

4.4. BỔ SUNG HÀM BẢNG CHO PHẦN MỀM MM&S (MÔ HÌNH HÓA VÀ MÔ PHỎNG HỆ ĐỘNG)

4.4.1. Phần mềm MM&S trước khi được bổ sung tính năng

Phần mềm MM&S đã được bắt đầu xây dựng từ năm 1999. Đến năm 2008 phần mềm đã được đăng ký bản quyền (số: 529/2008/QTG). *Trước năm 2010*, giao diện của phần mềm chủ yếu gồm các thanh công cụ (bảng 4.4.1) và 4 cửa sổ con (hình 4.4.1):

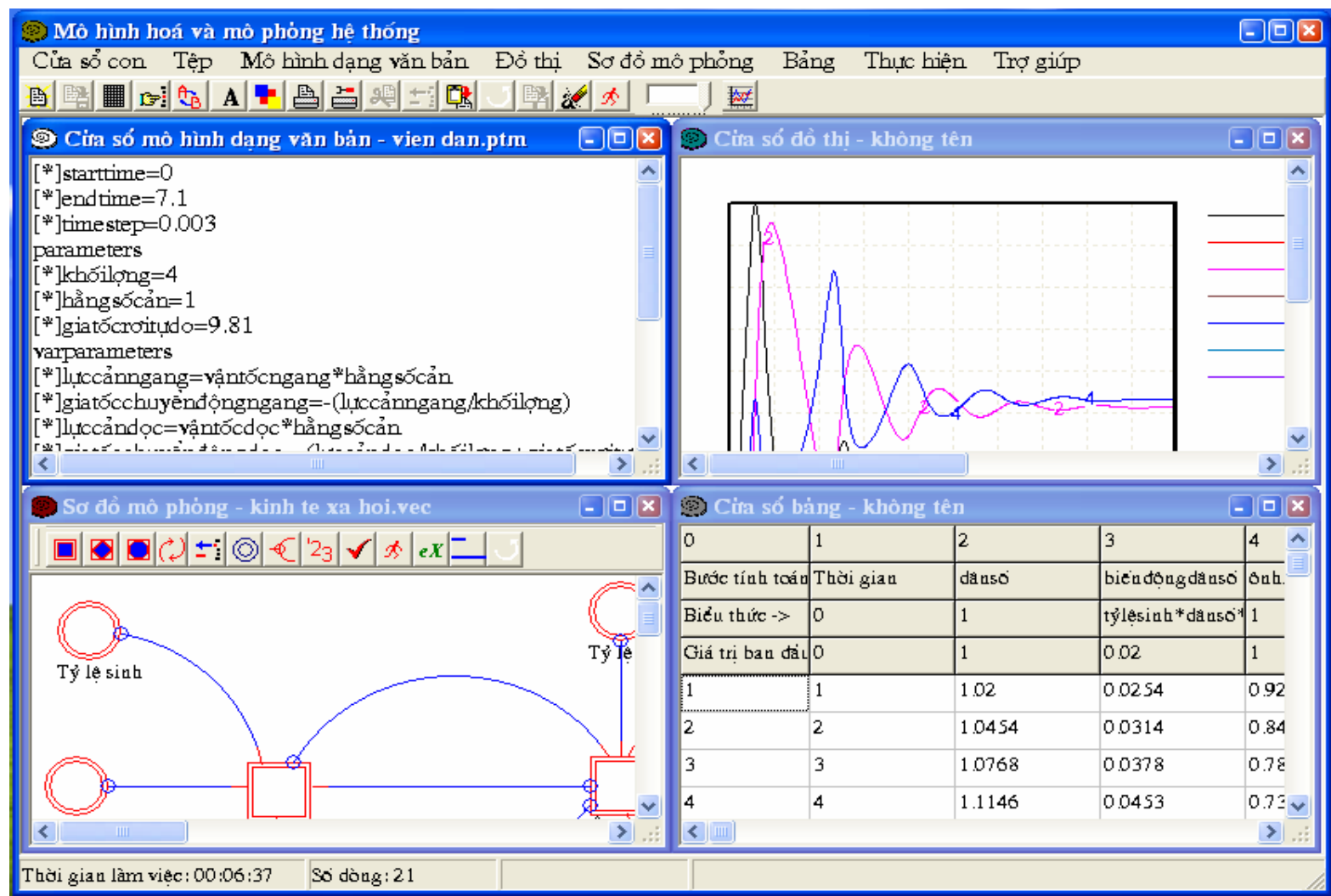
- Cửa sổ mô hình dạng văn bản (hình 4.4.2): cho phép soạn thảo và lưu mô hình dưới dạng tệp văn bản tron với đuôi tệp là “*.ptm” (ptm=plain text model). Để sử dụng tiếng Việt phải dùng bảng mã TCVN3 (“.vntime”,...). Khuôn thức của mô hình gồm phần khai báo khung thời gian và phần khai báo các yếu tố của hệ. Phần khai báo khung thời gian gồm 3 dòng để khai báo thời điểm bắt đầu, thời điểm cuối và bước thời gian. Phần khai báo các yếu tố chia làm 3 nhóm: nhóm các yếu tố không đổi (hằng số) được bắt đầu bằng dòng có từ khoá parameters; nhóm các yếu tố trung gian được bắt đầu bằng dòng có từ khoá varparameters; nhóm các yếu tố trạng thái và biến động của chúng được bắt đầu bằng từ khoá states&rates. Mô hình hoàn thiện lưu dưới dạng tệp có thể được tính toán bằng cách kích chuột vào nút hình người chạy trên thanh công cụ cửa sổ chính và chọn tệp mô hình trong hộp thoại hiện ra sau đó (hình 4.4.3).
- Cửa sổ đồ thị: cho phép vẽ đồ thị và lưu đồ thị dưới dạng tệp hình ảnh (*.bmp) hoặc dạng stream với đuôi tệp “*.stm”. Có thể vẽ đồ thị thời gian (thể hiện biến động giá trị các yếu tố của hệ theo thời gian) và đồ thị pha (thể hiện tương quan 1 cặp yếu tố theo thời gian) (hình 4.4.4).
- Cửa sổ sơ đồ mô phỏng: cho phép vẽ sơ đồ mô phỏng thể hiện tương tác giữa các yếu tố của hệ: (*) biểu tượng hình vuông dành cho yếu tố trạng thái, (*) biểu tượng hình tròn dành cho yếu tố không đổi, (*) biểu tượng hình thoi dành cho yếu tố trung gian. Các đường liên kết được đánh dấu điểm xuất phát từ một yếu tố tác động bằng 1 không tròn và điểm đến yếu tố bị tác động bằng 1 đoạn màu đỏ (hình 4.4.5). Có thể nạp thông tin và công thức vào sơ đồ mô phỏng qua hộp thoại bằng cách kích đúp chuột lên từng biểu tượng đại diện cho các yếu tố của hệ (hình 4.4.6). Khi đã nạp công thức xong có thể chạy tính toán mô phỏng từ cửa sổ sơ đồ mô phỏng.
- Cửa sổ bảng (hình 4.4.7): cho phép hiển thị kết quả tính toán mô phỏng dưới dạng bảng, lưu dưới dạng tệp (*.tbl) và lưu vào tệp văn bản tron (*.txt).

