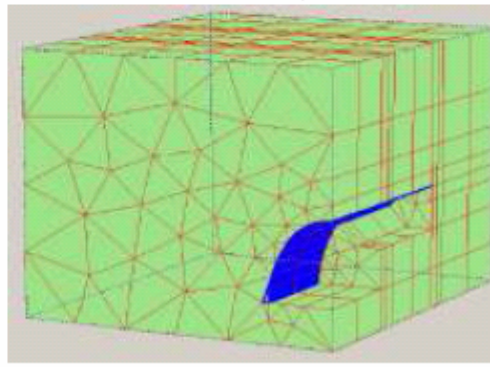
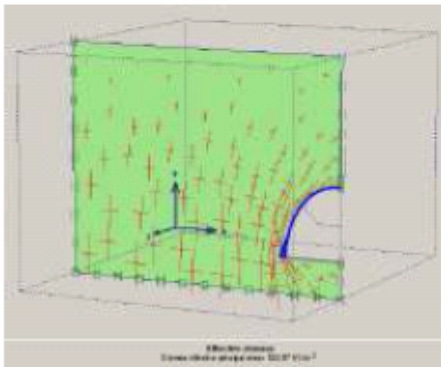
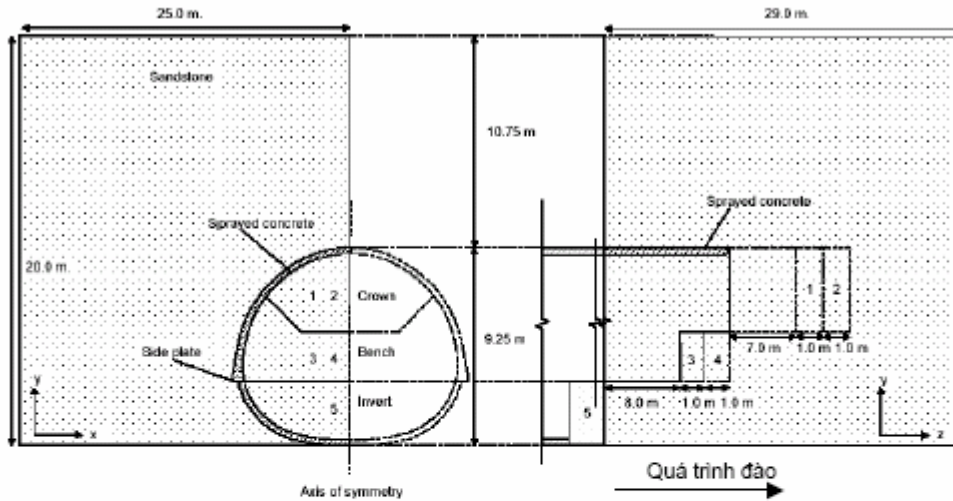
Hình 4b nêu sơ đồ hình học và kết quả của bài toán phân tích quá trình đào một đường hầm NATM.

### 3. Plaxis 3D Foundation V.1.5



Trong PM này có nêu 5 bài toán sau

- Phân tích móng bè trên nền sét quá cố kết;



Phân bố các ứng suất hiệu quả quanh đường hầm trên một mặt phẳng vuông góc với trục hầm

Quá trình đào

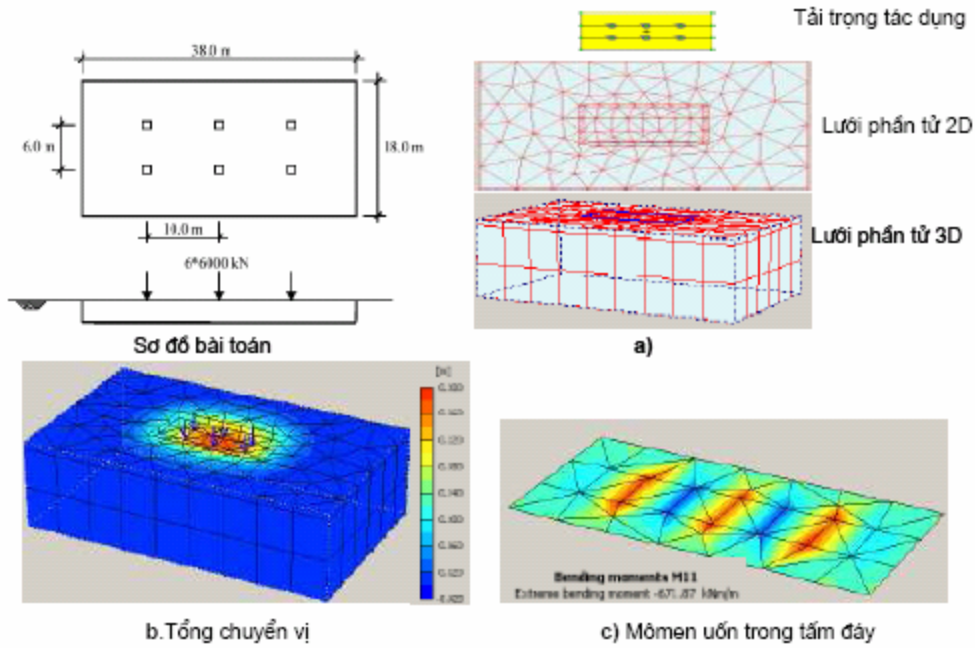
**Hình 4b**

- Phân tích sức chịu tải của cọc khoan nhồi;
- Phân tích móng bè đối xứng theo một mặt phẳng đứng;
- Phân tích sức chịu tải của cọc

Để mô hình hoá ba chiều của bài toán, 3D Foundation đã dùng các mặt ngang gọi là "work plans" kết hợp trụ lỗ khoan để triển khai mô hình ba chiều theo phương y như nêu trong hình vẽ 5a.

Các hình 5b nêu sơ đồ hình học và kết quả phân tích của một móng chữ nhật chịu tải tập trung thẳng đứng.

Qua thực hiện tính toán thấy rằng cách triển khai mạng lưới 3D trong 3D T và 3D F thuận tiện hơn cách triển khai 3D theo Seep3D thuộc bộ PM của công ty Geoslope International. Tuy nhiên thời gian tính toán vẫn còn hơi lâu, người dùng cần bình tĩnh và không sốt ruột.



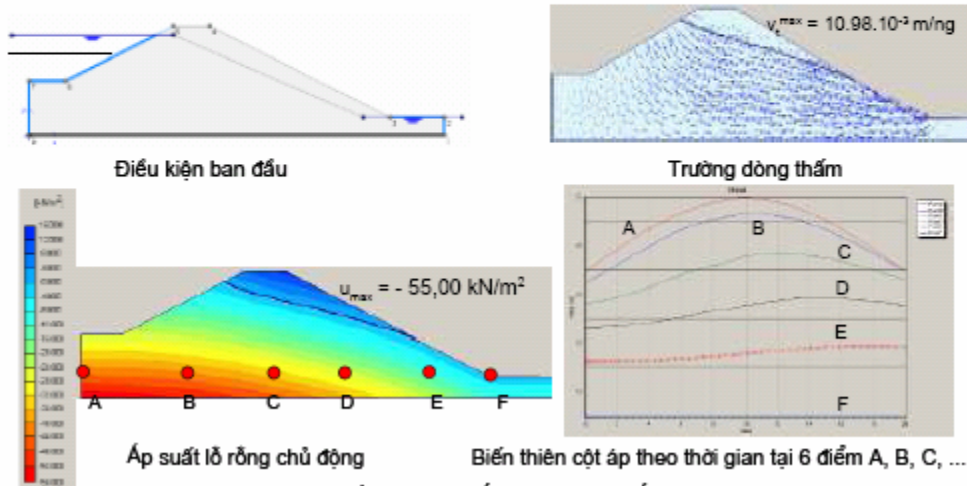
**Hình 54.**

**PlaxFlow V.1.**

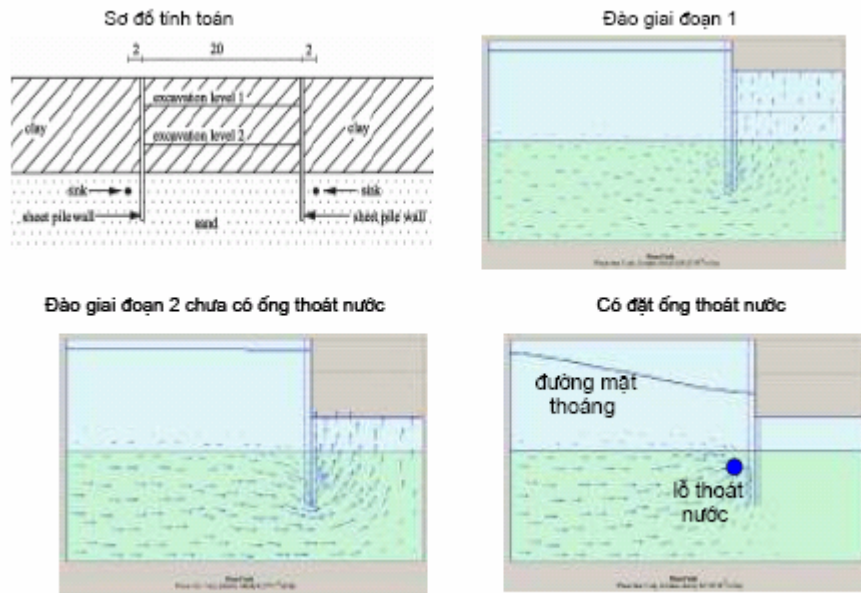
PlaxFlow được ban hành vào năm 2003, có thể phân tích được các bài toán thấm ổn định, không ổn định trong môi trường bão hoà/không bão hoà và điều kiện biên thay đổi theo thời gian.

PlaxFlow có thể tích hợp với Plaxis 8.2 để phân tích các bài toán về biến dạng và ổn định có xét ảnh hưởng của áp lực nước lỗ rỗng và dòng thấm.

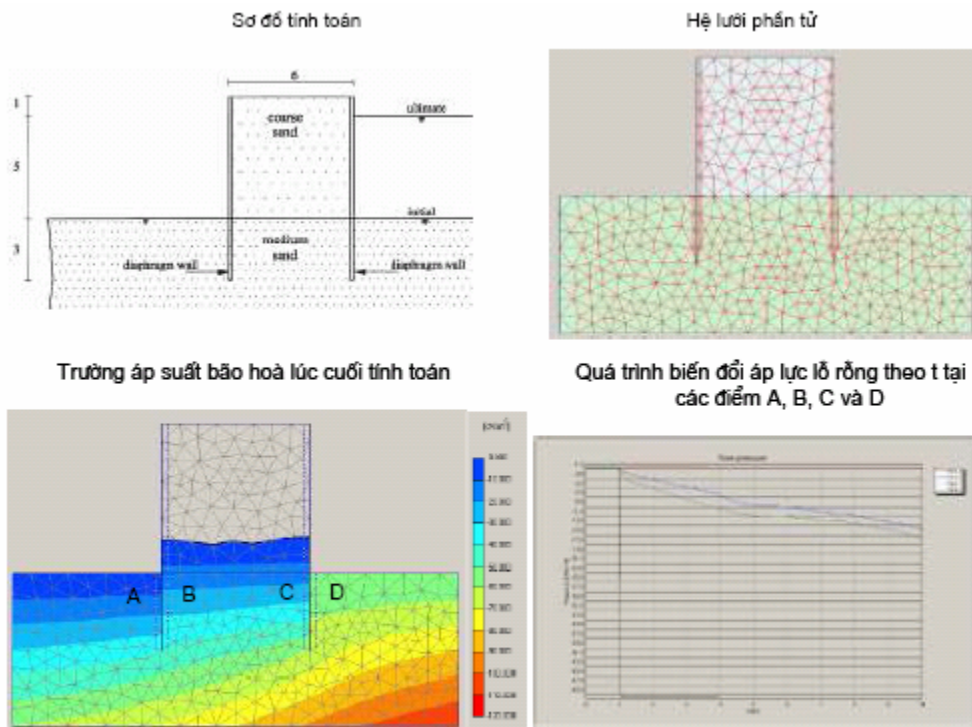
Trong PlaxFlow có nêu 4 bài toán: thấm qua khối đắp, thấm quanh tường chắn, thấm trong cửa vây hố móng và sự thay đổi độ ẩm của tầng đất ruộng trồng khoai tây khi mực nước thay đổi. Hình 6 cho kết quả phân tích các bài toán nêu trên.



**Hình 6a. Thấm qua đắp đất**



Hình 6b. Thẩm lậu dưới mũi cừ



Hình 6c. Trường áp suất tại ngày thứ 10





# INPUT

Để thực hiện một sự phân tích phần tử hữu hạn sử dụng Plaxis, người dùng phải tạo ra một mô hình phần tử hữu hạn, và chỉ rõ những thuộc tính và những điều kiện biên. Việc này được làm trong chương trình vào. Thiết lập một mô hình phần tử hữu hạn, người dùng phải tạo ra một mô hình hình học hai chiều bao gồm những điểm, những hàng và những thành phần khác. Sự sinh ra mắt lưới phần tử hữu hạn thích hợp và những thuộc tính và những điều kiện biên trên một phần tử được tự động thực hiện bởi Plaxis dựa vào mô hình hình học nhập vào. Người dùng có thể cũng tùy biến mắt lưới phần tử hữu hạn để kiểm được sự thực hiện tối ưu. Phần cuối của đầu vào gồm có áp lực nước và ứng suất nền ban đầu để đặt trạng thái ban đầu.

Khi một mô hình hình học được tạo ra trong chương trình vào được gợi ý rằng những mục nhập vào khác nhau được lựa chọn trong thanh công cụ thứ hai đưa ra (từ trái sang phải). Theo nguyên tắc, trước hết vẽ đường viền hình học, rồi thêm những lớp đất, rồi những đối tượng cấu trúc, rồi những lớp xây dựng, những điều kiện biên và rồi tải trọng. Sử dụng thủ tục này, thanh công cụ đóng vai một hướng dẫn xuyên qua chương trình vào và bảo đảm rằng tất cả các mục được nhập vào cần thiết đều được giải quyết. Dĩ nhiên, không phải là tất cả các tùy chọn nhập vào đều cần thiết nhập vào. Chẳng hạn, vài đối tượng cấu trúc hoặc những kiểu tải có thể không được sử dụng khi duy nhất tải trọng đất được xem xét, hoặc, sự tạo ra những áp lực nước có thể bị bỏ đi nếu vấn đề xem xét là hoàn toàn khô, hoặc, tạo ra ứng suất ban đầu có thể bỏ đi nếu lĩnh vực ứng suất ban đầu được tính toán bằng tải bản thân. Tuy vậy, bởi việc đi theo thanh công cụ người dùng được nhắc nhở của nhiều mục nhập vào khác nhau và sẽ lựa chọn những mục quan tâm. Plaxis sẽ cũng đưa những thông báo cảnh báo nếu vài đầu vào cần thiết nào đó đã được chỉ rõ. Khi thay đổi một mô hình hiện hữu, điều quan trọng để nhận thấy rằng mắt lưới phần tử hữu hạn và, nếu có thể áp dụng, những điều kiện ban đầu phải được phục hồi. Cái này cũng được kiểm tra bởi Plaxis. Việc đi theo những thủ tục này người dùng có thể tin cậy vì rằng một mô hình phần tử hữu hạn chắc chắn được thu được.

## *1 Chương trình vào*

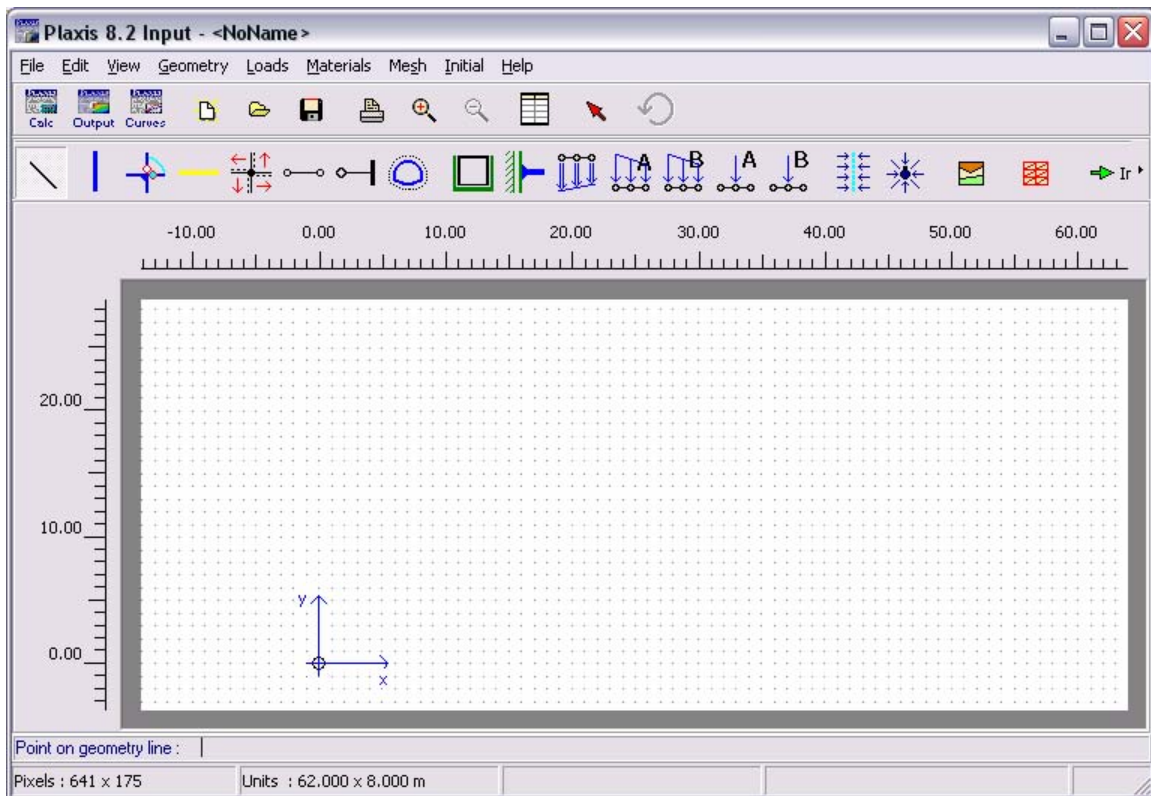


Biểu tượng này đại diện chương trình vào. Chương trình vào chứa đựng tất cả các phương tiện để tạo ra và để sửa đổi một mô hình hình học, để phát sinh một mắt lưới phần tử hữu hạn tương ứng và để phát sinh những điều kiện ban đầu. Sự sinh ra của những điều kiện ban đầu được thực hiện trong một chế độ riêng biệt của chương trình vào .

Khi bắt đầu chương trình vào một hộp thoại xuất hiện bên trong cho phép sự lựa chọn giữa việc chọn một dự án hiện hữu hoặc tạo thành một dự án mới. Khi chọn Dự án mới (New project) cửa sổ General settings xuất hiện trong đó những kiểu tham số cơ bản của dự án mới có thể được thiết lập (xem 2.2).

**Phòng Tính Toán Cơ Học – Khoa Kỹ Thuật Xây Dựng – ĐH Bách Khoa TP HCM**  
**PLAXIS 8.2**

Khi chọn Dự án hiện hữu (Existing project) hộp thoại cho chọn nhanh một trong số bốn dự án gần đây nhất. Nếu dự án hiện hữu sẽ được lựa chọn không xuất hiện trong danh sách, tùy chọn <<<More files>>> có thể được sử dụng. Theo kết quả có được, yêu cầu hồ sơ chung xuất hiện cho phép người dùng duyệt qua tất cả các thư mục sẵn có và để lựa chọn hồ sơ dự án Plaxis mong muốn (\*. Plx). Sau sự lựa chọn lọc một dự án hiện hữu, mô hình hình học tương ứng được bày ra trong cửa sổ chính.



*Hình 1 Cửa sổ chính của chương trình vào (kiểu nhập hình học)*

Cửa sổ chính của chương trình vào chứa đựng những mục sau (Xem hình 1)

*Menu nhập vào:*

Menu nhập vào chứa đựng tất cả các mục và thao tác của chương trình vào. Đa số các mục là sẵn có cũng như những nút trong thanh công cụ.

*Thanh công cụ (chung):*

Thanh công cụ này chứa đựng những nút cho những hoạt động chung như những thao tác đĩa, in ấn, zoom hoặc lựa chọn những đối tượng. Nó cũng chứa đựng những nút để khởi động những chương trình khác của gói Plaxis (tính toán, đầu ra, vẽ đồ thị).

*Thanh công cụ (hình học):*

Thanh công cụ này chứa đựng những nút để thi hành những việc liên quan đến sự tạo thành một mô hình hình học. Những nút được sắp đặt theo một cách, mà nói chung việc đi

theo những nút trên thanh công cụ từ trái đến phải dẫn đến một hình học hoàn toàn được định nghĩa.

*Những cây thước:*

ở cả phía trái và đỉnh của vùng vẽ, những cái thước đo chỉ báo những tọa độ vật lý, mà cho phép xem trực tiếp những kích thước hình học. Những cây thước có thể được tắt trong menu View.

*Vùng vẽ:*

Vùng vẽ là vùng trên đó mô hình hình học được tạo ra. Sự tạo thành một mô hình hình học chủ yếu được thực hiện bằng con chuột, nhưng vài tùy chọn được nhập trực tiếp bằng bàn phím thì sẵn có (xem Nhập vào bằng tay). Vùng vẽ có thể được sử dụng trong cùng cách như một chương trình vẽ truyền thống. Hệ thống các lưới của những nút nhỏ trong vùng vẽ có thể sử dụng để bắt lấy những vị trí.

*Trục:*

Góc vật lý để xác định những kích thước được hiển thị bởi một vòng tròn bé trong đó trục X và trục Y được chỉ báo bởi những mũi tên. Những chỉ báo của trục có thể được tắt trong menu View.

*Nhập vào bằng tay:*

Nếu việc vẽ với con chuột không đưa đến sự chính xác mong muốn, cách nhập vào bằng tay có thể được sử dụng. Những giá trị cho những tọa độ X và Y có thể được vào ở đây bởi việc gõ vào những giá trị tương ứng với một khoảng trắng bên trong (giá trị X < khoảng trắng > giá trị Y). Nhập vào bằng tay của những tọa độ có thể cho tất cả những tùy chọn hình học nhập vào, ngoại trừ những liên kết khớp của dầm (Beam hinges) và những đường hầm (Tunnels).

Thay vì nhập vào những tọa độ tuyệt đối, những sự tăng dần đối với giá trị trước có thể được cho bởi ký tự @ trực tiếp phía trước giá trị (@ giá trị X @ giá trị Y).

Ngoài nhập vào những tọa độ, những điểm hình học hiện hữu có thể được lựa chọn bởi số của chúng. Đặc tính này cũng sẵn sàng cho Beam hinges.

*Chỉ báo vị trí con trỏ:*

Chỉ báo vị trí con trỏ cho biết vị trí hiện thời của con trỏ chuột cả những đơn vị vật lý bên trong lẫn những điểm màn ảnh.

**2 Menu nhập vào**

Menu chính của chương trình vào chứa đựng những menu con kéo xuống (pull-down) bao gồm hầu hết các tùy chọn dùng cho sự trình bày file, chuyển dữ liệu, xem những đồ thị, tạo ra mô hình hình học, phát sinh những dữ liệu mất lưới và nhập dữ liệu nói chung.

Phân biệt giữa menu của kiểu nhập vào hình học và menu của kiểu điều kiện ban đầu. Trong kiểu nhập vào Hình học, menu gồm có menu con File, Edit, View, Geometry, Loads, Materials, Mesh, Initial và Help. Trong kiểu điều kiện ban đầu gồm các menu con File, Edit, View, Geometry, Generate và Help.

***Menu File:***

<i>New</i>	Để tạo dự án mới. Cửa sổ General settings được hiển thị.
<i>Open</i>	Mở một dự án hiện hữu. Yêu cầu file được hiển thị.
<i>Save</i>	Lưu giữ dự án với tên hiện hữu. Nếu tên chưa được cho trước, yêu cầu file được hiển thị.
<i>Save as</i>	Lưu giữ dự án với một tên mới. Yêu cầu file được hiển thị.
<i>Print</i>	Để in mô hình hình học trên một máy in được chọn. Cửa sổ in được hiển thị.
<i>Work directory</i>	Thiết lập thư mục làm việc mặc định nơi dự án Plaxis sẽ được lưu.
<i>Import</i>	Nhập dữ liệu hình học từ kiểu file khác (xem 2.1)
<i>General settings</i>	Thiết lập thông tin chung cho mô hình hình học (xem 2.2)
<i>(recent projects)</i>	Mở nhanh một trong bốn dự án gần nhất
<i>Exit</i>	Thoát ra khỏi chương trình Input

***Menu Edit***

<i>Undo</i>	Trở về trạng thái trước đó của mô hình hình học (sau khi nhập lỗi). Sự lặp lại chức năng undo được giới hạn trong 10 hành động gần nhất.
<i>Copy</i>	Sao chép mô hình hình học đến cửa sổ bộ nhớ.
<i>Clear selections</i>	Bỏ mọi lựa chọn hiện thời

***Menu view***

<i>Zoom in</i>	Thu nhỏ
<i>Zoom out</i>	Phóng to
<i>Reset view</i>	Xem lại toàn bộ vùng vẽ
<i>Table</i>	Hiển thị bảng tọa độ những điểm hình học. Bảng có thể được sử dụng để điều chỉnh những tọa độ có sẵn.
<i>Rulers</i>	Để hiển thị hoặc ẩn những cây thước trong vùng vẽ
<i>Grid</i>	Để hiển thị hoặc ẩn lưới trong vùng vẽ
<i>Axes</i>	Để hiển thị hoặc ẩn mũi tên chỉ trục X và trục Y
<i>Snap to grid</i>	Để khoá lưới

***Menu Geometry:***

Menu Geometry chứa đựng những tùy chọn cơ bản để biên soạn một mô hình hình học. Ngoài chức năng vẽ đường hình học, người dùng có thể lựa chọn những phần tử dầm, vải địa kỹ thuật, những phần tử tiếp xúc, những phần tử neo hoặc những đường hầm. Những tùy chọn khác nhau trong menu con này được giải thích chi tiết trong mục 3.



*Menu Loads:*

Menu Loads chứa đựng những tùy chọn để thêm những tải trọng và những điều kiện biên vào mô hình hình học cơ bản. Những tùy chọn khác nhau trong menu con này được giải thích chi tiết trong mục 4.

*Menu Materials:*

Menu Materials được sử dụng để kích hoạt những cơ sở dữ liệu cho sự tạo thành và sửa đổi của dữ liệu vật liệu thiết lập cho đất và những tiếp xúc, những phần tử dầm, vải địa kỹ thuật và neo. Sự sử dụng những cơ sở dữ liệu và tham số chứa đựng trong những tập dữ liệu được mô tả chi tiết ở mục 5.

*Menu Mesh:*

Menu Mesh chứa đựng những tùy chọn để phát sinh một mắt lưới phần tử hữu hạn và để áp dụng sự làm mịn lưới toàn cầu và địa phương. Những tùy chọn khác nhau trong menu con này được giải thích chi tiết trong mục 6.

*Menu Initial:*

Menu Initial chứa đựng tùy chọn để đi tới kiểu những điều kiện ban đầu của chương trình vào.

*Menu Geometry của kiểu điều kiện ban đầu:*

Menu này chứa đựng những tùy chọn để nhập vào trọng lượng nước, để vẽ một đường mực nước ngầm hoặc tạo ra bổ sung những điều kiện biên cho dòng chảy hoặc củng cố phân tích. Những tùy chọn khác nhau trong menu con này được giải thích chi tiết trong mục 8.

*Menu Generate của kiểu điều kiện ban đầu:*

Menu này chứa đựng những tùy chọn để phát sinh những áp lực nước ban đầu hoặc những ứng suất hiệu quả ban đầu. Những tùy chọn khác nhau trong menu con này được giải thích chi tiết trong mục 8 và 9.

**2.1 Đọc một dự án hiện hữu**

Một bài toán Plaxis hiện hữu có thể là sự đọc bởi việc lựa chọn Open trong menu File. Thư mục mặc định mà xuất hiện trong mục yêu cầu tập tin là thư mục nơi tất cả các tập tin chương trình đều được cất giữ trong thời gian cài đặt. Thư mục mặc định này có thể được thay đổi bằng mục tùy chọn Work directory trong menu File. Trong mục yêu cầu tập tin, mục kiểu tập tin (Files of type), theo mặc định, thiết lập là 'tập tin dự án Plaxis (\*.PLX)', phương tiện đó để chương trình tìm kiếm những tập tin với phần mở rộng là '.PLX'. Sau chọn một tập tin như vậy và click vào nút < Open >, tập tin dự án được đọc và hình học được hiển thị trong vùng vẽ.

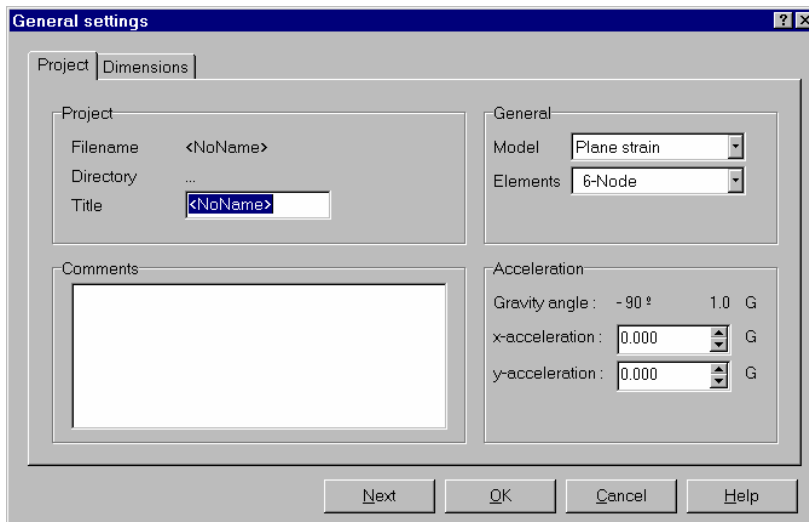
Có thể để đọc tập tin những dự án phiên bản Plaxis 6 và chuyển đổi dữ liệu hình học và vật liệu vào trong định dạng của phiên bản Plaxis 7. Tùy chọn này sẵn sàng bởi sự lựa chọn tùy chọn Import trong menu File. Trong mục Files of type được thiết lập là 'Plaxis 6.x file (\*.SFN)'. Nếu một tập tin như vậy được lựa chọn và nút <Open> được nhấn, hình học được đọc và hiển thị trong vùng vẽ. Hình học này là được xem như là một hình học mới và không phải là một mở rộng tới một hình học hiện hữu. Chú ý rằng những sự thiết đặt chung (General settings) cần phải được kiểm tra để lựa chọn kiểu mô hình và phần tử thích hợp.

Ngoài dữ liệu hình học, những thuộc tính đất được đọc và cất giữ như những tập dữ liệu vật chất trong cơ sở dữ liệu dự án, nhưng chúng chưa được chỉ định tới những lớp đất. Hơn nữa, những tải trọng, những điều kiện cố định và khởi đầu cần phải là được định nghĩa lại bởi người dùng.

Cũng có thể đọc được những hồ sơ hình học của Delft Geotechnics M-series sử dụng tùy chọn Import. Trong trường hợp này mục Files of type trong file requester cần phải là thiết lập là 'M-series geometry file (\*.GEO)'. Tùy chọn này có thể chỉ sử dụng để đọc dữ liệu hình học; dữ liệu đất không được nhập vào. Nếu số lượng điểm hình học rất lớn, tùy chọn có thể không làm việc đúng mức. Sự thực hiện tốt nhất được thu được khi sử dụng một kiểu màn ảnh có độ phân giải cao (1024x768).

## **2.2 Sự thiết đặt chung**

Cửa sổ General settings xuất hiện ở tại bắt đầu của vấn đề mới và có thể về sau được lựa chọn từ menu File. Cửa sổ General settings chứa đựng hai bảng Dự án (Project) và kích thước (Dimensions). Bảng Project chứa tên và mô tả dự án, kiểu mô hình và kiểu phần tử. Bảng Dimensions chứa những đơn vị cơ bản cho chiều dài, lực và thời gian (xem 2.1) và những kích thước của vùng vẽ. Ngoài ra, người dùng có thể nhập vào đây một thành phần gia tốc độc lập, tương đối tới sự to lớn của sức nặng, cho những sự tính toán giả - động.



*Hình 2 Cửa sổ General settings*

*Mô hình:*

Plaxis có thể sử dụng để thực hiện biến dạng phẳng, đối xứng trục và đơn giản hóa sự phân tích 3 chiều (đối xứng trục 3 chiều).

Một mô hình biến dạng phẳng được sử dụng cho những cấu trúc với một (nhiều hoặc ít hơn) mặt cắt ngang đồng dạng và trạng thái ứng suất tương ứng và sự phối hợp tải trọng tương ứng đồng dạng qua một đường thẳng góc chiều dài nhất định tới mặt cắt ngang. Những sự dịch chuyển vuông góc tới mặt cắt ngang được giả thiết là zêrô.

Một mô hình đối xứng trục được sử dụng cho những cấu trúc vòng tròn với một (nhiều hoặc ít hơn) mặt cắt ngang đường kính đồng dạng và tải xuyên tâm lên sơ đồ xung quanh trục tâm, nơi mà trạng thái biến dạng và trọng âm được giả thiết đồng nhất trong bất kỳ phương hướng xuyên tâm nào. Chú ý rằng đó cho những vấn đề đối xứng trục tọa độ X đại diện bán kính và tọa độ Y tương ứng với đường trục đối xứng. Những tọa độ X âm không cần được sử dụng. Sự chọn lựa của biến dạng phẳng hoặc đối xứng trục dẫn đến một mô hình phân tử hữu hạn hai kích thước với chỉ hai tịnh tiến tự do của nút (phương X và Y)

Một mô hình đối xứng trục 3D được sử dụng cho những cấu trúc mà về mặt hình học là đối xứng trục và chịu tải trọng với tải không đối xứng trục, như tải cọc và móng tròn. Sự chọn lựa của đối xứng trục 3D dẫn tới một mô hình phân tử hữu hạn ba kích thước với ba tịnh tiến tự do của nút (phương X, Y và Z). Đối xứng trục 3D là sẵn có như một mô đun riêng biệt và có thể được đọc theo yêu cầu đặc biệt.

*Những phân tử:*

Cho một sự phân tích 2 chiều (biến dạng phẳng hoặc đối xứng trục) người dùng có thể lựa chọn hoặc 6 nút hoặc những phân tử tam giác 15 nút (xem hình 3). Hình tam giác 6 nút là phân tử mặc định cho một sự phân tích 2 chiều. Nó cung cấp một phép nội suy thứ tự thứ hai cho những sự dịch chuyển. Ma trận độ cứng phân tử được ước lượng bởi phép lấy tích phân số sử dụng tổng của ba điểm Gauss (những điểm ứng suất). Cho hình tam giác 15 nút loại của phép nội suy là bốn và sự lấy tích phân là gồm mười hai điểm ứng suất.

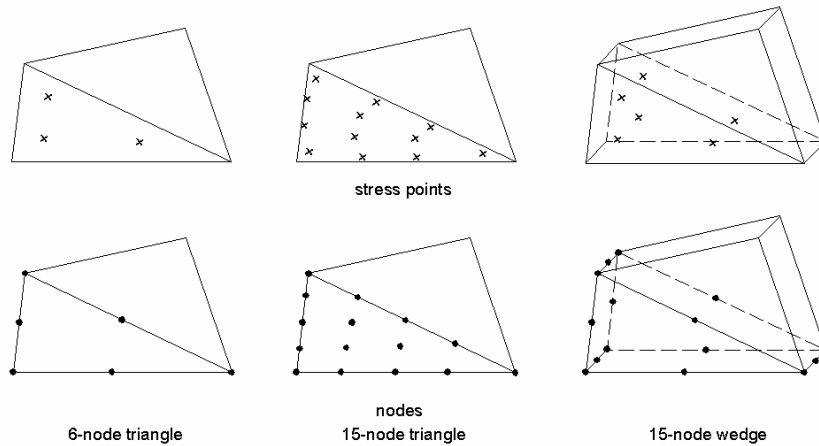
Cho một sự phân tích 3 chiều (đối xứng trục 3 chiều) duy nhất một loại phân tử là sẵn có, phân tử nêm 15 nút (xem hình 3). Phân tử này đưa cho một phép nội suy thứ tự thứ hai cho những sự dịch chuyển và sự lấy tích phân là gồm sáu điểm ứng suất.

Hình tam giác 15 nút là một phân tử 2 chiều rất chính xác mà đã được chỉ ra để đem lại những kết quả ứng suất chính xác cao cho những vấn đề khó, chẳng hạn trong những tính toán sự gãy vụn cho những loại đất không ép được (refs. 8, 12, 13). Tuy nhiên, sử dụng những hình tam giác 15 nút dẫn tới sử dụng tương đối nhiều bộ nhớ và sự thực hiện tính toán và thao tác chậm. Trong những phiên bản Plaxis trước đây hình tam giác 15 nút là kiểu phân tử mặc định bởi vì số lượng phân tử cực đại khá có hạn. Trong phiên bản này,

tuy nhiên, số lượng phần tử trong một mắt lưới phần tử hữu hạn có thể cao hơn những phiên bản được cho phép trước đây. Để tránh thời gian tính toán và sự thực hiện chậm, phần tử mặc định bây giờ là hình tam giác 6 nút. Kiểu phần tử này thực hiện tốt cho đa số các kiểu tính toán.

Tuy nhiên, sự chính xác của những kết quả trong đa số các trường hợp sẽ thấp hơn trong trường hợp tương tự khi sử dụng cùng số lượng của hình tam giác 15 nút.

Sự chính xác của hình nêm 15 nút cho sự phân tích 3 chiều là có thể so sánh được với hình tam giác 6 nút trong một sự phân tích 2 chiều. Những kiểu phần tử cao hơn thì không được xem xét trong sự phân tích 3 chiều bởi vì điều này sẽ dẫn tới sử dụng nhiều bộ nhớ và thời gian tính toán không thể chấp nhận được.



*Hình 3 Vị trí của nút và điểm ứng suất trong phần tử đất*

*Trọng lực và gia tốc:*

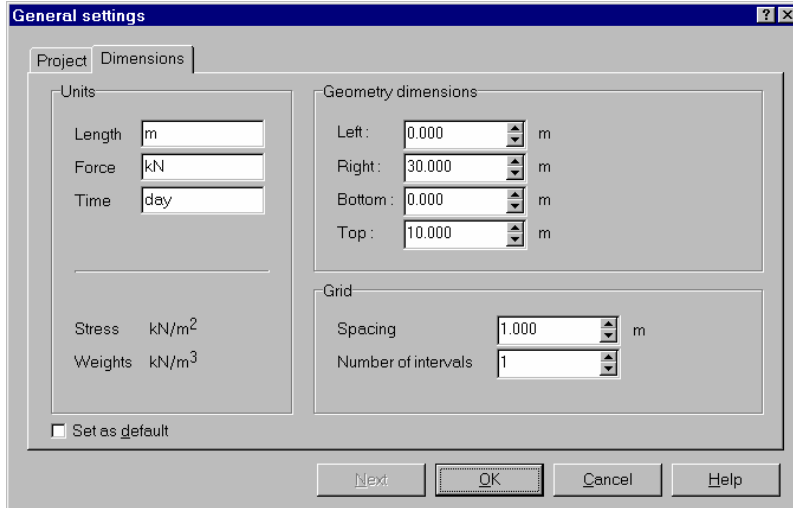
Hướng của trọng lực có góc được cố định là  $-90^\circ$ , ngược lại với phương của trục Y. Không cần thiết nhập vào gia tốc trọng lực, bởi vì trọng lực thì tuyệt đối được bao gồm những trọng lượng thể tích cho bởi người sử dụng. Trong cách này trọng lực được kiểm soát bởi hệ số nhân tải trọng toàn bộ cho những trọng lượng của vật liệu,  $\Sigma Mweight$ .

Ngoài trọng lực bình thường, người dùng có thể chỉ định một gia tốc độc lập cho lực động trong cách giả - tĩnh học. Những giá trị được nhập vào thành phần X và Y của gia tốc bổ sung được nhập vào trong bảng thứ hai của cửa sổ General settings. Những thành phần được biểu thị dưới dạng gia tốc trọng lực bình thường g. Sự kích hoạt của gia tốc bổ sung trong những tính toán được kiểm soát bởi những số nhân tải Maccel và  $\Sigma Maccel$ .

Những đơn vị:

Những đơn vị chiều dài, lực và thời gian được sử dụng trong sự phân tích được định nghĩa khi dữ liệu vào được chỉ rõ. Những đơn vị cơ bản này được nhập vào trong bảng Dimension của cửa sổ General settings.

Những đơn vị mặc định, như được gợi ý bởi chương trình, là m (mét) cho chiều dài, kN cho lực và ngày cho thời gian. Những đơn vị tương ứng cho ứng suất và trọng lượng được liệt kê trong hộp ở dưới những đơn vị cơ bản.



*Hình 4 Cửa sổ General settings (Bảng Dimensions)*

Tất cả các giá trị được nhập vào cần phải được cho phù hợp với đơn vị sử dụng. Đơn vị thích hợp của một giá trị nhập vào nào đó thường được cho trực tiếp phía sau hộp nhập giá trị, dựa vào những đơn vị cơ bản do người dùng định ra.

#### *Những kích thước:*

Tại điểm bắt đầu của một dự án mới, người dùng cần chỉ rõ những kích thước của vùng vẽ theo một cách mà mô hình hình học mà sẽ được tạo ra sẽ phù hợp với những kích thước. Những kích thước được nhập vào trong bảng Dimensions của cửa sổ General settings. Những kích thước của vùng vẽ không ảnh hưởng chính hình học và có thể được thay đổi khi sửa đổi một dự án hiện hữu.

#### *Lưới:*

Để dễ dàng tạo thành hình học, người dùng có thể định nghĩa một lưới cho vùng vẽ. Lưới này có thể sử dụng để đặt con trỏ vào trong vị trí 'thường xuyên'. Hệ thống các lưới được định nghĩa bằng phương tiện của những tham số Spacing (khoảng cách) và Number of intervals (số khoảng giữa 2 lưới). Spacing được sử dụng để thiết lập một lưới thô, được biểu thị bởi những điểm nhỏ trên vùng vẽ.

Lưới thực tế là lưới thô được chia ra bởi Number of intervals. Số lượng khoảng mặc định là 1, điều này đưa ra một lưới bằng với lưới thô. Đặc điểm của lưới được nhập vào trong bảng Dimensions của cửa sổ General settings. Menu View có thể được sử dụng để bật (tắt) hệ thống lưới và tùy chọn bắt điểm.



### **3 Hình học**

Sự sinh ra một mô hình phân tử hữu hạn bắt đầu với sự tạo thành của một mô hình hình học. Một mô hình hình học gồm có những điểm, những đường và những cluster. Những điểm và những đường được nhập vào bởi người dùng, trong khi mà những cluster được phát sinh bởi chương trình. Ngoài những thành phần cơ bản này, những đối tượng cấu trúc hoặc điều kiện bắt buộc có thể được gán cho mô hình hình học.

Khuyến cáo rằng để bắt đầu tạo thành một mô hình hình học bằng cách vẽ đường viền hình học đầy đủ. Ngoài ra, người dùng có thể chỉ rõ những lớp vật liệu, những đối tượng cấu trúc, những đường sử dụng cho những pha xây dựng, tải và những điều kiện biên. Mô hình hình học không chỉ bao gồm tình trạng ban đầu, nhưng cuối cùng những giai đoạn xây dựng được xem xét trong một pha về sau. Sau khi hình học đã được hoàn thành, người dùng cần phải biên soạn những tập dữ liệu của tham số vật liệu và gán những tập dữ liệu cho những thành phần hình học tương ứng. Khi hình học đầy đủ được định nghĩa và tất cả các thành phần hình học có những thuộc tính của chúng, mô hình hình học là hoàn chỉnh và mất lưới có thể được phát sinh .

#### *Lựa chọn những thành phần hình học*



Khi công cụ Selection (mũi tên đỏ) ở trạng thái tích cực, một thành phần hình học có thể được lựa chọn bởi việc kích một lần trên thành phần đó trong mô hình hình học. Nhiều thành phần cùng kiểu có thể là được chọn đồng thời bằng cách nhấn và giữ phím <Shift > trong khi lựa chọn những thành phần mong muốn.

#### *Những thuộc tính của những thành phần hình học*

Đa số các thành phần hình học có những thuộc tính nhất định, mà có thể được xem và biến đổi trong những cửa sổ thuộc tính. Sau việc nhấn đúp một thành phần hình học của sổ thuộc tính tương ứng xuất hiện. Nếu hơn một đối tượng được định vị trên điểm được chỉ báo, một hộp thoại chọn lọc xuất hiện từ đó thành phần mong muốn có thể được lựa chọn.

#### **3.1 Những điểm và những đường**



Mục nhập vào cơ bản cho sự tạo thành của một mô hình hình học là đường hình dạng (Geometry line). Mục này có thể được lựa chọn từ menu Geometry cũng như từ thanh công cụ thứ hai.

Khi tùy chọn Geometry line được lựa chọn, người dùng có thể tạo ra những điểm và những đường trong vùng vẽ bởi việc kích với con trỏ chuột (nhập vào bằng hình) hoặc bởi việc gõ những tọa độ ở dòng lệnh (nhập vào bằng bàn phím). Ngay khi nút trái chuột được kích trong vùng vẽ một điểm mới được tạo ra, miễn là không có điểm hiện hữu gần vị trí con trỏ. Nếu có một điểm hiện hữu gần con trỏ, con trỏ bắt vào điểm hiện hữu mà không phát sinh một điểm mới. Sau khi điểm đầu tiên được lựa chọn, người dùng có thể vẽ một đường bởi việc nhập vào điểm khác,... Hình vẽ những điểm và những đường tiếp tục cho đến khi nút phải của chuột được kích tại bất kỳ vị trí nào, hoặc ấn phím <Esc>.

Nếu một điểm được tạo ra trên hoặc gần một đường hiện hữu, con trỏ bắt lên trên đường đó và tạo ra một điểm mới chính trên đường đó. Kết quả là đường đó được chia ra thành hai đường mới. Nếu một đường cắt qua một đường hiện hữu, một điểm mới được tạo ra ở tại điểm giao nhau của hai đường. Kết quả là cả hai đường được chia ra thành hai đường mới. Nếu một đường được vẽ mà một phần trùng với một đường hiện hữu, chương trình làm cho chắc chắn trong phạm vi hai đường trùng nhau chỉ có duy nhất một đường. Tất cả các thủ tục này bảo đảm rằng một hình học chắc chắn được tạo ra mà không có những điểm đôi hoặc những đường trùng nhau.

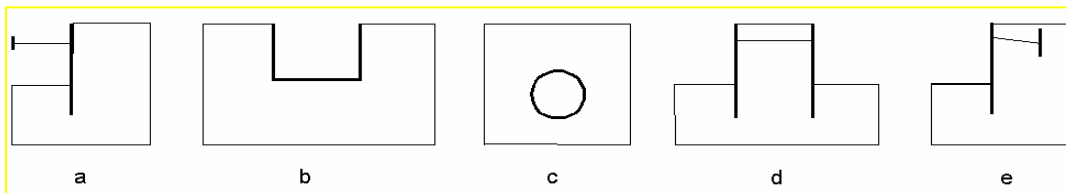
Những điểm hoặc những đường hiện hữu có thể được sửa đổi hoặc loại trừ bởi trước hết chọn công cụ Selection từ thanh công cụ. Để di chuyển một điểm hoặc đường, chọn điểm hoặc đường trong hình dạng và kéo tới vị trí mong muốn. Để loại trừ một điểm hoặc đường, chọn điểm hoặc đường trong hình dạng và nhấn phím <Del> trên bàn phím. Nếu hơn một đối tượng hiện diện ở vị trí được lựa chọn, một hộp thoại Delete xuất hiện từ đó đối tượng có thể được lựa chọn để xóa. Nếu một điểm tại nơi chỉ hai đường đến cùng nhau bị xóa, thì hai đường được kết hợp tạo một đường thẳng ngang qua điểm đó. Nếu hơn hai đường đến tại điểm sẽ được xóa, thì tất cả các hàng được nối với điểm này sẽ được xóa.

Sau mỗi kích động bản vẽ chương trình xác định những cluster có thể được hình thành. Một cluster là một vòng kín của những đường hình học khác nhau. Nói cách khác, một cluster là một vùng hoàn toàn bao bởi những đường hình dạng. Những cluster được phát hiện ra thì thay đổi độ sáng. Mỗi cluster có thể được đưa cho những thuộc tính vật liệu nhất định để mô phỏng cách ứng xử của đất trong bộ phận của hình học. Những cluster được chia trong những phần tử đất trong thời gian phát sinh mắt lưới .

### 3.2 Dầm (tường và bản)



Dầm là những đối tượng cấu trúc đã sử dụng để mô hình những cấu trúc mảnh trong nền với độ cứng khi uốn là quan trọng (độ cứng khi uốn) và độ cứng bình thường. Mặc dầu những phần tử dầm là những cấu trúc một chiều thật sự, những phần tử dầm trong Plaxis đại diện cho những bản, tấm trong hướng ngoài mặt phẳng và có thể bởi vậy sử dụng để mô hình những tường và những bản. Những ví dụ những cấu trúc geotechnical bao gồm những dầm được giới thiệu trong hình 5.

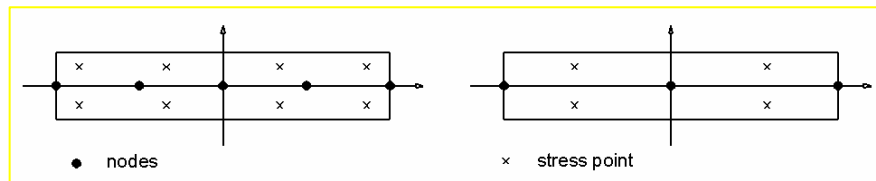


Hình 5 Những ứng dụng trong đó những phần tử dầm và phần tử neo được sử dụng

Những dầm có thể được lựa chọn từ menu Geometry hoặc bởi việc kích vào nút tương ứng trong thanh công cụ. Sự tạo thành của những dầm trong mô hình hình học tương tự như sự tạo thành của những đường hình dạng (xem 3.1). Khi tạo ra dầm, những đường hình dạng tương ứng được tạo ra đồng thời.

### *Những phần tử dầm*

Những phần tử dầm với ba bậc tự do của nút: Hai chuyển vị tự do ( $u_x$  và  $u_y$ ) và một chuyển vị xoay tự do (quay trong mặt phẳng x-y:  $\phi_z$ ). Khi phần tử đất 6 nút được dùng thì mỗi phần tử dầm được định nghĩa bởi 3 nút trong khi mà những phần tử dầm 5 nút là những phần tử được sử dụng cùng với phần tử đất 15 nút (xem hình 6). Những phần tử dầm dựa vào lý thuyết dầm của Mindlin (ref. 2). Lý thuyết này chú ý đến độ võng vì cắt cũng như uốn. Ngoài ra, phần tử có thể thay đổi chiều dài khi một lực dọc trực tác dụng. Những phần tử dầm có thể trở nên dẻo nếu một mômen uốn cực đại hoặc lực hướng trục cực đại đạt đến.



*Hình 6 Vị trí của những nút và ứng suất điểm trong phần tử dầm 3 nút và 5 nút*

Những thuộc tính vật liệu của những dầm được chứa đựng trong những tập dữ liệu vật liệu (xem 5.3). Những tham số quan trọng nhất là độ cứng khi uốn  $EI$  và độ cứng dọc trục  $EA$ . Từ hai tham số này một bề dày dầm tương đương  $d_{eq}$  được tính toán từ phương trình:

$$d_{eq} = \sqrt{12 \frac{EI}{EA}}$$

Những mômen uốn và những lực dọc trục được ước lượng từ những ứng suất ở tại những điểm ứng suất. Một phần tử dầm 3 nút có hai cặp điểm ứng suất trong khi phần tử dầm 5 nút có bốn cặp điểm ứng suất.

Bên trong mỗi cặp, những điểm ứng suất được định vị ở khoảng cách  $d_{eq}/\sqrt{3}$  ở trên và ở dưới đường giữa dầm. Hình 6 cho thấy rằng một phần tử dầm 3 nút và 5 nút đơn với vị trí của những nút và những điểm ứng suất.

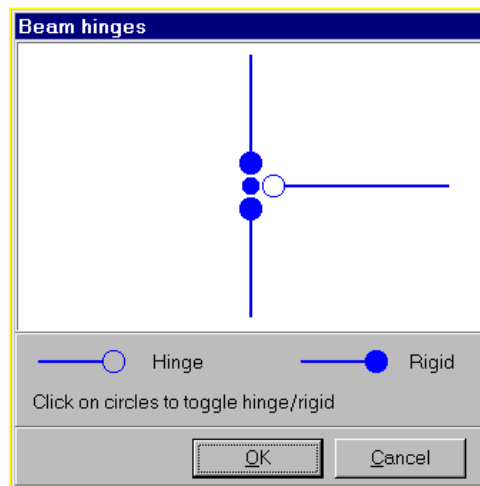
### **3.3 Dầm có liên kết khớp**



Một dầm có liên kết khớp là một kết nối dầm mà kể đến góc xoay không liên tục của điểm kết nối. Theo mặc định, trong một điểm hình học nơi những dầm kết nối nhau, góc xoay thì liên tục và điểm chứa chỉ chứa một độ

xoay tự do. Nói cách khác, kết nối dầm mặc định thì cứng nhắc (được giữ chặt). Nếu muốn tạo ra một kết nối khớp (một điểm nơi đầu những dầm có thể quay tự do), tùy chọn Beam hinge có thể được chọn từ menu Geometry hoặc bởi việc kích vào nút tương ứng trong thanh công cụ.

Khi tùy chọn này được chọn và một điểm hình học hiện hữu nối hai (hoặc nhiều hơn) dầm được kích, cửa sổ những dầm có liên kết khớp xuất hiện hiển thị một hình chi tiết của mối nối tất cả dầm được nối. Cho mỗi kết thúc dầm riêng lẻ nó có thể chỉ báo rằng kết nối là một khớp hoặc một ngàm. Một khớp được chỉ báo bởi một vòng tròn mở trong khi một liên kết ngàm được chỉ báo bởi một vòng tròn đặc. Bằng cách kích vào một trong những vòng tròn kết nối dầm tương ứng thay đổi từ một liên kết ngàm thành một khớp hoặc ngược lại. Cho mỗi khớp, một độ tự do xoay được đưa vào cho phép một sự quay độc lập.

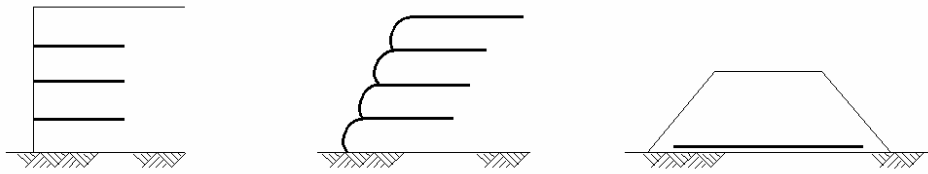


*Hình 7 Ví dụ của một cửa sổ liên kết của những dầm có liên kết khớp*

### **3.4 Vải địa kỹ thuật**



Vải địa kỹ thuật là những vật thể mảnh với độ cứng bình thường nhưng không có độ cứng uốn. Vải địa kỹ thuật chỉ có thể chống đỡ lực căng và không nén. Những đối tượng này phần lớn được dùng để mô hình hoá sự gia tăng cường độ của đất chẳng hạn như geogrids hoặc vải dệt. Ví dụ về cấu trúc geotechnical bao gồm vải địa kỹ thuật được giới thiệu trong mục 8. Phương pháp phân tử hữu hạn đã được áp dụng mở rộng để nghiên cứu sự thực hiện của kiểu cấu trúc này. Về mô tả của nghiên cứu trước đây trong lĩnh vực này xem lại Refs. 5, 7 và 10.



*Hình 8 Những ứng dụng trong đó vải địa kỹ thuật được sử dụng*

Vải địa kỹ thuật có thể được lựa chọn từ menu Geometry hoặc bởi việc kích vào nút tương ứng trong thanh công cụ. Sự tạo thành vải địa kỹ thuật trong mô hình hình học tương tự như sự tạo thành đường hình dạng (mục 3.3.1). Tương ứng những đường hình dạng được tạo ra đồng thời khi tạo ra vải địa kỹ thuật. Đặc trưng vật liệu của vải địa kỹ thuật là độ cứng bình thường đàn hồi (theo trục) EA, mà có thể được xác định trong cơ sở thông số vật liệu (mục .4).

*Những phân tử vải địa kỹ thuật*

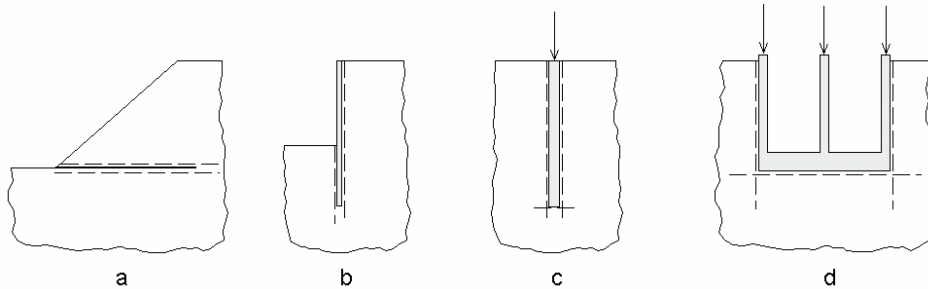
Vải địa kỹ thuật bao gồm các phân tử geotextile. Khi những phân tử đất 6 điểm đã được dùng, mỗi phân tử geotextile được định nghĩa bởi 3 điểm, ở đó những phân tử geotextile 5 điểm được sử dụng trong sự kết hợp với phân tử đất 15 điểm. Lực hướng trục được ước lượng tại các tâm chịu lực Newton - Cotes. Kiểu điểm trọng tâm này cũng được sử dụng cho những phân tử mặt phẳng (xem 3.3.5). Sự định vị của những điểm trọng tâm này tương ứng tới sự định vị của nút (xem 3.10).

*Mô hình hóa đất neo*

Vải địa kỹ thuật có thể cũng được sử dụng trong sự kết hợp với neo từ nút tới nút để đóng vai trò lực neo nền. Trong trường hợp này vải địa kỹ thuật được sử dụng để mô hình hoá phân vữa lỏng trám kê hở ở tường và neo từ nút tới nút được sử dụng để mô hình hoá thanh neo (xem 3.6).

**3.5 Mặt cắt tiếp xúc**

Mặt cắt tiếp xúc được sử dụng để mô hình hoá sự tương tác giữa kết cấu và đất. Ví dụ những cấu trúc geotechnical kéo theo những mặt cắt được giới thiệu trong hình 9. Những mặt cắt có thể được lựa chọn từ thực đơn Hình học hoặc bởi việc kích vào nút tương ứng trong thanh công cụ.



*Hình 9 Những ví dụ trong đó những mặt cắt tiếp xúc được sử dụng*



Sự tạo thành một mặt cắt tương tự như sự tạo thành một đường hình học. Mặt cắt xuất hiện khi một đường gạch ở cạnh bên phải của đường hình dạng (xem xét hướng vẽ) để chỉ báo ở đó theo cạnh hình học được kẻ sự tương tác với đất xảy ra. Cạnh mà mặt cắt sẽ xuất hiện cũng được chỉ báo bởi mũi tên trên con trỏ trong hướng vẽ. Để đặt một mặt cắt ở bên kia nó cần phải được vẽ ra theo hướng đối diện. Thật ra, những mặt cắt có thể được đặt ở cả hai bên của một đường hình học. Việc làm này cho phép một sự tương tác đầy đủ giữa những đối tượng đường cấu trúc (Những tường, những sơ đồ có vãi địa kỹ thuật,..) và đất lân cận. Để phân biệt giữa hai mặt cắt có thể dọc theo một đường hình học, những mặt cắt được chỉ báo bởi một dấu cộng - dấu hiệu (+) hoặc một số trừ - dấu hiệu (-).

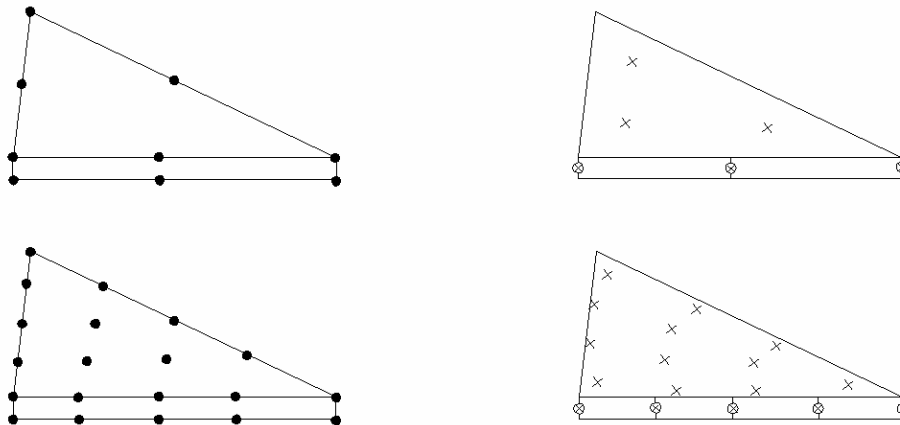
Một ứng dụng tiêu biểu của mặt cắt sẽ mô hình hoá sự tương tác giữa tường cừ ván và đất, mà trung gian giữa mịn và thô hoàn toàn. Trong ứng dụng này mặt cắt được đặt tại cả hai cạnh của tường. Độ thô của sự tương tác được mô hình hoá bởi việc chọn một giá trị thích hợp như hệ số khử lực trong mặt cắt. Nhân tố này liên hệ lực ở mặt cắt (ma sát và lực gắn vào tường) với lực đất (góc ma sát và sự dính kết). Chi tiết trên về những thuộc tính mặt cắt, xem 5.2.

*Những phần tử Mặt cắt*

Mặt cắt là sự bao gồm những phần tử mặt cắt. Hình 10 thể hiện ra những phần tử mặt cắt được nối tới những phần tử đất. Khi sử dụng phần tử đất 6 nút, những phần tử mặt cắt tương ứng được định nghĩa bởi ba cặp nút, còn khi cho những phần tử đất 15 nút những phần tử mặt cắt tương ứng được định nghĩa bởi năm cặp nút.

Trong hình những phần tử mặt cắt được chỉ ra để có một bề dày hữu hạn, nhưng trong sự trình bày rõ ràng phần tử hữu hạn những tọa độ của mỗi cặp nút là đồng nhất, mà có nghĩa rằng phần tử có một bề dày zêrô.

Mỗi mặt cắt gán cho nó 1 ' Bề dày thực tế ' mà là một kích thước ảo đã thu được những thuộc tính vật chất của mặt cắt. Bề dày thực tế được định nghĩa như bề dày thực tế trung bình (xem 6.1). Giá trị ngầm định của hệ số bề dày thực tế là 0.1. Giá trị này có thể được thay đổi bởi việc nhấn đúp trên đường hình học và lựa chọn mặt cắt từ hộp thoại chọn lọc. Tuy nhiên, cần thận trọng khi thay đổi hệ số mặc định. Chi tiết về ý nghĩa bề dày thực tế đã nói ở 5.2.

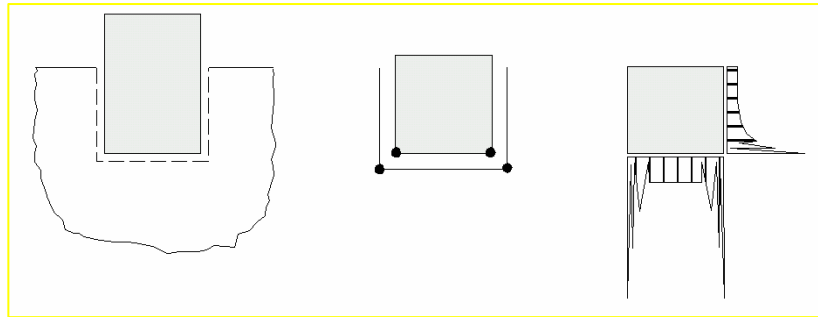


*Hình 10 Phân phối nút và trọng tâm trong những phần tử mặt cắt và kết nối với những phần tử đất*

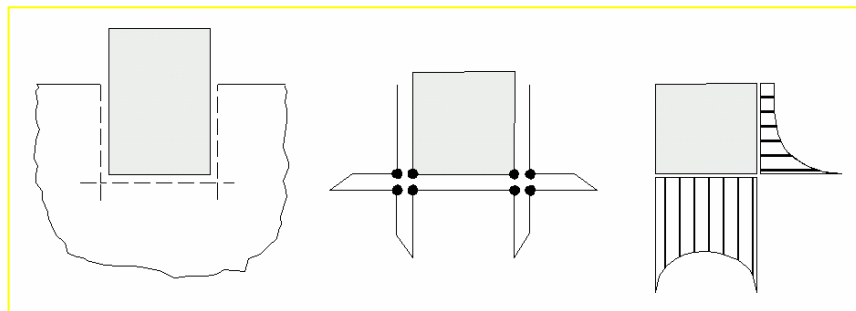
Ma trận độ cứng cho những phần tử mặt cắt thu được nhờ sử dụng Niuton - Cotes. Vị trí của những điểm tập trung này (hoặc trọng tâm) trùng với vị trí của những cặp nút. Từ đây, cho những phần tử mặt cắt 6 nút một điểm tập trung 3 nút Niuton - Cotes được sử dụng, khi những phần tử mặt cắt 10 nút sử dụng điểm tập trung 5 nút.

Hình 11 cho thấy những vấn đề đó của đất - sự tương tác cấu trúc có thể kéo theo những điểm mà yêu cầu sự chú ý đặc biệt. Những góc trong những cấu trúc ngầm và một sự thay đổi đột ngột trong điều kiện biên có thể dẫn tới những sức căng tới hạn, sinh những sự dao động trọng tâm không lý tưởng. Vấn đề này có thể được giải quyết bởi việc làm cho sự sử dụng của mặt cắt là những phần tử như hình được đưa vào 11.

Hình này chỉ ra rằng vấn đề của sự dao động trọng tâm có thể được ngăn ngừa bởi việc vào những phần tử mặt cắt bổ sung bên trong vùng đất. Những phần tử này sẽ tăng cường tính linh hoạt của mắt lưới phần tử hữu hạn và sẽ ngăn ngừa những kết quả trọng tâm không lý tưởng. Ref 22 cung cấp chi tiết về sự đặc biệt này sử dụng lý thuyết bổ sung của những phần tử mặt cắt.



*Hình 11a Một điểm góc không linh hoạt, gây ra kết quả chịu lực kém*



*Hình 11b Điểm góc linh hoạt với những kết quả trọng tâm được cải thiện*

### **3.6 Phần tử neo**



Phần tử neo là các gối tựa để liên kết 2 điểm với nhau. Kiểu neo này được lựa chọn từ menu Geometry hay click vào nút tương ứng trên thanh công cụ. Các ứng dụng điển hình bao gồm các kiểu tường neo như trong hình 5e and the cofferdam thể hiện trên hình 5d. Phần tử neo phải luôn luôn được liên kết với các đường hình học hiện hữu nhưng các điểm hình học thì không cần thiết. Việc tạo ra các phần tử neo cũng giống như việc tạo ra các đường hình học (xem phần 3.1) nhưng trái với các loại kết cấu khác, đường hình học không được tạo ra đồng thời với điểm neo. Do đó phần tử neo sẽ không chia nhỏ hay tạo mới.

Phần tử neo là hai phần tử gối đàn hồi với một phần tử ngàm cứng. Phần tử này dùng để chịu lực kéo (neo) cũng như lực nén (thanh giằng).. Các tính chất được đưa vào dữ kiện vật liệu (xem 5.5).

Phần tử neo được gây ứng suất trước trong quá trình tính toán đàn hồi bằng cách dùng Staged construction as Loading input

### *Mô hình hóa các neo trong đất*

Để có thể mô hình hóa một neo đất (neo vữa) bằng cách kết hợp một phần tử neo và một vãi địa kỹ thuật. Phần tử neo tượng trưng cho thanh neo và vãi địa tượng trưng cho phần vữa. Trong trường hợp này được khuyến cáo mạnh mẽ là tránh sử dụng các giao diện xung quanh vãi địa bởi vì mặc dù các cung trượt tiềm ẩn được tạo ra trong các phần tử hữu hạn, mà có tính phi hiện thực cao. Do đó, phần vữa được xem như bao cứng lấy đất. Có thể mô phỏng trạng thái ứng suất của neo đất. Tuy nhiên không thể mô phỏng các ảnh hưởng của ứng suất vữa lên trên bề mặt đất. Cần lưu ý là vãi địa do các tấm liên tục hình thành nên trong hướng ngoài mặt phẳng, trong khi thực tế phần vữa kết cấu ba chiều.

### **3.7 Phần tử neo một đầu**



Phần tử neo một đầu là các gối dùng để làm mẫu cho các điểm đơn. Đây là kiểu neo có thể chọn từ menu Geometry hay click vào các nút tương ứng trên thanh công cụ. Một ví dụ của việc dùng neo một đầu là mô hình hóa các thanh giằng thành các tấm tường cọc, xem hình 5a. Phần tử neo một đầu phải luôn được liên kết bằng các đường hình học hiện hữu nhưng không cần thiết các điểm hiện hữu. Một phần tử neo một đầu được hình dung như là chữ T xoay đầu. Chiều dài của khung chữ T không mang ý nghĩa đặc biệt. Mặc định, một phần tử neo một đầu được đặt ở vị trí 0 độ (theo phương X). Bằng cách nhấn đúp vào giữa chữ T cửa sổ thuộc tính neo sẽ xuất hiện trong góc độ có thể thay đổi. Góc nhập vào được xác định theo chiều kim đồng hồ, bắt đầu từ trục X.

Ngoài góc, độ dài tương đương của neo có thể được đưa vào từ cửa sổ những thuộc tính. Độ dài tương đương được định nghĩa như khoảng cách giữa điểm kết nối neo và điểm giả trong hướng dọc của mỏ neo, nơi sự chuyển vị được giả thiết để là zêrô.

Một phần tử neo cố định là một phần tử lò xo đàn hồi với một chiều dài. Kết thúc của lò xo (được định nghĩa bởi độ dài tương đương và phương hướng) được cố định.

Những thuộc tính có thể được nhập vào trong cơ sở dữ liệu vật liệu (xem 5.5). Những phần tử neo cố định có thể được ứng suất trước trong quá trình tính toán dẻo sử dụng Staged construction như Loading input.

### **3.8 Đường hầm**



Tùy chọn đường hầm có thể sử dụng để tạo ra những đường hầm tròn và không tròn mà nó được bao gồm trong mô hình hình học. Một đường hầm là một sự hợp thành của những cung, mà chủ yếu được định nghĩa bởi một bán kính và một sự tăng dần góc xuyên tâm (góc). Một đối tượng đường hầm có thể được lưu giữ trên đĩa cứng và được bao gồm trong những dự án khác. Vài tùy chọn tính toán đặc biệt sẵn sàng mô phỏng xây dựng đường hầm. Tùy chọn đường hầm được có sẵn từ menu Geometry hoặc từ thanh công cụ.

#### **Hình dạng đường hầm cơ bản**

Sau khi sự lựa chọn một tùy chọn đường hầm phải chọn giữa ba hình dạng đường hầm cơ bản:

1. Đường hầm nguyên vẹn
2. Đường hầm nửa trái
3. Đường hầm nửa phải

Đường hầm nguyên vẹn cần phải được sử dụng nếu hình dạng đường hầm đầy đủ được tính đến trong mô hình hình học. Một đường hầm một nửa cần phải được sử dụng nếu mô hình hình học chỉ tính đến một nửa đối xứng của vấn đề nơi mà đường đối xứng mô hình hình học tương ứng với đường đối xứng của đường hầm. Phụ thuộc vào cạnh của đường đối xứng được sử dụng trong mô hình hình học mà người dùng cần phải lựa chọn đường hầm nửa phải hoặc đường hầm nửa trái. Một đường hầm một nửa có thể cũng sử dụng để định nghĩa những cạnh cong của một cấu trúc lớn hơn, chẳng hạn như một bể chứa ngầm. Những phần thẳng còn lại của cấu trúc có thể được thêm trong vùng vẽ bằng cách sử dụng những đường hình học.

Bằng việc nhấn nút <Ok> của sổ trình thiết kế đường hầm được mở.

#### **Trình thiết kế đường hầm**

Sau sự lựa chọn hình dạng cơ bản đường hầm, trình thiết kế đường hầm xuất hiện như là một cửa sổ riêng biệt nhập vào. Trình thiết kế đường hầm chứa đựng những mục sau (Xem hình 12)

*Menu Tunnel:*

Menu với những tùy chọn để mở và lưu giữ một đối tượng đường hầm và để thiết lập những thuộc tính cho đường hầm.

*Thanh công cụ:*

Thanh công cụ với những nút như những phím tắt để thiết lập những thuộc tính cho đường hầm.

*Vùng hiển thị:*

Vùng trong đó đối tượng đường hầm được phác họa.

*Những cây thước:*

Những cây thước chỉ báo kích thước của đường hầm trong tọa độ địa phương. Gốc của hệ trục địa phương được sử dụng như một điểm quy chiếu cho sự xác định vị trí của đường hầm trong mô hình hình học.

*Nhóm hộp mặt cắt:*

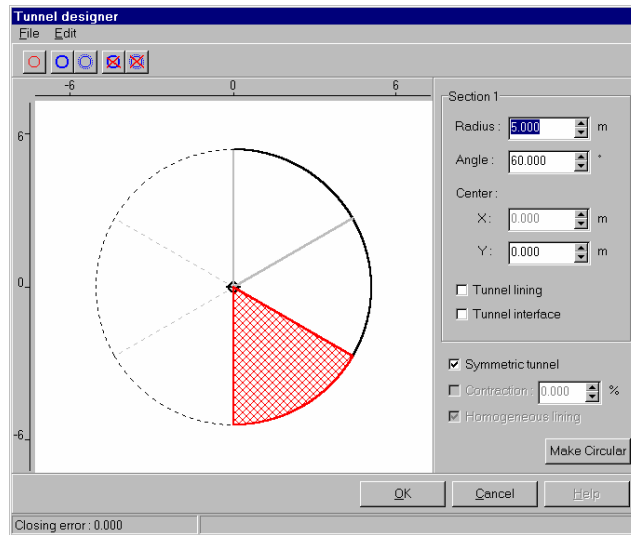
Hộp chứa đựng những tham số và những thuộc tính hình dạng của mặt cắt đường hầm được chỉ báo.

*Những tham số khác:*

Xem về sau.

*Nút chuẩn:*

Để xác nhận (OK) hoặc để hủy bỏ đường hầm được tạo ra.

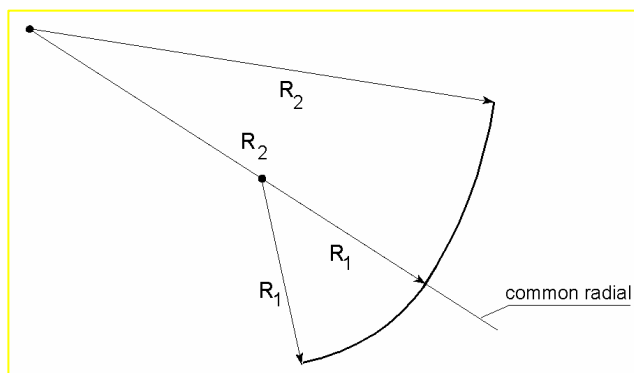


*Hình 12 Trình thiết kế đường hầm với hình dạng chuẩn*

*Mặt cắt đường hầm:*

Một đường hầm được bao gồm nhiều đoạn mặt cắt. Mỗi đoạn là một cung (phần của một vòng tròn), mà được định nghĩa bởi một điểm tâm, một bán kính và một góc. Theo mặc định, đường hầm là vòng tròn và bao gồm 6 đoạn (3 đoạn cho một nửa của đường hầm). Đoạn đầu tiên bắt đầu tại điểm thấp nhất trên trục tung địa phương ( $-90^0$ ) và đi theo hướng ngược chiều kim đồng hồ. Vị trí của điểm thấp nhất này (điểm xuất phát của đoạn đầu tiên) được xác định bởi những tọa độ của tâm và bán kính. Điểm kết thúc của đoạn đầu tiên được xác định bởi góc. Điểm xuất phát của một đoạn tiếp theo trùng với điểm kết thúc của đoạn trước. Trong điểm kết nối này, hai đoạn có cùng đường xuyên tâm (bình thường của đoạn đường hầm), nhưng không tất yếu là cùng bán kính (Xem hình 13). Điểm tâm của đoạn tiếp theo được định vị trên đường xuyên tâm này và vị trí chính xác tính theo bán kính của đoạn.

Bán kính và góc của đoạn cuối cùng được xác định sao cho đường xuyên tâm cuối trùng lại với trục tung.



*Hình 13 Chi tiết của điểm kết nối giữa hai đoạn đường hầm*

Với đường hầm nguyên vẹn thì điểm bắt đầu của đoạn đầu tiên cần phải trùng với điểm kết thúc của đoạn cuối cùng. Cái này chưa tự động được bảo đảm. Khoảng cách giữa điểm bắt đầu và điểm kết thúc (trong những đơn vị của chiều dài) được định nghĩa như lỗi đóng. Một lỗi đóng cuối cùng được chỉ báo trên dòng trạng thái của trình thiết kế đường hầm. Khi một lỗi đóng quan trọng tồn tại thì thật thận trọng kiểm tra dữ liệu đoạn.

Số lượng đoạn tính theo từ tổng của những góc đoạn. Cho những đường hầm nguyên vẹn tổng của các góc là  $360^\circ$  và cho những đường hầm một nửa tổng này là  $180^\circ$ . Góc cực đại của một đoạn là  $89.999^\circ$ . Góc của đoạn cuối cùng không thể lớn hơn góc cần hoàn thành đường hầm. Nếu góc của đoạn cuối cùng được giảm bớt, một đoạn mới tự động được tạo ra vào lúc cuối. Nếu góc của một đoạn trung gian được giảm bớt, góc của đoạn cuối cùng là được tăng bởi cùng lượng, cho đến khi góc cực đại được đạt đến. ở trên xa hơn nữa sự giảm của góc đoạn trung gian một đoạn mới sẽ được tạo ra. Nếu góc của một trong những đoạn đường hầm trung gian được tăng, góc của đoạn đường hầm cuối cùng thì tự động được giảm bớt. Điều này có thể dẫn đến sự loại bỏ của đoạn cuối cùng.

*Lớp đá lót và mặt phân giới đường hầm*

Cho mỗi đoạn đường hầm một đá lót hoặc mặt phân giới có thể được thêm vào bởi việc lựa chọn trong những hộp kiểm tra tương ứng. Một lớp đá lót đường hầm là chỉ là một dầm cong. Những thuộc tính lớp đá lót có thể được chỉ rõ trong cơ sở dữ liệu vật liệu cho những dầm. Một mặt phân giới đường hầm là một mặt cong bên ngoài của đường hầm mà được sử dụng để mô phỏng sự tương tác giữa lớp đá lót đường hầm và đất lân cận.

Một lớp đá lót và mặt phân giới có thể trực tiếp được gán cho tất cả các đoạn đường hầm bởi việc kích vào những nút tương ứng trong thanh công cụ hoặc bởi việc lựa chọn những tùy chọn tương ứng trong menu Edit của trình thiết kế đường hầm. Cũng có những tùy chọn để xóa lớp đá lót đầy đủ và/hoặc mặt phân giới đầy đủ.

*Đường hầm đối xứng:*

Tùy chọn Symmetric tunnel chỉ thích ứng cho những đường hầm nguyên vẹn. Khi tùy chọn này được lựa chọn, đường hầm được làm đối xứng hoàn toàn. Trong trường hợp này những thủ tục nhập vào là tương tự như những cái được sử dụng khi nhập vào một nửa đường hầm (nửa phải). Nửa trái của đường hầm được làm bằng nửa phải.

*Đường hầm tròn:*

Khi thay đổi bán kính của một trong những đoạn đường hầm, đường hầm không còn là vòng tròn. Để làm cho đường hầm tròn trở lại, nút < Make circular > có thể được sử dụng. Cách khác, ta có thể sử dụng tùy chọn Make tunnel circular từ menu Edit hoặc tương ứng là nút trong thanh công cụ. Nếu tùy chọn này được lựa chọn, tất cả các đoạn đường hầm sẽ được gán bán kính của đoạn đường hầm đầu tiên.

*Sự thu nhỏ:*



Tham số Contraction có thể sử dụng để mô phỏng sự mất mát thể tích trong đất trong quá trình xây dựng đường hầm. Một sự thu nhỏ có thể chỉ được chỉ rõ cho những đường hầm tròn (tất cả các mặt cắt có cùng bán kính) với một lớp đá lót đường hầm đồng tính.

Tham số Contraction được định nghĩa như sự giảm của tiết diện đường hầm như một phần của tiết diện đường hầm nguyên bản. Giá trị được nhập vào của phần này cần phải được chỉ rõ trong thiết kế đường hầm. Thủ tục thu nhỏ có thể được kích cho hoạt trong sự tính toán dẻo là sử dụng những số nhân McontrA và McontrB (xem 4.6.1). Sự kích hoạt của thủ tục này dẫn đến sự đông 'co lại' của lớp đá lót đường hầm, làm giảm bớt diện tích mặt cắt đường hầm.

#### *Lớp đá giữ đất đồng nhất:*

Nhiều đường hầm có một lớp đá giữ đất với một bề dày không thay đổi và nhiều hoặc ít hơn những tính chất cứng nhắc đồng tính qua lớp vải lót đầy đủ. Hộp kiểm tra Homogeneous lining có thể được sử dụng để chỉ báo những thuộc tính lớp đá lót của tất cả các mặt cắt đường hầm là bằng nhau. Khi tùy chọn này được lựa chọn những thuộc tính lớp đá lót, như được chứa trong tập dữ liệu của đầm, có thể được gán cho tất cả các mặt cắt lớp đá lót ngay lập tức. Khi tùy chọn này chưa được lựa chọn, những tập dữ liệu đầm cần gán cho tất cả các mặt cắt riêng lẻ. Cái đó cho phép sự sử dụng của những tập dữ liệu khác nhau cho ngừng mặt cắt riêng lẻ.

#### *Bao gồm đường hầm trong mô hình hình học*

Sau khi click nút <OK>, cửa sổ thiết kế đường hầm đóng lại và cửa sổ chính nhập vào được hiển thị trở lại. Một ký hiệu vòng tròn được gán với con trỏ để nhấn mạnh rằng điểm xác định đường hầm phải được lựa chọn. Điểm xác định sẽ là điểm nơi gốc của trục tọa độ địa phương của đường hầm được định vị. Khi điểm này được xác định bởi việc click chuột hoặc bởi việc nhập những tọa độ trong đường được nhập vào bằng tay, đường hầm được bao gồm trong mô hình hình học.

#### *Chỉnh sửa một đường hầm hiện hữu*

Một đường hầm hiện hữu có thể được chỉnh sửa bởi việc nhấn đúp điểm quy chiếu của nó. Kết quả là cửa sổ thiết kế đường hầm lại xuất hiện cho thấy đường hầm hiện hữu. Bây giờ những việc chỉnh sửa mong muốn có thể được thực hiện. Với việc click nút <OK> đường hầm cũ được xóa bỏ và đường hầm mới ngay lập tức được thay thế trong mô hình hình học sử dụng điểm quy chiếu nguyên bản. Chú ý rằng những tập hợp thuộc tính vật liệu được gán trước đó phải được gán lại sau khi chỉnh sửa đường hầm.

#### **4 Tải và những điều kiện biên**

Menu Loads chứa đựng các thanh công cụ cần sử dụng để đưa vào các loại tải phân bố (các lực kéo), tải tập trung và các chuyển vị cưỡng bức trong mô hình hình học. Các loại tải và chuyển vị cưỡng bức có thể được áp dụng bên trong mô hình cũng như ở điều kiện biên mô hình.

#### *4.1 Các chuyển vị cưỡng bức.*



Chuyển vị cưỡng bức là điều kiện đặc biệt mà có thể tác động đến các phần tử kết cấu nhằm để điều chỉnh sự chuyển vị của các phần tử này. Chuyển vị cưỡng bức có thể được lựa chọn trong menu Loads hoặc kích vào nút tương ứng trong thanh công cụ. Số liệu nhập vào của chuyển vị cưỡng bức trong mô hình hình học tương tự như sự tạo thành của các phần tử kết cấu (xem 3.1). Theo mặc định, những giá trị được nhập vào của chuyển vị cưỡng bức được chỉ định sao cho sự chuyển vị theo phương ngang là zêrô ( $U_x = 0$ ) và sự chuyển vị là một đơn vị theo hướng ngược hướng thẳng đứng ( $U_y = -1$ ). Chú ý rằng những giá trị này là những giá trị chỉ được nhập vào. Độ lớn của chuyển vị cưỡng bức trong quá trình tính toán là kết quả từ số liệu được nhập vào và hệ số tải trọng tương ứng. Chuyển vị cưỡng bức được điều chỉnh bằng các hệ số tải trọng  $M_{displ}$  và  $\sum M_{displ}$ . Trong quá trình tính toán, các lực tác dụng tương ứng với các chuyển vị cưỡng bức theo hướng X và Y được tính toán và lưu trữ như những thông số đầu ra.

Những giá trị được nhập vào của chuyển vị cưỡng bức có thể được thay đổi bằng cách nhấn đúp vào kết cấu tương ứng và lựa chọn chuyển vị cưỡng bức được chỉ định từ cửa sổ dialog. Theo kết quả, một cửa sổ chuyển vị cưỡng bức xuất hiện để nhập giá trị chuyển vị cả hai điểm cuối của kết cấu có thể được thay đổi.. sự phân phối lực luôn luôn tuyến tính dọc kết cấu. Giá trị được nhập vào phải trong phạm vi  $[- 9999, 9999 ]$ . Trong trường hợp mà một trong những phương hướng chuyển vị được chỉ định theo phương hướng khác tự do, có thể sử dụng hộp kiểm tra trong nhóm những phương hướng tự do để chỉ báo phương hướng nào là tự do. Các nút theo phương đứng có thể được sử dụng để tác dụng một chuyển vị cưỡng bức một đơn vị theo phương vuông góc với kết cấu. Hướng chuyển vị cho các kết cấu bên trong về phía phải của kết cấu.(cho rằng kết cấu từ điểm đầu đến điểm hai). Hướng chuyển vị các kết cấu tại biên mô hình thì hướng về bên trong mô hình.

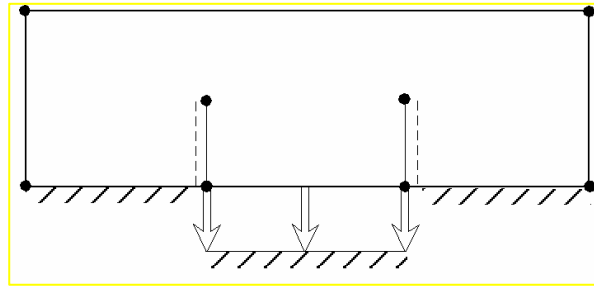
Trên phần tử kết cấu nơi mà cả chuyển vị cưỡng bức và các loại lực kéo được gán vào, các chuyển vị cưỡng bức được xét trước các tải trọng kéo trong suốt quá trình tính toán, dù những chuyển vị cưỡng bức không hoạt động ( $\sum M_{disp} = 0$ ). Mặt khác, khi chuyển vị cưỡng bức được đưa vào trong kết cấu ngầm cố định, thì tính cố định được xét trước chuyển vị, có nghĩa là chuyển vị trên kết cấu là 0. Vì vậy, thật không hữu ích để áp dụng chuyển vị cưỡng bức cho loại kết cấu ngầm cố định.

#### *4.2 Tính ngầm*

Kết cấu ngầm thì chuyển vị cưỡng bức bằng zêrô. Những điều kiện này có thể đưa vào trong kết cấu cũng như cho các điểm. Kết cấu ngầm có thể được lựa chọn từ menu Loads. Những khác biệt có thể có giữa ngầm theo phương ngang ( $U_x = 0$ ) và ngầm theo phương đứng ( $U_y = 0$ ). Ngoài ra, kết cấu ngầm có thể là ngầm toàn bộ, điều mà có một sự kết hợp cả hai phương ngầm ( $U_x = U_y = 0$ ). Về một phương diện hình học nơi mà tính chất ngầm được sử dụng như một điều kiện, và được xét trước điều kiện về các loại lực khác trong quá trình tính toán.

*Chuyển vị cưỡng bức và giao diện chung*

Để đưa ra một sự chuyển tiếp rõ rệt trong các loại chuyển vị cưỡng bức khác nhau hoặc giữa chuyển vị cưỡng bức và ngàm. Điều đó cần thiết phải đưa nút vào vị trí trục giao với kết cấu. Kết quả là độ lớn giữa hai chuyển vị cưỡng bức khác nhau là zêrô. Nếu không có giao diện nào được sử dụng thì sự chuyển tiếp sẽ xuất hiện bên trong một trong những phần tử nối tới điểm chuyển tiếp. Từ đây, vị trí chuyển tiếp sẽ được xác định bởi kích thước của phần tử và nó thì không rõ rệt.



*Hình 14 Mô hình khép kín sử dụng mặt cắt.*

#### 4.3 Tính ngàm chuẩn



Việc lựa chọn tính ngàm chuẩn từ menu Loads hoặc bởi việc kích vào nút tương ứng trên thanh công cụ. Plaxis tự động ảnh hưởng đến một tập hợp những điều kiện biên chung trong mô hình hình học thực tế. Những điều kiện biên này là những quy tắc được phát sinh theo sau đây:

- Những kết cấu theo phương đứng mà tọa độ x bằng giá trị thấp nhất hoặc cao nhất trong mô hình thu được một tính ngàm ngang ( $u_x = 0$ ).
- Những kết cấu theo phương ngang mà tọa độ Y bằng giá trị thấp nhất hoặc cao nhất trong mô hình thu được một tính ngàm đầy đủ ( $u_x = u_y = 0$ ).
- Các dầm trải dài tới biên mô hình hình học thu được một tính ngàm góc của điểm tại vị trí biên nếu ít nhất một hướng chuyển vị của nút bị ngàm.

Tính ngàm chuẩn thì được sử dụng như một tiện lợi và là sự lựa chọn nhanh nhất cho nhiều ứng dụng thực hành.

#### 4-4 Lực



Lực là những tải trọng phân bố mà có thể đưa vào các kết cấu. Những giá trị được nhập vào của lực hiển thị dưới dạng diện tích lực. Hai hệ thống tải có độ lớn một sự kết hợp của lực phân bố và lực tại nút (A và B) mà có thể hoạt động độc lập. Lực cho hệ thống tải A hoặc B có thể được lựa chọn từ menu con loads hoặc bởi việc kích vào nút tương ứng trên thanh công cụ. Việc nhập lực vào trong mô hình tương tự như sự tạo thành các kết cấu hình học (xem 3.1).

Những lực có thể gồm có một thành phần nằm ngang và một thành phần thẳng đứng. Mặc định, khi áp dụng những lực trên biên hình học, lực sẽ là một lực đơn vị thẳng góc

với đường biên. Giá trị nhập vào của một lực có thể được thay đổi bởi việc nhấn đúp đường hình học tương ứng và việc lựa chọn hệ thống tải tương ứng từ hộp thoại chọn.

Một cửa sổ lực được mở trong đó thành phần nằm ngang và thành phần thẳng đứng của lực có thể được cho ở cả hai điểm đầu của đường hình dạng. Sự sắp xếp luôn luôn tuyến tính dọc theo đường. Sự ứng dụng to lớn của những tải trọng trong những quá trình tính toán là kết quả của giá trị được nhập vào và số nhân tải tương ứng. Những tải trọng được kiểm soát bởi những số nhân tải MloadA (hoặc  $\sum MloadA$ ) và MloadB (hoặc  $\sum MloadB$ ) tương ứng.

Trên một đường hình dạng nơi cả những sự chuyển vị được chỉ định lẫn những tải trọng được ứng dụng, những sự chuyển vị được chỉ định có quyền ưu tiên hơn những tải trọng trong những quá trình tính toán, dù những chuyển vị được chỉ định không được kích hoạt ( $\sum Mdisp = 0$ ). Từ đây, thật không hữu ích để áp dụng những lực trên cùng hàng với tổng những chuyển vị được chỉ định. Khi chỉ phương chuyển vị được chỉ định trong khi các phương thì tự do, có thể áp dụng những tải trọng trong phương tự do.

#### 4.5 Lực điểm



Lực điểm là những lực tập trung mà tác động lên một điểm hình dạng. Lực điểm thật sự là đường tải trong ngoài mặt phẳng hướng. Những giá trị được nhập vào của lực điểm là lực cho mỗi đơn vị chiều dài. Hai hệ thống tải sẵn sàng cho một sự kết hợp của những lực và lực điểm (A và B) cái mà có thể được kích hoạt độc lập. Lực điểm cho hệ thống tải A hoặc B có thể được lựa chọn từ menu Loads hoặc bằng việc kích vào nút tương ứng trong thanh công cụ.

Lực điểm có thể gồm có một thành phần nằm ngang và một thành phần thẳng đứng. Theo mặc định, khi việc áp dụng một lực điểm trên một điểm hình dạng, lực sẽ là một đơn vị theo hướng ngược hướng thẳng đứng. Giá trị nhập vào của một lực điểm có thể được thay đổi bởi việc nhấn đúp vào điểm hình dạng tương ứng và việc lựa chọn hệ thống tải tương ứng từ hộp thoại chọn lựa. Một cửa sổ lực điểm được mở trong đó thành phần nằm ngang và thành phần thẳng đứng của lực điểm có thể được cho. Sự ứng dụng to lớn của lực điểm trong suốt những quá trình tính toán là kết quả của giá trị được nhập vào và số nhân tải tương ứng. Lực điểm được kiểm soát cùng với lực kéo bởi những số nhân tải MloadA (hoặc  $\sum MloadA$ ) và MloadB (hoặc  $\sum MloadB$ ) tương ứng.

#### 4.6 Khoá sự xoay



Khoá sự xoay được sử dụng để cố định độ xoay tự do của một dầm. Sau khi chọn tùy chọn Fixed rotation từ menu Loads hoặc bằng việc kích vào nút tương ứng trong thanh công cụ, điểm hình dạng cần phải được nhập vào (được kích) nơi cố định góc xoay sẽ được ứng dụng. Điều này chỉ có thể được thực hiện trên những phần tử dầm, nhưng không nhất thiết trên điểm hình dạng hiện hữu. Nếu một điểm trong khoảng giữa của một dầm được lựa chọn, một điểm hình dạng mới sẽ được đưa vào.

Những khoá sự xoay hiện hữu có thể được loại trừ bởi việc lựa chọn sự quay cố định trong mô hình hình học và nhấn phím <Del> trên bàn phím.

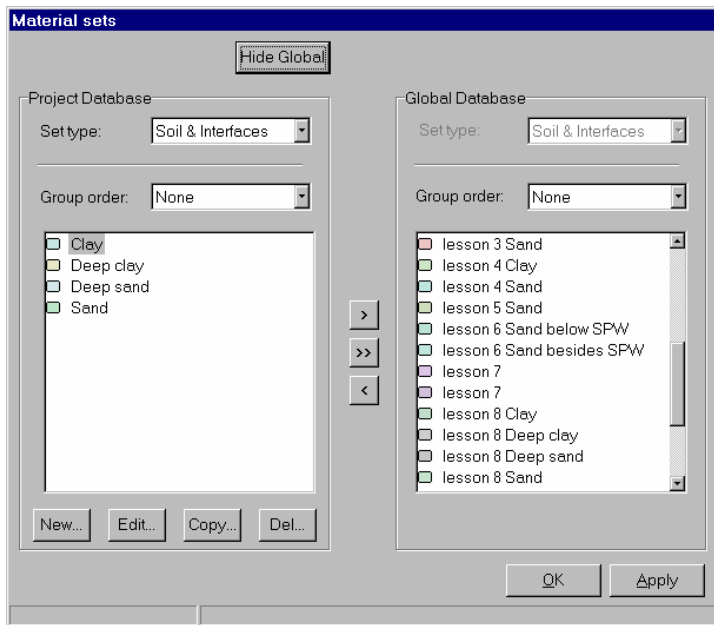
### **5 Đặc trưng vật liệu :**

Trong Plaxis , đặc trưng vật liệu của đất và của kết cấu được lưu trữ trong dữ liệu vật liệu . Có bốn loại dữ liệu vật liệu khác nhau được thiết lập : về đất và mặt phân giới, dầm, vải địa kỹ thuật và neo . Tất cả dữ liệu được lưu trữ trong dữ liệu vật liệu cơ sở . Từ dữ liệu cơ sở, dữ liệu được thiết lập phân chia tới những lớp đất hoặc những kết cấu tương ứng .

Thiết lập cơ sở dữ liệu vật liệu



Cơ sở dữ liệu vật liệu được chọn lựa từ biểu tượng hoặc từ menu *Material sets* trên thanh tool bar. Khi đó một cửa sổ *Material sets* xuất hiện chứa các dữ liệu cơ sở . Dữ liệu chứa trong material sets của công trình hiện hành . Một công trình mới dữ liệu sẽ trống rỗng . Ngoài dữ liệu công trình còn có dữ liệu cơ sở chung . Cơ sở dữ liệu chung dùng để lưu trữ dữ liệu về vật liệu được thiết lập trong thư mục tổng thể và thay đổi dữ liệu giữa các công trình khác nhau . Có thể xem dữ liệu cơ sở bằng cách nhấp chuột vào nút <Global> trên cửa sổ . Khi thực hiện công việc này một cửa sổ Window xuất hiện như hình 3.15



*Figure 15 Material sets window showing the project and the global data base*

Ở hai bên cửa sổ (*Project data base* and *Global data base*) có hai danh sách thể hiện dưới dạng cây . Từ hộp danh sách ở bên trái dùng để lựa chọn loại vật liệu . Xác định các thông số của bốn loại vật liệu được thể hiện dưới dạng cây (*Soil & Interfaces, Beams, Geotextiles, Anchors*).

Dữ liệu trong cây thư mục được định nghĩa bằng một tên riêng. Loại vật liệu đất và lớp phân giới dữ liệu được đặt trong một nhóm tạo một nhóm vật liệu. Điều này được lựa chọn trong hộp danh sách và việc không chọn lựa sẽ loại bỏ ra khỏi nhóm. Dấu (> and <) giữa hai cây thư mục dùng để copy từng phần dữ liệu trong dữ liệu chung của công trình và ngược lại. Nút >> dùng copy tất cả dữ liệu trong dữ liệu chung của công trình.

Nút phía dưới cây thư mục dùng để tạo, hiệu chỉnh, copy và xóa dữ liệu. Tạo ra dữ liệu mới bằng cách nhấn chuột vào <New>. Khi đó một cửa sổ màn hình xuất hiện những đặc tính vật liệu và các thông số.

Mục đầu tiên nhập vào là để nhận dạng tên loại vật liệu, sau khi hoàn tất dữ liệu sẽ xuất hiện một cây thư mục để chỉ tên và định dạng loại vật liệu.

Dữ liệu tồn tại có thể được hiệu chỉnh bằng cách chọn tên tương ứng và click chuột vào <Edit>. Trên dữ liệu tồn tại click vào nút <Copy> một dữ liệu mới tạo ra có các thông số bằng với dữ liệu chọn. Khi dữ liệu không sử dụng nó có thể được xóa bằng cách chọn và click vào nút <Del>

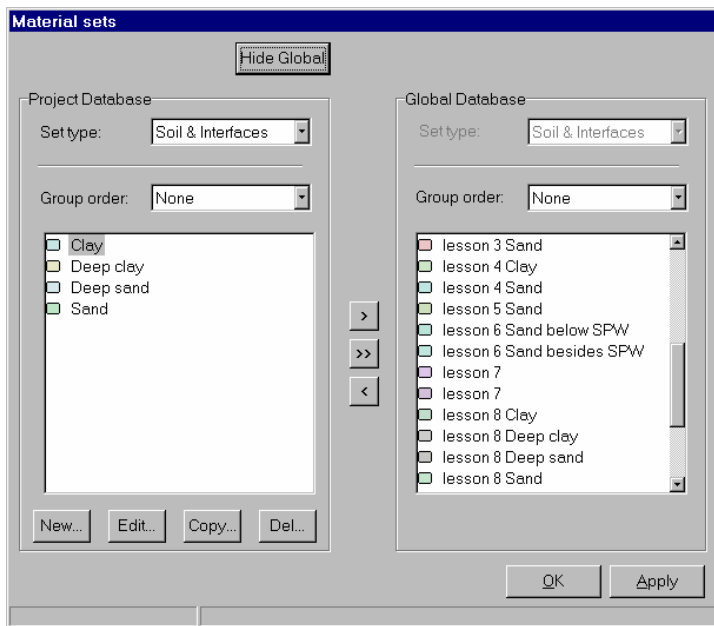


Figure 15 Material sets window showing the project and the global data base

### 5.1 Mô hình quan hệ của đất

Đất và đá có quan hệ phi tuyến cao dưới tác dụng của tải trọng. Quan hệ phi tuyến giữa ứng suất và biến dạng được mô phỏng dưới nhiều cấp độ phức tạp. Hệ số mô hình gia tăng theo cấp độ phức tạp. Mô hình Mohr-Coulomb được xem là phương pháp xấp xỉ quan hệ thực của đất. Mô hình tuyệt đối dẻo đòi hỏi năm thông số

modun đàn hồi E, hệ số Poisson's  $\nu$ , lực dính c, góc ma sát  $\phi$ , góc giãn nở  $\psi$ . Mỗi địa chất đều gồm năm thông số trên và ảnh hưởng tới mô hình của đất. Plaxis hỗ trợ một số mô hình tiên tiến. Mô hình và những thông số được đề cập trong sổ tay mô hình vật liệu.

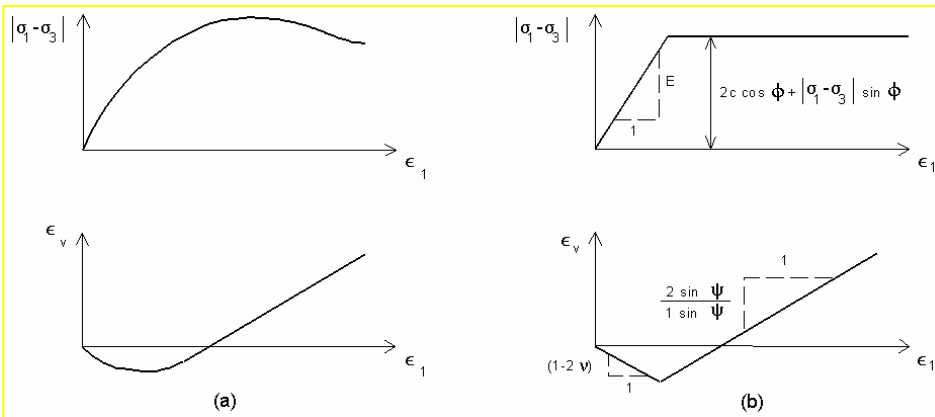
**Thông số mô hình cơ bản trong mối quan hệ thực của đất.**

Để có thể hiểu được năm thông số mô hình cơ bản, loại đường cong ứng suất và biến dạng thu được từ thí nghiệm thoát nước dọc trục xem hình 16

Vật liệu nén đẳng hướng để xác định ứng suất  $\sigma_1$ . Sau giai đoạn này áp lực dọc trục  $\sigma_1$  gia tăng trong khi ứng suất không thay đổi. Trong giai đoạn hai tải trọng tạo ra đường cong như hình 16a. Sự gia tăng về thể tích như loại vật liệu cát, thường thu được ở đá. Hình 16b chỉ ra kết quả thí nghiệm sử dụng ý tưởng mô hình Mohr-Coulomb. Biểu đồ hiển thị việc tính toán và bao gồm năm hệ số mô hình cơ bản. Chú ý rằng góc nở  $\psi$  cần cho mô hình không thể gia tăng thể tích.

- |            |                                |              |                    |
|------------|--------------------------------|--------------|--------------------|
| $\sigma_1$ | Ứng suất dọc trục              | $\epsilon_1$ | Biến dạng dọc trục |
| $\sigma_3$ | Ứng suất nén tối hạn không đổi | $\epsilon_v$ | Biến dạng thể tích |

*Figure 16 Results from standard drained triaxial tests and elastic-plastic model.*



**5.2 Thiết lập dữ liệu cho đất và lớp phân giới**

Đặc tính vật liệu và các hệ số của lớp đất được nhập vào trong dữ liệu vật liệu. Đặc tính vật liệu của lớp phân cách liên quan tới đặc tính của đất và dữ liệu lớp đất nhập vào. Số liệu của đất và lớp phân giới đại diện cho một số lớp đất có thể được phân chia tới những lớp trong mô hình toán học. Giá trị mặc định, những lớp phân giới sẽ có cùng một giá trị. Điều này được chỉ ra trong cửa sổ đặc tính vật liệu lớp phân giới



Người sử dụng có thể định dạng tên bất kỳ cho dữ liệu nhập . Nên sử dụng một tên có ý nghĩa khi đó dữ liệu xuất hiện dưới dạng cây trong identification . Một số dữ liệu được tạo ra để phân biệt sự khác nhau giữa các lớp đất.

Đặc tính dữ liệu thiết lập gồm ba trang : *General*, *Parameters* và *Interfaces*. Trang *General* chứa loại mô hình đất , tên của đất . Đặc tính của đất là khối lượng và tính thấm . Trang *Parameters* chứa các thông số cường độ của mô hình đất . Trang *Interfaces* chứa các thông số liên quan tới mặt phân giới và đặc tính của lớp đất .

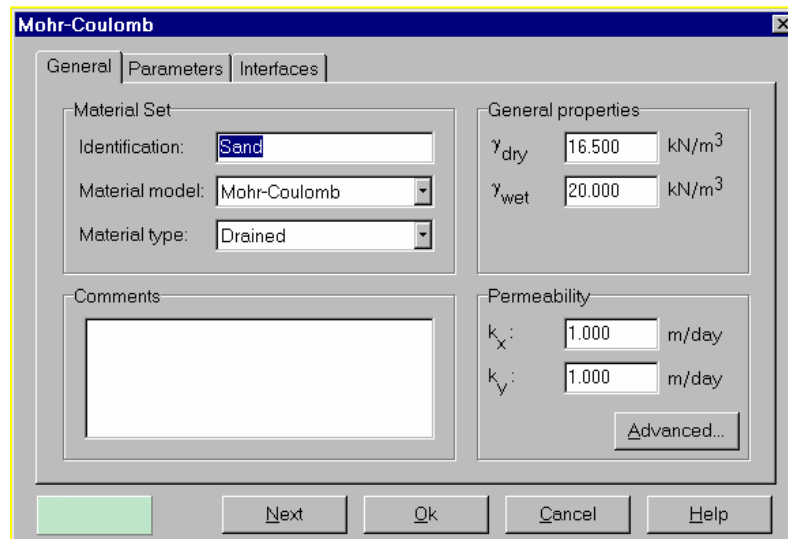


Figure 17 Soil and Interface material set window (General tab sheet)

### **Mô hình vật liệu**

Plaxis hỗ trợ nhiều loại mô hình trong quan hệ của đất . Mô hình và các thông số được mô tả chi tiết trong sổ tay mô hình vật liệu và được đề cập dưới đây :

**Mô hình đường đàn dẻo :**

Mô hình này đại diện là định luật Hooke's cho đường đẳng hướng đàn dẻo . Mô hình bao gồm hai thông số Môđun đàn hồi E và hệ số Poisson's  $\nu$ .

**Mô hình Mohr-Coulomb :**

Là mô hình gần đúng về mối quan hệ của đất . Mô hình này gồm năm thông số : Modun đàn hồi E, hệ số Poisson's  $\nu$ , lực dính c, góc ma sát  $\phi$  và góc giãn nở  $\psi$

**Mô hình đất cứng :**

Là mô hình đường đàn dẻo loại hyperbolic . Công thức tính ma sát trong đường đàn cứng . Mô hình được sử dụng cho nhiều loại vật liệu như cát, sỏi, và lớp cố kết bên trên lớp sét .

**Mô hình đất mềm:**

Là loại mô hình đất sét ( Cam-Clay ) được dùng nhiều trong loại đất mềm như loại cố kết đất sét và than bùn . Mô hình được thực hiện tốt ở trạng thái nén nguyên thủy .

**Mô hình từ biến của đất mềm**

Mô hình dùng để mô phỏng quan hệ phụ thuộc giữa thời gian và đất mềm

**Loại quan hệ vật liệu :**

Tất cả các hệ số trong Plaxis đại diện cho sự ảnh hưởng của đất như sự liên hệ giữa ứng suất và biến dạng của đất . Điều quan trọng của đất là sự có mặt của nước lỗ rỗng Áp lực nước lỗ rỗng tác động lớn đến đất .

Để có thể hợp nhất áp lực nước lỗ rỗng ở trong đất ,Plaxis đưa mỗi mô hình có ba quan hệ .

**Quan hệ thoát nước :**

Quan hệ này được sử dụng ngoại trừ tạo ra áp lực nước lỗ rỗng . Điều này thể hiện rõ cho trường hợp đất khô và hoàn toàn thoát nước do khả năng thấm cao như cát và tốc độ gia tải thấp . Điều này cũng có thể dùng mô phỏng quan hệ dài hạn của đất mà không cần đến mô hình chính xác về lịch sử cố kết và tải trọng không thoát nước

**Quan hệ không thoát nước ( Undrained behaviour ) :**

Quan hệ này được dùng để phát triển toàn bộ áp lực nước lỗ rỗng . Nước lỗ rỗng đôi khi bị tắt do quá trình thoát nước thấp (như đất sét ) và tốc độ gia tải cao .

Tất cả những lớp không thoát nước có quan hệ thực sự với nhau , ngay cả một lớp hoặc một phần của lớp nằm ở vị trí bên trên đường mặt nước . ần chú ý các thông số nhập vào như  $E', \nu', c', \phi'$  thay  $E_u, \nu_u, c_u (s_u), \phi_u$ .

Ngoài độ cứng và cường độ của đất ,Plaxis tự động thêm vào kích thước độ cứng cho nước và phân biệt ảnh hưởng giữa ứng suất và biến dạng và áp lực nước lỗ rỗng .

$$\text{Ảnh hưởng ứng suất : } \Delta p' = K' \Delta \epsilon_v$$

$$\text{Áp lực nước thêm vào : } \Delta p_w = \frac{K_w}{n} \Delta \epsilon_v$$

Trong đó :

$\Delta p'$  sự gia tăng ảnh hưởng của ứng suất

$n$  là trạng thái xốp của đất

$K_w$  môđun kích thước lỗ rỗng của lưu chất

$\Delta \epsilon_v$  sự gia tăng biến dạng thể tích

Lý thuyết kích thước môđun độ cứng ở trạng thái đàn hồi chảy được tính như sau :

$$K' = \frac{E}{3(1-2\nu)}$$

Plaxis không sử dụng môđun thực tế cao của nước bởi vì điều này dẫn đến tình trạng xấu của ma trận độ cứng và vấn đề toán học . Thực tế tổng độ cứng chống lại lực nén của cả đất và nước dựa theo công thức trên hệ số Poisson là 0.495 . Kết quả này làm thấp đi môđun độ lớn của nước .

$$K_w / n \approx 100 G \quad \text{Với} \quad G = \frac{E'}{2(1+\nu')}$$

Trong đó áp lực nước lỗ rỗng từ một lực nén nhỏ trong một vài phần trăm của tải trọng sẽ ảnh hưởng đến ứng suất khi đó hệ số Poisson ảnh hưởng nhỏ nhất . Đối với vật liệu không thoát nước lấy như hơn 0.35 . Sử dụng giá trị hệ số Poisson cao có nghĩa là nước sẽ không thích hợp với độ cứng của đất .

**Quan hệ không có nước lỗ rỗng (Non-porous behaviour) :**

Sử dụng mô hình này khi áp lực nước lỗ rỗng không vượt quá áp lực trong lớp đó . Ứng dụng này có thể thấy trong mô hình kết cấu bê tông và đá. Quan hệ không thoát nước lỗ rỗng thường dùng kết hợp với mô hình đàn hồi tuyến tính . Khối lượng ướt không thích hợp với loại vật liệu không có lỗ rỗng .

Trong phân tích và tính toán mực nước ngầm trong những lớp không có lỗ rỗng có thể sử dụng để tránh áp lực nước lỗ rỗng trong khu vực . Điều kiện biên của những lớp không có lỗ rỗng là hoàn toàn không thấm được .

Loại vật liệu không có lỗ rỗng cũng có thể áp dụng cho lớp phân cách . Để có thể hoàn toàn thành khối tường cọc bản hoặc những kết cấu ở phần trước , xung quanh mặt phân giới có thể phân tách thành loại vật liệu không có lỗ rỗng .

### ***Dung trọng khô và dung trọng ướt ( $\gamma_{dry}$ and $\gamma_{wet}$ )***

Dung trọng khô và dung trọng ướt là khối lượng đơn vị của đất kể cả loại vật liệu có lỗ rỗng . Dung trọng khô  $\gamma_{dry}$  áp dụng trên mực nước ngầm . Dung trọng ướt được áp dụng cho tất cả vật liệu nằm dưới mực nước ngầm . Khối lượng riêng nhập vào là khối lượng trên đơn vị thể tích . Những vật liệu không có lỗ rỗng chỉ có dung trọng khô . Với đất có lỗ rỗng dung trọng khô nhỏ hơn dung trọng ướt . Ví dụ cát có dung trọng khô  $16 \text{ kN/m}^3$  và dung trọng ướt  $20 \text{ kN/m}^3$  .

Chú ý rằng loại đất sét không có dung trọng khô . Ở trên mực nước ngầm đất có thể hoàn toàn ướt do hiện tượng mao dẫn

Ở những vùng phía trên mực nước ngầm có thể có dung trọng ướt cục bộ . Trong trường hợp này không nên nhập giá trị thực của dung trọng khô mà thay thế giá trị lớn hơn. Tuy nhiên giá trị áp lực nước lỗ rỗng bên trên mực nước ngầm luôn bằng không . Trong trường hợp này không có ứng suất.

Khối lượng được tính bằng tổng hệ số khối lượng trong ứng suất ban đầu ( $K_0$ -*procedure*) (xem 9.3) hoặc bằng trọng lượng tải trọng trong chương trình tính .

### ***Hệ số thấm ( $k_x$ and $k_y$ )***

Hệ số thấm là kích thước của vận tốc (chiều dài đơn vị trên một đơn vị thời gian) . Hệ số thấm nhập vào đòi hỏi phân tích mức độ cố kết và tính toán mực nước ngầm . Trong trường hợp này hệ số thấm đặc biệt cần thiết cho tất cả các lớp gồm hầu hết các lớp thấm mà được xem xét ở phần trước . Plaxis phân biệt giữa hệ số thoát nước theo phương ngang  $k_x$ , and và theo phương đứng  $k_y$ , khi một số loại đất (ví dụ như than bùn) có sự khác nhau đáng kể giữa hệ số thấm nước theo phương đứng và phương ngang .

Trong đất thực sự khác nhau về hệ số thấm giữa nhiều lớp đất là rất lớn . Tuy nhiên cần quan tâm khi lấy giá trị hệ số thấm quá cao hoặc quá thấp xảy ra đồng thời trong phần tử hữu hạn dẫn đến thiếu ma trận kèm theo . Để có thể thu được kết quả chính xác giá trị hệ số thoát nước lớn nhất và nhỏ nhất không vượt quá  $10^5$  .

Để có thể mô phỏng hầu hết những loại vật liệu không thấm nước (như bê tông hoặc đá không nứt) khi sử dụng nên nhập vào hệ số thấm mà nó ít liên quan đến hệ số thấm thực của đất xung quanh . Thông thường hệ số 100 đủ cho được kết quả thỏa mãn .

### ***Đặc tính chung :***

Nhấp vào nút <Advanced> trên *General* tab sheet có thể nhập vào một số đặc tính cho những đặc trưng riêng của mô hình . Như kết quả xuất hiện trên cửa sổ window ,hình 18

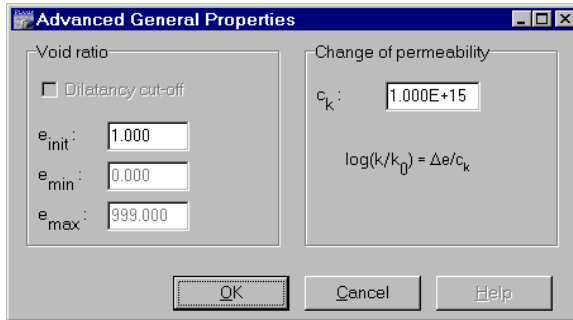


Figure 18 Advanced general properties window

Một trong những thuận lợi là tính được những giá trị thay đổi hệ số thấm trong quá trình phân tích cốt kết . Điều này có thể áp dụng để nhập vào giá trị thích hợp của hệ số  $c_k$  và hệ số rỗng .

### **Thay đổi hệ số thấm ( $c_k$ )**

Mặc định , giá trị  $c_k$  trong hộp *Change of permeability* là  $10^{15}$  điều này có nghĩa rằng hệ số thấm, sự thay đổi hệ số thấm không lấy từ sự tính toán . Khi nhập vào giá trị thực hệ số thấm sẽ thay đổi theo công thức .

$$\log \left( \frac{k}{k_0} \right) = \frac{\Delta e}{c_k}$$

Ở đây  $\Delta e$  là sự thay đổi hệ số rỗng ,  $k$  hệ số thấm trong tính toán và  $k_0$  là giá trị nhập vào của hệ số thấm (=  $k_x$  and  $k_y$ ). Có thể đưa ra dùng để thay đổi hệ số thấm kết hợp với mô hình đất mềm . Trong trường hợp này giá trị  $c_k$  để chỉ hệ số nén  $C_c$  . Tất cả những mô hình khác  $c_k$  lấy từ giá trị mặt định  $10^{15}$

### **Hệ số rỗng ( $e_{init}$ , $e_{min}$ , $e_{max}$ )**

Hệ số rỗng  $e$  liên quan tới trạng thái rỗng  $n$  ( $e = n / (1-n)$ ). Đại lượng này được sử dụng trong một số lựa chọn đặt biệt , ví dụ cho phép thoát nước thay đổi như một hàm của tỷ trọng đất . Giá trị ban đầu  $e_{init}$ , là giá trị ở trạng thái ban đầu . Tỷ số thực tế được tính toán trong mỗi bước tính toán từ giá trị ban đầu và sự gia tăng thể tích lỗ rỗng  $\Delta e_v$  . Ngoài giá trị  $e_{init}$  còn nhập vào giá trị nhỏ nhất ,  $e_{min}$ , và giá trị lớn nhất  $e_{max}$ . Giá trị này liên quan tới giá trị lớn nhất và nhỏ nhất tỷ trọng của đất . Khi mô hình đất cứng được dùng với giá trị trường nở dương . Hệ số trường nở biến động tới 0

, cũng như tránh giá trị trường nở lớn nhất bị cắt đứt . Mọi mô hình khác cho ý tưởng này là không phù hợp . Để tránh được giá trị trường nở bị cắt đứt trong mô hình đất cứng , hệ số  $e_{ma}$  nên lấy giá trị cao như giá trị mặt định 999.

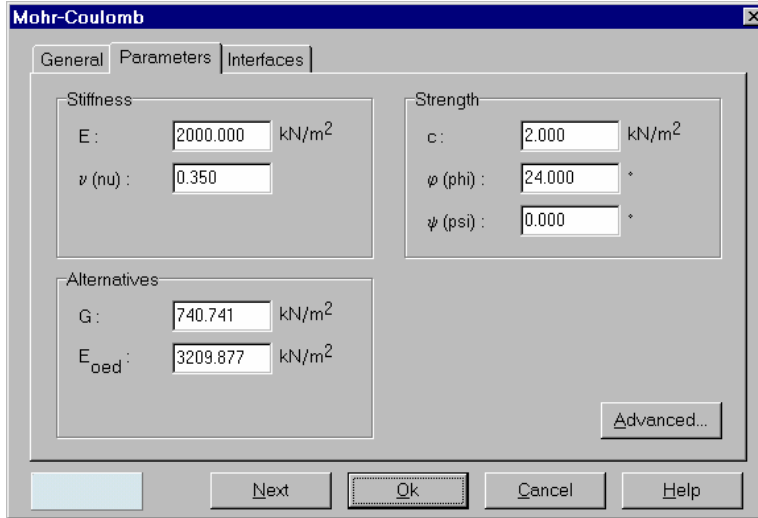


Figure 19 Soil and Interface material set window (Parameters tab sheet of the Mohr-Coulomb model)

### **Mô đun đàn hồi (E)**

Plaxis dùng mô đun đàn hồi như là mô đun độ cứng trong mô hình đàn hồi và mô hình Mohr-Coulomb ,nhưng một số Mô đun độ cứng thay đổi cho tốt hơn .Một Mô đun độ cứng có kích thước ứng suất. Giá trị hệ số độ cứng cho phép trong tính toán đặc biệt chú ý trong nhiều mô hình thể hiện trong quan hệ tuyến tính khi bắt đầu có tải trọng .

Trong cơ học đất , độ dốc ban đầu thường được xem là  $E_0$  và cát tuyến ở 50% cường độ được xem là  $E_{50}$  (xem hình 20) . Một số loại đất có hệ số cố kết cao hơn đất sét và một số loại đá với vùng biến dạng đàn hồi lớn thường dùng hệ số  $E_0$  trong khi cát và gần những lớp sét cố kết thông thường một trong 10 lớp dùng  $E_{50}$ .

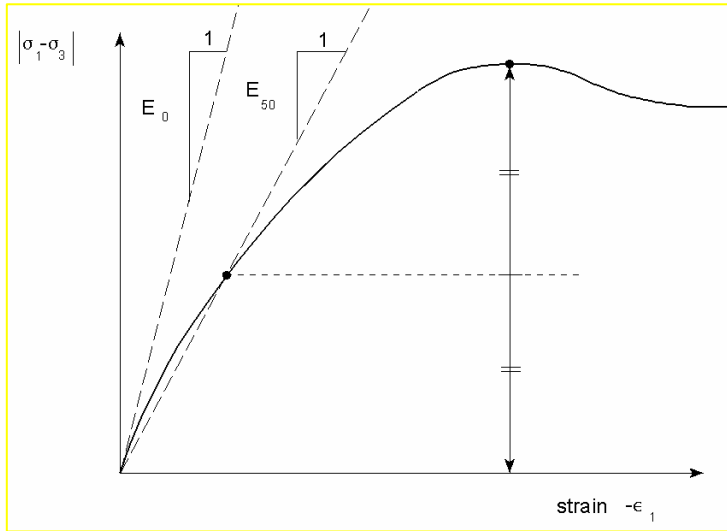


Figure 20 Definition of  $E_0$  and  $E_{50}$

Cả hai môđun ban đầu và môđun tiếp tuyến gia tăng khi áp lực giới hạn. Tuy nhiên những lớp đất sâu có độ cứng lớn hơn những lớp đất nông. Hơn nữa khi quan sát độ cứng phụ thuộc vào đường ứng suất. Độ cứng càng lớn khi vượt tải và tải lập lại hơn là tải ban đầu. Cũng như khi quan sát độ cứng của đất môđun đàn hồi thường thấp cho nén hơn là cho cắt. Tuy nhiên khi sử dụng độ cứng là hằng số để đặt trưng cho quan hệ của đất, nên chọn giá trị thích hợp cho ứng suất thấp và đường ứng suất tăng. Chú ý rằng mối quan hệ phụ thuộc ứng suất của đất lấy trong mô hình Plaxis được miêu tả trong mô hình số tay vật liệu. Mô hình Mohr-Coulomb, trong Plaxis thường chọn để nhập môđun độ cứng gia tăng theo chiều sâu (xem *Advanced parameters*).

### **Hệ số Poisson ( $\nu$ )**

Thí nghiệm thoát nước dọc trục làm giảm thể tích đáng kể khi bắt đầu có tải trọng dọc trục do đó giá trị hệ số Poisson ban đầu thấp.

Trong một số trường hợp đặc biệt khi không tải, thực tế có thể sử dụng giá trị ban đầu thấp, nhưng trong một số trường hợp mô hình Mohr-Coulomb được sử dụng giá trị lớn.

Việc chọn lựa giá trị hệ số Poisson đơn giản khi mô hình đàn hồi hoặc mô hình Mohr-Coulomb dùng cho trọng lực (Tổng khối lượng gia tăng từ 0 đến 1 trong tính toán đàn hồi). Loại tải trọng trong Plaxis nên lấy giá trị  $K_0 = \sigma_h / \sigma_v$ . Cả hai mô hình được tính theo tỷ số  $\sigma_h / \sigma_v = \nu / (1-\nu)$  cho mô hình nén một chiều dễ dàng để chọn lựa hệ số Poisson cho giá trị của  $K_0$ . Tuy nhiên giá trị  $\nu$  thu được từ  $K_0$ . xem trong phần phụ



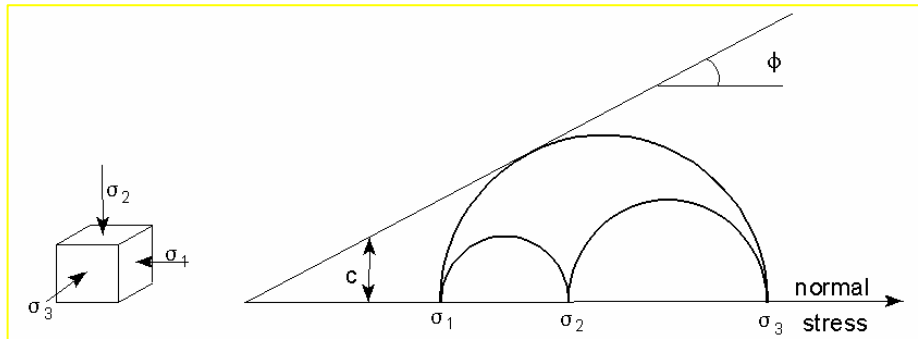
lực A với phân phối ứng suất ban đầu . Trong nhiều trường hợp một giá trị của  $K_0$  thu được giá trị  $\nu$  nằm trong khoảng 0.3 và 0.4 . Thông thường nhiều giá trị cũng có thể sử dụng điều kiện tải trọng hơn là nén một trục .

### **Lực dính ( $c$ )**

Cường độ lực dính cho kích thước của ứng suất . Trong Plaxis lực dính của cát ( $c = 0$ ) , nhưng trong một số trường hợp sẽ không thực hiện tốt . Để tránh rắc rối , người sử dụng chưa có kinh nghiệm nên chọn giá trị nhỏ nhất (dùng  $c > 0.2$  kPa). Plaxis đưa ra một chọn lựa đặc biệt cho những lớp mà lực dính gia tăng theo chiều sâu (xem *Advanced parameters*).

### **Góc ma sát ( $\phi$ )**

Góc ma sát  $\phi$  tính bằng độ . Góc ma sát cao thường thu được ở những lớp cát , sẽ làm tăng tính toán dẻo. Số lần tính toán gia tăng nhiều hay ít theo hàm mũ của góc ma sát Tuy nhiên nên tránh góc ma sát cao khi thực hiện quá trình tính toán . Cho những công trình đặc biệt , số lần tính toán trở nên lớn khi góc ma sát vượt quá 35 độ



*Figure 21 Stress circles at yield; one touches Coulomb's envelope*

Góc ma sát xác định lực cắt thể hiện trên hình Fig. 21 bằng cách tính toán trên vòng tròn Mohr's ứng suất . Đại diện đường cong tiêu chuẩn được chỉ ra trên hình 22 . Đường phá hoại Mohr-Coulomb chứng minh tốt hơn cho việc miêu tả quan hệ của đất hơn là phương pháp gần đúng Drucker-Prager khi bề mặt phá hoại theo phương ngang lớn

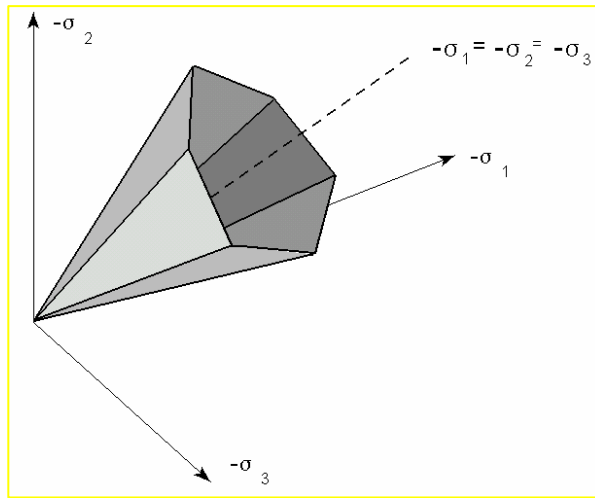


Figure 22 Failure surface in principal stress space for cohesionless soil

### Góc giãn nở ( $\psi$ )

Góc giãn nở  $\psi$  tính bằng độ. Một phần trên lớp cố kết, đất sét xem như không có góc giãn nở ( $\psi = 0$ ). Góc nở hông của cát phụ thuộc vào tỷ trọng và góc ma sát. Cát thạch anh có độ lớn  $\psi \approx \varphi - 30^\circ$ . Tuy nhiên trong hầu hết các trường hợp góc giãn nở bằng 0 cho góc  $\varphi$  nhỏ hơn  $30^\circ$ . Giá trị âm cho  $\psi$  thực tế không có lớp cát. Những thông tin giữa góc ma sát và góc giãn nở xem Ref 3.

### Các thông số của mô hình Mohr-Coulomb

Khi sử dụng mô hình Mohr-Coulomb, click vào nút <Advanced> trong Parameters tab sheet để nhập vào một số thông số của mô hình. Kết quả một màn hình window xuất hiện thể hiện ở hình 23. Thực tế những chọn lựa trên sử dụng giá trị mặc định, nhưng nếu muốn cũng có thể thay đổi.

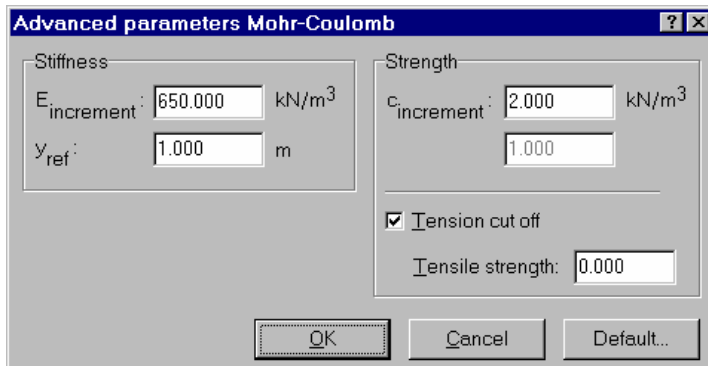


Figure 23 Advanced Mohr-Coulomb parameters window

***Độ cứng gia tăng  $E_{increment}$  (Increase of stiffness):***

Trong đất độ cứng phụ thuộc vào mức độ ứng suất mà độ cứng gia tăng theo chiều sâu. Khi sử dụng mô hình Mohr-Coulomb độ cứng có giá trị không đổi. Để miêu tả sự gia tăng độ cứng theo chiều sâu có thể sử dụng giá trị  $E_{increment}$  làm gia tăng môđun đàn hồi trên một đơn vị chiều sâu. Ở mức độ đó cho bởi hệ số  $y_{ref}$ , độ cứng bằng giá trị môđun đàn hồi,  $E_{ref}$  nhập vào như giá trị trong bảng. Thực tế giá trị môđun đàn hồi ở một điểm ứng suất thu được từ giá trị  $E_{increment}$ . Chú ý trong quá trình tính toán độ cứng gia tăng theo chiều sâu mà không thay đổi hàm trạng thái ứng suất.

***Hệ số cố kết gia tăng  $c_{increment}$  (Increase of cohesion):***

Plaxis đề nghị chọn lớp đất sét nhập vào mà làm gia tăng hệ số cố kết. Để có thể tính sự gia tăng hệ số cố kết theo chiều sâu giá trị  $E_{increment}$  có thể sử dụng làm gia tăng môđun đàn hồi trên một đơn vị chiều sâu (biểu diễn trong một đơn vị ứng suất trên đơn vị chiều sâu). Ở mức đó hệ số  $y_{ref}$  bằng hệ số cố kết  $c_{ref}$ , khi nhập vào các hệ số trong trang *Parameters*. Giá trị thực của hệ số cố kết ở một điểm ứng suất thu được giá trị  $c_{increment}$ .

***Ứng suất kéo đứt (Tension cut-off) :***

Trong một trường hợp đặc biệt khu vực ứng suất kéo phát triển. Theo đường bao Coulomb thể hiện trên hình 21 điều này cho phép khi ứng suất cắt (bán kính của vòng tròn Mohr) đủ nhỏ. Tuy nhiên bề mặt đất ở gần những dải đất sét xuất hiện những vết nứt kéo.

Điều này cho thấy rằng đất cũng bị phá hoại khi kéo thay cho ứng suất cắt. Quan hệ này bao gồm trong phân tích Plaxis bằng cách chọn ứng suất cắt. Trong trường hợp này vòng tròn Mohr với ứng suất âm không cho phép. Khi lựa chọn ứng suất kéo đứt cho phép có thể nhập và cường độ kéo. Mô hình Mohr-Coulomb và mô hình đất cứng ứng suất kéo đứt (tension cut-off) dùng giá trị mặc định, và giá trị cường độ kéo bằng 0

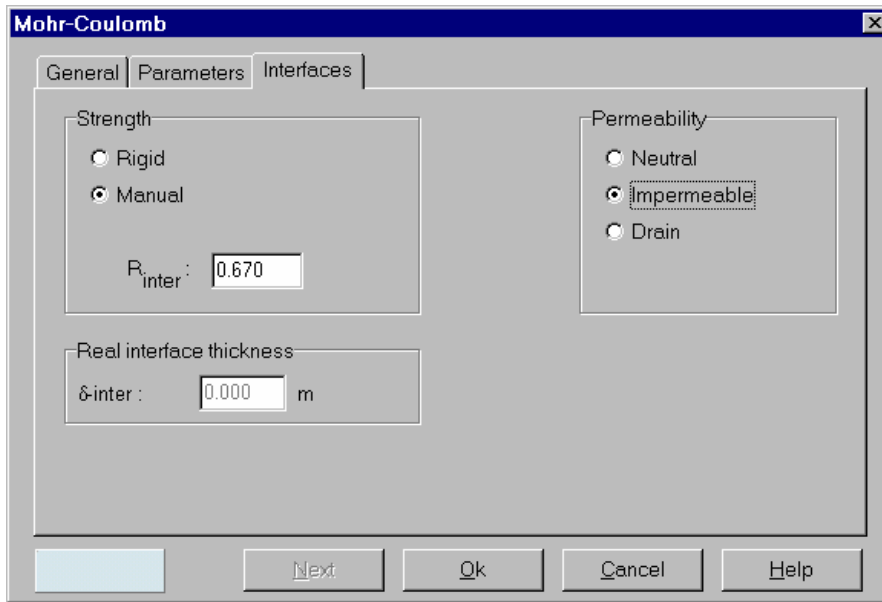


Figure 24 Soil and Interface material set window (Interfaces tab sheet)

**Cường độ lớp phân giới (Interface strength ( $R_{inter}$ ))**

Mô hình đàn dẻo dùng để mô tả quan hệ của các lớp phân cách, sự ảnh hưởng lẫn nhau trong cấu trúc của đất. Tiêu chuẩn Coulomb dùng để phân biệt giữa quan hệ đàn hồi và dẻo khi xảy ra chuyển vị nhỏ trong lớp phân giới.

Trong giai đoạn đàn hồi ứng suất cắt  $\tau$  cho bởi

$$|\tau| < \sigma_n \tan\varphi_i + c_i$$

Và trong giai đoạn dẻo :

$$|\tau| = \sigma_n \tan\varphi_i + c_i$$

Ở đây  $\varphi_i$  : góc ma sát

$c_i$  : hệ số cố kết của lớp phân giới

$\sigma_n$  : ứng suất

$\tau$  : ứng suất cắt của lớp phân giới.

Đặc trưng cường độ của lớp phân giới liên quan với đặc trưng cường độ của lớp đất.

Mỗi dữ liệu thiết lập liên quan làm giảm hệ số cường độ của lớp phân giới ( $R_{inter}$ ).

Đặc tính của lớp phân giới được tính từ đặc tính của đất liên quan đến dữ liệu được thiết lập và làm giảm hệ số cường độ, áp dụng theo công thức :

$$c_i = R_{inter} c_{soil}$$

$$\tan\varphi_i = R_{inter} \tan\varphi_{soil} \leq \tan\varphi_{soil}$$

$$\psi_i = 0^0 \text{ for } R_{inter} < 1, \text{ otherwise } \psi_i = \psi_{soil}$$

Ngoài ra ứng suất cắt tiêu chuẩn của Coulomb, ứng suất kéo đứt tiêu chuẩn miêu tả ở trên cũng được áp dụng ở lớp phân giới.

$$\sigma_n < \sigma_{t,i} = R_{inter} \sigma_{t,soil}$$

Ở đây :  $\sigma_{t,soil}$  cường độ kéo của đất

Cường độ của các lớp phân giới cũng có thể thiết lập theo những chọn lựa sau:

**Cứng :**

Dùng khi lớp phân giới không ảnh hưởng cường độ của đất xung quanh. Ví dụ lớp phân giới mở rộng xung quanh góc của công trình (xem hình 11b) không được kể đến cho lớp phân giới giữa đất - công trình và không làm giảm đặt trưng cường độ của đất. Những lớp phân giới này nên thiết lập mô hình cứng (tương ứng  $R_{inter} = 1$ ). Kết quả đặc trưng lớp phân giới gồm góc giãn nở  $\psi_i$ , cũng giống như thiết lập đặc trưng của đất ngoại trừ hệ số Poisson's  $\nu_i$ .

**Sổ tay (Manual) :**

Nếu cường độ lớp phân giới được thiết lập trong sổ tay, giá trị  $R_{inter}$  được nhập vào từ sổ tay. Thông thường cho mô hình thực đất – công trình, lớp phân giới yếu và dẻo hơn là sự kết hợp giữa các lớp đất, điều này nghĩa là giá trị của  $R_{inter}$  nhỏ hơn 1. Giá trị phù hợp cho  $R_{inter}$  trong trường hợp lớp phân giới giữa các loại đất và công trình trong đất có thể tìm được trong sách. Trong trường hợp thiếu thông tin chi tiết có thể giả thiết  **$R_{inter}$  lấy bằng 2/3 cho tương tác cát-sét** hoặc bằng **1/2 cho tương tác sét – thép**. Sự ảnh hưởng ở những nơi bê tông gồ ghề thường cho giá trị lớn hơn. Giá trị  $R_{inter}$  lớn thông thường ít sử dụng.

Khi lớp phân giới đàn hồi thì cả hai khoảng hở hoặc sự chồng lên nhau (liên quan đến chuyển vị thẳng đứng trong lớp) và sự trượt (liên quan đến sự chuyển động song song giữa các lớp) có thể không xảy ra.

Độ lớn của chuyển vị này là :

$$\text{Chuyển vị đàn hồi} = \frac{\sigma_{t,i}}{E_{oed,i}}$$

$$\text{Chuyển vị trượt} = \frac{\tau_{t,i}}{G_i}$$

Ở đây :

$G_i$  giá trị lực cắt của lớp phân giới

$E_{oed,i}$  : Môđun nén một trục của lớp phân giới

$t_i$  - Chiều dày ảo của lớp phân giới

Lực cắt và môđun nén được tính bởi :

$$E_{oed,i} = 2 G_i \frac{1 - \nu_i}{1 - 2 \nu_i}$$

$$G_i = R_{inter}^2 G_{soil} \leq G_{soil}$$

$$\nu_i = 0.45$$

Từ phương trình nếu hệ số đàn hồi có giá trị thấp thì chuyển vị đàn hồi sẽ rất lớn . Tuy nhiên nếu giá trị của hệ số đàn hồi quá lớn thì mô hình số của điều kiện biên (ill-conditioning) có hiệu quả . Hệ số độ cứng là chiều dày ảo . Giá trị này được tự động chọn để được một giá trị độ cứng thực . Giá trị độ cứng ảo có thể thay đổi bởi người sử dụng . Điều này được thực hiện trong properties sau khi double clicking an interface (xem hình 5).

#### ***Độ cứng thực của lớp phân giới (Real interface thickness ( $\delta_{inter}$ ))***

Chiều dày thực của lớp phân giới  $\delta_{inter}$ , là hệ số đặc trưng cho chiều dày thực của vùng cắt giữa công trình và đất . Giá trị  $\delta_{inter}$  chỉ quan trọng khi lớp phân giới được sử dụng để kết hợp với mô hình đất cứng . Mô hình thực chiều dày của lớp phân giới biểu diễn trong một đơn vị chiều dài thường khoảng vài lần kích thước hạt trung bình . Hệ số này được sử dụng tính toán sự thay đổi tỷ số độ rỗng trong lớp phân giới cho sự nở hông trong cut-off option .

Hệ số trương nở (dilatancy cut-off) trong lớp phân giới là rất quan trọng để tính toán đúng khả năng cắt của cọc .

#### ***Hệ số thấm của lớp phân giới (Interface permeability ( $k_n$ and $k_s$ ))***

Trong lớp phân giới có khả năng thấm theo hướng vuông góc với lớp phân giới ( $k_n$ ) và khả năng thấm theo phương dọc ( $k_s$ ). Khả năng thấm theo lớp phân giới tạo ra bởi hệ số thấm của lớp đất . Thay vì nhập giá trị này trong sổ tay , người sử dụng có thể chọn giữa ba giá trị tiêu chuẩn *Neutral*, *Impermeable* or *Drain* , sau khi chương trình tự động nhập vào hệ số đúng của lớp phân giới .

#### ***Cô lập (Neutral) :***

Dùng chọn lựa này khi lớp phân giới không có những lớp đất khác . Ví dụ khi thêm lớp phân giới vào một góc của công trình , lớp phân giới giữa đất và công trình không được tạo ra thành một khối . Lớp phân giới này hình thành một lớp cô lập , kết quả giá trị  $k_n$ - lớn gấp 100 lần khả năng thoát nước của đất và giá trị  $k_s$ - là zero.

**Không thấm nước (Impermeable):**

Chọn lựa này được dùng khi theo phương vuông góc với lớp phân giới bị hạn chế . Ví dụ khi sử dụng mô hình đầm cho tường cọc bản, bản thân đầm hoàn toàn có thể thấm nước. Để tạo một tường nước nhỏ , lớp phân giới xung quanh tường không thoát nước , kết quả giá trị  $k_n$  thấp bằng 0.001 lần khả năng thấm của đất và giá trị  $k_n$ - là zero.

**Thoát nước (Drain):**

Chọn lựa này được sử dụng nước tự do theo chiều dọc của lớp phân giới . Ví dụ khi sử dụng lớp phân giới để mô phỏng lớp đất thoát nước , những lớp này phải được thiết lập cho thoát nước . Kết quả giá trị  $k_n$ - bằng 100 lần hệ số thoát nước trong đất và giá trị  $k_s$ - cũng bằng 100 lần hệ số thoát nước trong đất

Khi hệ số thoát nước theo phương ngang  $k_x$  và hệ số thoát nước theo phương đứng ,  $k_y$  của đất là khác nhau thì khả năng thoát nước liên quan tới  $k_x$  và  $k_y$  theo cách sau :

- Nếu lớp phân giới có một góc định hướng nằm giữa  $-45^0$  và  $45^0$  hợp với trục x ,thì lớp phân giới được xem là nằm ngang . Trong trường hợp này  $k_n$  liên quan đến  $k_y$  và  $k_s$  liên quan đến  $k_x$ .
- Nếu lớp phân giới có góc định hướng nằm giữa  $45^0$  và  $135^0$  thì lớp phân giới được xem như thẳng đứng . Trong trường hợp này  $k_n$  liên quan đến  $k_x$  và  $k_s$  liên quan đến  $k_y$

Thực tế qua lớp phân giới không những chỉ xác định khả năng thấm của lớp phân giới mà còn xác định được chiều dày thực .Theo định luật Darcy's đặc biệt quá trình dỡ tải ( $q$ ) và tổng quá trình dỡ tải ( $Q$ ) vuông góc với lớp phân giới (kí hiệu n) và theo phương dọc ( kí hiệu s+ có thể theo công thức sau ) :

$$q_n = k_n \frac{\Delta h}{t_i} \qquad Q_n = q_n l$$
$$q_s = k_s \frac{d h}{d s} \qquad Q_s = q_s t_i$$

Ở đây :

$h$  : chiều cao cột nước ngầm

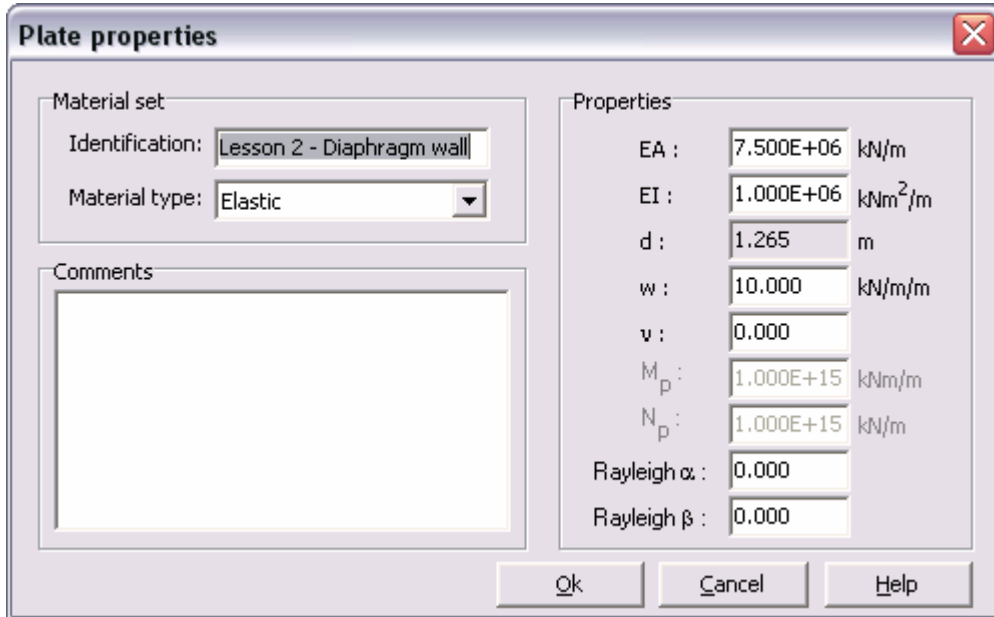
$l$  : chiều dài lớp phân giới

$t_i$  : chiều dày thực

**5.3 Thiết lập dữ liệu cho đầm**

Đầm trong Plaxis thực tế là một tấm phẳng có thể phân biệt trong quan hệ đàn hồi và phi tuyến .





***Đặc trưng về độ cứng (Stiffness properties)***

Cho quan hệ độ cứng đàn hồi dọc trục  $EA$  , và độ cứng uốn  $EI$  đặc trưng cho loại vật liệu . Cho cả hai mô hình đối xứng dọc trục và phẳng giá trị  $EA$  và  $EI$  liên quan tới độ cứng trên một đơn vị chiều rộng của tấm phẳng . Tuy nhiên độ cứng dọc trục  $EA$  được tính bởi lực mét vuông trên một đơn vị chiều rộng . Từ hệ số  $EI$  và  $EA$  tương đương với chiều dày ( $d_{eq}$ ) và khối lượng của dầm ( $w$ ) được tự động tính toán từ phương trình :

$$d_{eq} = \sqrt{12 \frac{EI}{EA}}$$

Mô hình dầm trong Plaxis sử dụng lý thuyết dầm Mindlin như được miêu tả trong phần 2. Độ cứng cắt (Shear stiffness) của dầm được xác định từ :

$$\text{Độ cứng cắt} = \frac{5 EA}{12 (1+\nu)} = \frac{5 E (d_{eq} \cdot 1m)}{2 (1+\nu)}$$

Điều này hàm ý rằng độ cứng cắt được xác định từ việc giả định dầm có mặt cắt hình chữ nhật . Trong trường hợp này mô hình tường đất sẽ làm cong đi sự biến dạng của lực cắt .Tuy nhiên trong trường hợp những phần tử nghiên của thép như là tường cọc bản , tính toán sự biến dạng của lực cắt có thể rất lớn . Điều này có thể được kiểm tra bằng cách xem xét giá trị của  $d_{eq}$ . Cho mặt cắt nghiên của phần tử thép  $d_{eq}$  ít nhất là 10 lần, nhỏ hơn chiều dài của dầm để chắc rằng biến dạng của lực cắt là không đáng kể .

***Hệ số Poisson***

Ngoài thông số độ cứng nêu trên còn yêu cầu hệ số Poisson  $\nu$ , cho những kết cấu liên quan hưởng uốn phẳng (như tường cọc bản và một số loại kết cấu thép).

Hệ số Poisson thường là zero. Cho những loại kết cấu có khối lượng lớn, như tường bê tông, giá trị thực của hệ số Poisson nhập vào là 0.15.

Khi Plaxis xem là tấm bản (hai phương) hơn là dầm (một phương) giá trị của hệ số Poisson gồm độ cứng uốn của dầm như sau:

Giá trị độ cứng uốn nhập vào:  $EI$

Giá trị độ cứng uốn thu được:  $\frac{EI}{1-\nu^2}$

Ảnh hưởng độ cứng của hệ số Poisson gây bởi ứng suất trong tấm phẳng ( $\sigma_{zz}$ ).

### **Khối lượng Weight**

Vật liệu thiết lập cho dầm đặc biệt là khối lượng mà được nhập vào như lực trên một đơn vị diện tích. Trọng lượng của công trình về nguyên lý thu được bằng cách nhân trọng lượng riêng với chiều dày của tấm bản. Chú ý rằng mô hình phần tử hữu hạn của dầm được đặt chồng lên liên tục và do đó gối lên đất. Để có thể tính toán chính xác tổng khối lượng của đất và công trình trong mô hình, khối lượng riêng của đất được trừ từ khối lượng riêng của vật liệu bản. Khối lượng của tường cọc bản (lực trên một đơn vị diện tích) thường được cung cấp bởi nhà sản xuất. Giá trị này có thể đưa trực tiếp khi tường cọc bản thường ít liên quan đến thể tích.

Khối lượng của dầm hoạt động cùng với khối lượng của đất bởi tính toán thông số  $\Sigma M_{weight}$

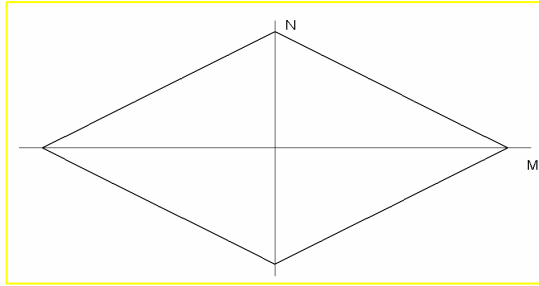
### **Thông số cường độ dẻo (plasticity)**

Tính dẻo được lấy từ mômen uốn cực đại  $M_p$ . Ngoài mômen uốn cực đại còn có lực dọc trục giới hạn  $N_p$ . Lực dọc trục cực đại  $N_p$  được tính toán từ mômen uốn dựa trên hình dạng của dầm. Giá trị này người sử dụng không thể thay đổi. Sự kết hợp của mômen uốn và lực dọc trục phá hỏng bề mặt được cho bởi hình 25. Trên hình chỉ ra rằng mômen giới hạn có thể xảy ra trong dầm do ảnh hưởng lực dọc trục.

Nếu loại vật liệu là đàn hồi (thiết lập giá trị mặt định), cả hai mômen cực đại và lực dọc trục cho bởi giá trị mặt định  $1.10^{13}$  đơn vị.

Mômen uốn và giá trị dọc trục được tính toán ở một điểm ứng suất trên phần tử dầm (xem hình 3.6). Nếu  $M_p$  or  $N_p$  vượt quá ứng suất thì được phân phối lại theo lý thuyết dẻo để hoàn tất mômen cực đại.

Kết quả này sẽ không thay đổi biến dạng. Mômen uốn và lực dọc trục xuất ra tại vị trí nút đòi hỏi ngoại suy giá trị tại điểm ứng suất. Do đó tại điểm ứng suất của phần tử trong dầm giá trị mômen tại nút không vượt quá  $M_p$ .



*Figure 25 Combinations of maximum bending moment and axial force*

#### **5.4 Thiết lập đặt trung vật liệu của vải địa kỹ thuật**

Vải địa kỹ thuật là loại phần tử đàn dẻo đại diện cho loại tấm sợi phẳng . Đặc tính của vải địa kỹ thuật độ cứng đàn hồi dọc trục  $EA$  nhập vào lực đơn vị trên một đơn vị chiều rộng . Độ cứng dọc trục  $EA$  có thể định nghĩa bởi hệ số môđun của vải địa kỹ thuật nhân với chiều dày của tấm . Vải địa kỹ thuật không thể chịu được lực nén

#### **5.5 Thiết lập dữ liệu vật liệu neo**

Vật liệu neo có thể chứa đặc trưng neo từ nút tới nút (of node-to-node anchors ) cũng như neo một đầu ngàm (fixed-end anchors ). Trong cả hai trường hợp neo cũng chỉ là một phần tử lò xo . Đặc tính chính của neo là độ cứng dọc trục  $EA$  trên neo không phải là trên một đơn vị chiều rộng trên tấm phẳng . Để tính được độ cứng tương đương trên một đơn vị chiều rộng phải nhập vào khoảng cách  $L_0$ . Nếu loại vật liệu là đàn hồi dẻo, mômen cực đại trong neo  $F_{max}$ , có thể nhập vào (cũng trên neo ) .Cũng tương tự cách trên cho độ cứng lực neo là cực đại được chia thành từng khoảng trong mặt phẳng để có thể thu được chính xác lực cực đại trong biến dạng phẳng . Nếu loại vật liệu là đàn hồi (mặc định ) , giá trị lực cực đại nhân với  $1.10^3$ .

Neo cũng có thể tạo ứng suất trước trong tính toán công trình .Cũng như tính toán lực ứng suất trước cho một số tính toán phase có thể trực tiếp cho bởi cửa sổ đặc trưng của neo .

Lực ứng suất trước không được xem xét cho đặc trưng vật liệu và do đó không gồm dữ liệu neo .

#### **5.6 Thiết lập dữ liệu thành phần hình học**

Sau khi tạo ra tất cả các loại vật liệu của lớp đất và kết cấu ,dữ liệu được phân chia tới các thành phần tương ứng . Điều này được thực hiện bằng nhiều cách khác nhau .

Cách thứ nhất mở cửa sổ material sets, dữ liệu tạo ra thể hiện dưới dạng cây thư mục . Vật liệu thiết lập bằng cách kéo tới vùng vẽ ( chọn và nhấn nút trái chuột ) và thả lên thành phần mong muốn . Vật liệu được thiết lập có giá trị hay không khi xuất hiện hình dạng sợi tóc (cursor) .

Chú ý vật liệu được thiết lập không thể kéo (dragged) trực tiếp từ dữ liệu tổng thể (global data) .

Cách thứ hai nhấp chuột hai lần (double click) thành phần mong muốn . Kết quả xuất hiện một cửa sổ đặc trưng vật liệu mà vật liệu đã được thiết lập . Nếu vật liệu chưa được gán thì trong hộp vật liệu sẽ hiện thị <Unassigned>. Khi clicking lên nút <Change> xuất hiện một cửa sổ vật liệu mà những đặc trưng vật liệu có thể được lựa chọn . Vật liệu thiết lập có thể kéo (dragged) từ cây thư mục dữ liệu và thả (dropped) trên cửa sổ đặc trưng . Sau khi chọn lựa xong vật liệu thích hợp có thể phân chia tới chọn lựa các thành phần hình học bằng cách nhấp chuột vào <Apply> trong cửa sổ vật liệu thiết lập . Trong trường hợp này cửa sổ vật liệu vẫn mở . Khi nhấp chuột vào nút <OK> thay thế , vật liệu thiết lập cũng hỗ trợ tạo cấu thành hình học và một cửa sổ vật liệu thiết lập đóng lại .

Cách thứ ba, di chuyển dấu nháy (cursor) tới geometry component và nhấp nút phải chuột . Thông qua cursor ( properties) có thể lựa chọn cấu thành hình học mong muốn . Kết quả cửa sổ đặc tính vật liệu xuất hiện . Từ đây có thể chọn lựa những đặc trưng vật liệu giống như cách hai .

### **5.7 Tạo lưới (mesh generation) :**

Để thực hiện tính toán các phần tử hữu hạn , mô hình được chia thành các phần tử . Mỗi thành phần của phần tử hữu hạn được gọi là lưới phần tử hữu hạn . Một phần tử cơ bản có 6 nút phần tử tam giác và 15 phần tử nút tam giác như được mô tả trong 2.2 Ngoài những phần tử này có những quan hệ cấu trúc đặc biệt như được mô tả từ 3.2 tới 3.7 . Plaxis tạo lưới tự động cho tất cả các phần tử .

Việc tạo ra lưới đặc biệt tạo ra lưới tam giác được phát triển bởi Sepra . Sự phát sinh của lưới dựa trên nguyên lý tam giác mà kết quả không tạo lưới trong kết cấu . Những lưới này trông rất lộn xộn , nhưng thường dùng phương pháp số để tạo lưới tốt hơn những lưới thông thường .

Đòi hỏi nhập vào cho việc tạo ra lưới là mô hình hình học của điểm , đường và vùng mà gần những đường được tự động tạo ra trong quá trình tạo ra mô hình hình học . Mô hình đường và điểm cũng thường dùng cho những vị trí ảnh hưởng và sự phân phối cho các phần tử .

Việc tạo lưới bắt đầu bằng cách nhấp chuột vào nút mesh generation trong thanh tool bar hoặc bằng cách chọn *Generate* từ menu *Mesh*, việc tạo lưới được thực hiện trực tiếp sau khi chọn lựa từ menu *Mesh* sub-menu.

Sau khi chương trình xuất tạo ra lưới và bắt đầu hiển thị phân chia những mảnh nhỏ . Mặc dù những phần tử của lớp phân giới có chiều dày bằng 0, lớp phân giới được chia lưới vẽ với những chiều dày xác định để thể hiện sự kết nối giữa các phần tử trong lớp . Điều này gọi là sự liên kết các mảnh nhỏ và điều này được xem là nguyên tắc trong chọn lựa xuất ra ( xem 8.4).

### **5.7.1 Độ thô tổng thể (global coarseness) :**

Trong quá trình tạo lưới đòi hỏi hệ số tạo lưới đặc trưng cho kích thước trung bình của phần tử  $l_e$ . Trong plaxis hệ số này được tính toán từ kích thước hình học bên ngoài ( $x_{min}, x_{max}, y_{min}, y_{max}$ ) và độ thô tổng thể được thiết lập như được xác định trong *Mesh* sub-menu:

$$l_e = \sqrt{\frac{(x_{max} - x_{min})(y_{max} - y_{min})}{n_c}}$$

Sự phân biệt này dựa trên năm cấp độ thô : rất thô, thô, trung bình ,nhỏ và rất nhỏ . Giá trị mặc định được thiết lập được thiết lập cho độ thô. Kích thước trung bình của phần tử và số phần tử tạo ra phụ thuộc vào độ thô thiết lập . Mức độ thô được cho như sau :

Rất thô	: khoảng 50 phần tử	$n_c = 25$
Thô	: khoảng 100 phần tử	$n_c = 50$
Trung bình	: khoảng 250 phần tử	$n_c = 100$
Nhỏ	: khoảng 500 phần tử	$n_c = 200$
Rất nhỏ	: khoảng 1000 phần tử	$n_c = 400$

Độ chính xác của các phần tử phụ thuộc vào độ chính xác hình học và độ chính xác thiết lập cuối cùng . Số lượng phần tử không ảnh hưởng bởi loại thông số phần tử khi thiết lập . Chú ý khi tạo lưới gồm 15 nút phần tử cho độ mịn hơn và do đó cho kết quả chính xác hơn chia lưới 6 phần tử nút . Nói cách khác sử dụng 15 nút phần tử tốn nhiều thời gian hơn sử dụng 6 nút phần tử .

### **5.6.2 Sự tinh lược tổng thể (global refinement)**

Một phần tử được chia lưới có thể được tinh lược bằng cách chọn *Refine global* từ *Mesh* sub-menu. Khi lựa chọn hệ số độ thô tổng thể gia tăng lên một cấp (ví dụ từ thô tới trung bình) và lưới được phát sinh trực tiếp .

### **5.6.3 Độ thô cục bộ (local coarseness)**

Trong diện tích mà ứng suất tập trung hoặc biến dạng lớn đã được mong đợi sẽ chia nhiều lưới phần tử hơn, ở những vùng khác có thể không đòi hỏi chia lưới phần tử. Ở những trạng thái thường xảy ra khi mô hình hình học bao gồm cạnh, góc hoặc cấu trúc của công trình. Trong những trường hợp này Plaxis sử dụng hệ số độ thô địa phương để thêm vào hệ số độ thô tổng thể. Hệ số độ thô địa phương là hệ số kích thước địa phương của phần tử mà được chứa trong một điểm của mô hình. Hệ số này biểu thị mối liên quan kích thước của phần tử với kích thước trung bình, xác định bởi hệ số độ thô tổng thể. Hệ số kích thước của phần tử mặc định là 1.0 cho tất cả các điểm. Để có thể giảm được chiều dài của một phần tử thành một nửa kích thước trung bình của phần tử thì hệ số kích thước địa phương là 0.5.

Hệ số kích thước của phần tử có thể thay đổi bằng cách nhấp đúp vào điểm tương ứng. Khi nhấp đúp vào mô hình đường một hệ số kích thước địa phương cho cả điểm và đường là đồng thời. Giá trị nằm trong khoảng 0.2 tới 5.0 là chấp nhận.

#### **5.6.4 Tinh lược cục bộ ( local refinement)**

Để thay thế hệ số kích thước cục bộ của phần tử, sự tinh lược cục bộ có thể được cho bởi việc chọn lựa lớp, đường hoặc điểm và chọn lựa tinh lược cục bộ từ *Mesh sub-menu*.

Khi chọn lựa một hoặc nhiều lớp, *Mesh sub-menu* cho phép chọn lựa lớp. Tương tự khi chọn một hoặc nhiều đường *Mesh sub-menu* cung cấp đường chọn lựa. Khi chọn một hoặc nhiều điểm những điểm xung quanh sẽ có giá trị.

Sử dụng chọn lựa lần đầu sẽ cho một hệ số kích thước cục bộ là 0.5 cho tất cả những điểm chọn lựa hoặc những điểm bao gồm trong lớp chọn hoặc đường.

Lập lại việc sử dụng tinh lược cục bộ sẽ cho kết quả hệ số kích thước cục bộ mà hệ số hiện hành chỉ bằng một nửa. Tuy nhiên giá trị lớn nhất và nhỏ nhất giới hạn trong khoảng 0.2 tới 0.5. Sau khi chọn lựa một trong những tinh lược cục bộ lưới sẽ trực tiếp phát sinh.

#### **5.6.5 Những chỉ dẫn khi thực hiện tạo lưới ( advised mesh generation practice )**

Để có thể thực hiện tính toán các phần tử hữu hạn được hiệu quả quá trình phân tích được thực hiện sử dụng lưới thô. Quá trình phân tích này có thể dùng để kiểm tra mô hình là đủ lớn hay không và xem những nơi ứng suất tập trung và độ võng lớn xảy ra. Những thông tin này dùng để tạo ra phần tử thích hợp.

Để tạo ra lưới phần tử chi tiết, việc chọn lựa ban đầu phải thích hợp độ thô tổng thể từ *Mesh sub-menu*. Ngoài ra khi tinh lược cục bộ mong muốn được bắt đầu chọn lớp, chọn đường, và chọn điểm. Nếu muốn những điểm có thể cho trực tiếp hệ số kích thước phần tử cục bộ.

### **7. Điều kiện ban đầu ( initial conditions )**

Một mô hình được tạo ra và phát sinh lưới phần tử, trạng thái ứng suất ban đầu và trạng thái ban đầu là danh nghĩa . Điều này được thực hiện trong điều kiện ban đầu một phần của chương trình nhập . Điều kiện ban đầu tồn tại hai mô hình khác nhau : mô hình một cho áp lực nước ban đầu , mô hình hai xác định hình dạng hình học ban đầu và phát sinh ảnh hưởng ứng suất ban đầu .

Sự hoạt động giữa hai mô hình được thực hiện bằng cách mở trên thanh tool bar . Điều kiện ban đầu cho phép trở lại mô hình nhưng điều này sẽ không thực hiện được khi một số thông tin ban đầu bị thiếu .

### **8. Điều kiện áp lực nước ( water conditions )**



Plaxis phân tích sự ảnh hưởng ứng suất để phân biệt rõ ràng giữa áp lực lỗ rỗng chủ động  $p_{active}$  và ứng suất  $\sigma'$ .

Trong trường hợp phân biệt áp lực nước lỗ rỗng chủ động được thực hiện giữa trạng thái áp lực lỗ rỗng tĩnh  $p_{steady}$ , và áp lực nước lỗ rỗng tới hạn ,  $p_{excess}$ :

$$p_{active} = p_{steady} + p_{excess}$$

Áp lực nước tới hạn là áp lực nước xảy ra do tải trọng của lớp mà những loại vật liệu này có quan hệ với vật liệu đã thiết lập đặc biệt khi không thoát nước . Trong tính toán đàn hồi , áp lực lỗ rỗng tới hạn chỉ có thể tạo ra trong lớp không thoát nước . Phân tích sự cố kết có thể dùng để tính toán sự phụ thuộc thời gian của áp lực lỗ rỗng tới hạn . Trong trường hợp tính toán này sự phát triển của áp lực lỗ rỗng tới hạn được xác định bởi hệ số thấm hơn là quan hệ loại vật liệu .

Áp lực lỗ rỗng trạng thái tĩnh (Steady-state ) là áp lực lỗ rỗng mà đặc trưng cho trạng thái tĩnh thủy lực . Như trạng thái thu được khi điều kiện áp lực nước bên ngoài lớn hơn hoặc ít hơn áp lực không đổi dài hạn . Để nghiên cứu trạng thái tĩnh không cần thiết là áp lực lỗ rỗng , bản thân trạng thái tĩnh là cân bằng ( như là đường nằm ngang ) khi trạng thái mà áp lực nước ngầm xảy ra hiện tượng thấm cũng có thể dẫn đến thiết lập trạng thái này .

Áp lực nước lỗ rỗng tĩnh và áp lực nước bên ngoài có thể được phát sinh trong mô hình điều kiện áp lực nước . Áp lực nước có thể dễ dàng phát sinh dựa trên đường mực nước . Sự chọn lựa áp lực nước lỗ rỗng có thể phát sinh bằng cách tính toán áp lực nước ngầm . Đòi hỏi sau cùng của giá trị nhập vào là điều kiện biên .


Điều kiện áp lực nước có thể điều khiển trong tiến trình (skipped in projects) mà nó không bao gồm áp lực nước . Trong trường hợp này đường giếng nước được lấy bên trên của mô hình và tất cả áp lực nước lỗ rỗng và áp lực nước bên ngoài lấy bằng 0

#### **8.1 Trọng lượng nước (water weight)**

Trong công trình gồm áp lực nước lỗ rỗng, trọng lượng nước nhập vào là cần thiết để phân biệt giữa ảnh hưởng ứng suất và áp lực nước lỗ rỗng. Trong thực hành khi mực nước ngầm hoặc phân tích sự cố kết được xem xét khi nhập vào khối lượng nước là quan trọng. Ngược lại sẽ xảy ra lỗi.

Khi đưa vào mô hình điều kiện về áp lực nước lần đầu, một cửa sổ xuất hiện để nhập vào khối lượng nước. Khối lượng nước cũng có thể nhập vào bằng cách chọn *Water weight* từ *Geometry* sub-menu. Mặc định khối lượng nước là 10.0 (kN/m<sup>3</sup>).

### **8.2 Đường mực nước ( phreatic lines )**

Áp lực nước lỗ rỗng và áp lực nước bên ngoài được tạo ra trên đường mực nước. Đường  mặt nước đại diện cho những điểm mà ở đó áp lực nước bằng 0. Sử dụng đường giếng nước, áp lực gia tăng tuyến tính theo chiều sâu của nước. Trước khi sử dụng đường mặt nước người sử dụng phải nhập vào đúng trọng lượng của nước. Sự chọn lựa nhập vào đường mực nước có thể được chọn lựa từ *Geometry* sub-menu hoặc bằng cách nhấp vào nút tương ứng trên thanh tool bar. Đường mực nước nhập vào tương tự như việc tạo ra lưới hình học (xem 1)

Đường mực nước được xác định bởi hai hoặc nhiều điểm. Điểm nhập vào không hạn chế. Điểm và đường được thêm vào trong mô hình nhưng sẽ không ảnh hưởng tới mô hình. Sự cắt ngang của đường mực nước và sự tồn tại lưới hình học không được đưa vào trong mô hình điểm.

Nếu đường mực nước không bao phủ toàn bộ mô hình, đường mực nước được xem là đường nằm ngang kéo dài từ điểm bên trái tới trừ vô cùng và từ điểm bên phải tới cộng vô cùng. Áp lực lỗ rỗng bằng không khi đường mực nước nằm trên, áp lực nước phân bố theo qui luật thủy tĩnh khi đường mực nước nằm dưới. Áp lực nước thực sự hình thành sau khi chọn lựa *Generate water pressures* (xem 8.4)

### **Đường mực nước chung (General phreatic line)**

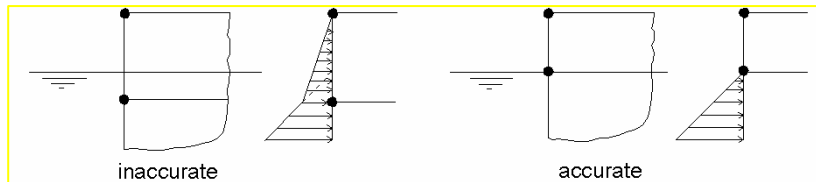
Nếu không lựa chọn lớp và vẽ đường mực nước thì đường mực nước này được xem là đường mực nước chung. Mặc định đường mực nước chung nằm dưới đáy mô hình, khi nhập vào đường mực nước mới sẽ thay thế đường mực nước chung cũ. Đường mực nước chung được dùng như mô hình phân bố áp lực thủy tĩnh cho toàn bộ mô hình. Mặc định giá trị đường mặt nước chung cho tất cả các lớp.

Nếu đường mực nước bên ngoài mô hình và tương ứng điều kiện biên là tự do, áp lực nước bên ngoài sẽ dựa trên đường này. Chương trình tính toán xem áp lực nước bên ngoài như là tải trọng và được tính cùng với trọng lượng của đất và áp lực lỗ rỗng bởi hệ số  $\Sigma Mweight$ . Áp lực nước bên ngoài được tính toán như là áp lực nước cân bằng và đạt được qua mô hình điều kiện biên. Tuy nhiên nếu thông qua đường mực nước điều kiện biên của mô hình không tồn tại mô hình điểm, áp lực nước bên ngoài



không thể tính toán chính xác (xem hình 26) . Điều này bởi vì giá trị áp lực nước bên ngoài chỉ định nghĩa trong hai điểm cuối của đường lưới áp lực có thể theo những đường tuyến . Tuy nhiên để tính toán áp lực nước bên ngoài chính xác ,đường mực nước chung chỉ qua điều kiện biên tồn tại ở mô hình điểm . Điều kiện biên này được hình thành khi tạo ra mô hình .

Nếu cần thêm vào những điểm để tạo cho một đích này ở điều kiện biên



*Figure 26 Inaccurate and accurate modelling of external water pressures*

### ***Định nghĩa đường mực nước cho lớp (User-defined phreatic line per cluster)***

Để cho phép áp lực nước phân phối không liên tục ,mỗi lớp phải phân thành một đường mực nước . Đường mực nước có thể nhập vào trước tiên bằng cách chọn lớp có đường mực nước phân cách và rồi chọn *Phreatic line* từ thanh tool bar hoặc từ *Geometry* sub-menu và nhập vào đường mực nước trong khi lớp này vẫn còn chọn . Khi chọn nhiều lớp cùng lúc (bằng cách giữ Shift và phím mũi tên xuống ) và nhập vào đường mực nước được định nghĩa, đường này được áp dụng cho tất cả các lớp đã chọn . Những lớp không có đường mực nước định nghĩa vẫn giữ đường mực nước chung . Để xác định đường mực nước theo lớp được chắc chắn có thể chọn lớp và đường mực nước chuyển sẽ chuyển thành màu đỏ. Nếu đường mực nước không chuyển thành màu đỏ thì phải chọn *Interpolate* để chọn cho lớp (xem phía dưới) .

Sau khi nhấp hai lần trên lớp có áp lực nước một cửa sổ xuất hiện chỉ ra những thông số của lớp điều này có nghĩa là nút radio dùng để định nghĩa đường mực nước được hỗ trợ tới lớp hoặc đường mực nước chung . Nếu đường mực nước bị lỗi bởi phần hỗ trợ tới lớp, nó có thể lập lại đường mực nước chung bằng cách chọn lựa đường mực nước chung trong cửa sổ này . Khi có kết quả ,đường mực nước định nghĩa sẽ bị xoá . Cửa sổ thể hiện ba chọn lựa được gài thích trong phần kế tiếp .

### ***Áp lực nước lỗ rỗng thêm vào từ lớp hoặc đường kế cận (Interpolation of pore pressures from adjacent clusters or lines)***

Ngoài đường mực nước chung hoặc đường mực nước định nghĩa sự chọn lựa có thể được chọn cho lớp sau khi nhấp hai lần vào lớp đó, cũng có thể chọn từ *Interpolate from adjacent clusters or lines* . Ví dụ cho chọn lựa này dùng nếu lớp tương đối không thấm và nằm giữa hai lớp thấm được với sự khác nhau của mực nước ngầm . Áp lực

nước lỗ rỗng phân phối trong lớp tương đối ít thấm sẽ không có áp lực thủy tĩnh, vì thế nó không thể xác định đường mực nước. Việc chọn lựa trong *Interpolate from adjacent clusters or lines* áp lực lỗ rỗng trong lớp đó được nội suy tuyến tính theo phương đứng, bắt đầu từ giá trị ở đáy của lớp phía trên và kết thúc giá trị ở đỉnh của lớp bên dưới. Việc nội suy có thể được dùng lặp lại trong hai hoặc nhiều lớp kế tiếp (ở phía trên của mỗi lớp khác nhau). Trong trường hợp đó giá trị bắt đầu nội suy cho phương đứng của áp lực lỗ rỗng không tìm thấy, sau đó điểm bắt đầu sẽ dựa trên đường mực nước chung.

Ngoài giá trị trong những lớp phía trên hoặc phía dưới của lớp, ở đó áp lực được nội suy từ: Có thể trực tiếp từ đường mực nước ngầm ở những đường hình học cho mục đích nội suy. Điều này cũng có thể thực hiện bằng cách nhấp đúp vào đường lưới tương ứng. Kết quả, một cửa sổ mực nước ngầm xuất hiện thỏa mãn mực nước ngầm ở hai điểm của đường có thể được đưa vào. Khi đưa vào áp lực nước ngầm ở một điểm chương trình sẽ hiện thị áp lực lỗ rỗng tương ứng (áp lực lỗ rỗng = trọng lượng nước x chiều cao mực nước ngầm). Nếu cho những lớp liên kế thì nội suy từ những lớp kế nhau hoặc đường (*Interpolate from adjacent clusters or lines*) được chọn. Việc nội suy sẽ bắt đầu từ áp lực lỗ rỗng trên đường hơn từ giá trị áp lực lỗ rỗng giữa hai lớp kế nhau. Nói cách khác sự nội suy sẽ chiếm ưu thế cho kết quả cuối cùng nhập vào áp lực lỗ rỗng trong lưới hình học vượt qua áp lực lỗ rỗng giữa các lớp lân cận. Nhập vào áp lực lỗ rỗng trong những đường hình học có thể xóa bằng cách chọn đường tương ứng và nhấn phím <Del> trên bàn phím.

Chú ý rằng nội suy áp lực lỗ rỗng cho phương đứng không cho theo phương ngang. Do đó hướng nhập vào của đường nước ngầm theo phương đứng sẽ không có ảnh hưởng, cuối cùng khi áp lực lỗ rỗng dựa trên đường thực tế.

### **8.3 Điều kiện biên cho tính toán mực nước ngầm**

Ngoài áp lực nước chung dựa trên đường áp lực nước thực tế, áp lực nước cũng có thể dựa trên tính toán áp lực nước ngầm. Điều này đòi hỏi nhập vào điều kiện biên của mực nước ngầm. Nguyên lý tồn tại hai loại điều kiện biên: Qui định mực nước ngầm và qui định về dòng chảy tới điều kiện biên (A prescribed groundwater head and a prescribed specific discharge normal to the boundary). Sau cùng chỉ có thể theo lý thuyết dòng chảy bằng 0 được xem là biên đóng.

#### **Qui định mực nước ngầm (Prescribed groundwater head)**

Qui định nhập vào mực nước ngầm tương tự như những đường áp lực lỗ rỗng. Sau khi nhấp hai lần vào đường đã tồn tại, một cửa sổ xuất hiện mà mực nước ngầm ở hai điểm của đường có thể nhập vào.

Ở một điểm trên đường mực nước nhập vào, chương trình sẽ hiển thị áp lực lỗ rỗng tương ứng (áp lực = trọng lượng nước x chiều cao cột nước). Bằng cách này có thể qui định áp lực nước bên trong và bên ngoài điều kiện biên.

Nếu mực nước ngầm được qui định ở bên ngoài biên, áp lực nước bên ngoài phát sinh cho biên đó. Chương trình tính toán phân phối áp lực nước bên ngoài như tải trọng kéo và chúng được lấy cùng với khối lượng nước và áp lực lỗ rỗng.

### ***Điều kiện biên đóng (Closed flow boundary)***

Điều kiện biên đóng mục đích có thể đặt ở biên của mô hình để chắc rằng điều kiện biên từ bên này sang điều kiện biên bên kia không xảy ra. Sự chọn lựa này có thể được chọn bằng cách nhấp đúp vào nút điều kiện biên đóng (*Closed flow boundary*) trên thanh tool bar hoặc có thể chọn từ *Geometry* sub-menu. Điều kiện đóng nhập vào tương tự như tạo ra lưới hình học. Tuy nhiên điều kiện biên đóng được đặt chính xác trên đường hình học ở biên của mô hình.

Khi đường biên được coi như là một biên đóng vẫn có khả năng qui định mực nước ngầm trên biên đóng. Mặc dù mực nước ngầm này không dùng tính toán bản thân, nó được dùng tính toán áp lực nước bên ngoài mà được áp dụng trong bất kỳ sau biến dạng.

### ***Quá trình thấm mặt (Seepage surfaces)***

Những vấn đề từ đường tự do thực tế có thể gồm thấm bề mặt trên biên xuôi dòng được chỉ ra trên hình 27. Quá trình thấm mặt sẽ luôn xảy ra khi đường thực tế chạm một biên mở. Mặt thấm không tạo thành dòng (tương phản với đường thực tế) hoặc đường đẳng thế. Nó là một đường mà mực nước ngầm bằng với cao trình  $y$  (bằng vị trí theo phương đứng). Điều kiện này gia tăng từ thực tế áp lực nước bằng 0 trên mặt thấm mà có cùng điều kiện tồn tại trên bề mặt thực.

Điều kiện biên cho nước phía trên chiều cao  $h$  cần cân bằng với vị trí đứng  $y$  được mặc định trong Plaxis. Không cần biết chính xác chiều dài của mặt thấm trước khi bắt đầu tính toán, khi có cùng điều kiện biên ( $h=y$ ) có thể dùng cả hai ở trên và dưới đường thực tế. Nút mở với  $h=y$  do đó có thể thỏa mãn cho tất cả điều kiện biên nơi đường nước trên không được biết.

Việc chọn lựa điều kiện biên trên đường nước ngầm ở đó rõ ràng đường mặt nước không xảy ra, nó cũng có thể xấp xỉ qui định điều kiện biên đóng.

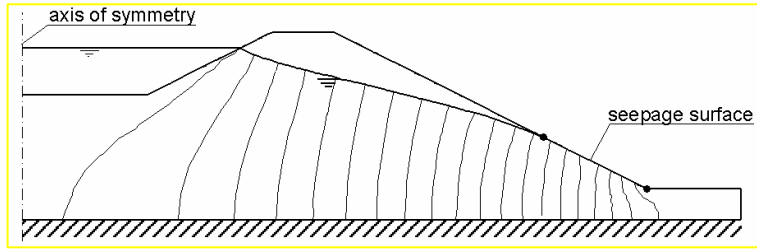


Figure 27 Flow through an embankment with indication of a seepage surface

### Những lớp không hoạt động trong tính toán mực nước ngầm

Trên những lớp không hoạt động, mô hình hình dạng (xem 9.1) và thực hiện tính toán áp lực nước ngầm cho trạng thái đó, áp lực lỗ rỗng trong lớp không hoạt động và trên điều kiện biên giữa lớp hoạt động và không hoạt bằng 0. Khi thực hiện tính toán mực nước ngầm cho trạng thái ban đầu (hoặc cho bất kỳ trạng thái khác, xem 7.4), tất cả những lớp không hoạt động được xem hoàn toàn khô.

### 8.4 Áp lực nước water pressure generation

Sau khi nhập vào đường nước ngầm hoặc nhập vào điều kiện biên cho tính toán lớp đất phía dưới, có thể phát sinh áp lực nước. Điều này cũng có thể thực hiện bằng cách nhấp đúp vào nút áp lực nước (*Generate water pressures*) trên thanh tool bar hoặc lựa chọn áp lực nước từ *Generate* sub-menu. Kết quả, xuất hiện cửa sổ chỉ ra áp lực nước được phát sinh dựa trên đường mực nước ngầm hoặc bằng cách tính toán lớp đất phía dưới.

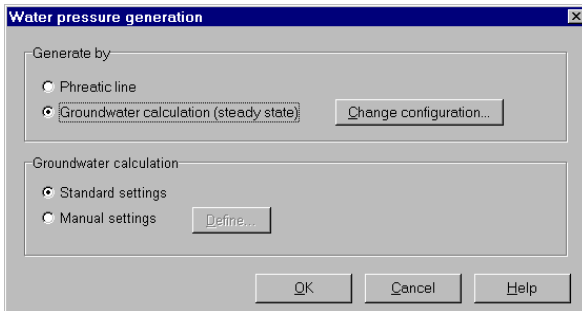


Figure.28 Water pressure generation window

### Phát sinh đường nước ngầm (Generate by phreatic line)

Phát sinh đường nước ngầm dựa trên giá trị nhập vào của của đường nước ngầm phát sinh, đường nước ngầm người sử dụng định nghĩa và những chọn lựa khác được miêu tả trong 8.2. Sự phát sinh này nhanh và dễ hiểu.

Khi phát sinh áp lực nước dựa trên đường mực nước ngầm khi một số lớp đất không hoạt động trong mô hình hình dạng (xem 9.1), không có sự tương phản giữ lớp hoạt động và lớp hoạt động. Điều này chắc chắn rằng áp lực lỗ rỗng phát sinh cho cả lớp hoạt động và không hoạt động. Nếu yêu cầu để loại áp lực nước trong một số lớp loại vật liệu trong loại vật liệu tương ứng được thiết lập không nên có dạng tổ ong.

### ***Tính toán mực nước ngầm (Generate by groundwater calculation)***

Sự phát sinh bằng cách tính toán lớp đất bên dưới dựa trên tính toán phần tử hữu hạn, sử dụng khả năng thấm của lớp đất, phát sinh lưới và điều kiện biên khi đưa vào mô hình điều kiện nước. Sự phát sinh này kết hợp nhiều hơn sự phát sinh bởi mực nước ngầm nhưng rất ít chi phối.

Khi chọn lựa tính toán cho một số lớp đất phía dưới không hoạt động có thể mô tả cho lớp đất khô hoặc một phần không hoạt động của mô hình ở đó áp lực lỗ rỗng bằng 0. Điều này có thể thực hiện bằng cách nhấp vào nút <Change configuration>. Kết quả, một cửa sổ hình dạng hình học xuất hiện trong lớp không hoạt động bằng cách nhấp chuột vào nó (xem 9.1). Khi phát sinh áp lực nước dựa trên tính toán dòng nước ngầm lớp thiết lập ảnh hưởng đến lưu lượng và phân phối áp lực lỗ rỗng.

Áp lực lỗ rỗng trong những lớp không thấm bằng 0 và điều kiện biên giữa những lớp hoạt động và không hoạt động được xem là biên mở. Áp lực lỗ rỗng trong những lớp được thiết lập vật liệu không ở dạng xốp cũng được xem bằng 0. Điều kiện biên của những lớp không xốp (*Non-porous*) được mặc định là biên đóng.

Khi chọn lựa tính toán nước ngầm cần phải chọn lựa thiết lập các thông số điều khiển trình tự lặp lại. Thông thường sử dụng tiêu chuẩn thiết lập. Những chi tiết tính toán dòng nước ngầm xem phần 8.5

Kết quả phát sinh của áp lực nước

Sau khi phát sinh áp lực nước chương trình đầu hiển thị biểu đồ áp lực nước và phát sinh đường nước ngầm. Để trở lại chương trình đầu vào nhấn vào nút < Update>

Áp lực nước ngầm có thể dùng như dữ liệu nhập cho phân tích biến dạng. Áp lực nước không hoạt động tới khi thực sự áp dụng để tính toán. Sự hoạt hoá của áp lực nước được kết hợp với sự hoạt hoá của trọng lượng đất sử dụng hệ số tổng trọng lượng ( $\Sigma Mweight$ ). Nguyên lý, ứng suất tại một điểm trong phần tử bằng 0 với áp lực lỗ rỗng ổn định được xem là khô ngược lại ứng suất tại một điểm khác 0 áp lực lỗ rỗng được xem là ướt. Tuy nhiên giá trị áp lực lỗ rỗng xác định dung trọng đất ở trạng thái khô hoặc dung trọng ướt được áp dụng trong tính toán.

### ***8.5 Tính toán dòng nước ngầm***

Địa chất công trình thông thường cần đề cập đến áp lực lỗ rỗng và dòng nước ngầm khi giải quyết vấn đề địa chất. Đập đập là chủ đề hệ số thấm của nước ngầm. Tương

tự như hệ số thấm xảy ra xung quanh tường chắn với những hệ số ứng với mực nước ngầm khác nhau. Khả năng thấm của loại này bị chi phối bởi áp lực lỗ rỗng mà nó phụ thuộc vào thời gian. Tuy nhiên áp lực lỗ rỗng này xem như là áp lực tĩnh

Sự phân phối tĩnh của áp lực lỗ rỗng trong tính toán dòng thấm được xác định bởi điều kiện biên, về mô hình khả năng thấm của các lớp đất khác nhau. Chi tiết được miêu tả trong trong hệ thống những phương trình những vấn đề dòng thấm, tham khảo được trình bày trong sổ tay kỹ thuật.

Tính toán dòng nước ngầm là vấn đề có thể dùng để hạn chế hoặc không hạn chế mực nước ngầm. Xác định vị trí của đường nước ngầm tự do kết hợp với chiều dài của bề mặt thấm là một trong những thành phần chính giới hạn tính toán dòng nước ngầm. Trong trường hợp này cần thiết phải giải quyết theo qui trình lập. Tuy nhiên giải quyết những vấn đề hạn chế qui trình lập là hoàn toàn không cần thiết, thu được khi trực tiếp giải. Tuy nhiên khi thực hiện tính toán dòng nước ngầm trong Plaxis người sử dụng phải chọn để thiết lập hệ số điều chỉnh qui trình lập, khi nó không rõ ràng trước khi bị giới hạn hoặc không giới hạn. Thông thường sử dụng công cụ thiết lập công cụ chuẩn mà thông thường những chỉ dẫn giải pháp thường không chấp nhận. Khi chọn người dùng có thể điều chỉnh những hệ số.

Thiết lập hệ số điều chỉnh tính toán nước ngầm

Khi chọn lựa thiết lập điều chỉnh trong cửa sổ phát sinh áp lực nước và nhấp vào nút < Define >, một cửa sổ mới mở ra mà hiện hành thiết lập hệ số tính toán nước ngầm được hiển thị (xem hình 29)

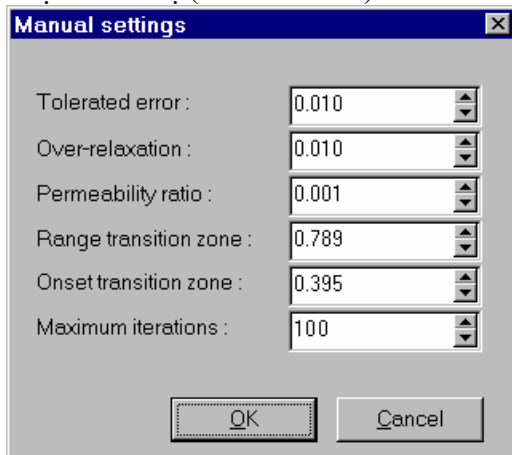


Figure 29 Groundwater calculation control parameters window

### Sai số :

Đây là một sai số tổng thể (tương đối) trong cân bằng khối lượng nước. Khi sử dụng thiết lập chuẩn. Sai số thiết lập là 0.05.

### Hệ số giới hạn phục hồi (Over-relaxation):

Đây là một hệ số trong qui trình lập . Khi sử dụng thiết lập chuẩn ,hệ số giới hạn thiết lập là 1.2 . Chú ý nên lấy hệ số phục hồi cao hơn .Lý thuyết trên điều kiện biên là 2.0 .

**Hệ số thấm :**

Để có thể tính toán vị trí đườngmức nước ngầm , hệ số  $\alpha$  (= hệ số thấm )dùng để phân biệt giữa khả năng thấm trạng thái bão hoà và trạng thái đất khô . Trong trạng thái đất bão hoà hệ số thấm là là một giá trị theo lý thuyết tương ứng với vật liệu thiết lập Trong trạng thái đất khô hệ số thấm bằng  $\alpha$  lần hệ số đã cho ( xem hình 30)

**Vùng biến đổi trạng thái :**

Plaxis không tính toán sự biến đổi đột ngột giữa trạng thái đất bão hoà va trạng thái đất khô . Một lý do số học là vùng biến đổi cho phép . Vùng biến đổi là chiều rộng của vùng , được chỉ ra bởi hệ số  $\beta$  trong hình 30 . Hầu hết giá trị  $\beta$  phụ thuộc vào lưới chia . Sử dụng thiết lập chuẩn giá trị  $\beta$  thích hợp được tự động tính toán theo công thức kinh nghiệm .

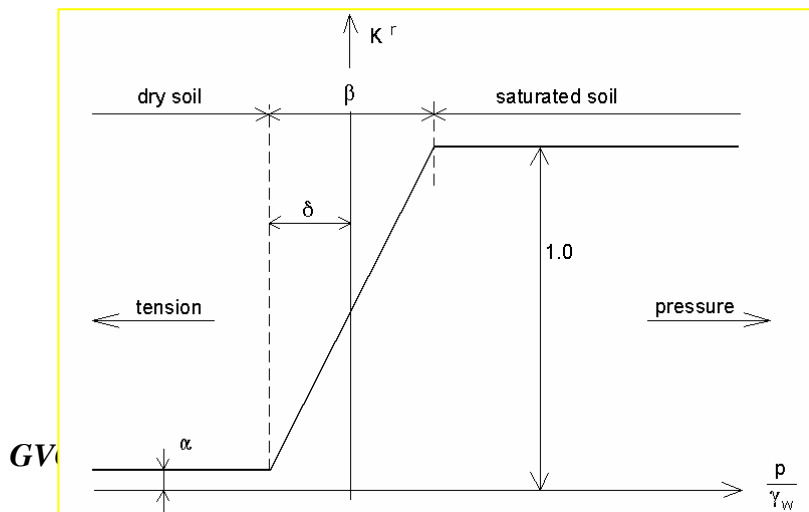
$$\beta = \frac{1}{3} \sqrt{A / 3} \qquad \text{6-noded element}$$

$$\beta = \frac{1}{3} \sqrt{A / 12} \qquad \text{15-noded element}$$

Ở đây A là diện tích phần tử lớn nhất

Vùng bắt đầu biến đổi :

Giá trị chuẩn của vùng bắt đầu biến đổi được chỉ ra trong hình 3.30, được lấy bằng 0.5 $\beta$  . Giá trị này thường nhỏ hơn tất cả những điểm ứng suất kéo với áp lực lỗ rỗng làm giảm hệ số thấm  $\alpha k$ . Do đó những điểm này được giải thiết nằm bên trên mực nước ngầm .



*Figure 30 Adjustment of the permeability between saturated and unsaturated zones  
( $K'$  = ratio of numerical permeability over saturated permeability)*

Một số vấn đề theo trạng thái ổn định ,những vùng đất hoàn bão hoà có thể có ứng suất kéo lỗ rỗng . Điều này có thể xảy ra ví dụ như gần những giếng bơm hút . Một số thiết lập chuẩn của qui trình tính toán mô hình dòng nước ngầm trong Plaxis không thể giải quyết vấn đề như ứng suất kéo trong áp lực lỗ rỗng được xem là những vùng khô không có dòng chảy .

Nếu mực nước ngầm ở trên thấp cho ứng suất kéo trong lỗ rỗng qui định ở những nút lưới ,dựa trên những nút thiết lập chuẩn được giả thiết những vị trí mặt nước ngầm trên . Để cho phép những dòng thường xuyên trong vùng đất có ứng suất kéo lỗ rỗng , cần phải thiết lập hệ số thấm bằng 1.0.


**Vòng lặp cực đại (Maximum iterations) :**

Đưa những hệ số này vào để hạ chế số vòng lặp dùng trong tính toán dòng nước ngầm . Khi sử dụng thiết lập chuẩn số vòng lặp nhiều nhất là 100 . Tuy nhiên trong trường hợp này số vòng lặp lớn nhất thu được từ bài giải . chương trình cũng cho phép giá trị lên tới 999.

**Giới hạn (Limitations)**

Mặc dù khái niệm đất bão hoà cục bộ được sử dụng trong qui trình giải lập cho mặt nước ngầm tự do, mô hình dòng nước ngầm trong Plaxis không thiết kế cho đất hoàn toàn bão hoà . Sự phân tích dòng trong đất hoàn toàn bão hoà đòi hỏi có mối quan hệ kết hợp giữa đất thấm ,mức độ bão hoà,áp lực căng lỗ rỗng và điều này vượt ra ngoài phạm vi của chương trình hiện hành .

**8.6 Điều kiện biên đóng**

Sự phân tích  cố kết bao gồm điều kiện biên không vượt quá áp lực lỗ rỗng  
Mặc định điều kiện biên của tất cả mô hình là mở điều này có nghĩa rằng áp lực bằng 0 ở điều kiện biên . Nói cách khác nước không thể chảy tự do ra ngoài điều kiện biên .

Tuy nhiên một số biên điều kiện này không đúng , ví dụ điều kiện biên (đứng ) mô tả đường đối xứng hoặc nếu biên đáy nằm trong lớp không thấm .Trong trường hợp này không có dòng chảy ngang qua điều kiện biên . Những trạng thái này có thể sử dụng điều kiện biên đóng trên thanh tool bar hoặc chọn lựa tương ứng từ *Geometry* sub-menu. Nhập vào biên đóng cứng tương tự như tạo ra một dòng đóng (xem 8.3) . Trạng thái mà ở đó tính toán gia cố điều kiện biên đóng khác dòng biên đóng, do đó tạo ra sự khác biệt giữa hai loại biên đóng . Tuy nhiên thông thường khi tính toán và



phân tích gia cố cả hai loại dòng nước ngầm được thực hiện trên công trình chắc chắn, điều kiện biên đóng có cùng ảnh hưởng. Không có khả năng vượt quá áp lực lỗ rỗng qui định khi phân tích gia cố điều kiện biên. Để có nhiều thông tin trong phân tích gia cố xem sổ tay khoa học kỹ thuật.

### **9 Dạng hình học ban đầu (initial geometry configuration)**



Dạng hình học ban đầu có khả năng loại bỏ mô hình không hoạt động ban đầu. Ngoài ra ảnh hưởng ứng suất có thể sử dụng hệ số ( $K_0$ -procedure) phát sinh. Khi điều kiện mô hình nước là chủ động. Dạng mô hình có thể đưa vào bằng cách nhấp nút phải chuột để mở ra thanh tool bar.

#### **9.1 Thành phần không hoạt động (deactivating geometry components)**

Trong những công trình kết cấu đất đắp được xây dựng mô hình chứa một số thành phần (lớp, dầm, vải địa kỹ thuật, neo) mà ban đầu không hoạt động. Những thành phần này sẽ không hoạt động trong mô hình dạng ban đầu. Mặc định tất cả các thành phần của mô hình là hoạt động. Những thành phần không hoạt động bằng cách nhấp chuột vào thành phần của mô hình. Lớp phân giới luôn luôn hoạt động và không hoạt động cùng với những lớp đất kế cận và có thể phân tách hoạt động

Lớp không hoạt động được vẽ trong đất có màu trắng và cấu trúc của lớp không hoạt động có màu nâu. Nhấp lại một lần nữa trên thành phần không hoạt động sẽ trở lại hoạt động.

Neo cũng có thể hoạt động nếu đất và kết cấu mà chúng liên kết cũng hoạt động. Do đó chúng tự động tạo ra những lớp không hoạt động bởi chương trình. Nếu tải trọng hoặc chuyển vị đàn hồi trên một phần của mô hình mà nó hoạt động, và như vậy điều kiện này sẽ không được áp dụng trong quá trình phân tích.

#### **9.2 Thay đổi dữ liệu vật liệu nhập (changing material data sets)**

Nhấp đúp vào lớp hoặc kết cấu trong mô hình xuất hiện một cửa sổ đặc trưng vật liệu đã thiết lập mà các thành phần có thể thay đổi. Chọn lựa này không được xem xét trong điều kiện ban đầu bởi vì vật liệu thiết lập ban đầu trực tiếp nhập vào trong quá trình tạo ra mô hình. Chọn lựa này rất hữu dụng trong tính toán

#### **9.3 Ứng suất ban đầu initial stress generation ( $k_0$ -procedure)**



Ứng suất ban đầu trong lớp đất bao gồm khối lượng vật liệu và lịch sử hình thành của nó . Trạng thái ứng suất này đặc trưng bởi ứng suất theo phương đứng  $\sigma_{v,0}$  liên quan hệ số áp lực ngang của đất  $K_0$  ( $\sigma_{h,0} = K_0 \sigma_{v,0}$ ).

Trong Plaxis ứng suất ban đầu có thể được phát sinh bởi việc xác định hệ số  $K_0$  hoặc tải trọng lực . Khả năng và giới hạn của hai phương pháp được miêu tả trong phần phụ lục A. Sự phát sinh ứng suất ban đầu dựa trên giá trị  $K_0$  nhập vào có thể lựa chọn bằng cách nhấp vào ứng suất phát sinh ban đầu (*Generate initial stresses*) trên thanh tool bar hoặc ứng suất ban đầu từ *Generate* sub-menu. Kết quả xuất hiện một cửa sổ với giá trị theo những hệ số khác , giá trị  $K_0$  có thể nhập vào (xem hình 31). Có nghĩa một số thông số được miêu tả trong cửa sổ bên dưới .

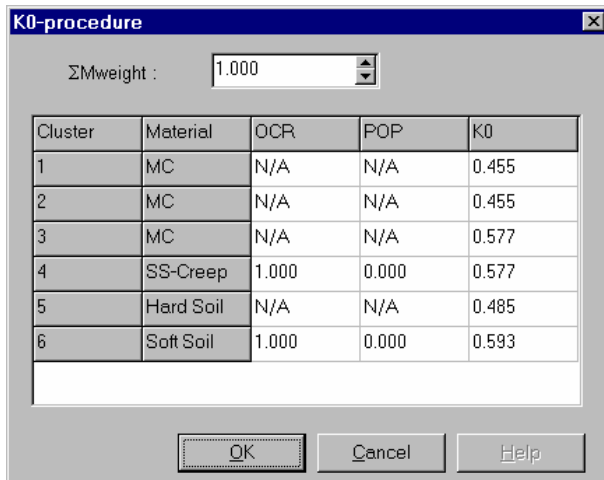


Figure 31 Initial stress generation window ( $K_0$ -procedure)

### **Tổng trọng lượng ( $\Sigma Mweight$ ):**

Trước khi nhập vào giá trị trong bảng giá trị của tổng khối lượng các thông số đã cho . Các thông số này đặt trưng cho sự tương quan của trọng lượng mà nó được áp dụng . Thông thường giá trị mặc định bằng 1.0 là chấp nhận . Điều này hàm ý rằng toàn bộ trọng lượng đất là hoạt động . Để trở lại ứng suất ban đầu là bằng 0 , tổng khối lượng ( $\Sigma Mweight$  ) được lập bằng 0 và ứng suất ban đầu phát sinh .

### **Lớp (Cluster) :**

Cột đầu tiên hiển thị số lớp . Khi nhập vào giá trị trong bảng tương ứng với lớp được chỉ ra trong cửa sổ chính trên màn hình nền . Nếu cần thiết di chuyển cửa sổ ứng suất ban đầu tới vị trí khác để có thể xem được lớp .

***Mô hình Model:***

Cột thứ hai hiển thị mô hình vật liệu sử dụng trong một lớp cụ thể ( Đàn hồi = mô hình đàn hồi , MC = mô hình Mohr-Coulomb , HS = Mô hình đất cứng Hardening , SSC-Creep = Mô hình từ biến của đất mềm , SS = Mô hình đất yếu )

***OCR and POP:***

Cột thứ ba và thứ tư dùng để nhập vào hệ số cố kết trước (OCR) hoặc áp lực phục hồi trước (POP) . Một trong hai giá trị dùng để phát sinh áp lực hệ số cố kết trước cho mô hình đất mềm (từ biến) . Khi sử dụng mô hình vật liệu khác nhập vào giá trị OCR và POP là không áp dụng .

***K<sub>0</sub>:***

Cột thứ tư dùng nhập vào giá trị K<sub>0</sub> . Mặc định, giá trị K<sub>0</sub> dựa trên công thức Jaky (1-sinφ), nhưng giá trị này thay đổi bởi người sử dụng . Nhập vào giá trị K<sub>0</sub> âm kết quả sẽ tính lại K<sub>0</sub> từ 1-sinφ. Thận trọng với giá trị K<sub>0</sub> quá cao và quá thấp khi đó giá trị này có thể gây ra đàn dẻo ban đầu.

***Kết quả phát sinh ứng suất ban đầu Results of initial stress generation***

Sau khi phát sinh ứng suất ban đầu , chương trình xuất được bắt đầu và biểu đồ ảnh hưởng ứng suất xuất hiện . Thông thường ứng suất ban đầu tại một điểm phụ thuộc theo khối lượng vật liệu ở bên trên của điểm này và giá trị tổng khối lượng :

$$\sigma_{v,0} = \Sigma \text{weight} ((\gamma_{\text{average}} z - p_w)) \quad ; \quad \sigma_{h,0} = K_0 \sigma_{v,0}$$

Ở đây :  $\gamma_{\text{average}}$  : trọng lượng trung bình của vật liệu trên điểm ứng suất (chú ý Plaxis sử dụng chính xác trọng lượng của mỗi lớp hơn là trọng lượng trung bình)

Yy : là chiều sâu bên dưới bề mặt

$p_w$  : áp lực lỗ rỗng tại điểm ứng suất

Sử dụng giá trị K<sub>0</sub> mà độ bền khác với tính đơn nhất có thể trong một số trường hợp dẫn tới trạng thái ứng suất ban đầu mà vi phạm đến tiêu chuẩn của Coulomb . Người sử dụng có thể dễ dàng nhìn thấy nếu đây là trường hợp xem xét tại biểu đồ ứng suất đàn dẻo , mà có thể lựa chọn từ menu ứng suất trong chương trình xuất . Nếu biểu đồ này hiển thị nhiều điểm dẻo màu đỏ (điểm Coulomb) , giá trị K<sub>0</sub> nên chọn gần 1.0 . Nếu có nhiều điểm dẻo không nên thực hiện theo bước đàn dẻo . Khi sử dụng mô

hình đất mềm và được xác định theo tiêu chuẩn cố kết trạng thái ứng suất ban đầu (OCR= 1.0 và POP = 0.0), biểu đồ điểm dẻo hiển thị nhiều điểm màu xanh . Người sử dụng không thể kết nối những điểm dẻo khi chúng qui định cố kết trạng thái ứng suất . Để trở lại chương trình nhập nhấn nút <Update>

### ***10 Bắt đầu tính toán starting calculations***

Với sự phát sinh ứng suất ban đầu sự hình thành trạng thái ứng suất ban đầu của mô hình phần tử được hoàn thành . Bằng cách nhấp vào nút <Calculate> trên thanh tool bar , Một hộp thoại xuất hiện nhắc nhở người sử dụng lưu dữ liệu . Điều này cũng có thể thực hiện bằng cách sử dụng file sẵn có ( chỉ cần nhấp <Yes> ) hoặc sử dụng file mới (nhấn <save as> ) . Những chọn lựa sau cũng có thể được sử dụng để copy mô hình tạo ra từ trước . Kết quả tạo ra file theo yêu cầu . Khi tạo ra một mô hình mới mà không được save trước , tên file sẽ được save trong hai chọn lựa . Nhấn <No> dữ liệu không được xem . Nhấn nút < Cancel > để đóng hộp thoại mà điều kiện mô hình ban đầu của chương trình nhập sẽ nhập lại . Trong tất cả các trường hợp (<Save>, <Save as> and <No>) chương trình nhập sẽ đóng và chương trình tính toán được bắt đầu .

# VẬT LIỆU

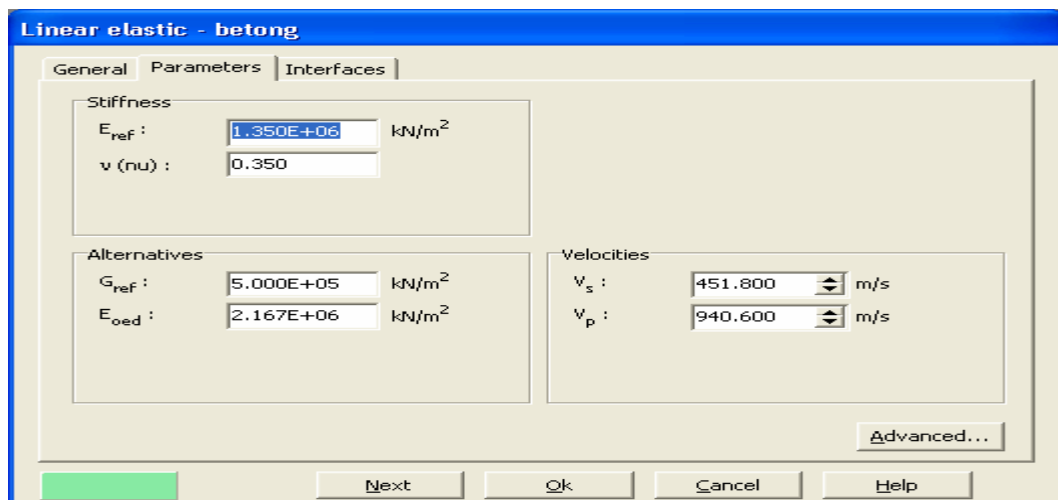
**MÔ HÌNH ĐÀN HỒI TUYẾN TÍNH**  
**MÔ HÌNH MOHR-COULOMB**  
**MÔ HÌNH HARDENING (HS)**  
**MÔ HÌNH ĐẤT YẾU – TỪ BIẾN**  
**MÔ HÌNH ĐẤT YẾU**

## MÔ HÌNH ĐÀN HỒI TUYẾN TÍNH

Mô hình đàn hồi tuyến tính là một mô hình tuân theo định luật Hook về đàn hồi tuyến tính đẳng hướng.

Các thông số đầu vào của mô hình này gồm mô đun đàn hồi  $E$ , hệ số Poisson  $\nu$ .

Hạn chế của mô hình này được bộc lộ khi mô phỏng các ứng xử của đất nên mô hình thường chỉ được sử dụng chủ yếu mô phỏng các khối kết cấu cứng trong đất.

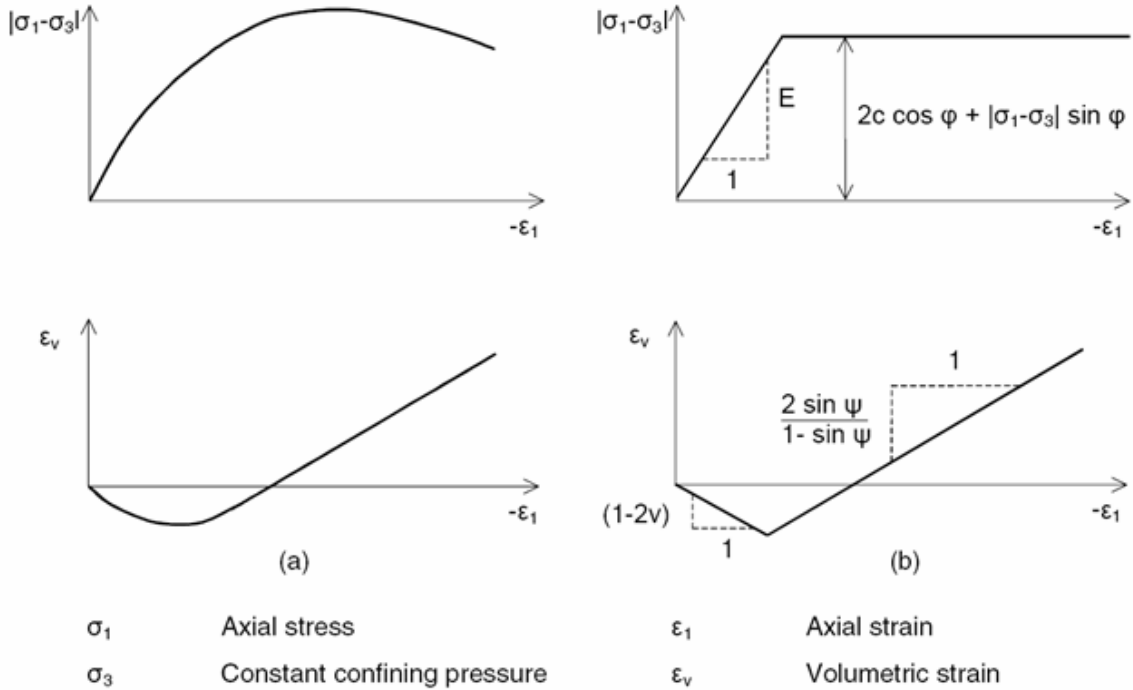


$E_{ref}$                       Modun đàn hồi của vật liệu  
 $\nu$                               Hệ số Poisson

## MÔ HÌNH MOHR-COULOMB VÀ CÁC THÔNG SỐ TRONG PLAXIS

### Material Models: Mohr-Coulomb (MC)

□ Simple linear elastic–perfectly plastic model



## **Material Models: Mohr-Coulomb (MC)**

- The model accounts for
  - Non-associated flow ( $\varphi \neq \psi$ )
  
- The model does not account for
  - Volume hardening
  - Shear hardening
  - Different response in primary loading and elastic unloading/reloading
  - Time effects (creep)
  
- Note:** Simple model
  - Only a few (5) parameters are required
  - May be applied for initial studies

## **Chọn các thông số trong mô hình Mohr-Coulomb**

## Mohr-Coulomb: Choice of Parameters

□ The following parameters must be provided:

- $E$  : Young's modulus [kN/m<sup>2</sup>]
- $\nu$  : Poisson's ratio [-]
- $\varphi$  : Friction angle [°]
- $c$  : Cohesion [kN/m<sup>2</sup>]
- $\psi$  : Dilatancy angle [°]

□ Tensile strength is required for tension cut-off

- The default value in PLAXIS is  $\sigma_t = 0$  kPa

Mô hình Mohr-Coulomb là mô hình nổi tiếng thường dùng để tính toán gần đúng các ứng xử ở giai đoạn đầu của đất.

Các thông số đầu vào của mô hình Mohr-Coulomb như sau:

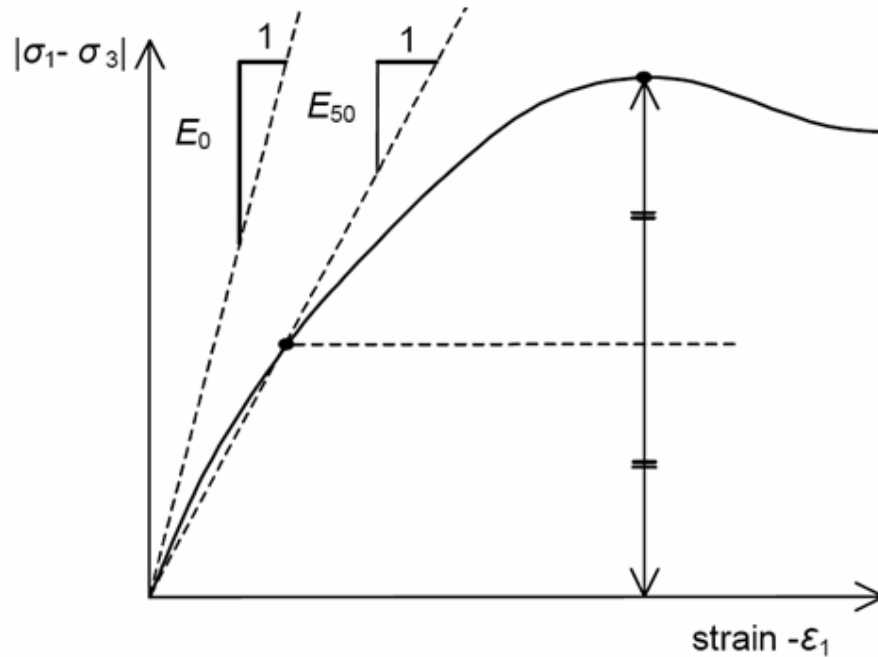
$E$	Modun đàn hồi của vật liệu (KN/m <sup>2</sup> )
$\nu$	Hệ số Poisson
$\varphi$	Góc ma sát trong (độ)
$C$	Cường độ kháng cắt của vật liệu (KN/m <sup>2</sup> )
$\psi$	Góc giãn nở của vật liệu (độ)



## Mohr-Coulomb: Choice of Parameters

### □ Young's modulus, or ... ?

- Primary loading:  $E_{50}$  instead of  $E_0$  in the simple model
- Un-/reloading:  $E_{ur}$  (e.g. for tunnels/excavations)



## Mohr-Coulomb: Choice of Parameters

### □ Poisson's ratio

- Related to the at-rest earth pressure coefficient
- One-dimensional compression:

$$K_0 = \sigma_h / \sigma_v = \nu / (1-\nu)$$

- Primary loading:  $\nu \approx 0.30 \sim 0.40$
- Unloading/reloading:  $\nu \approx 0.15 \sim 0.25$
- Saturated, undrained:  $\nu \approx 0.49 \sim 0.50$
- **Note:**  $\nu = 0.50 \Rightarrow$  singular stiffness matrix—why?

## Mohr-Coulomb: Choice of Parameters

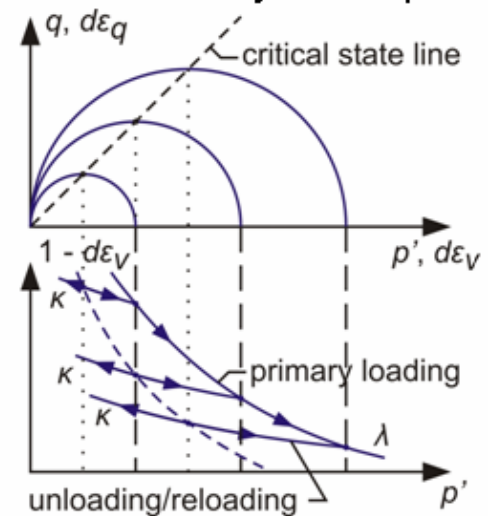
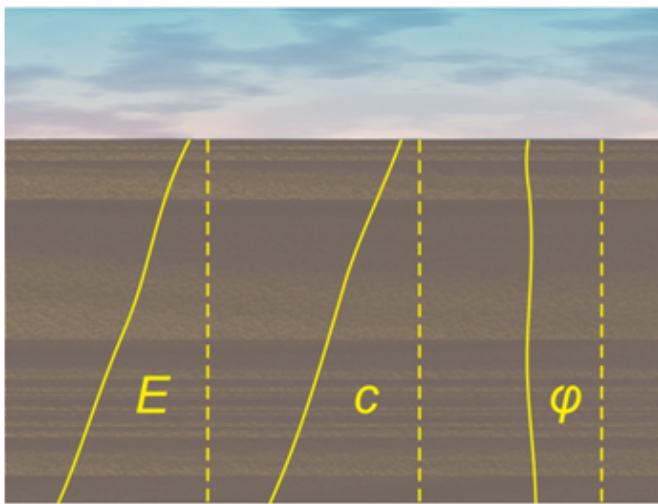
### □ Problem with the analysis of cohesion-less soil

- PLAXIS may be unstable for  $c = 0$
- Chose, for example,  $c = 0.2$ , even if  $c = 0$
- **Note:** A little cohesion may lead to a great change in the load-bearing capacity and the failure mode

## Mohr-Coulomb: Choice of Parameters

### □ Increasing stiffness and cohesion with depth

- Cam Clay model:
  - Bulk modulus increases with effective pressure (logarithmic)
  - Ultimate undrained shear strength increases with pressure
- PLAXIS Mohr-Coulomb:
  - Young's modulus and cohesion increase linearly with depth



## Mohr-Coulomb: Choice of Parameters

### □ Increasing stiffness and cohesion with depth

**Advanced parameters Mohr-Coulomb**

**Stiffness**  
 $E_{\text{increment}}$  : 650.000 kN/m<sup>2</sup>/m  
 $y_{\text{ref}}$  : 1.000 m

**Strength**  
 $C_{\text{increment}}$  : 2.000 kN/m<sup>2</sup>/m  
 $y_{\text{ref}}$  : 1.000 m  
 Tension cut off  
 Tensile strength : 0.000 kN/m<sup>2</sup>

**Undrained behaviour**  
 Standard settings  
 Manual settings  
 Skempton-B : 0.970  
 $\nu_u$  : 0.495  
 $K_{w,\text{ref}}/n$  : 7.160E+04 kN/m<sup>2</sup>

**Consolidation**  
 $C_{v,\text{ref}}$  : N/A m<sup>2</sup>/day  

$$C_{v,\text{ref}} = \frac{k_y \cdot E_{\text{oed}}}{\gamma_w}$$

OK Cancel Default Help

$E_{\text{increment}}$	Số gia môđun đàn hồi theo chiều sâu (KN/m <sup>3</sup> )
$y_{\text{ref}}$	Độ sâu bắt đầu xuất hiện lớp vật liệu (m)
$C_{\text{increment}}$	Số gia cường độ kháng cắt của vật liệu theo chiều sâu (KN/m <sup>2</sup> )

## **Mohr-Coulomb: Choice of Parameters**

- Angles of friction and dilatation
  - Computation time increases exponentially with  $\varphi$
  - By default, in PLAXIS  $\psi = \varphi - 30^\circ$
  - However,  $\psi = 0^\circ$  for  $\varphi < 30^\circ$
  
- Note: Angles are given in degrees [ ° ]

## MÔ HÌNH HARDENING (HS)

### Material Models: Hardening Soil (HS)

□ The model accounts for

- Stress dependent stiffness (power rule)
- Plastic strain due to shear ( $E_{50}^{ref}$ )
- Plastic strain due to compaction ( $E_{oed}^{ref}$ )
- Elastic unloading/reloading ( $E_{ur}^{ref}$ ,  $\nu_{ur}$ )
- Shear failure according to Mohr-Coulomb

*Chọn các thông số trong mô hình Hardening-Soil*

## Hardening-Soil: Stress Dependent Stiffness

□ Oedometer stiffness:

$$E_{oed} = E_{oed}^{ref} \left( \sigma / p^{ref} \right)^m$$

Hard soil:  $m = 0.5$   
 Soft soil:  $m = 1.0$

- Likewise for unloading/reloading ( $ur$ )
- Superscript  $ref$  denotes “reference value”

**Soft soil ( $m = 1$ )**

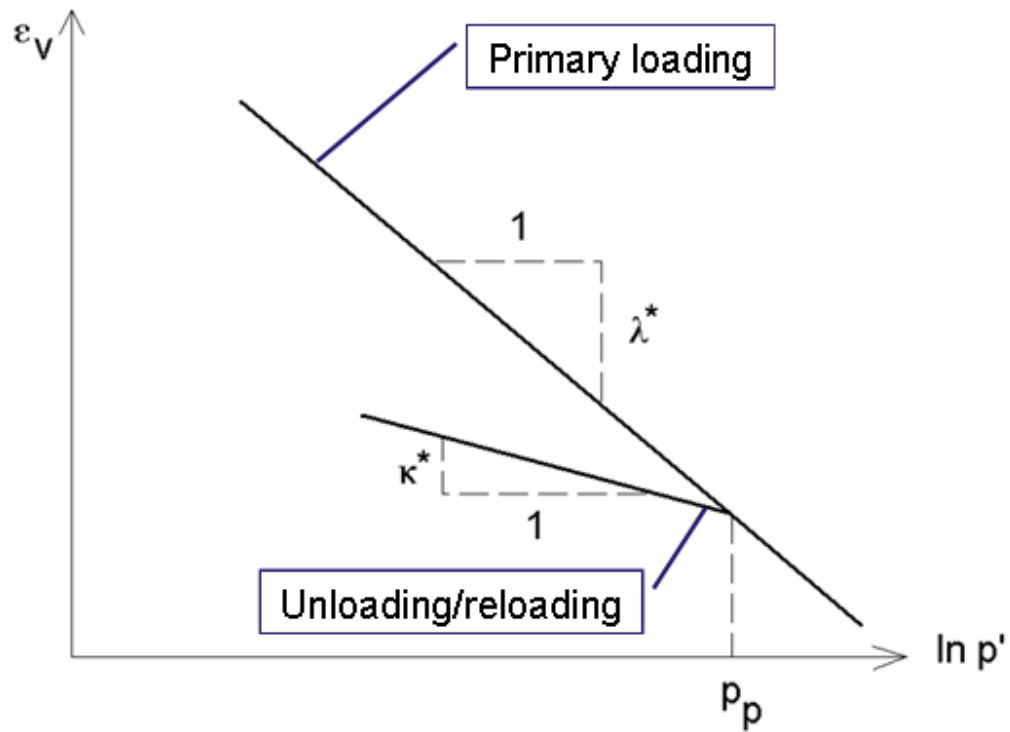
$$E_{oed}^{ref} = \frac{p^{ref}}{\lambda^*}$$

$$E_{ur}^{ref} = \frac{3p^{ref}(1 - 2\nu_{ur})}{\kappa^*}$$

$\lambda^* = \frac{\lambda}{(1 + e_0)}$  (Mod. compression index)  
 $\kappa^* = \frac{\kappa}{(1 + e_0)}$  (Modified swelling index)

## Hardening-Soil: Stress Dependent Stiffness

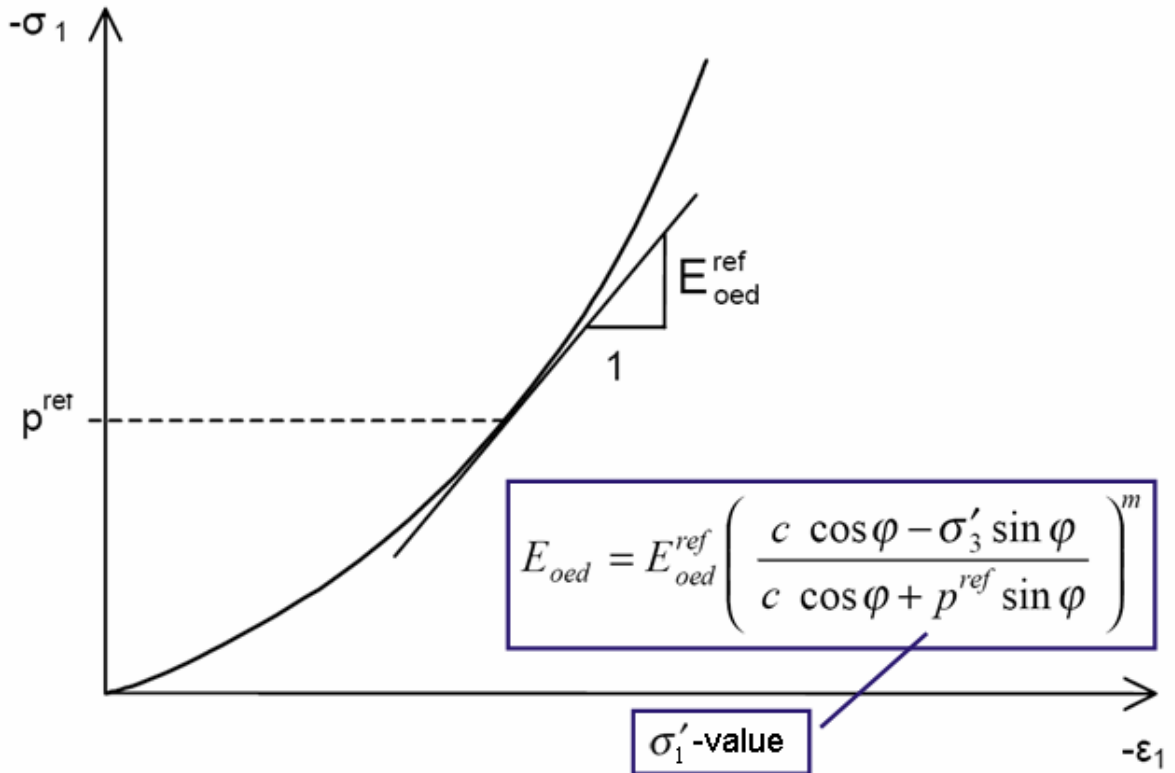
### □ Visualisation of Cam Clay parameters





## Hardening-Soil: Stress Dependent Stiffness

□ Oedometer loading modulus



## Hardening-Soil: Stress–Strain Curve

□ Result of a standard drained triaxial test:

- $$\bullet -\varepsilon_1 = \frac{1}{2E_{50}} \frac{q}{1 - q / q_a} \quad q < q_f$$

Note: Sign
- $$\bullet E_{50} = E_{50}^{ref} \left( \frac{c \cos \varphi - \sigma'_3 \sin \varphi}{c \cos \varphi + p^{ref} \sin \varphi} \right)^m$$

$p^{ref} = 100$

$\sigma'_3$ -value
- $$\bullet q_f = (c \cot \varphi - \sigma'_3) \frac{2 \sin \varphi}{1 - \sin \varphi}$$

$q_a = \frac{q_f}{R_f}$

0.9
- $$\bullet E_{ur} = E_{ur}^{ref} \left( \frac{c \cos \varphi - \sigma'_3 \sin \varphi}{c \cos \varphi + p^{ref} \sin \varphi} \right)^m$$

$E_{ur}^{ref} = 3 E_{50}^{ref}$

p , q : ứng suất hiệu trung bình và ứng suất lệch

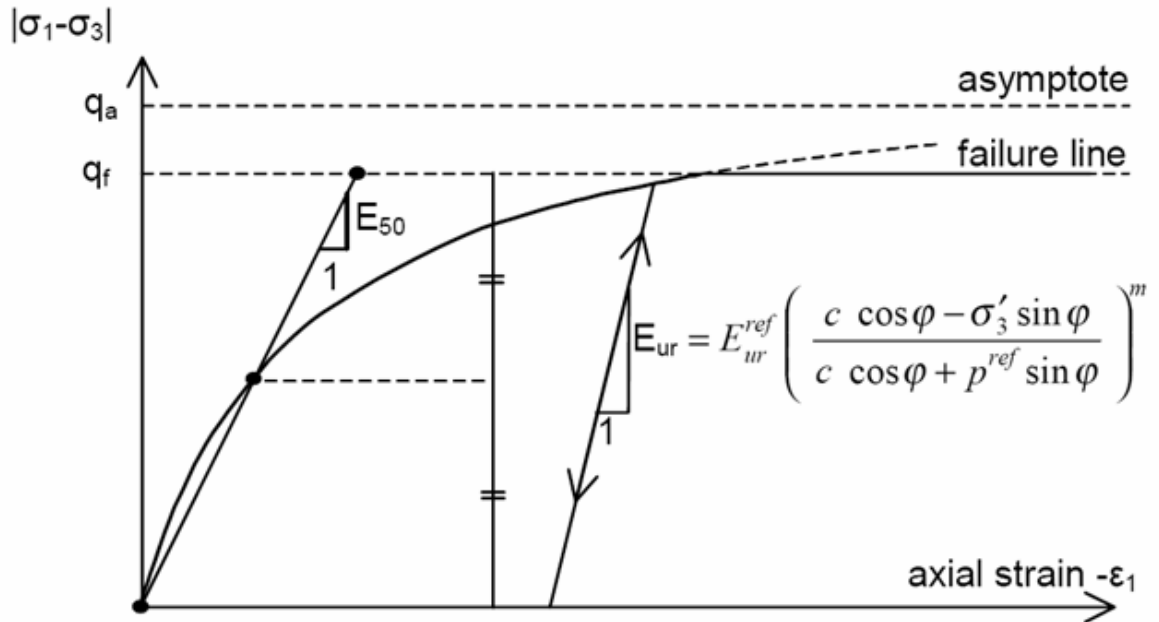
$$q = \sigma_1 - \sigma_3$$

## Hardening-Soil: Stress–Strain Curve

□ Hyperbolic behaviour → perfect plasticity

- Stress–strain curve

deviatoric stress



## Hardening-Soil: Stress–Strain Curve

- Assumed yield surface (triaxial state of stress)

$$f = \bar{f} - \gamma^p$$

$$\bar{f} = \frac{1}{E_{50}} \frac{q}{1 - q/q_a} - \frac{2q}{E_{ur}}$$

$$\gamma^p = -(2\varepsilon_1^p - \varepsilon_v^p) \approx -2\varepsilon_1^p$$

Hardening      ≈ 0

- Note:** It does not make any sense to have a model in which hardening depends on stresses—why not?

- In primary loading,  $f = 0$ , i.e.

$$-\varepsilon_1^p \approx \frac{1}{2} \bar{f} = \frac{1}{2E_{50}} \frac{q}{1 - q/q_a} - \frac{q}{E_{ur}}$$

## Hardening-Soil: Stress–Strain Curve

□ Plastic strain due to primary loading:

$$-\varepsilon_1^p \approx \frac{1}{2} \overline{f} = \frac{1}{2E_{50}} \frac{q}{1 - q/q_a} - \frac{q}{E_{ur}}$$

□ Elastic strain due to primary loading and unloading/reloading:

$$-\varepsilon_1^e = \frac{q}{E_{ur}} \quad -\varepsilon_2^e = -\varepsilon_3^e = -\nu_{ur} \frac{q}{E_{ur}} \quad \boxed{\approx 0.2}$$

□ Total strain:

$$-\varepsilon_1 = -\varepsilon_1^e - \varepsilon_1^p \approx \frac{1}{2E_{50}} \frac{q}{1 - q/q_a} \approx \text{hyperbolsk} \quad \boxed{\varepsilon_v^p \approx 0}$$

p, q : ứng suất hiệu trung bình và ứng suất lệch

$$q = \sigma_1 - \sigma_3$$

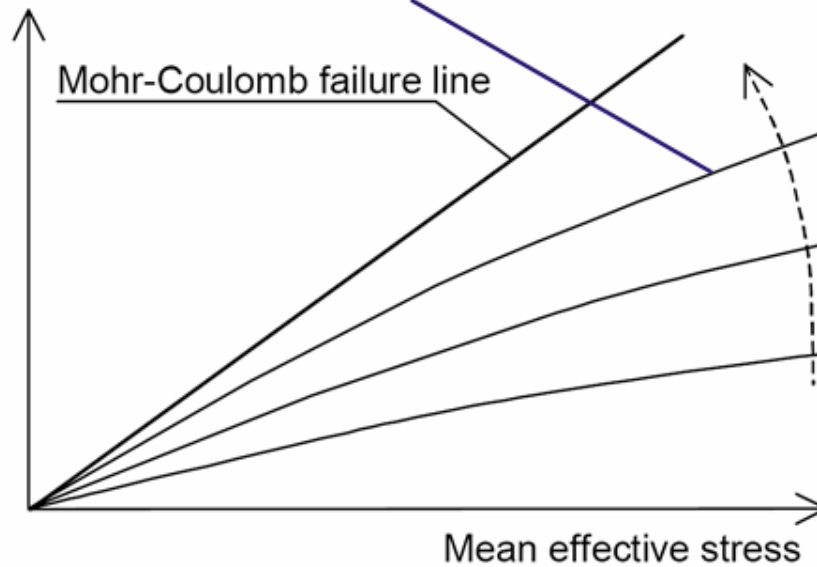
## Hardening-Soil: Stress–Strain Curve

□ Hyperbolic behaviour → perfect plasticity

- $(p, q)$  diagram

deviatoric stress

$|\sigma_1 - \sigma_3|$



## Hardening-Soil: Plastic Volume Strain

□ Assumed flow rule (potential):

$$\dot{\epsilon}_v^p = \sin \psi_m \dot{\gamma}^p$$

- Mobilised angles of dilatation and friction:

$$\sin \psi_m = \frac{\sin \varphi_m - \sin \varphi_{cv}}{1 - \sin \varphi_m \sin \varphi_{cv}} \quad \sin \varphi_m = \frac{\sigma'_1 - \sigma'_3}{\sigma'_1 + \sigma'_3 - 2c \cot \varphi}$$

□ Resulting behaviour:

- Small stresses ( $\varphi_m < \varphi_{cv}$ ) → compaction
- Large stresses ( $\varphi_m > \varphi_{cv}$ ) → dilatation

□ Critical state ( $\varphi = \varphi_m$ ):

$$\sin \psi = \frac{\sin \varphi - \sin \varphi_{cv}}{1 - \sin \varphi \sin \varphi_{cv}} \Rightarrow \sin \varphi_{cv} = \frac{\sin \varphi - \sin \psi}{1 - \sin \varphi \sin \psi}$$

## Hardening-Soil: Parameters & Yield Surface

### Strength parameters in Mohr-Coulomb

$c$	: (Effective) cohesion	[kN/m <sup>2</sup> ]
$\varphi$	: (Effective) angle of internal friction	[°]
$\psi$	: Angle of dilatancy	[°]

### Stiffness parameters

$E_{50}^{ref}$	: Secant stiffness in standard drained triaxial test	[kN/m <sup>2</sup> ]
$E_{oed}^{ref}$	: Tangent stiffness for primary oedometer loading	[kN/m <sup>2</sup> ]
$m$	: Power for stress-level dependency of stiffness	[-]

$E_{50}^{ref}$	Độ cứng thứ cấp trong thí nghiệm 3 trục có thoát nước (kN/m <sup>2</sup> )
$E_{oed}^{ref}$	Độ cứng trong thí nghiệm 1 trục (kN/m <sup>2</sup> )
$m$	Hệ số đất mềm = 1 , cứng = 0.5



## Hardening-Soil: Parameters & Yield Surface

### Input in PLAXIS

The screenshot shows the 'Hardening soil model - Soil' dialog box in PLAXIS 8.2. The 'Parameters' tab is selected, and the 'Stiffness' and 'Strength' sections are visible. The 'Stiffness' section includes parameters for  $E_{50}^{ref}$ ,  $E_{oed}^{ref}$ ,  $E_{ur}^{ref}$ , and power (m). The 'Strength' section includes parameters for  $c_{ref}$ ,  $\varphi$  (phi), and  $\psi$  (psi). The 'Advanced...' button is located at the bottom right of the dialog box.

Parameter	Value	Unit
$E_{50}^{ref}$	2.500E+04	kN/m <sup>2</sup>
$E_{oed}^{ref}$	2.000E+04	kN/m <sup>2</sup>
$E_{ur}^{ref}$	7.500E+04	kN/m <sup>2</sup>
power (m)	0.500	
$c_{ref}$	1.000	kN/m <sup>2</sup>
$\varphi$ (phi)	35.000	°
$\psi$ (psi)	5.000	°

## Hardening-Soil: Parameters & Yield Surface

### □ Advanced settings

$E_{ur}^{ref}$	: Unloading / reloading stiffness (default $E_{ur}^{ref} = 3 E_{50}^{ref}$ )	[kN/m <sup>2</sup> ]
$\nu_{ur}$	: Poisson's ratio for unloading-reloading (default $\nu_{ur} = 0.2$ )	[-]
$p^{ref}$	: Reference stress for stiffnesses (default $p^{ref} = 100$ stress units)	[kN/m <sup>2</sup> ]
$K_0^{nc}$	: $K_0$ -value for normal consolidation (default $K_0^{nc} = 1 - \sin\phi$ )	[-]
$R_f$	: Failure ratio $q_f / q_a$ (default $R_f = 0.9$ ) (see Figure 5.1)	[-]
$\sigma_{tension}$	: Tensile strength (default $\sigma_{tension} = 0$ stress units)	[kN/m <sup>2</sup> ]
$c_{increment}$	: As in Mohr-Coulomb model (default $c_{increment} = 0$ )	[kN/m <sup>3</sup> ]

□ Note: It is suggested to use the standard values

$E_{ur}^{ref}$	Độ cứng khi gia tải/ dỡ tải (kN/m <sup>2</sup> )
$\nu_{ur}$	Hệ số poisson khi gia tải/dỡ tải, mặc định = 0.2
$K_0^{NC}$	$K_0$ ở điều kiện cố kết bình thường (kN/m <sup>2</sup> )
$p^{ref}$	Ứng suất tham chiếu của độ cứng (kN/m <sup>2</sup> ) = 100
$R_f$	Hệ số phá hoại = $q_f/q_a$ , mặc định = 0.9
$\sigma_{tension}$	Cường độ chịu kéo (kN/m <sup>2</sup> ), mặc định = 0
$c_{increment}$	Số gia cường độ kháng cắt của vật liệu theo chiều sâu (kN/m <sup>2</sup> ), mặc định = 0

## Hardening-Soil: Parameters & Yield Surface

**Advanced parameters Hardening Soil**

**Stiffness**

$\nu_{ur}$  (nu) : 0.200

$p^{ref}$  : 100.000 kN/m<sup>2</sup>

$K_0^{nc}$  : 0.426

**Strength**

$c_{increment}$  : 0.000 kN/m<sup>3</sup>

$\gamma_{ref}$  : 0.000 m

$R_f$  : 0.900

Tension cut off

Tensile strength : 0.000 kN/m<sup>2</sup>

**Undrained behaviour**

Standard settings

Manual settings

Skempton-B 0.993

$\nu_u$  0.495

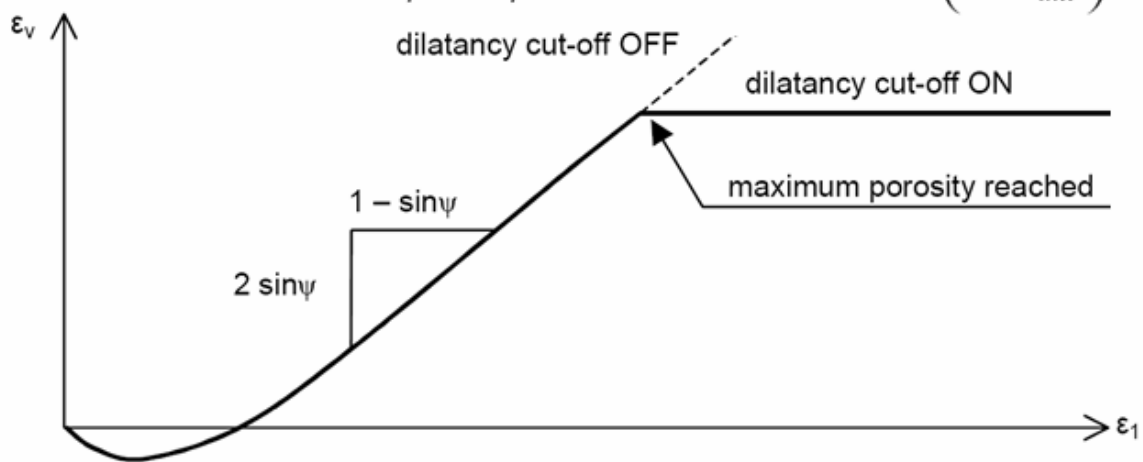
$K_w^{ref}/n$  0.000 kN/m<sup>2</sup>

OK Cancel Default

## Hardening-Soil: Parameters & Yield Surface

□ Dilatation cut-off at maximum void ratio

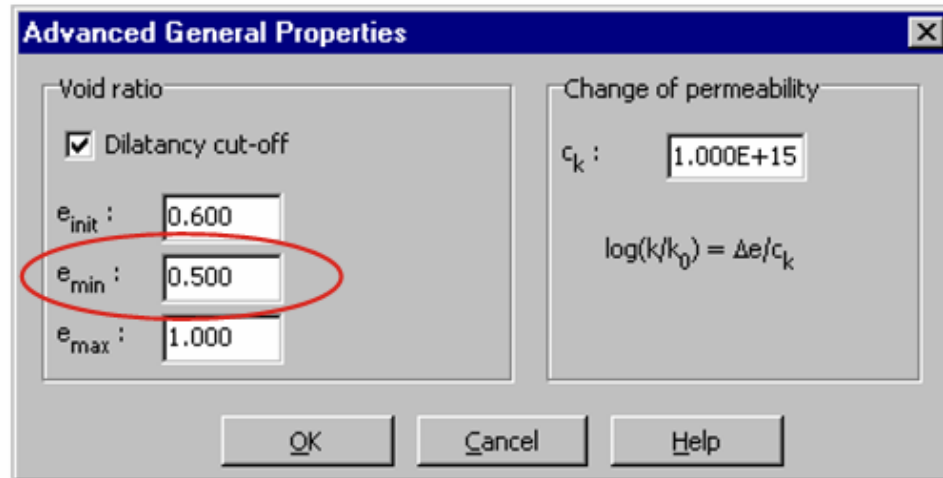
- For  $e < e_{max}$ :  $\sin \psi_{mob} = \frac{\sin \varphi_{mob} - \sin \varphi_{cv}}{1 - \sin \varphi_{mob} \sin \varphi_{cv}}$
- For  $e \geq e_{max}$ :  $\psi_{mob} = 0$
- $\sin \varphi_{cv} = \frac{\sin \varphi - \sin \psi}{1 - \sin \varphi \sin \psi}$  ;  $-(\varepsilon_v - \varepsilon_v^{init}) = \ln \left( \frac{1+e}{1+e_{init}} \right)$



## Hardening-Soil: Parameters & Yield Surface

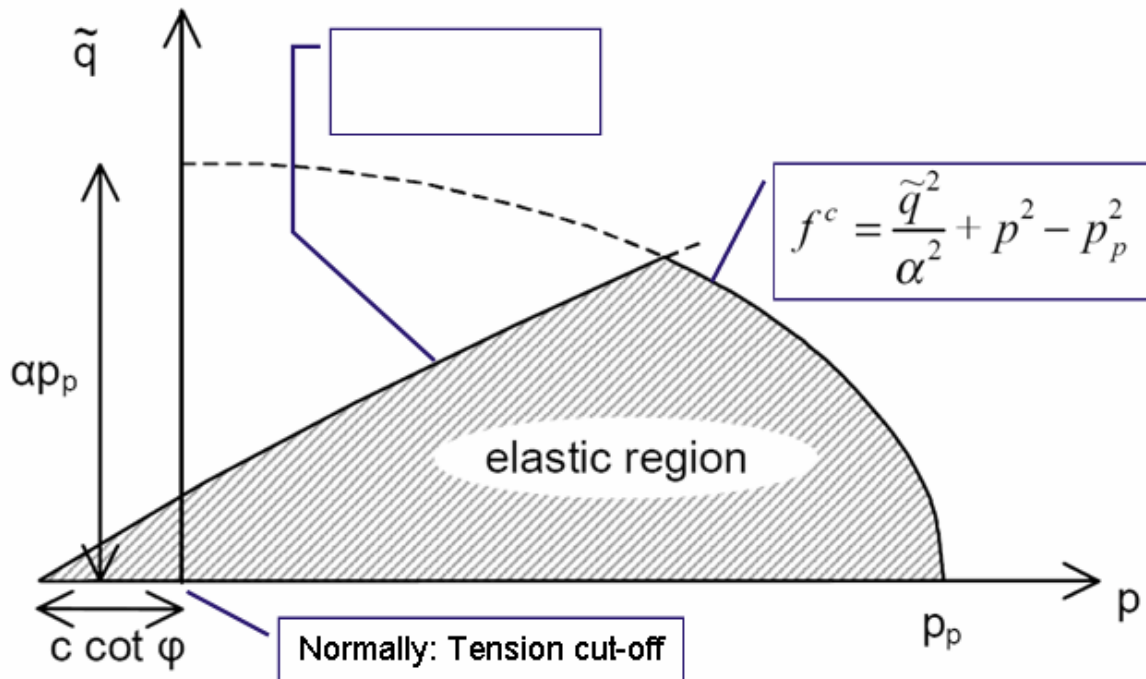
### □ Input in PLAXIS

- $e_{min}$  is not used in the Hardening-Soil model!



## Hardening-Soil: Parameters & Yield Surface

□ Yield surface in Cambridge ( $p, q$ ) diagram



$p, q$  : ứng suất hiệu trung bình và ứng suất lệch

$$q = \sigma_1 - \sigma_3$$

## Hardening-Soil: Parameters & Yield Surface

□ Yield surface for “cap” (ellipsis):  $f^c = \frac{\tilde{q}^2}{\alpha^2} + p^2 - p_p^2$

□ Hardening rule:  $\varepsilon_v^{pc} = \frac{\beta}{1-m} \left( \frac{p_p}{p^{ref}} \right)^{1-m}$

□ Parameters for the “cap”:

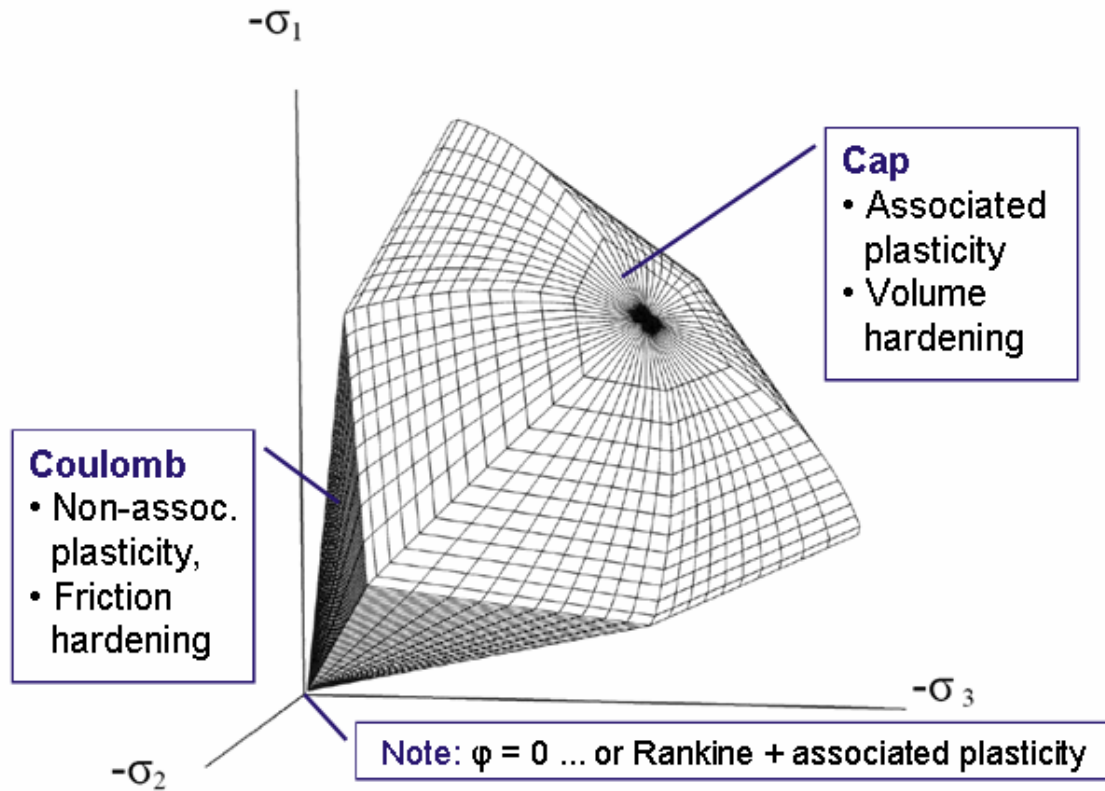
- $\alpha \leftrightarrow K_0^{nc}$  (default:  $K_0^{nc} = 1 - \sin \varphi$  )
- $\beta \leftrightarrow E_{oed}^{ref}$  (default:  $E_{oed}^{ref} = E_{50}^{ref}$  )

□ Plastic strain increment

$$\underline{\dot{\varepsilon}}^{pc} = \lambda \frac{\partial f^c}{\partial \underline{\sigma}} \quad \lambda = \frac{\beta}{2p} \left( \frac{p_p}{p^{ref}} \right)^m \frac{\dot{p}_p}{p^{ref}}$$

## Hardening-Soil: Parameters & Yield Surface

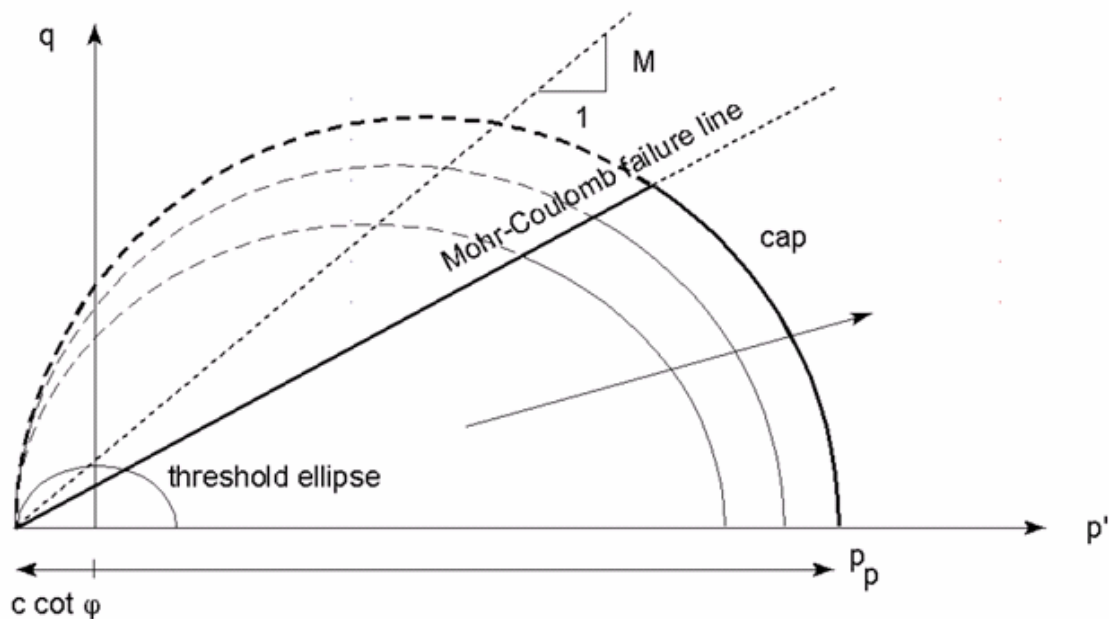
□ Yield surface in principal stress space





## Material Models: Soft-Soil-Creep (SSC)

- Model for soft soil (e.g. normally cons. clay)
  - Modified<sup>2</sup> Cam Clay (volume hardening)
  - Mohr-Coulomb (no shear hardening)

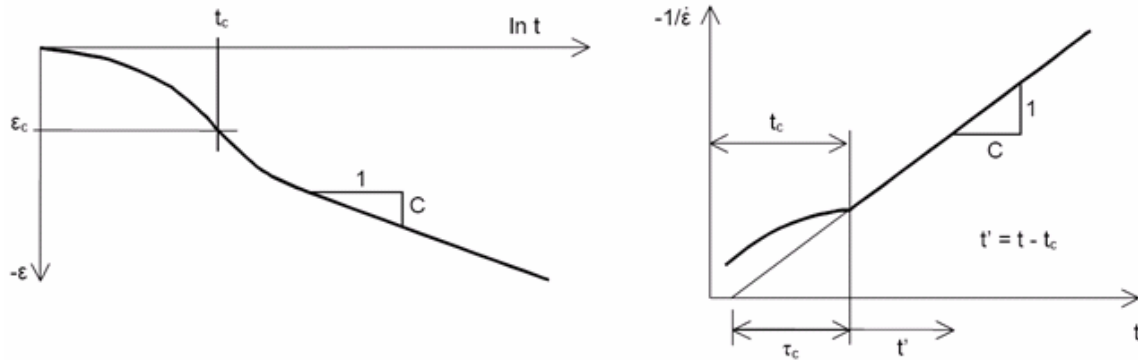


*Biểu đồ của  $p'$  dạng ellipse trong mặt phẳng  $p$ - $q$*

## Material Models: Soft-Soil-Creep (SSC)

□ The model accounts for

- Stress dependent stiffness (logarithmic)
- Different response in primary loading ( $E_{50}$ ) and elastic unloading/reloading ( $E_{ur}$ )
- Memory of pre-consolidation
- Shear failure according to Mohr-Coulomb
- Secondary time dependent compaction (creep)



*Cố kết và tác động từ biến trong tiêu chuẩn thí nghiệm nén không nở hông*

$\tau_c$  là một phần đường thẳng với trục thời gian ( non-logarithmic ) của đường thẳng từ biến. Sự lệch từ đường thẳng quan hệ  $t < \tau_c$  là vì cố kết.

Các tham số chủ yếu trong đất mềm- mô hình từ biến

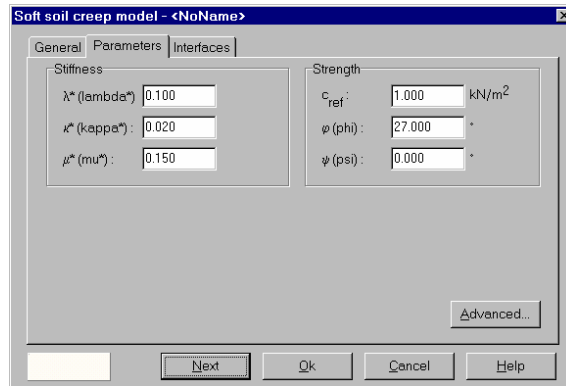
Những tham số điều chỉnh trong mô hình của Mohr-Coulomb

$c$	: Lực dính	[kN/m <sup>2</sup> ]
$\varphi$	: Góc ma sát	[°]
$\psi$	: Góc giãn nở	[°]

Những tham số cơ bản về tính cứng:

$\kappa^*$	: Chỉ số điều chỉnh trương nở	[-]
$\lambda^*$	: Chỉ số nén điều chỉnh	[-]

- $\mu^*$  : Chỉ số từ biến điều chỉnh [-]
- Các tham số phát triển :
- $\nu_{ur}$  : Hệ số Poisson's trong trường hợp dỡ tải (mặc định 0.15)[-]
- $K_0^{NC}$  :  $\sigma'_{xx} / \sigma'_{yy}$  tỉ số cố kết ở tình trạng cố kết thường [-]
- $M$  :  $K_0^{NC}$  - Tham số quan hệ ( xem dưới đây) [-]

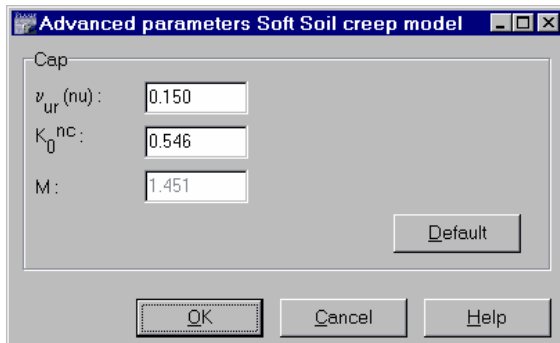


*Figure 1 Parameters tab for the Soft-Soil-Creep model*

M được tính toán theo quan hệ của Brinkgreve , 1994 ) :

$$M = 3 \sqrt{\frac{(1 - K_0^{NC})^2}{(1 + 2 K_0^{NC})^2} + \frac{(1 - K_0^{NC})(1 - 2 \nu_{ur})(\lambda^* / \kappa^* - 1)}{(1 + 2 K_0^{NC})(1 - 2 \nu_{ur})\lambda^* / \kappa^* - (1 - K_0^{NC})(1 + \nu_{ur})}}$$

Không thể tiến hành trực tiếp một giá trị thực tế của M cho nên ta có thể chọn từ giá trị của  $K_0^{NC}$ .



*Figure 2 Advanced parameters for Soft-Soil-Creep model*

**Modified swelling index, modified compression index and modified creep index**  
( **Chỉ số trương nở hiệu chỉnh, chỉ số nén hiệu chỉnh và chỉ số từ biến hiệu chỉnh** )

Table 1a Relationship to Cam-Clay parameters Quan hệ các tham số trong Cam-Clay

$\lambda^* = \frac{\lambda}{1+e}$	$\kappa^* = \frac{\kappa}{1+e}$	- - -
-----------------------------------	---------------------------------	-------

Table 1b Relationship to Dutch engineering practice Quan hệ từ thực tế ở Hà Lan

$\lambda^* = \frac{1}{C_p}$	$\kappa^* \approx \frac{1-v_{ur}}{1+v_{ur}} \frac{3}{C_p}$	$\mu^* \approx \frac{1}{C_s}$
-----------------------------	--	-------------------------------

Table 1c Relationship to internationally normalized parameters Quan hệ các tham số trên thế giới.

$\lambda^* = \frac{C_c}{2.3(1+e)}$	$\kappa^* \approx \frac{3}{2.3} \frac{1-v_{ur}}{1+v_{ur}} \frac{C_r}{1+e}$	$\mu^* = \frac{C_\alpha}{2.3(1+e)}$
------------------------------------	--	-------------------------------------

## Material Models: Soft Soil (SS)

- The model accounts for
  - Stress dependent stiffness (logarithmic)
  - Different response in primary loading ( $E_{50}$ ) and elastic unloading/reloading ( $E_{ur}$ )
  - Memory of pre-consolidation
  - Shear failure according to Mohr-Coulomb
  
- Note: Old version—use HS or SSC instead
  - Does not include shear hardening like HS
  - Does not include time effects like SSC
  - Only for “old” users

Mô hình đất yếu:

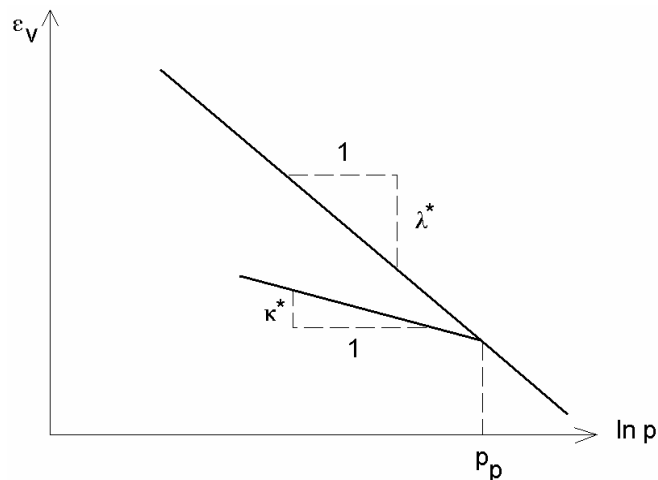


Figure 1 Logarithmic relation between volumetric strain and mean stress  
Hình 1 Quan hệ Logarithmic giữa thể tích biến dạng và ứng suất trung bình

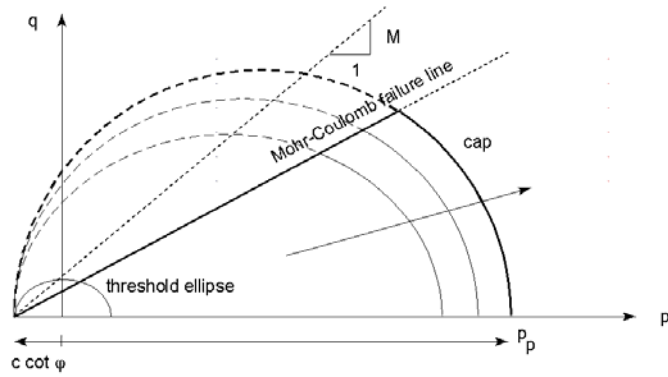


Figure 2 Yield surface of the Soft-Soil model in  $p'$ - $q$ -plane  
 Hình 2 Mặt cong của mô hình đất yếu trong mặt phẳng  $p' - q$

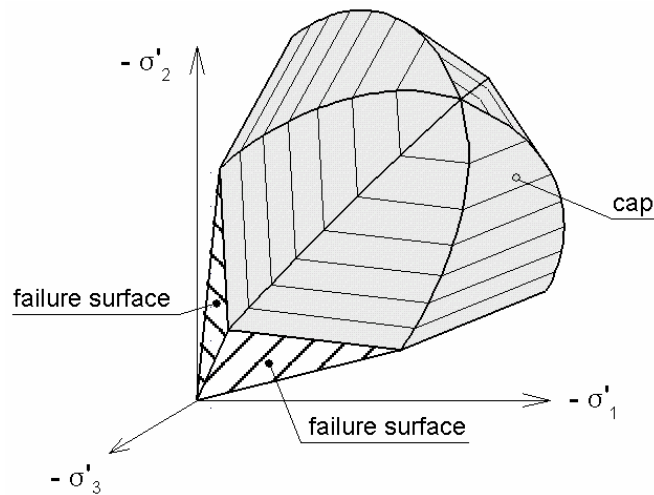


Figure 3 Representation of total yield contour of the Soft-Soil model in principal stress space

Hình 3 Trình bày của tổng các biên đường cong của mô hình đất yếu trong không gian ứng suất chính

**Các tham số của mô hình đất yếu**

Các tham số của mô hình đất yếu trùng với các tham số trong mô hình đất yếu từ biến. Tuy nhiên mô hình đất yếu không thể hiện được tác động của thời gian, chỉ số hiệu chỉnh từ biến  $\mu^*$ . Do vậy, mô hình đất yếu là cần thiết được biểu diễn các hằng số vật liệu.

Các thông số cơ bản :

$\lambda^*$	Chỉ số nén điều chỉnh	[-]
$\kappa^*$	Chỉ số trương nở điều chỉnh	[-]
$c$	Lực dính	[kN/m <sup>2</sup> ]
$\varphi$	Góc ma sát	[°]
$\psi$	Góc giãn nở	[°]

Những tham số phát triển :

$\nu_{ur}$	Hệ số Poisson trong trường hợp không hay gia tải	[-]
$K_0^{NC}$	Hệ số của ứng suất hông trong cốt kết thường	[-]
$M$	$K_0^{NC}$ - tham số	[-]

***Modified swelling index and modified compression index***  
**( Chỉ số trương nở điều chỉnh và chỉ số nén điều chỉnh )**

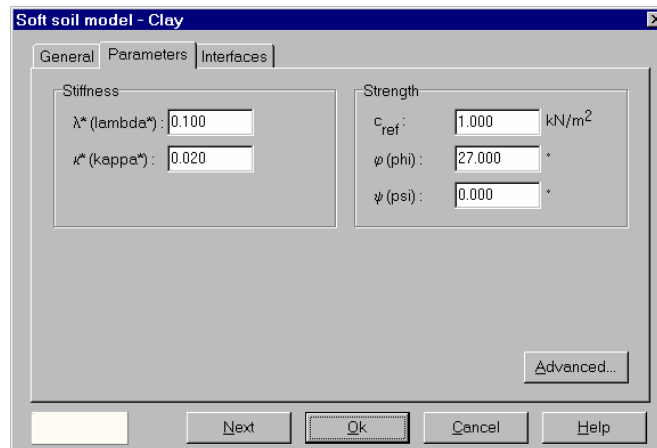


Figure 4 Parameters tab for the Soft-Soil model  
Hình 4 Bảng tham số cho mô hình đất yếu

Table 1a Relationship to Cam-Clay parameters Các tham số quan hệ của Cam-Clay

1. $\lambda^* = \frac{\lambda}{1+e}$	2. $\kappa^* = \frac{\kappa}{1+e}$
--------------------------------------	------------------------------------

Table 1b Relationship to Dutch engineering practice Các tham số quan hệ từ nghiên cứu của Hà Lan

3. $\lambda^* = \frac{I}{C_p'}$	4. $\kappa^* \approx \frac{1-\nu_{ur}}{1+\nu_{ur}} \frac{3}{C_p}$
---------------------------------	---

Table 1c Relationship to internationally normalized parameters Các tham số quan hệ thông thường trên thế giới.

5. $\lambda^* = \frac{C_c}{2.3(1+e)}$	6. $\kappa^* \approx 1.3 \frac{1-\nu_{ur}}{1+\nu_{ur}} \frac{C_s}{1+e}$
---------------------------------------	---



## **CALCULATION**

### **PLAXIS SOFTWARE**

#### **General Concepts – Analysis Types**

PLAXIS allows for different types of finite element calculations. The Calculations program considers only deformation analyses and distinguishes between

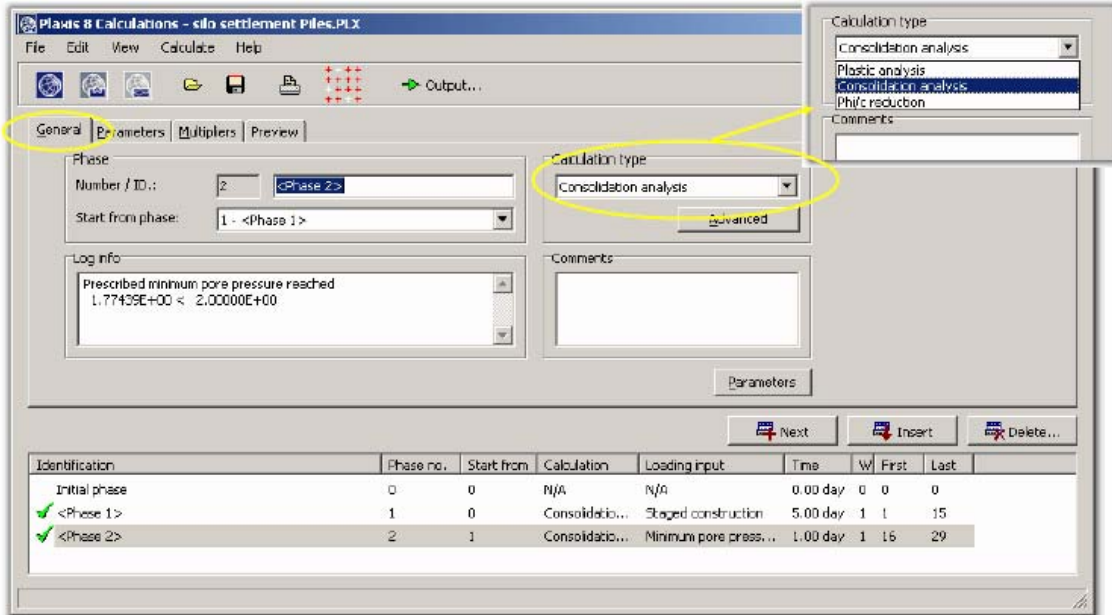
- Plastic Analysis
- Consolidation Analysis
- Phi-c reduction Analysis

These three types of calculations optionally allow for the effects of large displacements being taken into account. This is termed *Updated mesh*, which is available as an advanced option.

- **Bài toán phân tích dẻo**
- **Bài toán cố kết**
- **Bài toán ổn định**
- **Bài toán động lực học**

## PLAXIS SOFTWARE

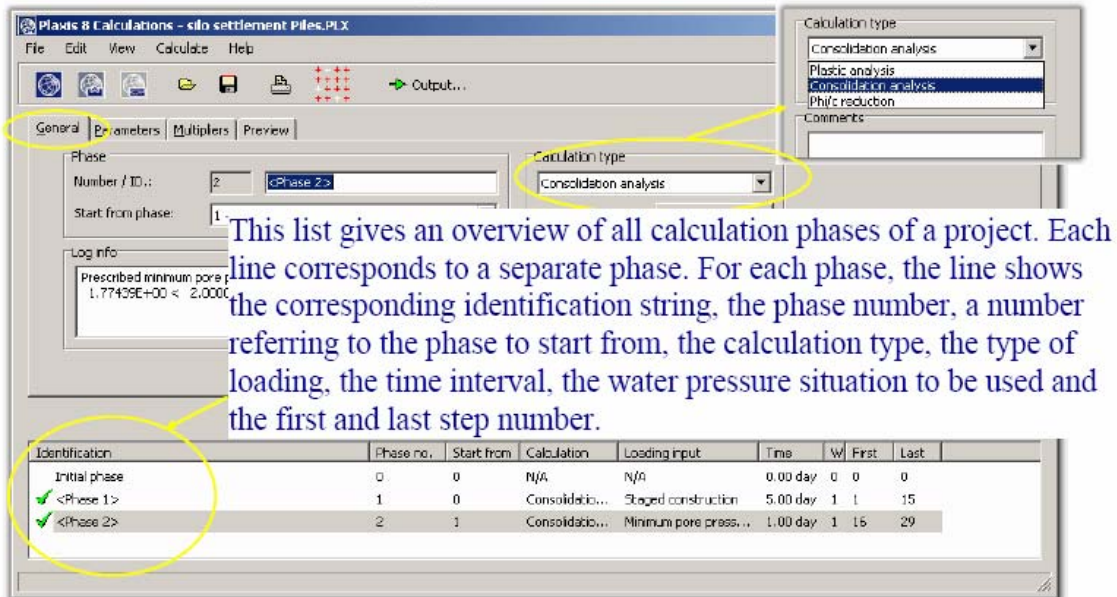
### General Concepts – Calculations Phase



Các phase tính toán

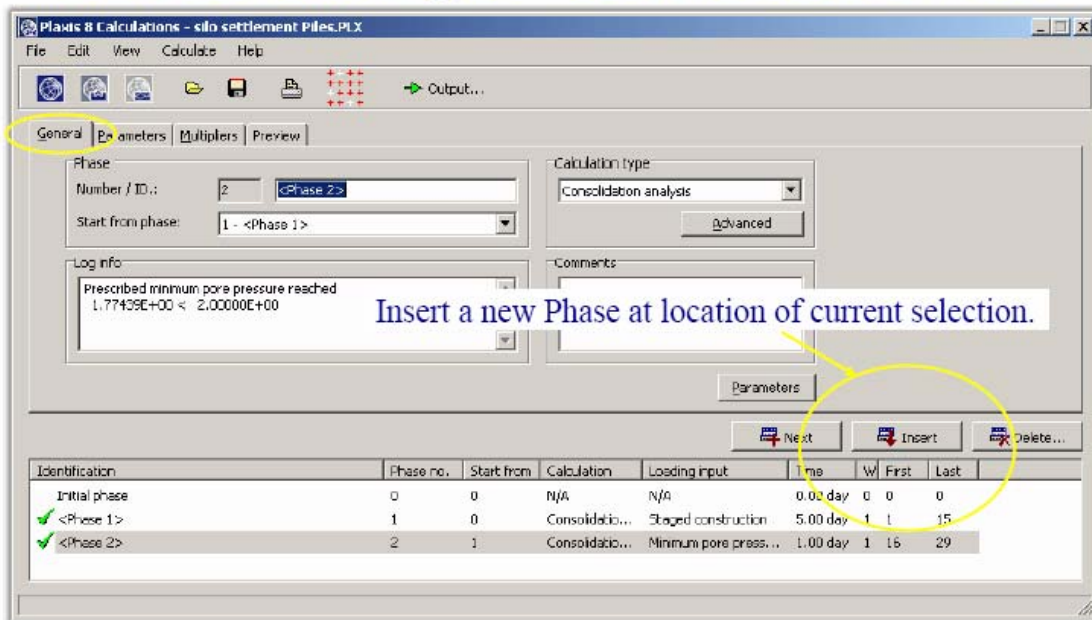
## PLAXIS SOFTWARE

### General Concepts – Calculations Phase



Cách thêm vào 1 phase mới trong quá trình tính toán và xác định dạng phân tích (General).

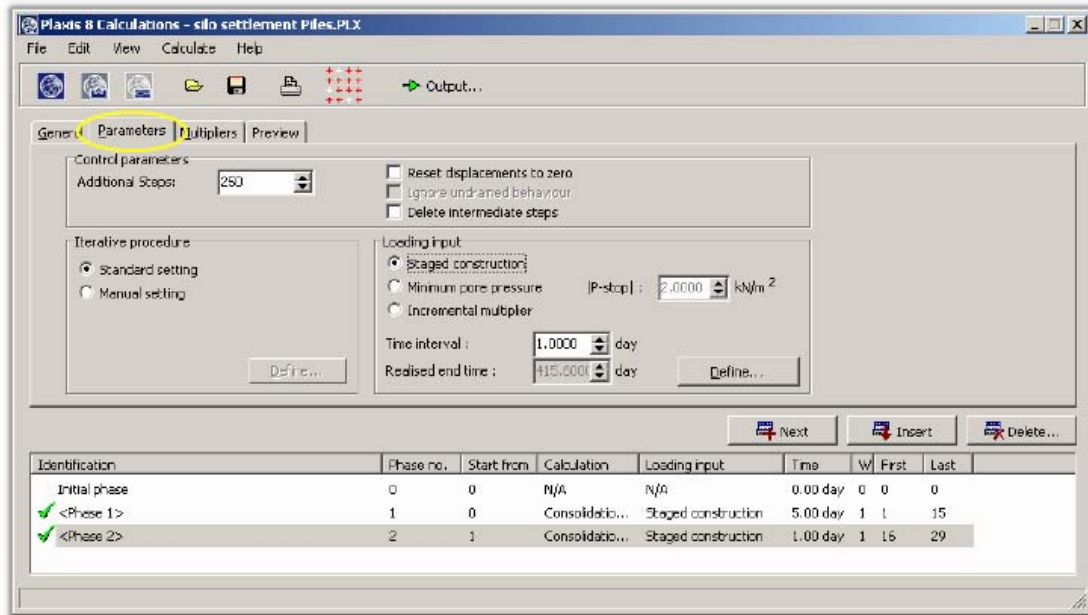
## PLAXIS SOFTWARE General Concepts – Calculations Phase



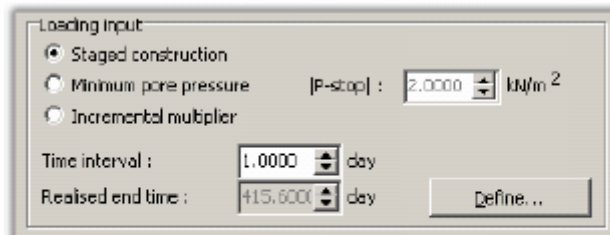
Cách khai báo các tham số của bài toán (Parameters)

## PLAXIS SOFTWARE

### General Concepts – Calculation Control Parameters



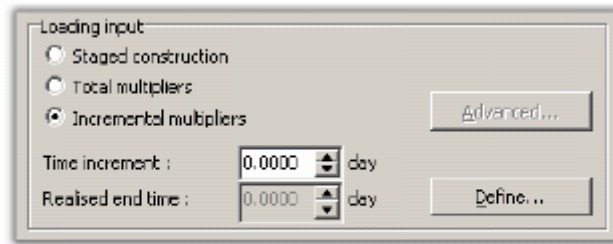
### Reset displacements to zero



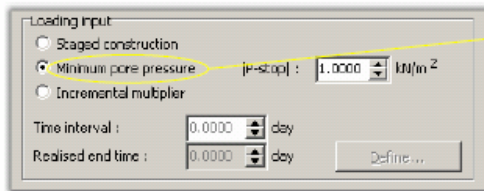
### Staged construction



### Total Multipliers

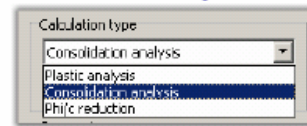


### Incremental Multipliers

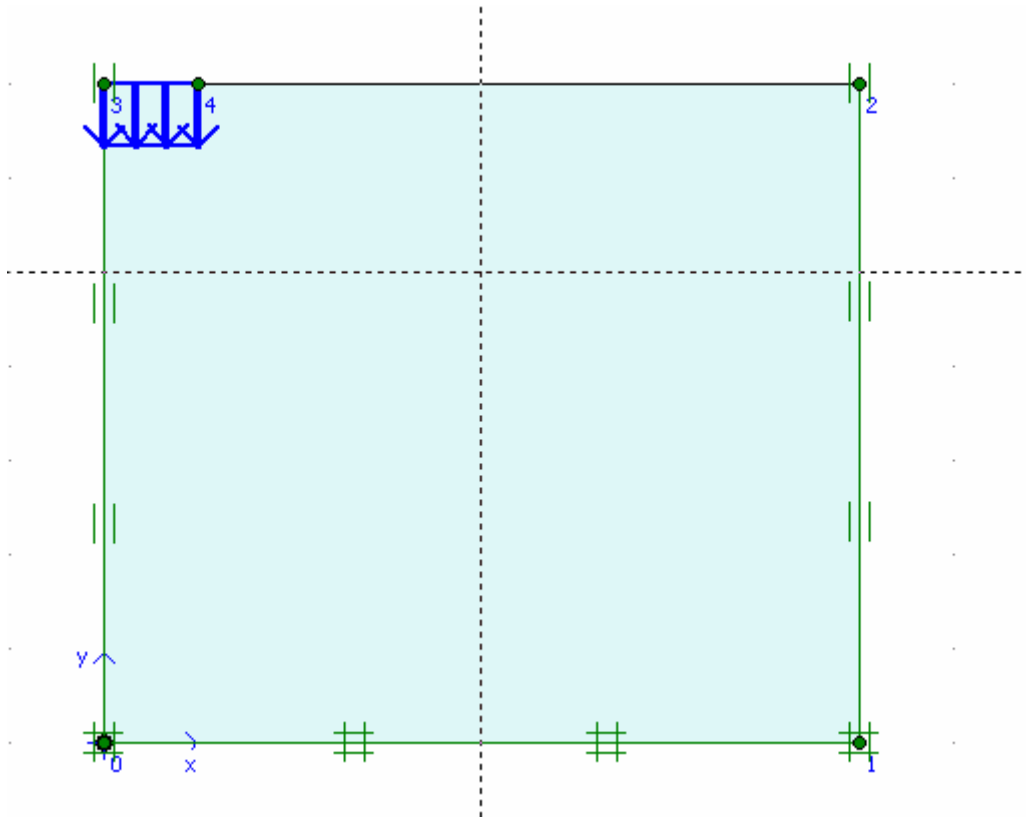


### Minnum Pore Pressure

This radio button will appear when the calculation type is set as "Consolidation Analysis"



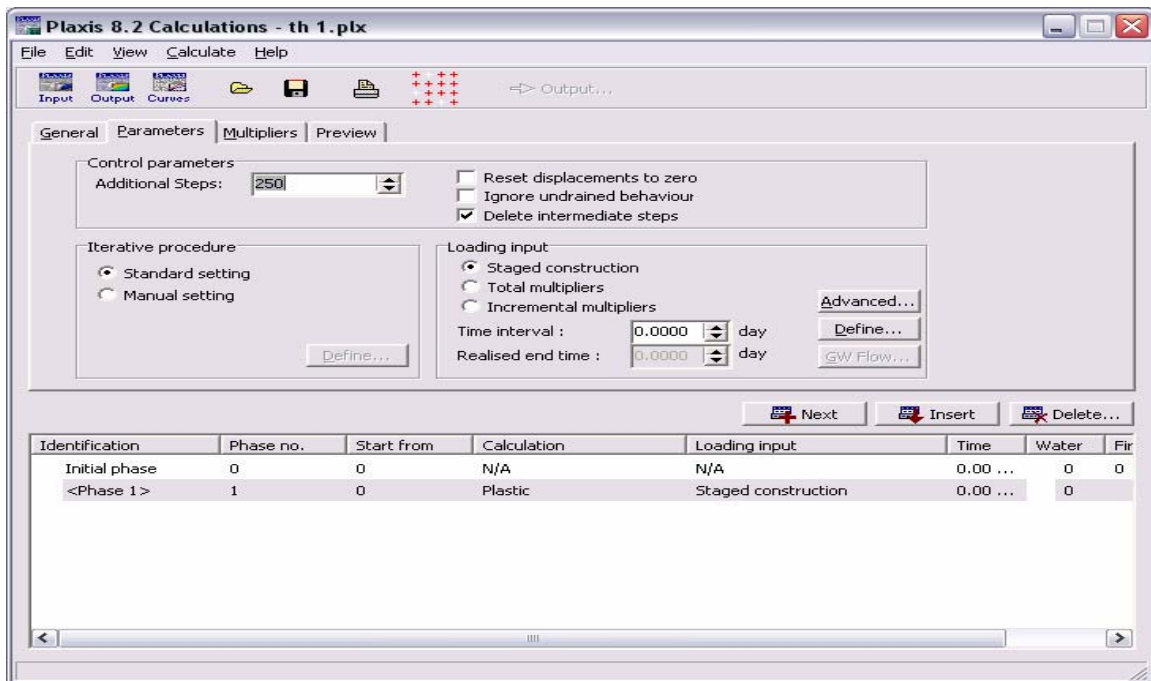
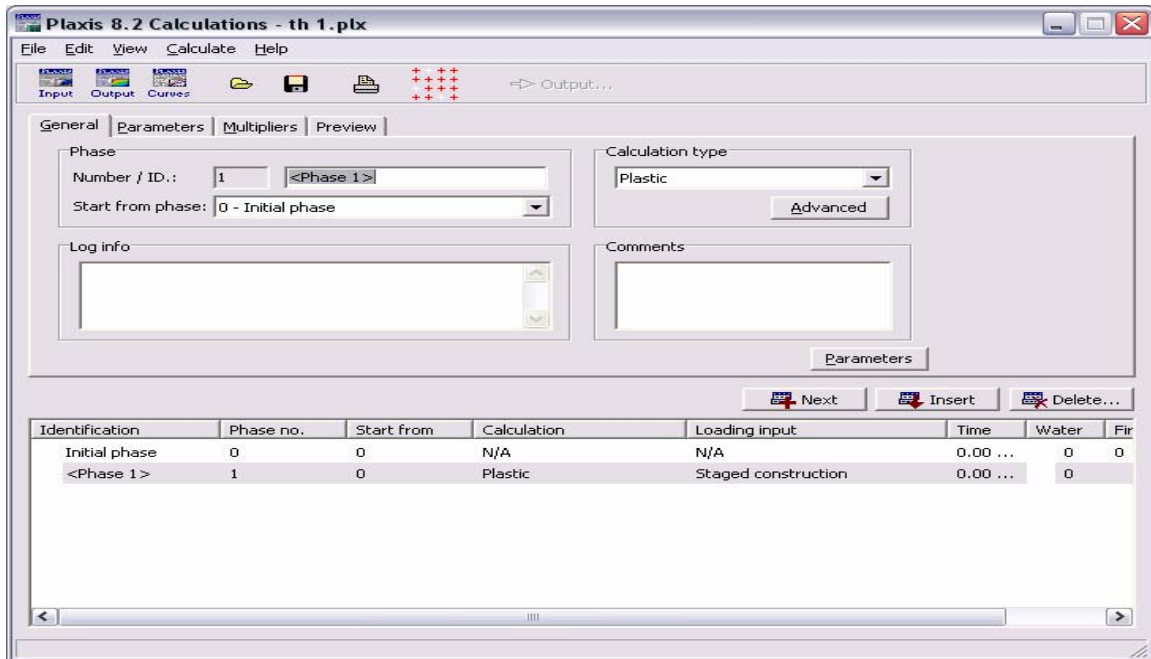
Ví dụ dạng phân tích : Plastic



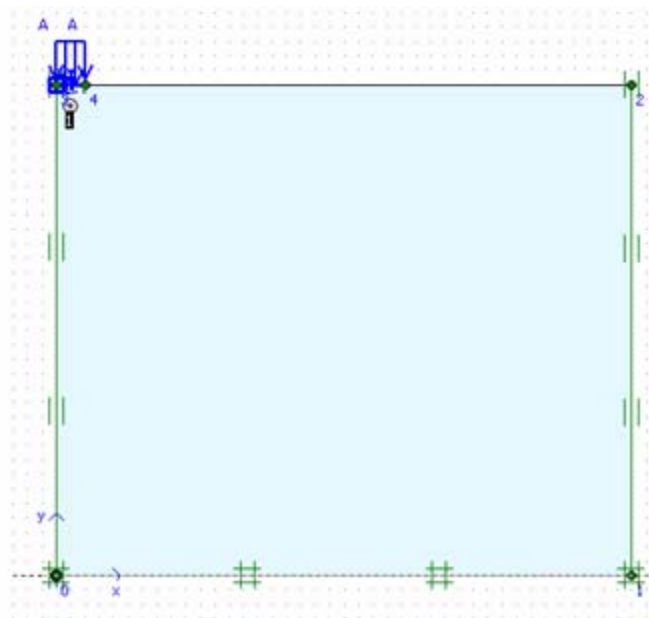
thì màn hình của General và Parameter như sau:



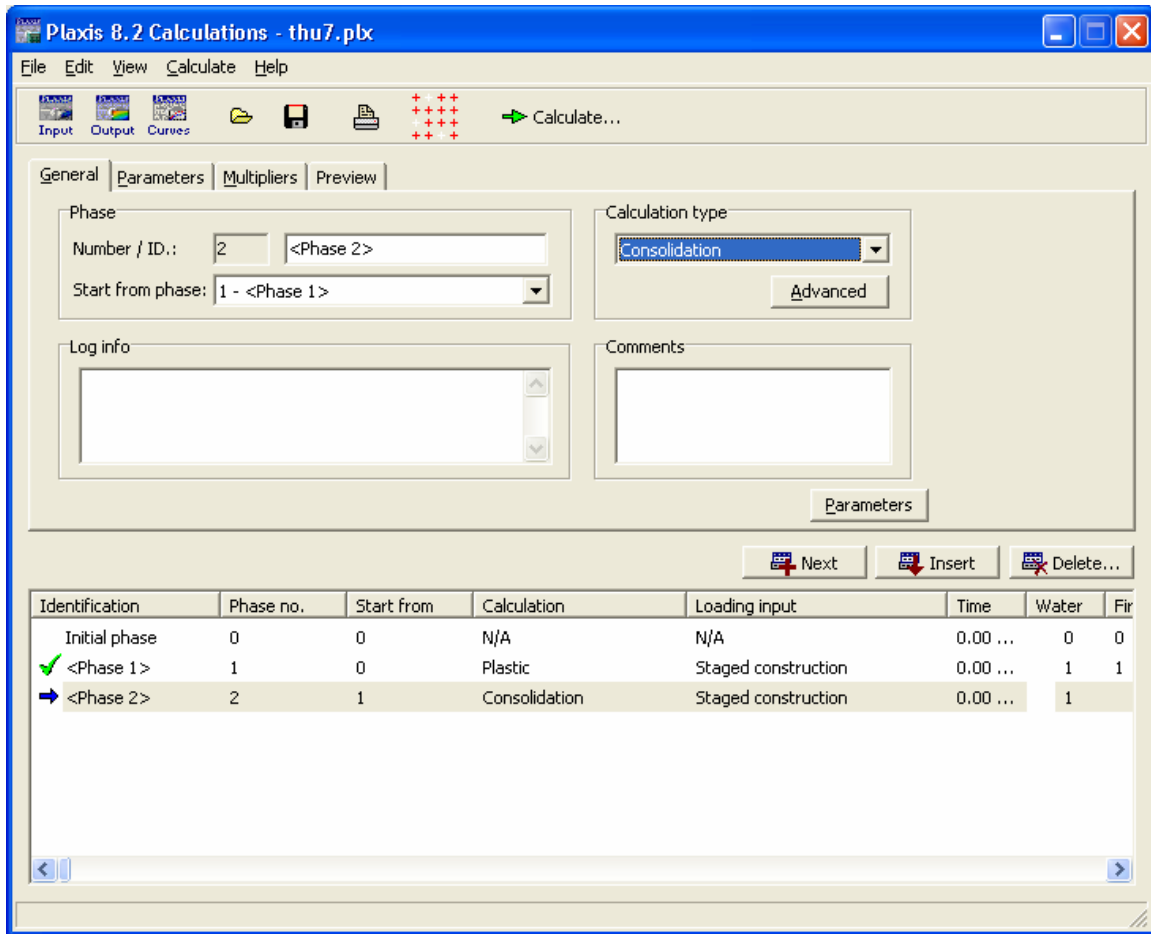
**Phòng Tính Toán Cơ Học – Khoa Kỹ Thuật Xây Dựng – ĐH Bách Khoa TP HCM**  
**PLAXIS 8.2**



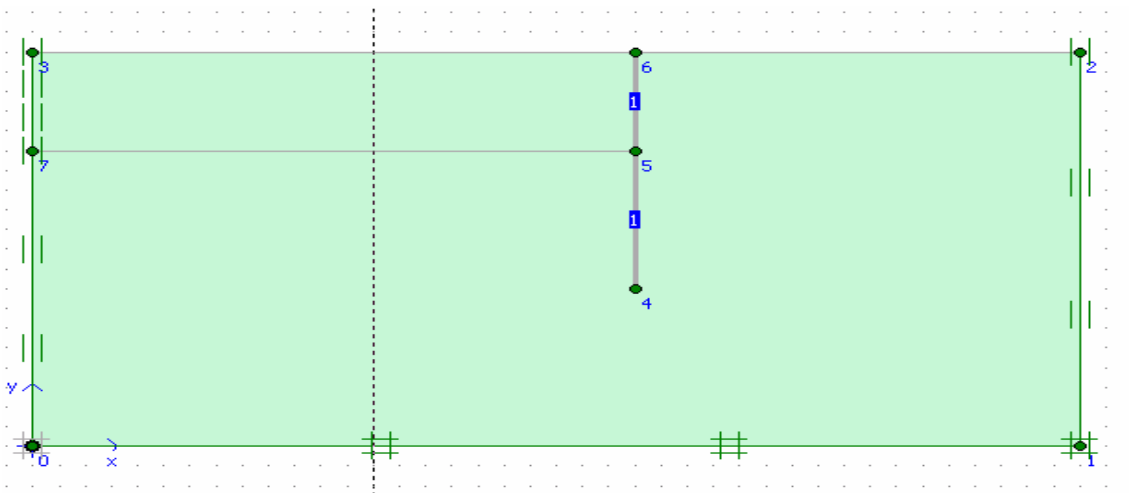
Ví dụ dạng phân tích : Consolidation



thì màn hình General như sau:

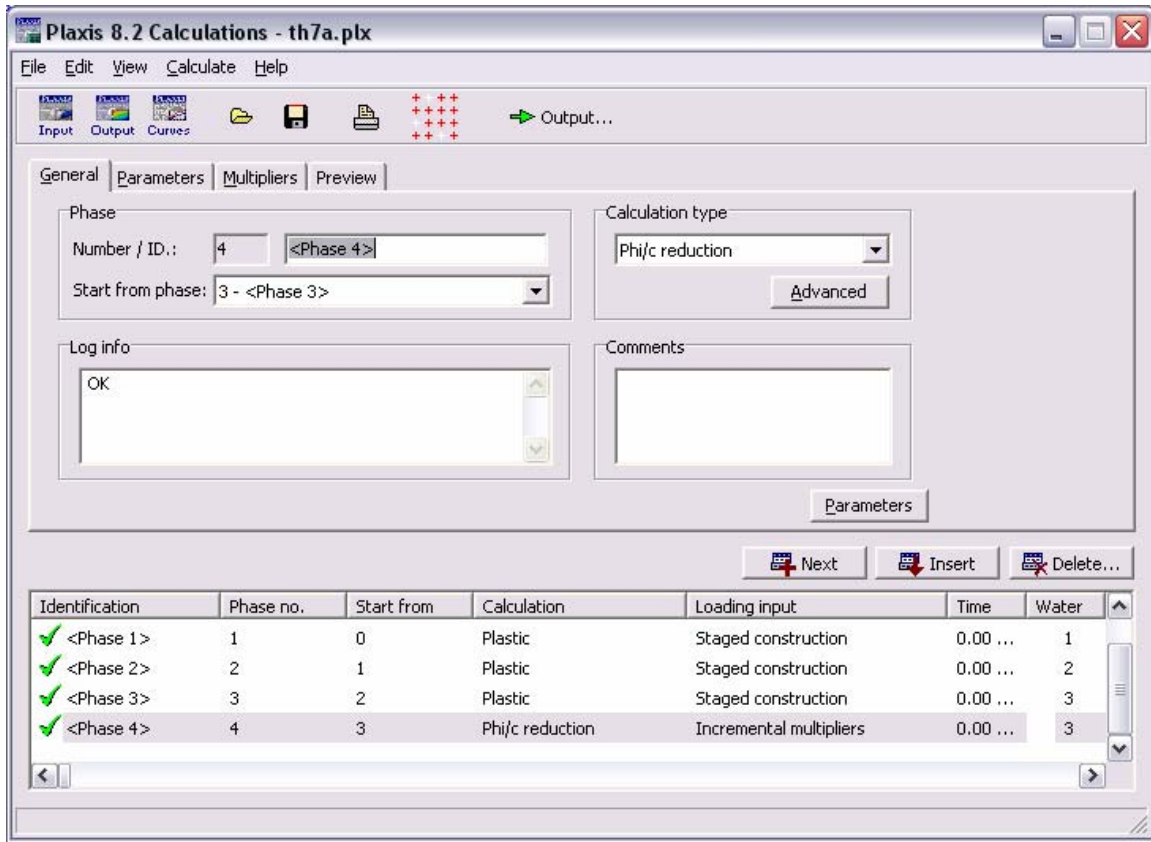


Ví dụ dạng phân tích : Phi-C ( Ổn định ) của tường cư!

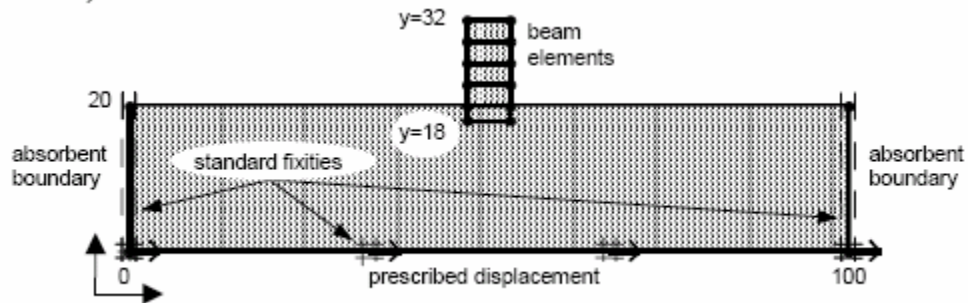


Thì màn hình General như sau

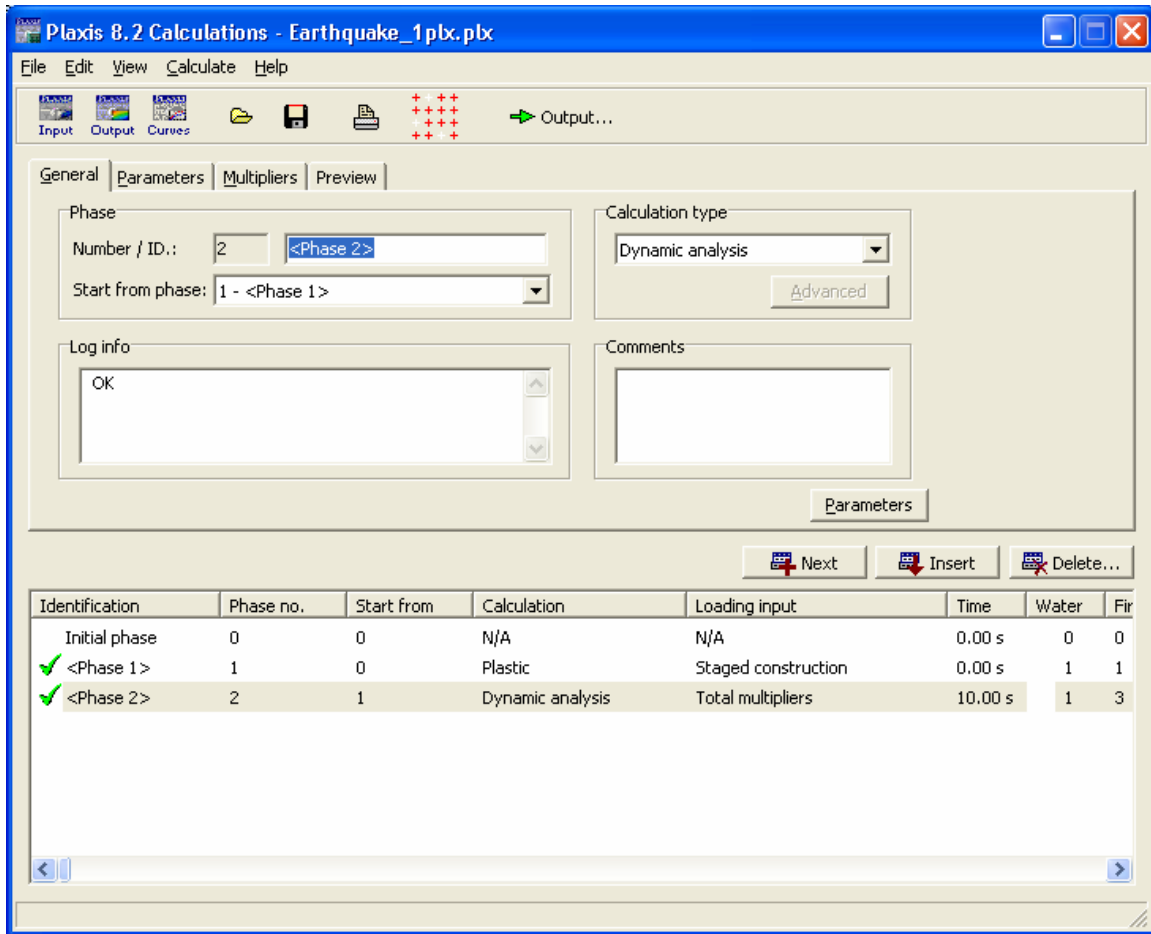




Ví dụ dạng phân tích động lực học



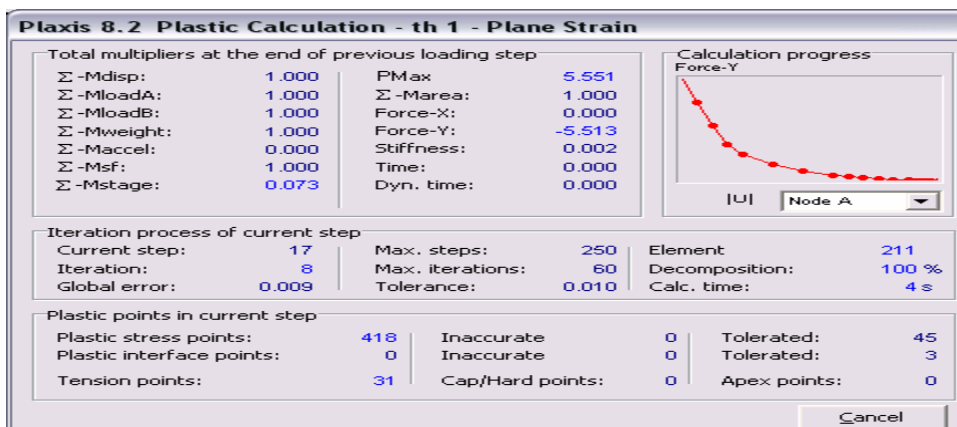
Thì màn hình General như sau:



Chọn điểm phân tích

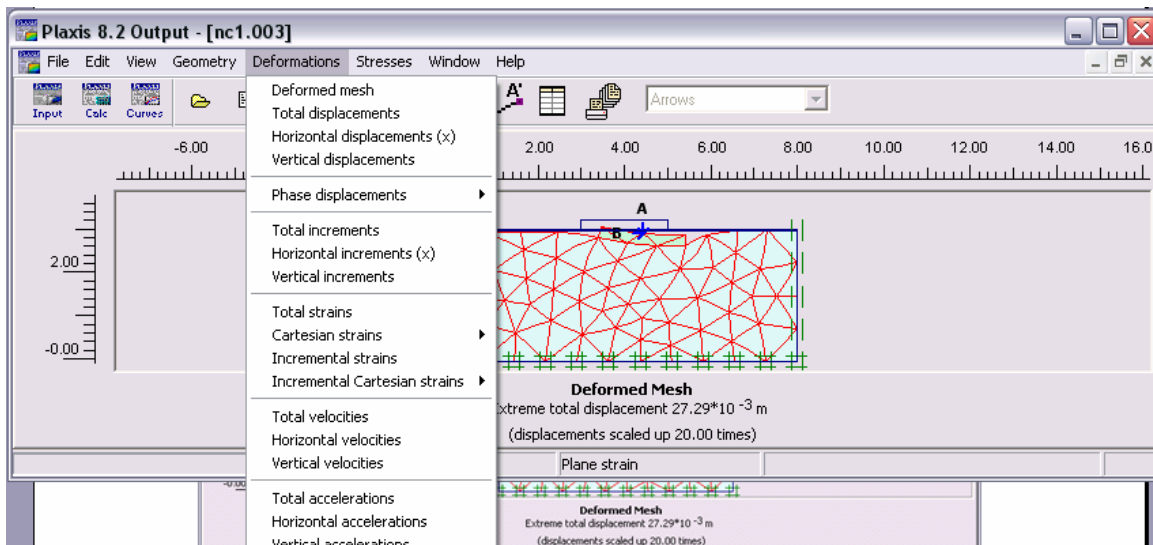
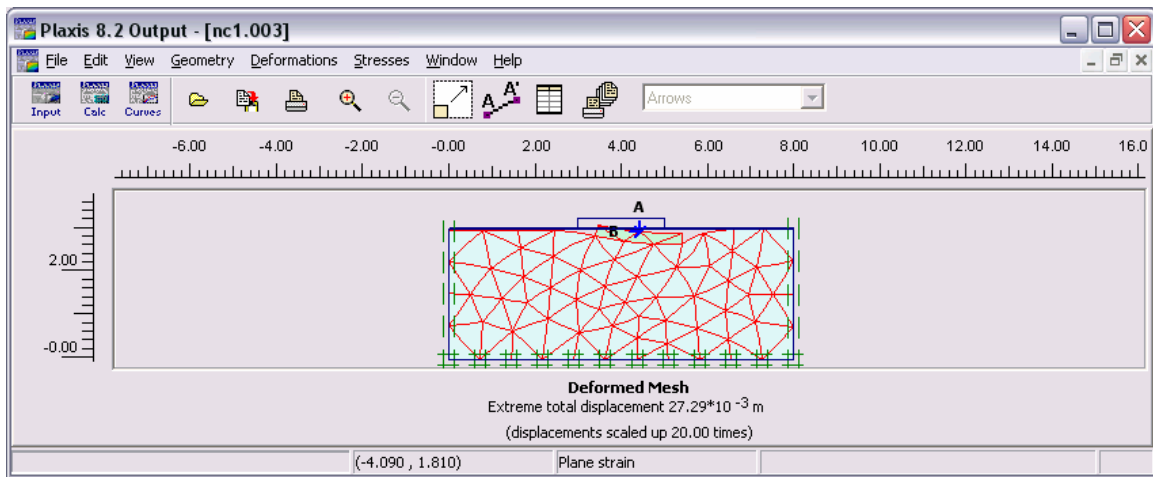


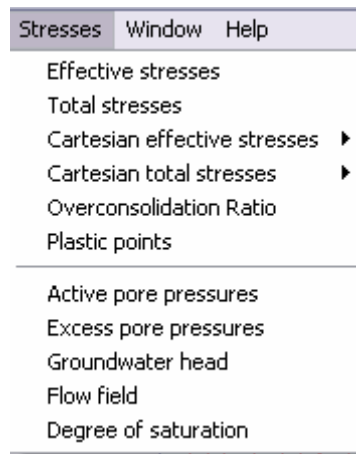
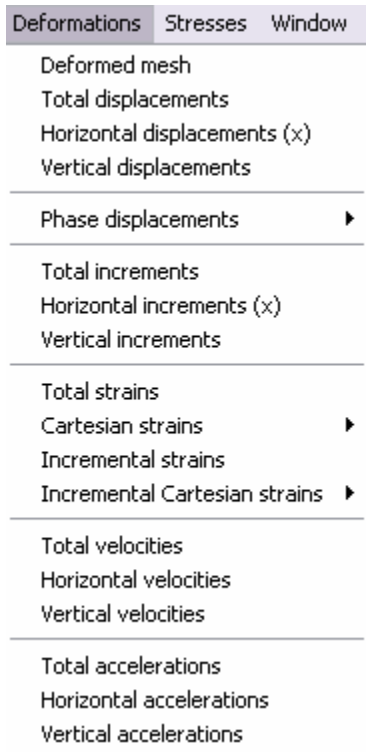
Quá trình tính:



## OUTPUT - CURVES

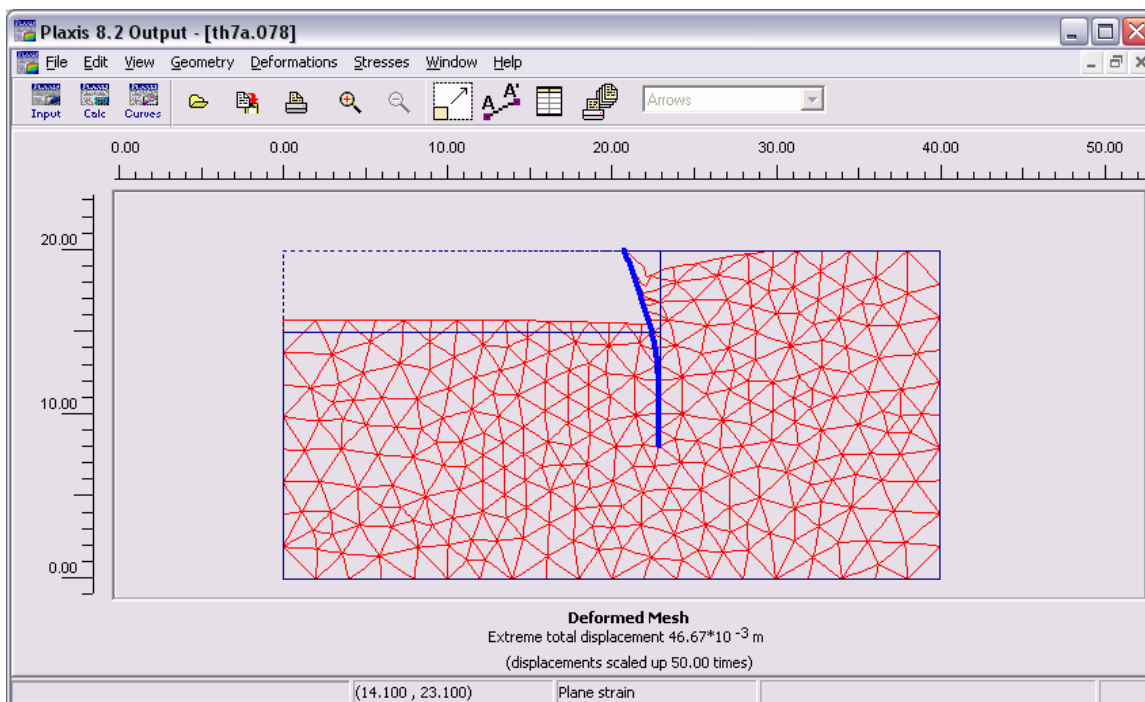
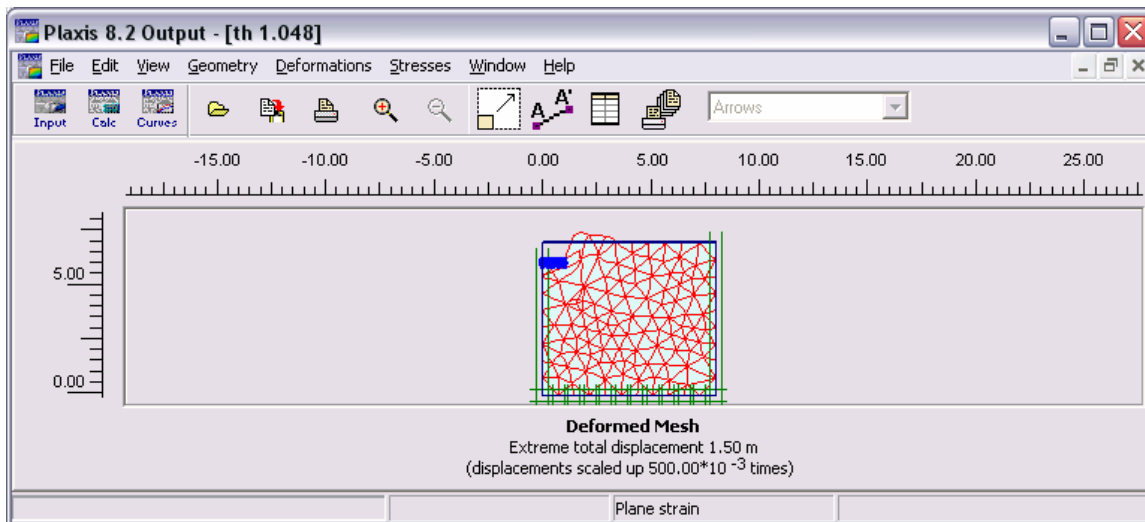
Sau khi giải xong , kết quả được xuất ra tại màn hình Output và vẽ các đồ thị Curves.  
Các dạng kết quả Output như sau:



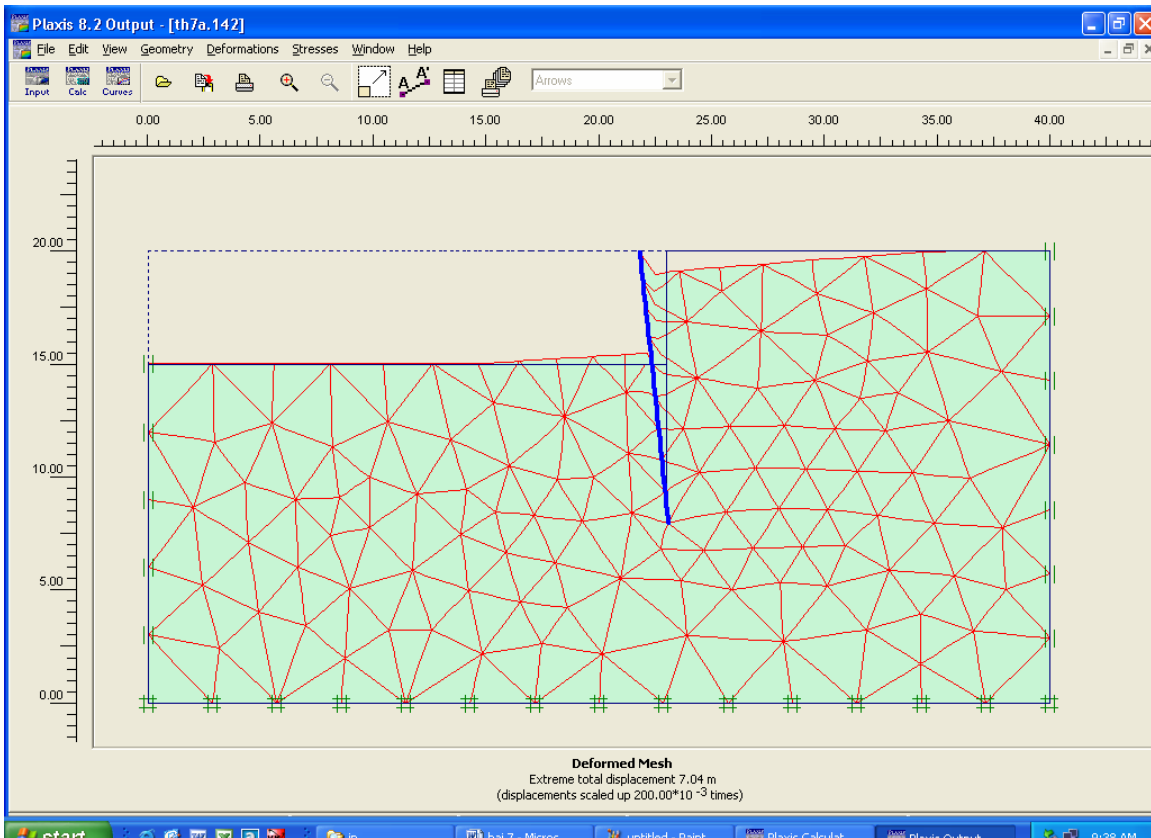
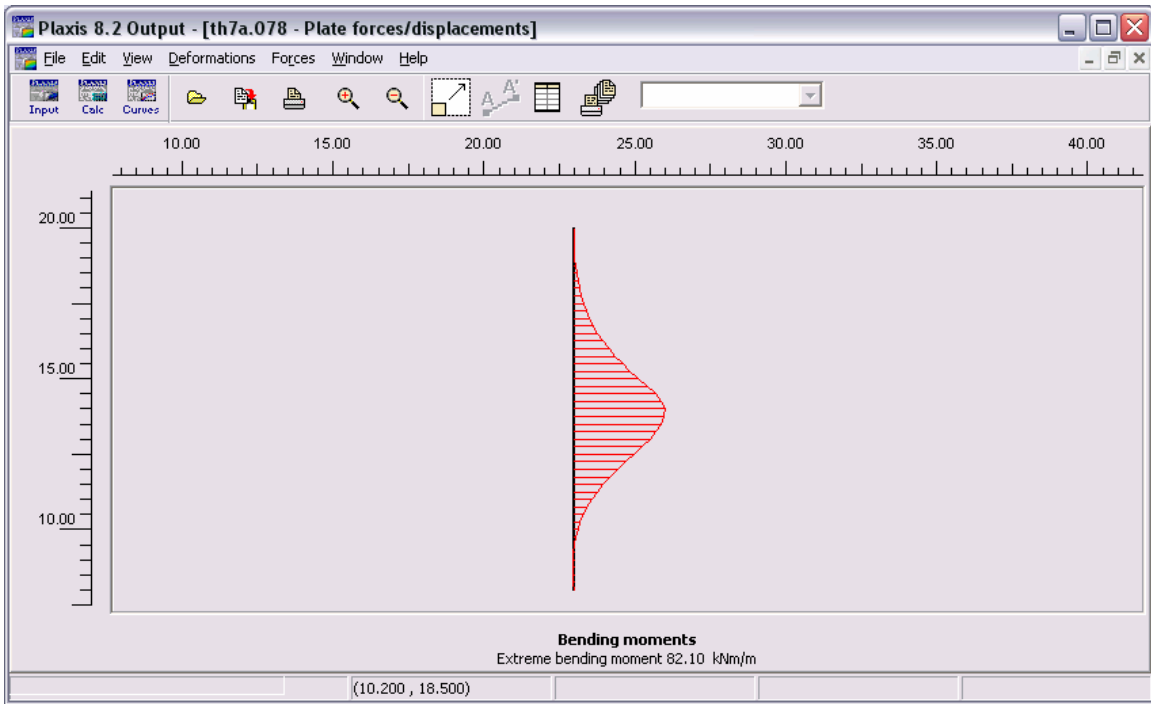


Ví dụ một số kết quả của Output như sau :

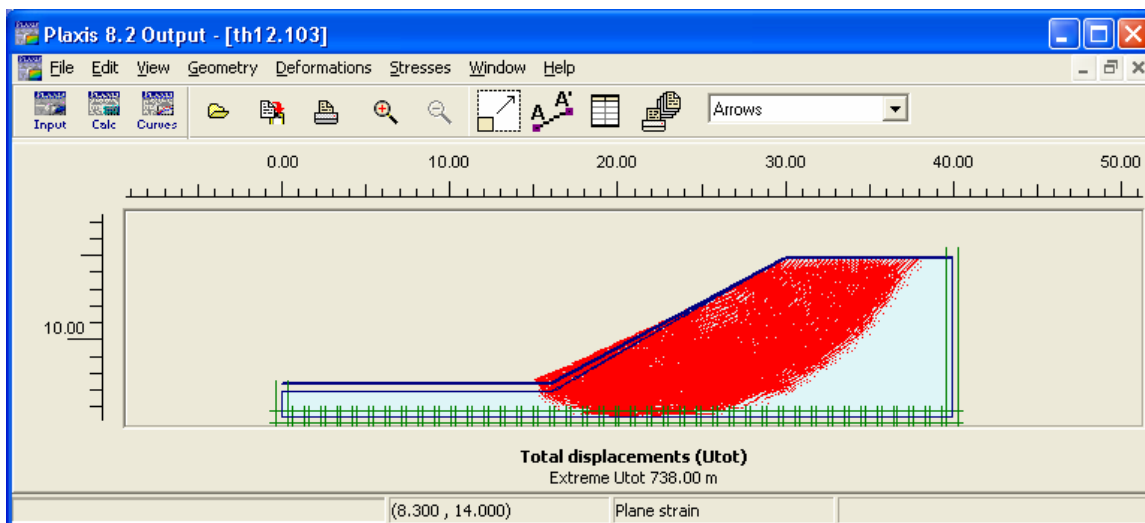
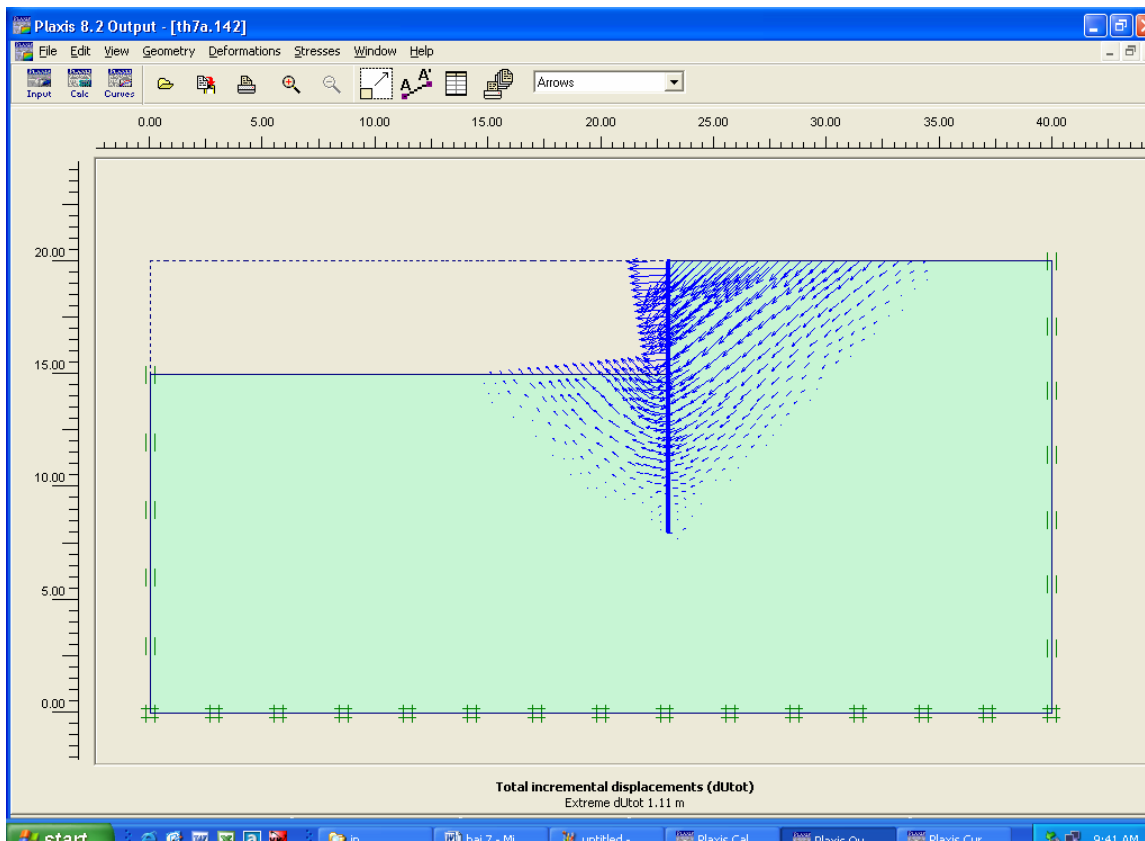
*Phòng Tính Toán Cơ Học – Khoa Kỹ Thuật Xây Dựng – ĐH Bách Khoa TP HCM*  
**PLAXIS 8.2**



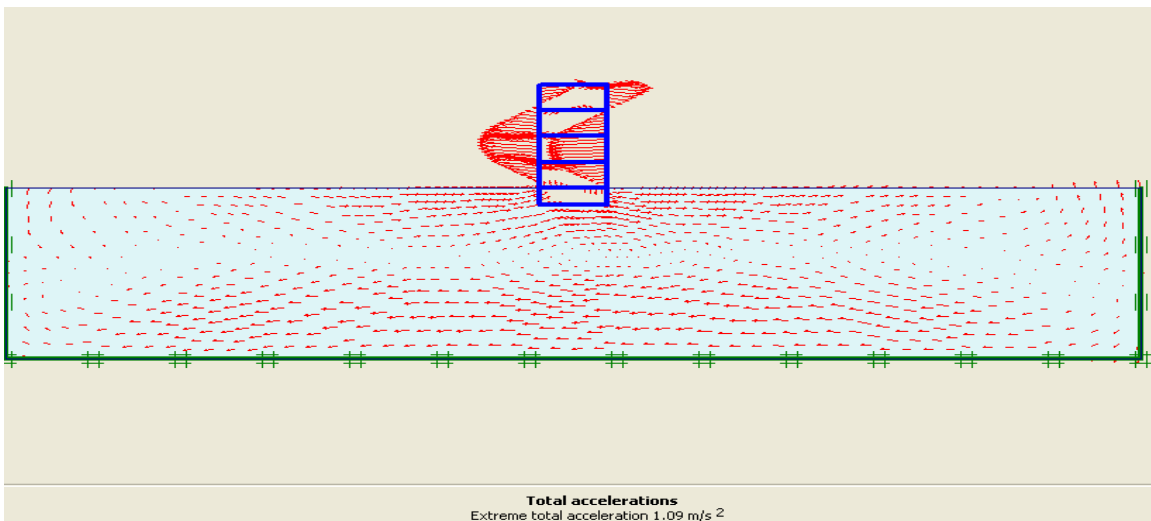
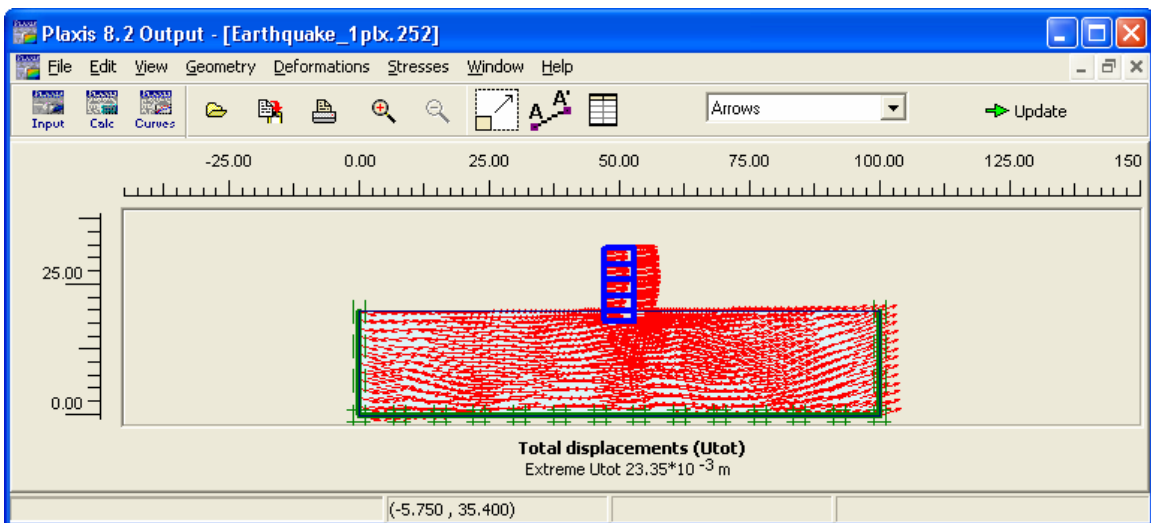
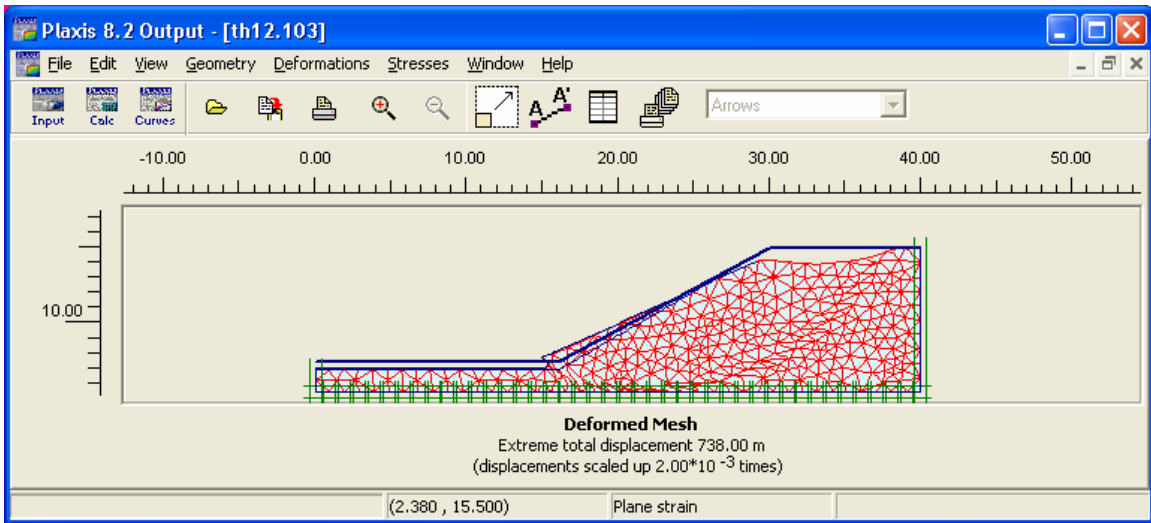
*Phòng Tính Toán Cơ Học – Khoa Kỹ Thuật Xây Dựng – ĐH Bách Khoa TP HCM*  
**PLAXIS 8.2**



*Phòng Tính Toán Cơ Học – Khoa Kỹ Thuật Xây Dựng – ĐH Bách Khoa TP HCM*  
**PLAXIS 8.2**

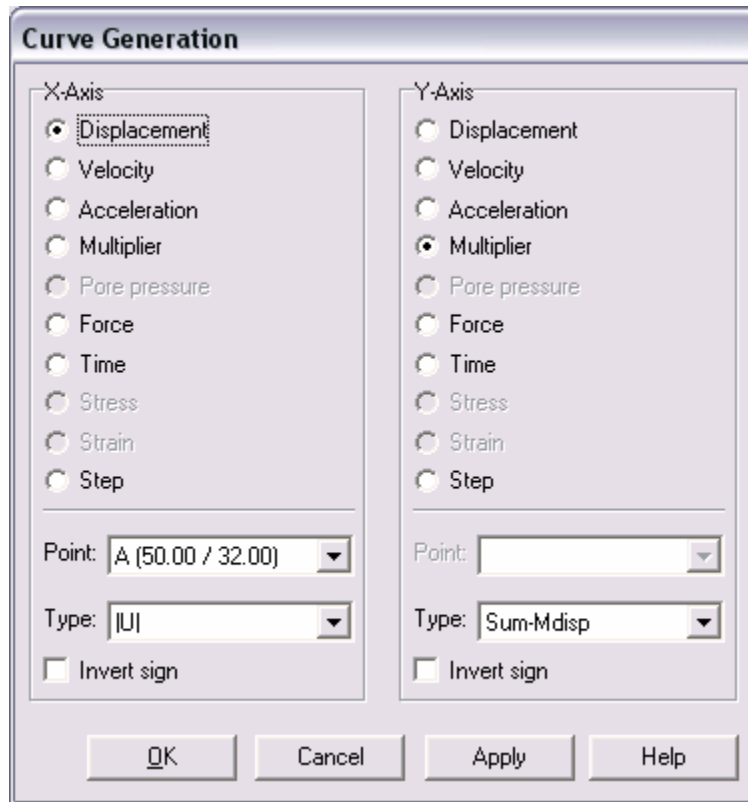


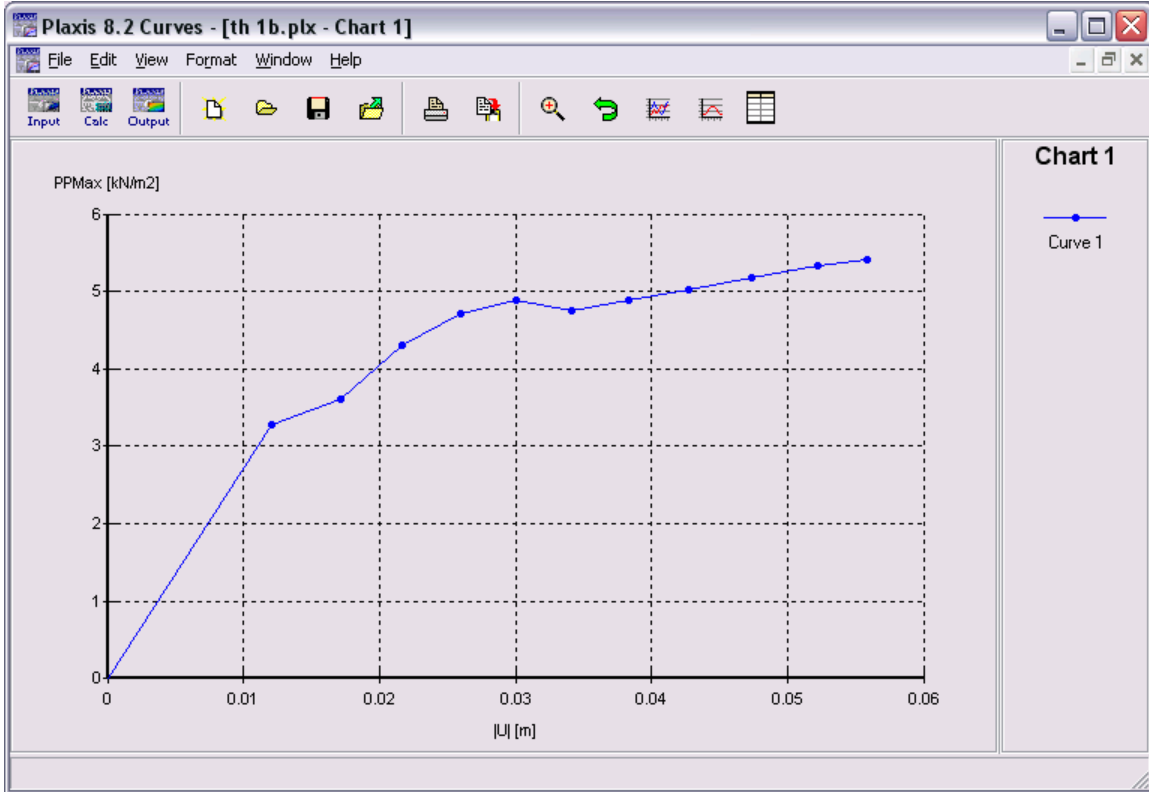
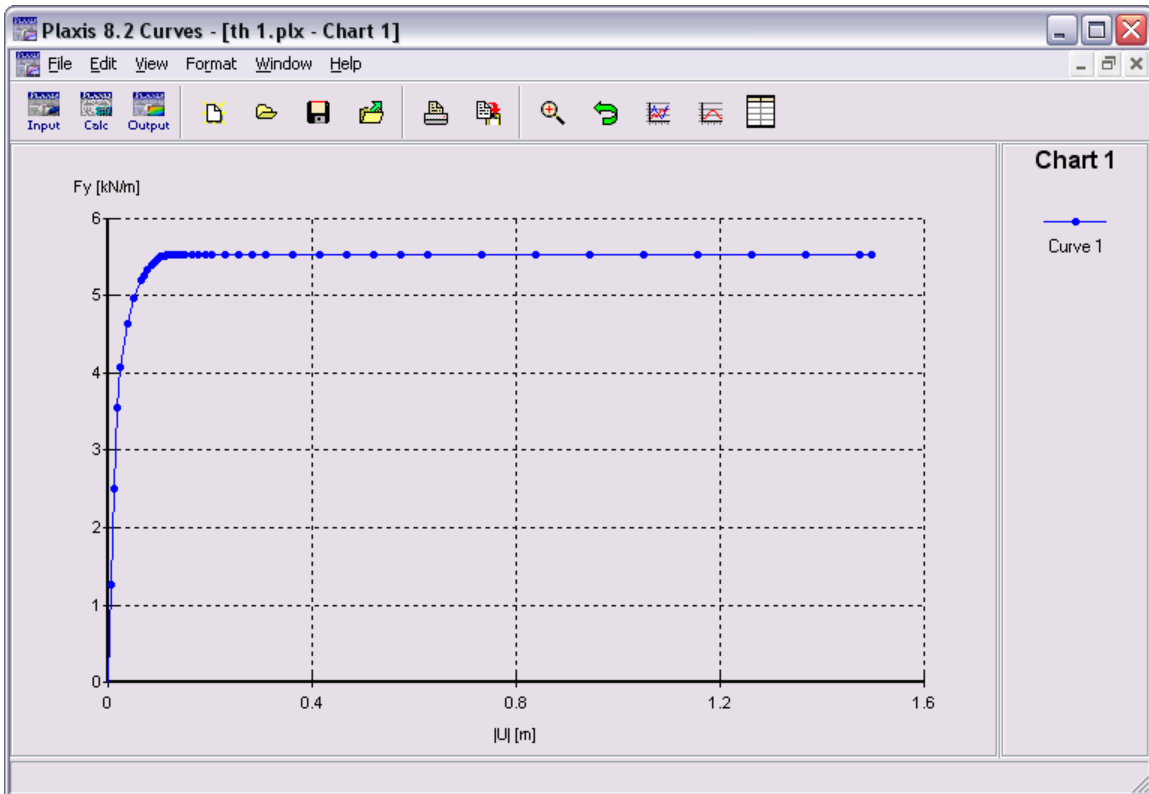
Phòng Tính Toán Cơ Học – Khoa Kỹ Thuật Xây Dựng – ĐH Bách Khoa TP HCM  
PLAXIS 8.2

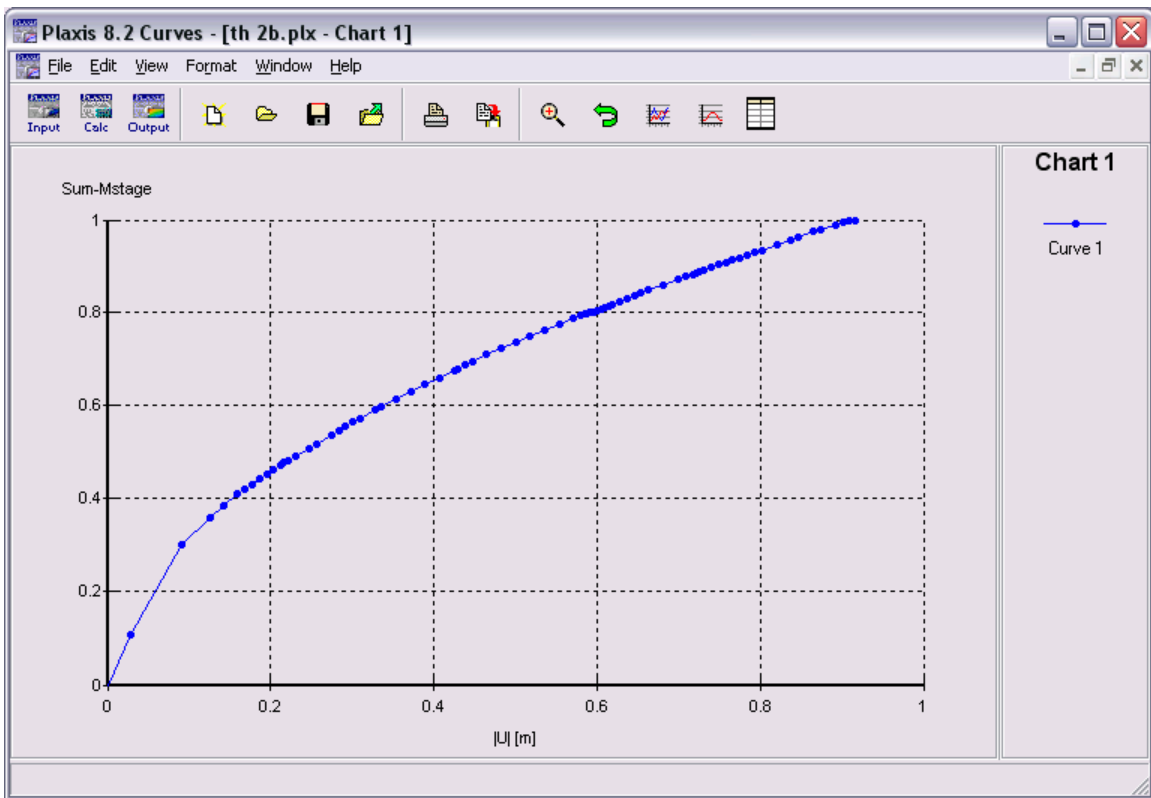
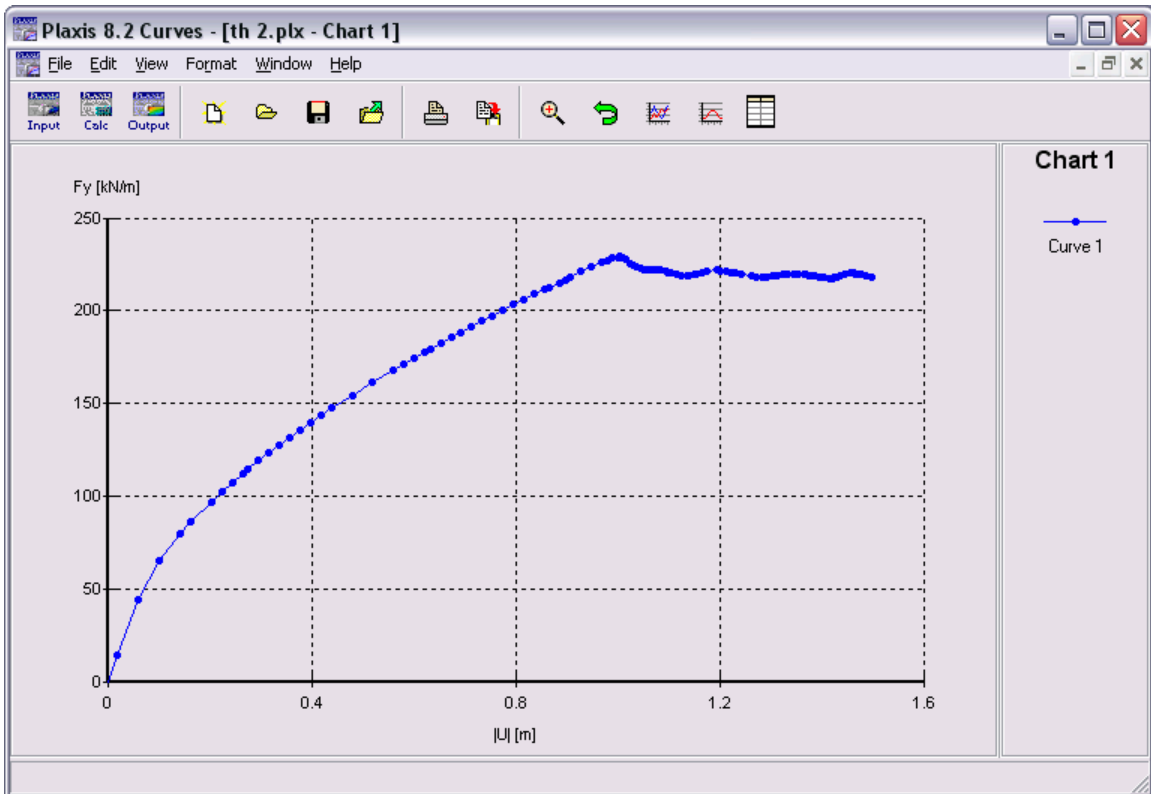


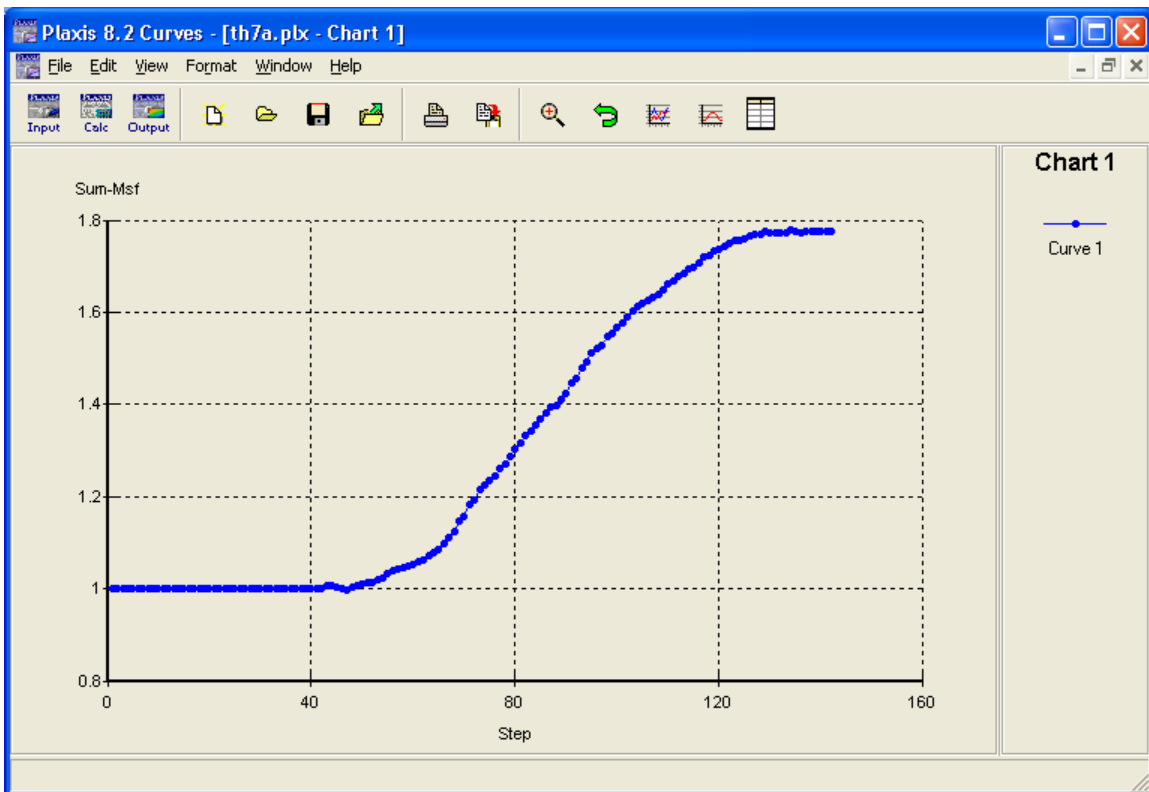
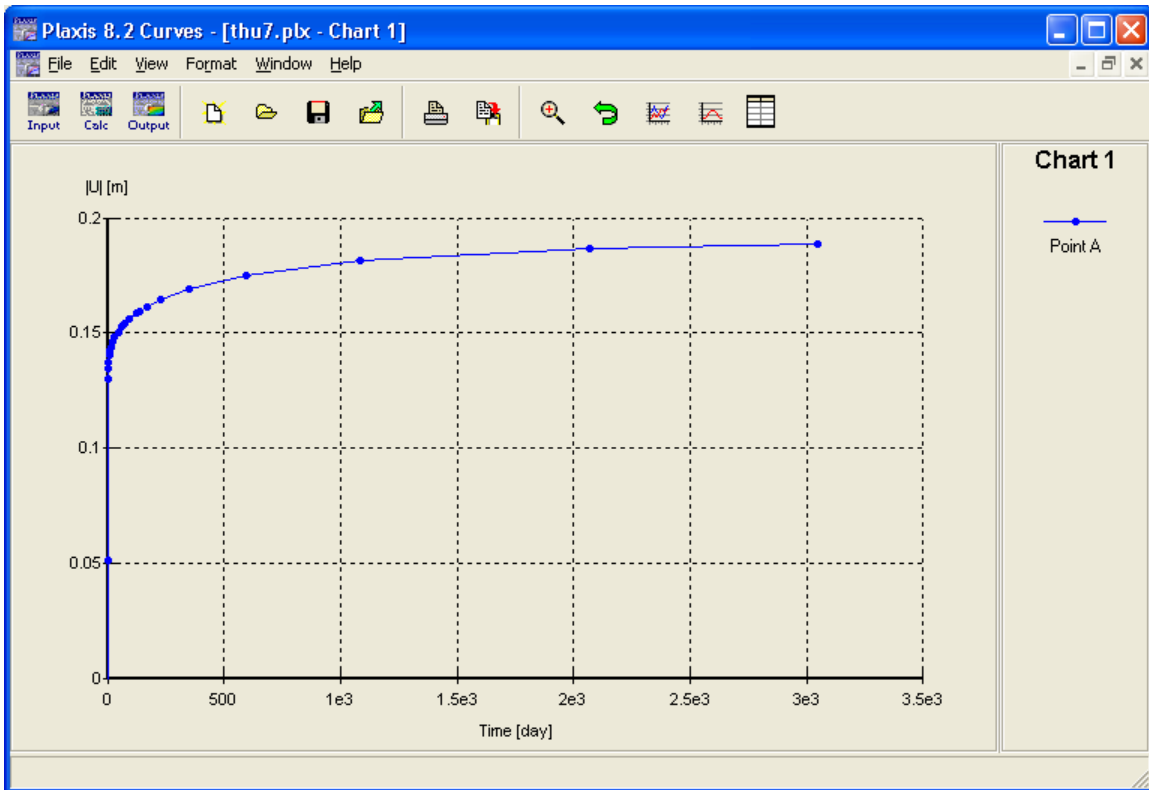


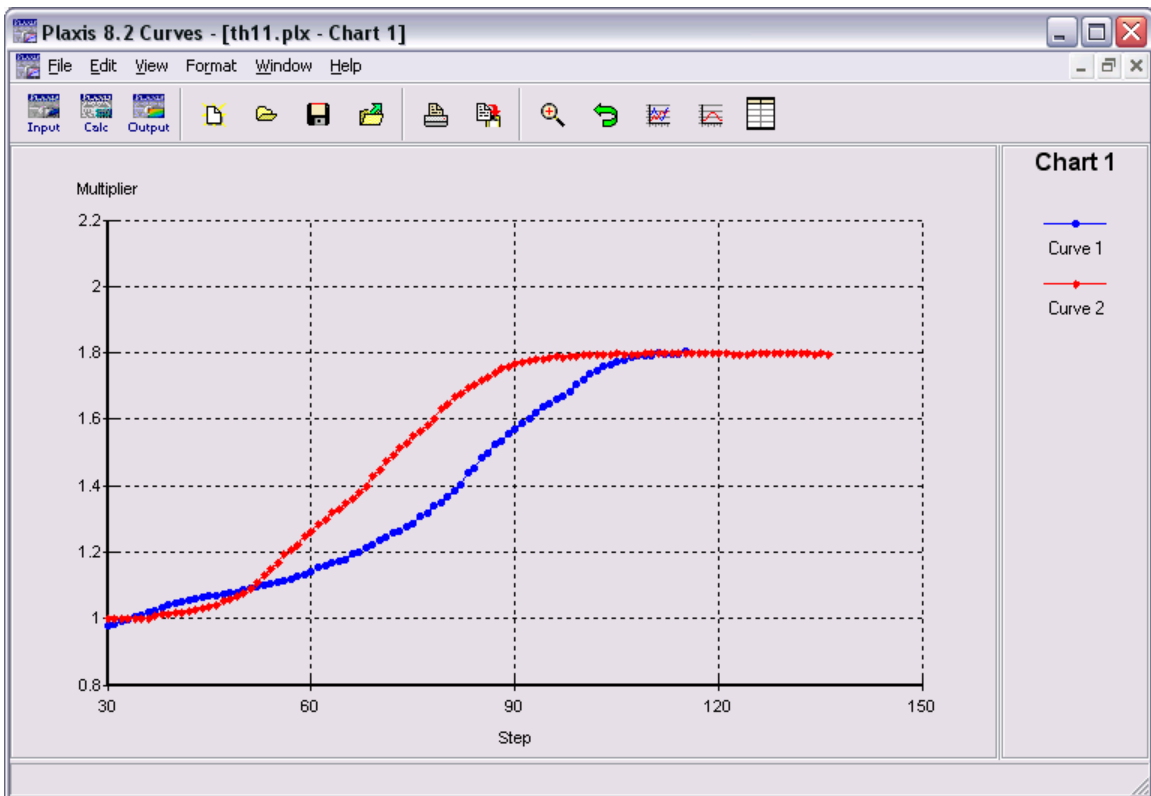
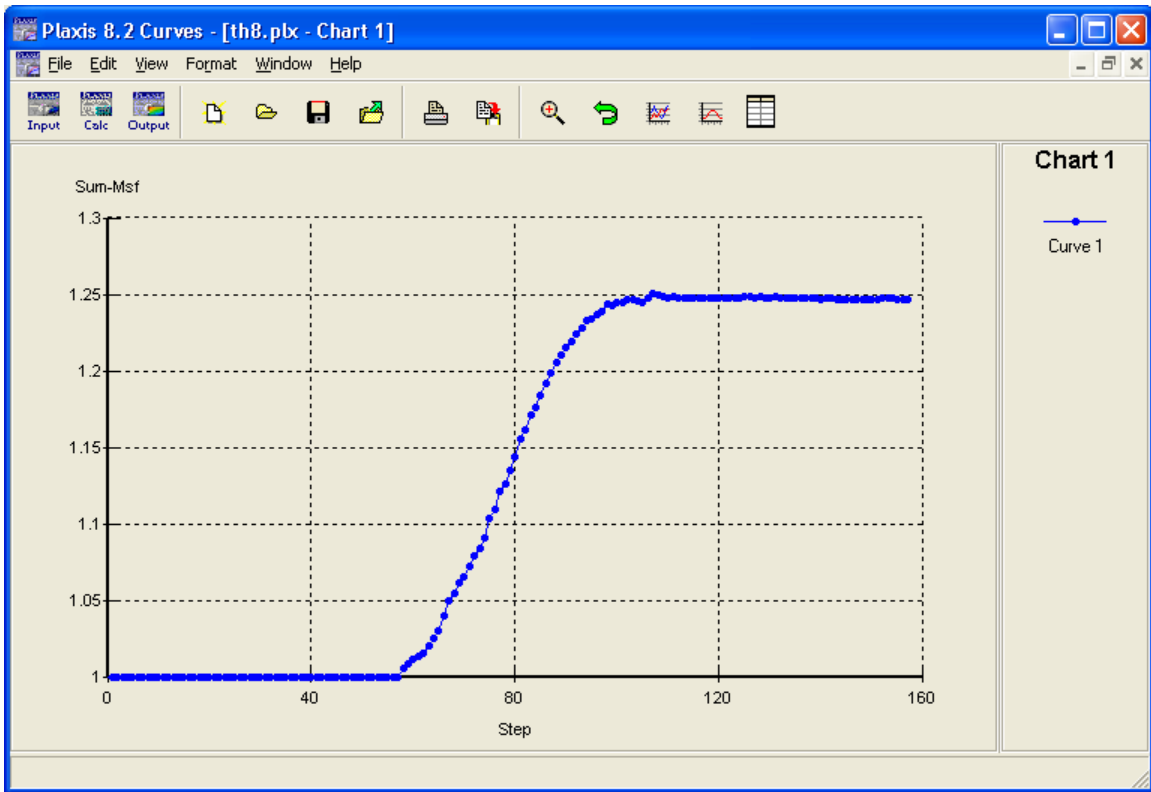
Ví dụ một số kết quả của Curves như sau :

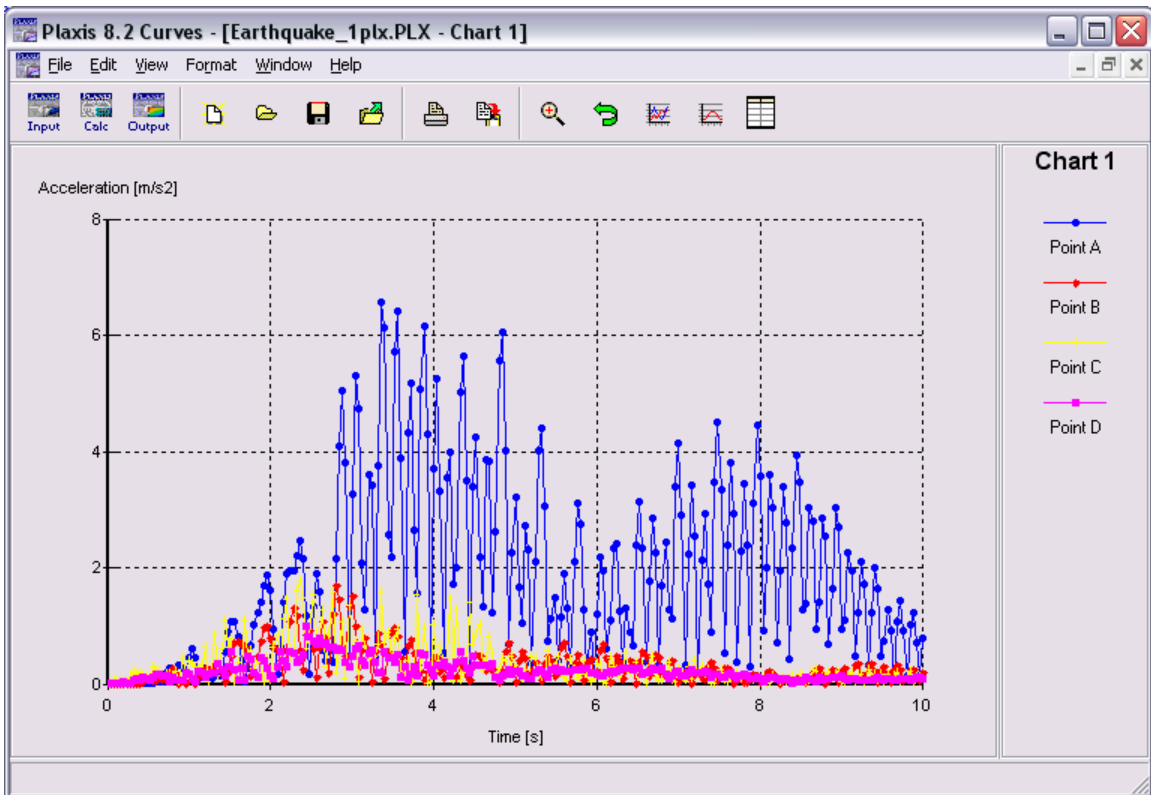
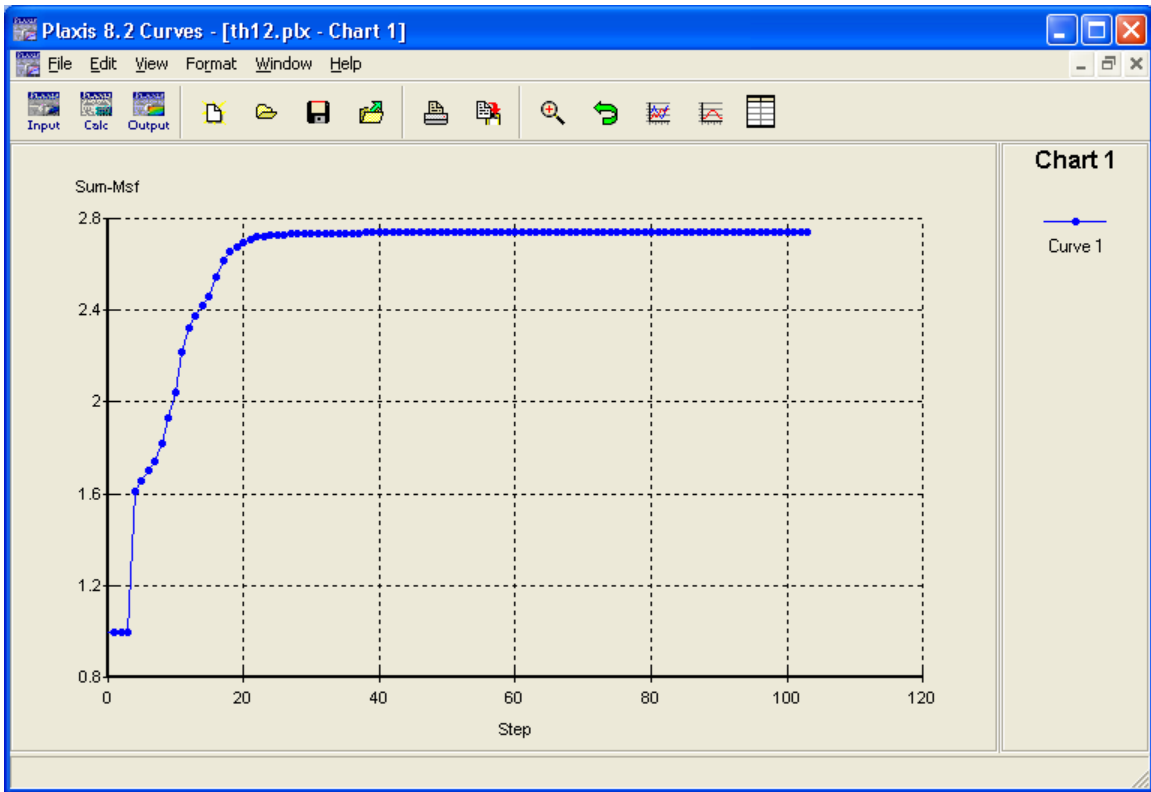


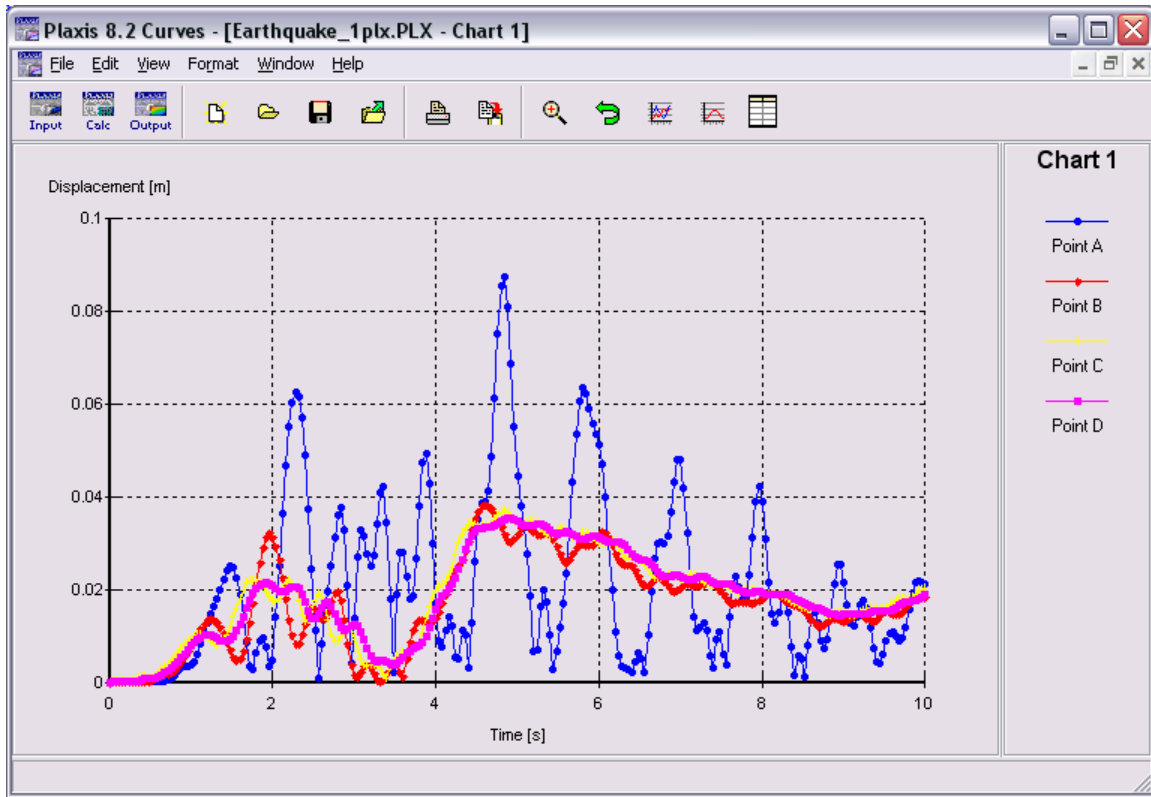






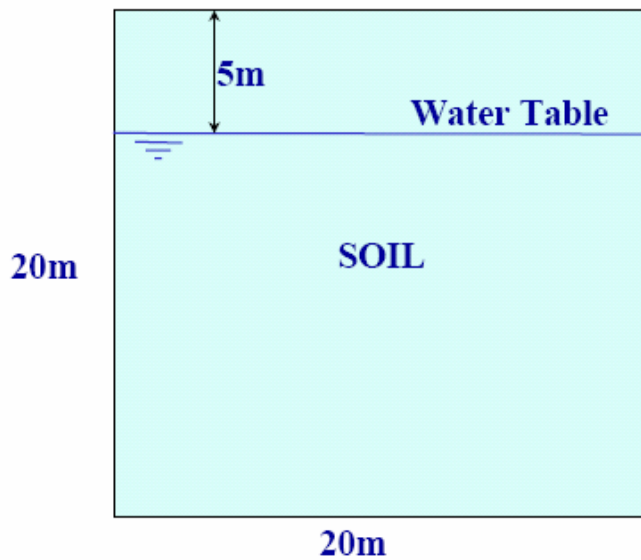






# NỘI DUNG THỰC HÀNH PLAXIS CƠ BẢN

## Phần 1 : PLAXIS INPUT



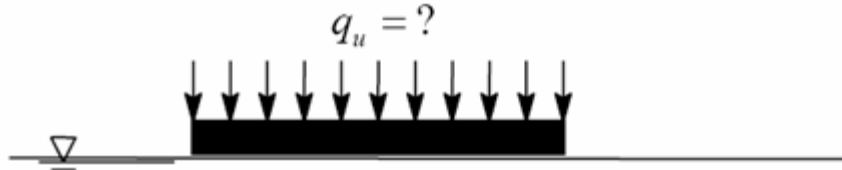
$$\begin{aligned}\gamma_{sat} &= 20 \text{ kN/m}^3 \\ \gamma_{unsat} &= 15 \text{ kN/m}^3 \\ E_{oed} &= 400 \text{ kPa} \\ K_o &= 1 - \sin \phi' \\ \nu &= 0.3\end{aligned}$$

*Ứng suất tổng – Ứng suất hữu hiệu*



## Phần 2a : PLAXIS INPUT, CALCULATE, CURVES

Khả năng chịu tải



True solution

$$q_u = c_u N_c$$

$$N_c = 2 + \pi$$

$$B = 2m$$

$$\nu' = 0.35$$

$$c_u = 1 \text{ kPa} \quad \phi_u = 0^\circ$$

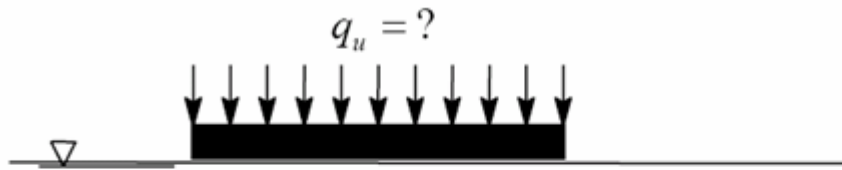
$$\gamma_{sat} = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$E'_{oed} = 400 \text{ kN/m}^2$$

Dùng biểu tượng chuyển vị      Mô hình Elastic Linear – đàn hồi tuyến tính

## Phần 2b : PLAXIS INPUT, CALCULATE, CURVES

Khả năng chịu tải



True solution

$$q_u = c_u N_c$$

$$N_c = 2 + \pi$$

$$B = 2m$$

$$\nu' = 0.35$$

$$c_u = 1 \text{ kPa} \quad \phi_u = 0^\circ$$

$$\gamma_{sat} = 20 \text{ kN/m}^3$$

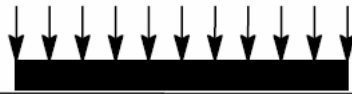
$$E'_{oed} = 400 \text{ kN/m}^2$$

Dùng biểu tượng áp lực      Mô hình Elastic Linear – đàn hồi tuyến tính

## Phần 3a : PLAXIS INPUT, CALCULATE,CURVES

*Khả năng chịu tải*

$$q_u = ?$$



**Mohr Coulomb Model**

$$B = 1m \quad c' = 10 \text{ kPa} \quad \phi' = 30^\circ$$

$$K_o = 1 - \sin(30) = 0.5 \quad \gamma_{sat} = 21 \text{ kN/m}^3, \quad \gamma_{unsat} = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$\nu' = 0.35 \quad E'_{oed} = 3467 \text{ kPa}$$

*Dùng biểu tương chuyển vị*

*Mô hình Mohr Coulomb*

## Phần 3b : PLAXIS INPUT, CALCULATE,CURVES

$$q_u = ?$$



**Mohr Coulomb Model**

$$B = 1m \quad c' = 10 \text{ kPa} \quad \phi' = 30^\circ$$

$$K_o = 1 - \sin(30) = 0.5 \quad \gamma_{sat} = 21 \text{ kN/m}^3, \quad \gamma_{unsat} = 20 \text{ kN/m}^3$$

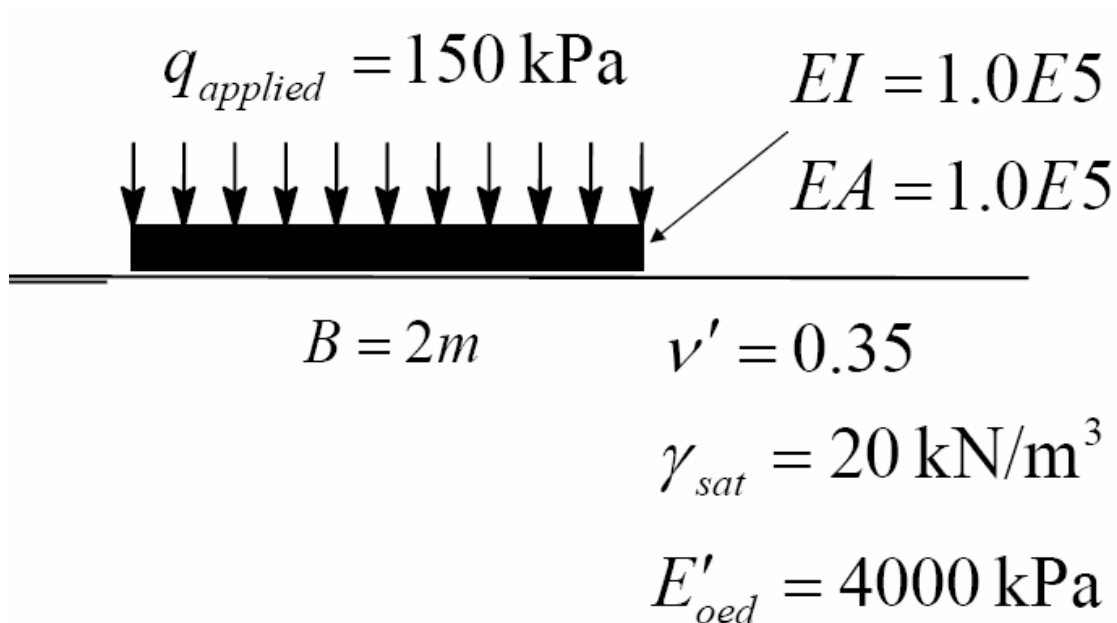
$$\nu' = 0.35 \quad E'_{oed} = 3467 \text{ kPa}$$

*Dùng biểu tương áp lực*

*Mô hình Mohr Coulomb*

## Phần 4a : PLAXIS INPUT,CALCULATE SETTLEMENT

*Lún tức thời*

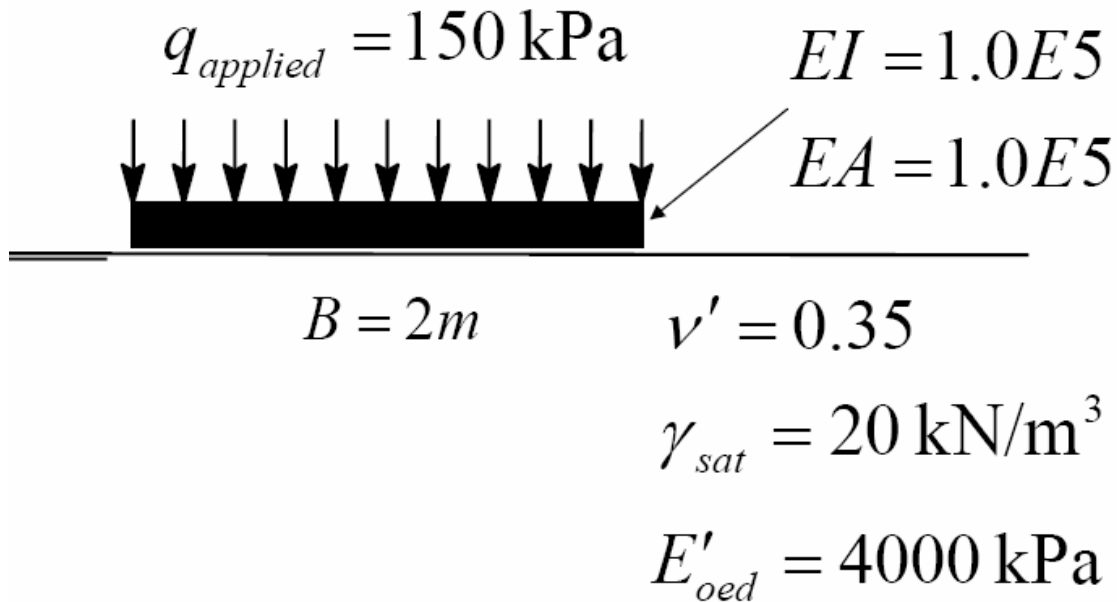


**ELASTIC – UNDRAINE – t = 0**

*Dùng biểu tượng áp lực      Mô hình Mohr Coulomb*

## Phần 4b : PLAXIS INPUT, CALCULATE SETTLEMENT

*Lún cuối cùng*

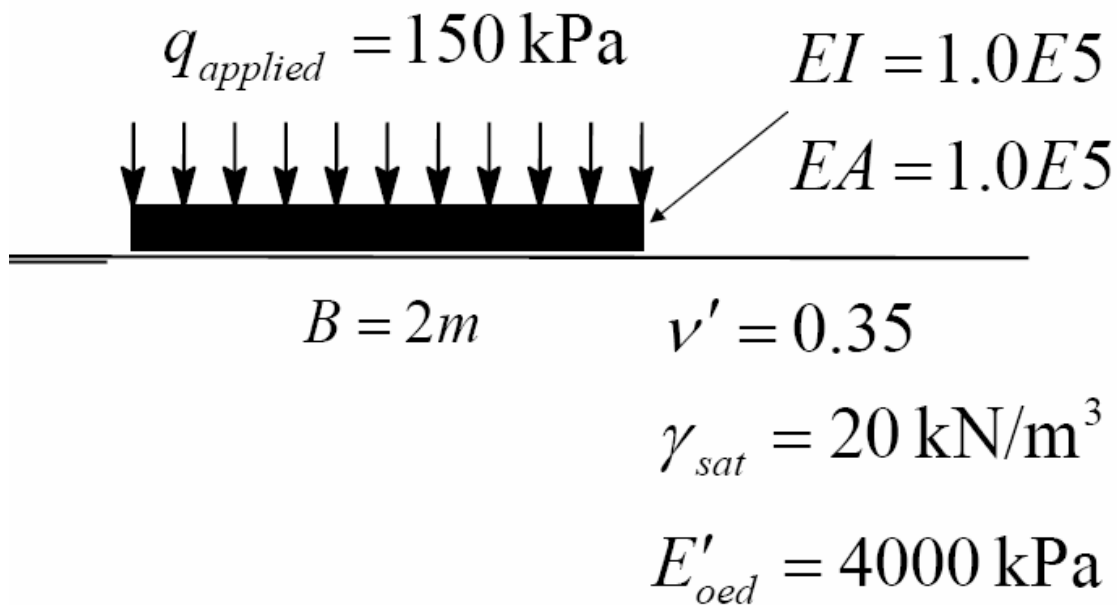


**ELASTIC – DRAINE –  $t = \infty$**

*Dùng biểu tượng áp lực      Mô hình Mohr Coulomb*

## Phần 5 : PLAXIS INPUT,CALCULATE SETTLEMENT

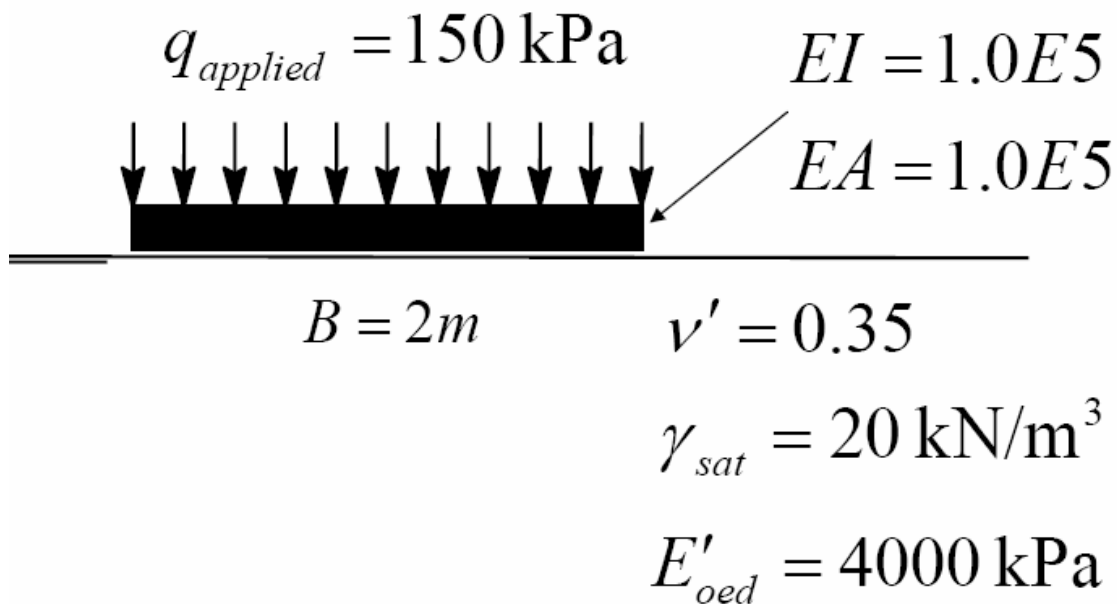
*Lún tức thời*



**ELASTOPLASTIC MC MODEL**  
**UNDRAINE – t = 0   Cu = 50 Kpa**

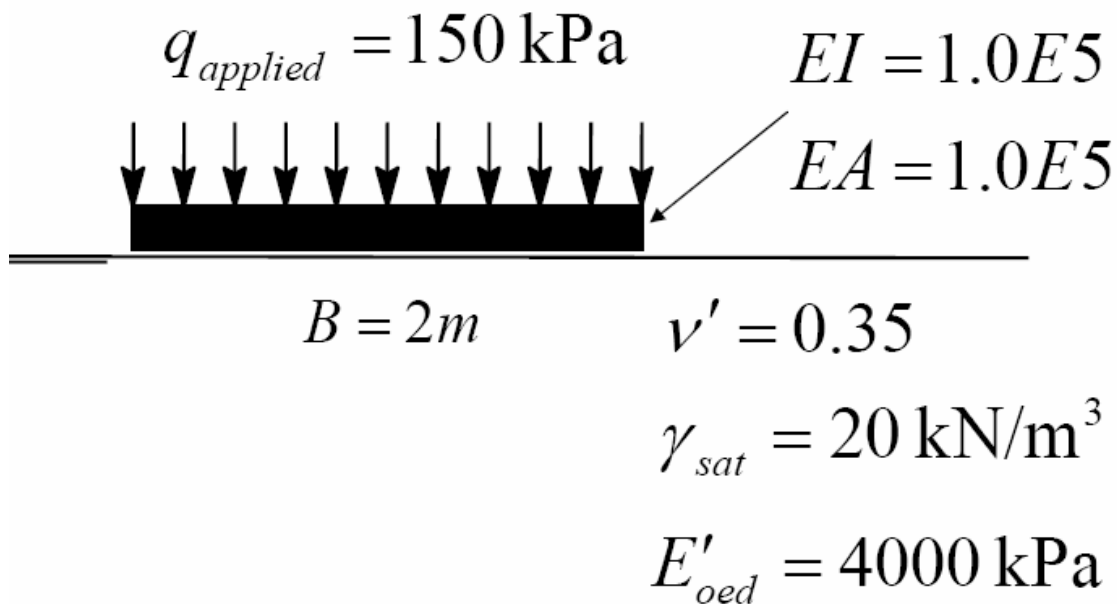
## Phần 5b : PLAXIS INPUT,CALCULATE SETTLEMENT

*Lún cuối cùng*



**ELASTOPLASTIC MC MODEL DRAINE**  
 **$t = \infty$   $C_u = 50 \text{ Kpa}$**

## Phần 6 : PLAXIS INPUT,CALCULATE CONSOLIDATION



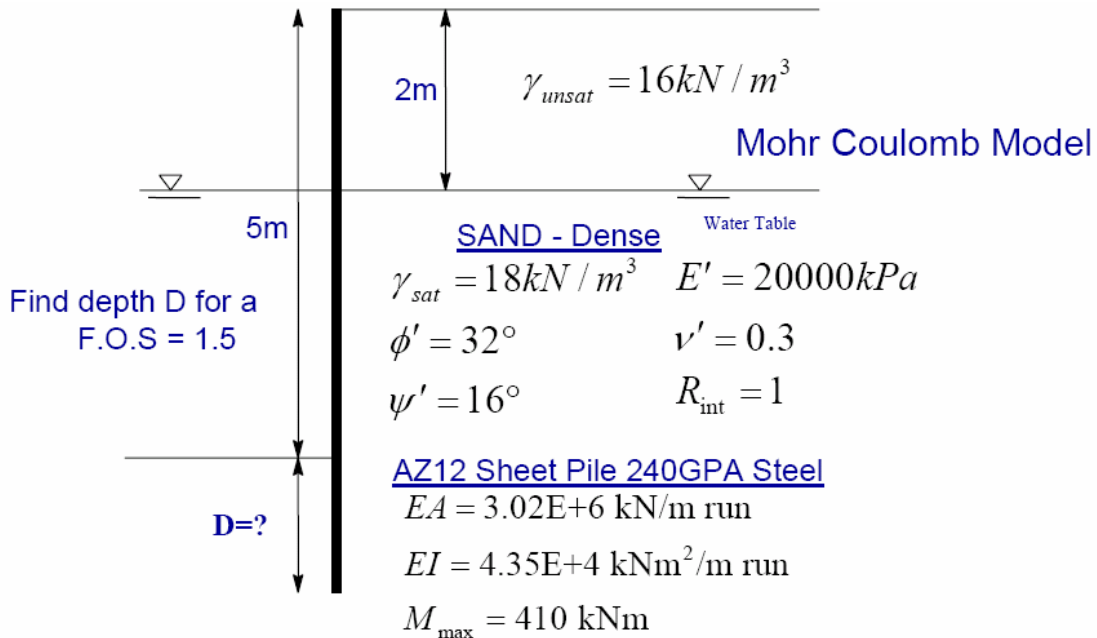
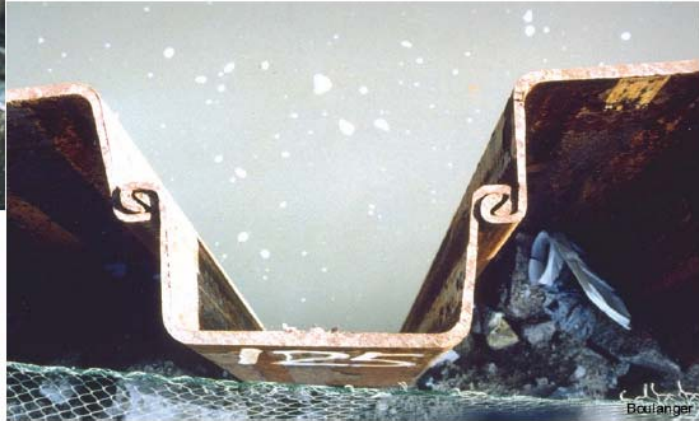
**ELASTOPLASTIC MC MODEL**  
**UNDRAINE –  $C_u = 50\text{ Kpa}$**

*Tính toán cố kết sau một thời gian*

# Phần 7 : PLAXIS INPUT,CALCULATE SHEET PILE WALLS



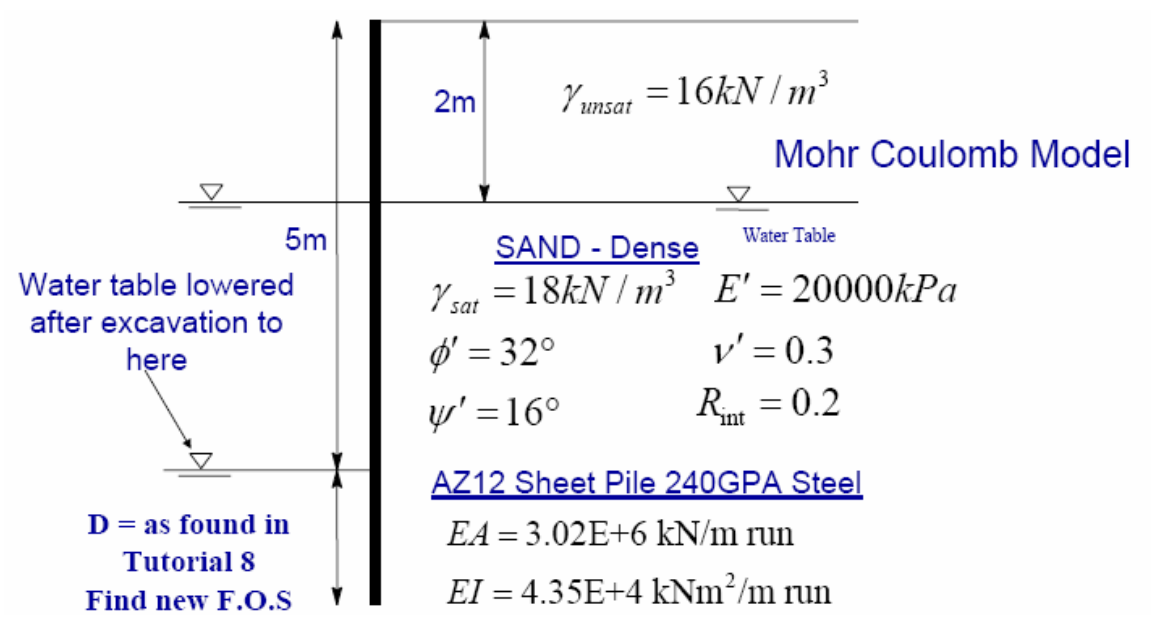
Steel Pile Sections



*Cử tự do, xác định chiều sâu chôn cừ  
 Hệ số ổn định*



# Phần 8 : PLAXIS INPUT, CALCULATE SHEET PILE WALLS

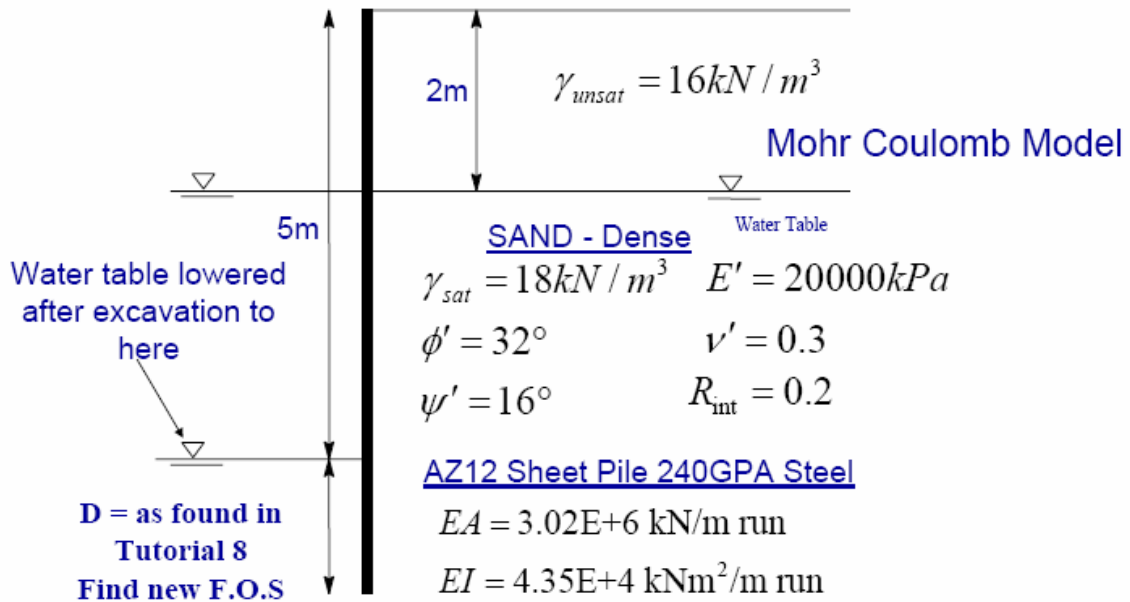
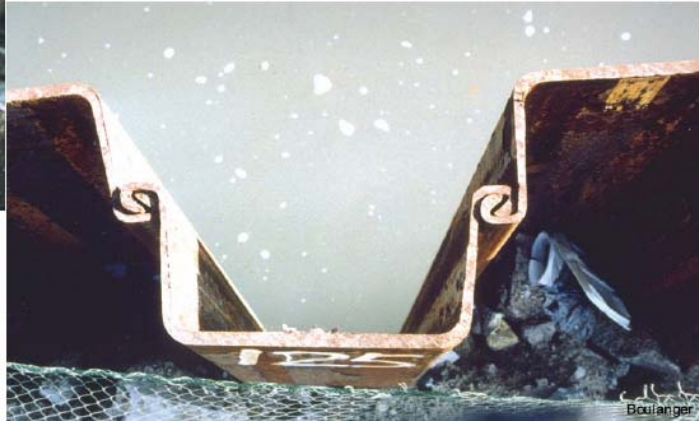


*Cừ tự do , hạ thấp mực nước ngầm  
 Tính hệ số ổn định*

# Phần 9 : PLAXIS INPUT, CALCULATE SHEET PILE WALLS

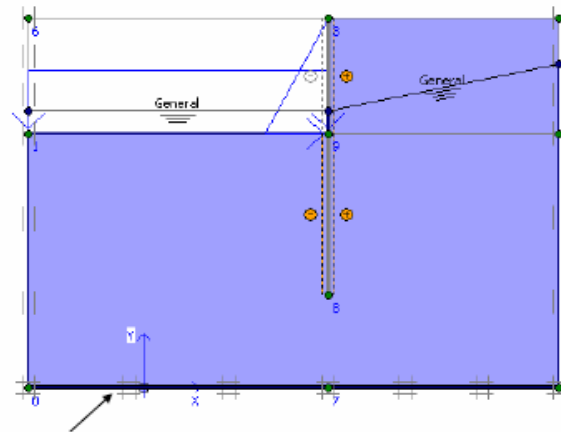
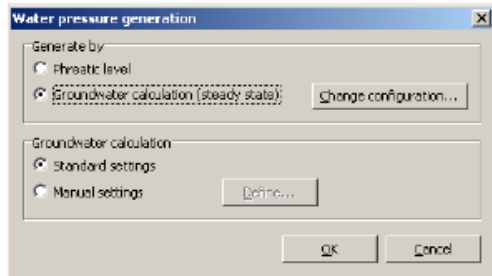


Steel Pile Sections



Now redo the problem but now conducting a ground water flow  
GWF analysis. Set permeability  $k=1$  m/day

$$k = 1 \text{ m/day}$$



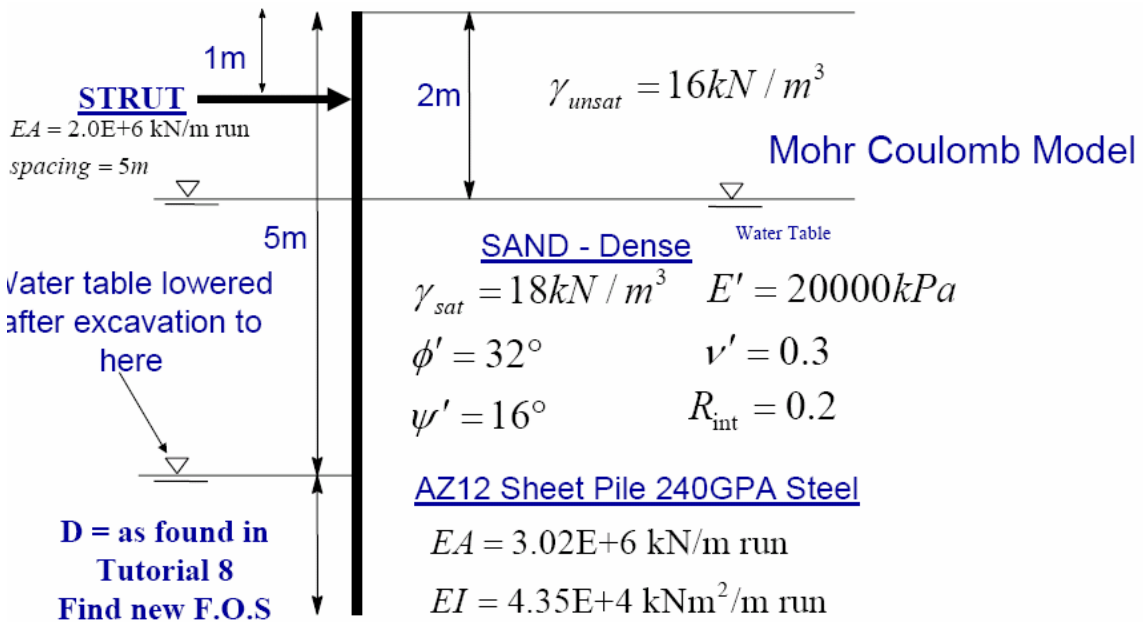
Insert "No Flow" boundary condition here  
i.e impermeable base

*Cử tự do , hạ thấp mực nước ngầm  
Tính hệ số ổn định  
Dùng GWF*

# Phần 10 : PLAXIS INPUT,CALCULATE SHEET PILE WALLS

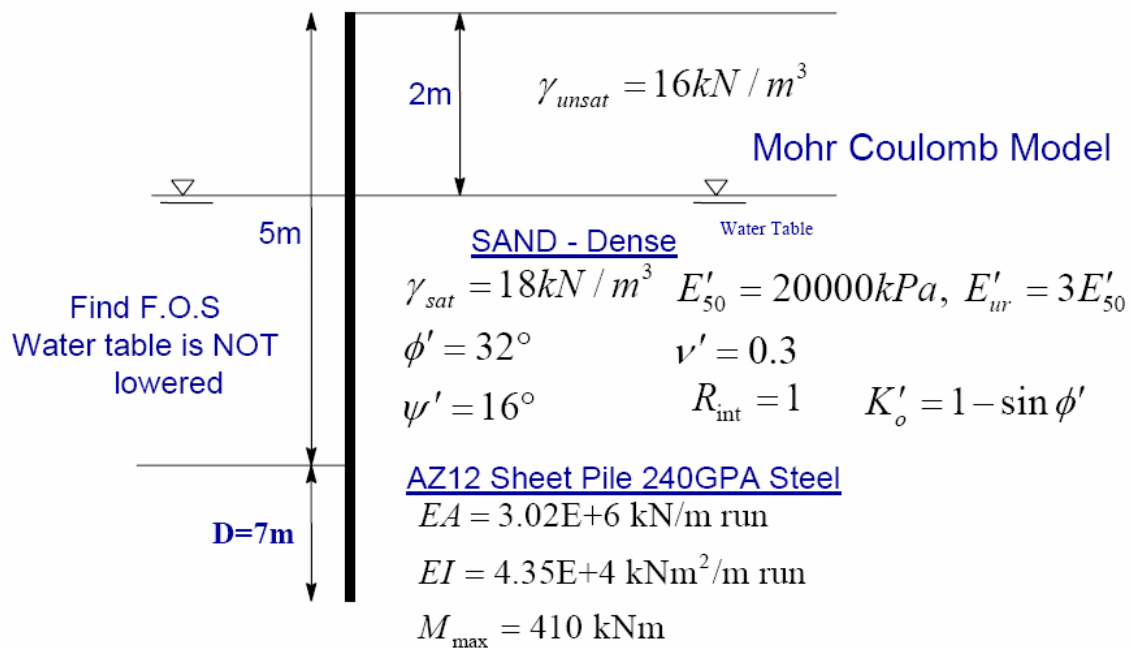


Steel Pile Sections



# Phần 11 : PLAXIS INPUT,CALCULATE SHEET PILE WALL

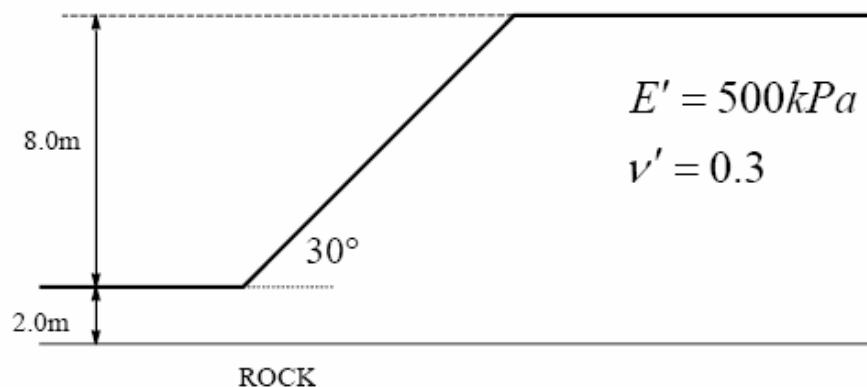
## Hardening Soil Model



So sánh giữa phần 7 ( Mohr Coulomb Model ) và phần 11 ( Hardening Soil Model )

## Phần 12 : PLAXIS INPUT, CALCULATE SLOPE STABILITY

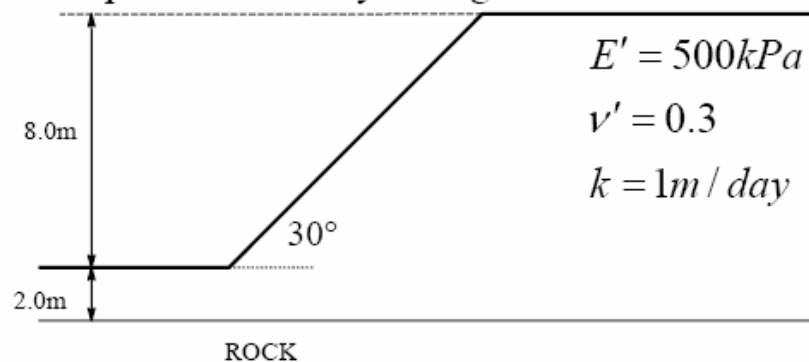
A slope has an inclination of  $30^\circ$  and is 8 m high. The soil properties are  $c_u = 50kPa$ ,  $\phi_u = 0^\circ$ ,  $\gamma_{sat} = 15.7kN/m^3$ . Determine the short term factor of safety if the clay deposit overlies rock which lies 2 m below the base of the slope.



*Ổn định mái dốc*

## Phần 13 : PLAXIS INPUT,CALCULATE SLOPE STABILITY

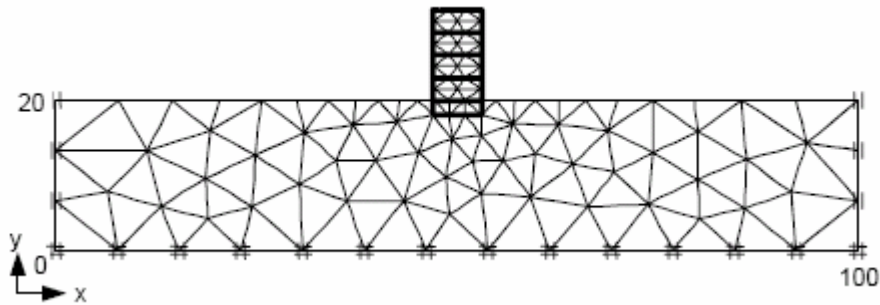
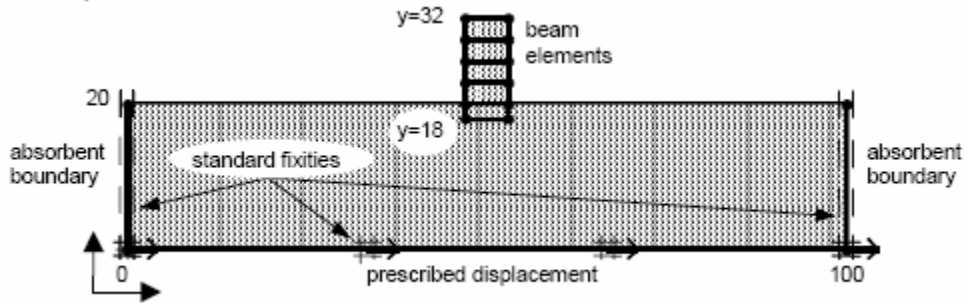
A slope has an inclination of  $30^\circ$  and is 8 m high. The soil properties are  $c' = 25kPa$ ,  $\phi' = 40^\circ$ ,  $\psi' = 12^\circ$ ,  $\gamma_{sat} = 15.7kN/m^3$ . Determine the long term factor of safety if the clay deposit overlies rock which lies 2 m below the base of the slope. The water table follows the slope and you must perform a steady state groundwater flow calculation.



*Ổn định mái dốc*



# Phần 14 : PLAXIS INPUT,CALCULATE DYNAMICS



Parameter	Name	Value	Unit
Material model	Model	Elastic	-
Type of material behaviour	Type	Drained	-
Unit soil weight	$\gamma$	17.0	kN/m <sup>3</sup>
Young's modulus (constant)	$E_{ref}$	30000	kN/m <sup>2</sup>
Poisson's ratio	$\nu$	0.2	-
Rayleigh damping	$\alpha$ and $\beta$	0.01	-

Parameter	Name	Floors / Walls	Unit
Material model	Model	Elastic	-
Normal stiffness	$EA$	$5 \cdot 10^6$	kN/m
Flexural rigidity	$EI$	9000	kNm <sup>2</sup> /m
Weight	$w$	5.0	kN/m/m
Poisson's ratio	$\nu$	0.0	-
Rayleigh damping	$\alpha$ and $\beta$	0.01	-

*Động đất*