Thanh trình đơn, thanh tên, hộp thoại của phần mềm MM&S dùng bảng mã TCVN3 nên phải đặt chế độ cho Desktop dùng các font của bảng mã này (.Vntime,...).

Như vậy: Trước khi được bổ sung tính năng, phần mềm MM&S chưa sử dụng được font unicode để hiển thị tiếng Việt, chưa có mũi tên cho đường liên kết. **Đặc biệt, phần mềm MM&S chưa thể hiện được cấu trúc của những hệ thống có yếu tố thay đổi nhưng được liệt kê giá trị trước.**

Bảng 4.4.1: Chức năng các nút trên các thanh công cụ của MM&S

Nút	Chức năng	Nút	Chức năng
1. 	Mở tệp	7. 	Chọn vẽ liên kết
2. 	Lưu tệp	8. 	Xoá một đối tượng trong sơ đồ mô phỏng
3. 	Điều chỉnh vận tốc vẽ đồ thị	9. 	Kiểm tra sự hoàn thiện của sơ đồ mô phỏng và mô hình liên kết trong đó
4. 	Vẽ đồ thị	10. 	Chạy mô hình từ tệp
5. 	Tăng giảm kích thước đồ thị	11. 	Xuất mô hình từ sơ đồ mô phỏng ra tệp văn bản tron
6. 	Chọn biểu tượng để vẽ		



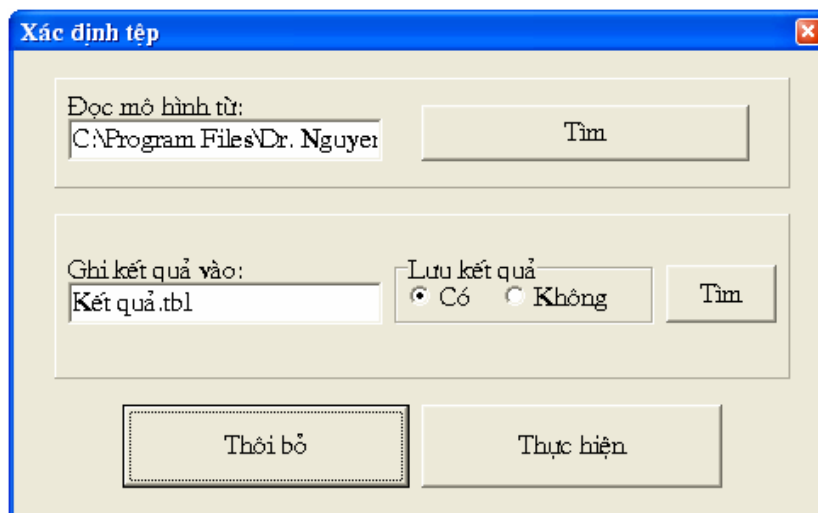
Hình 4.4.1: Giao diện phần mềm MM&S

```

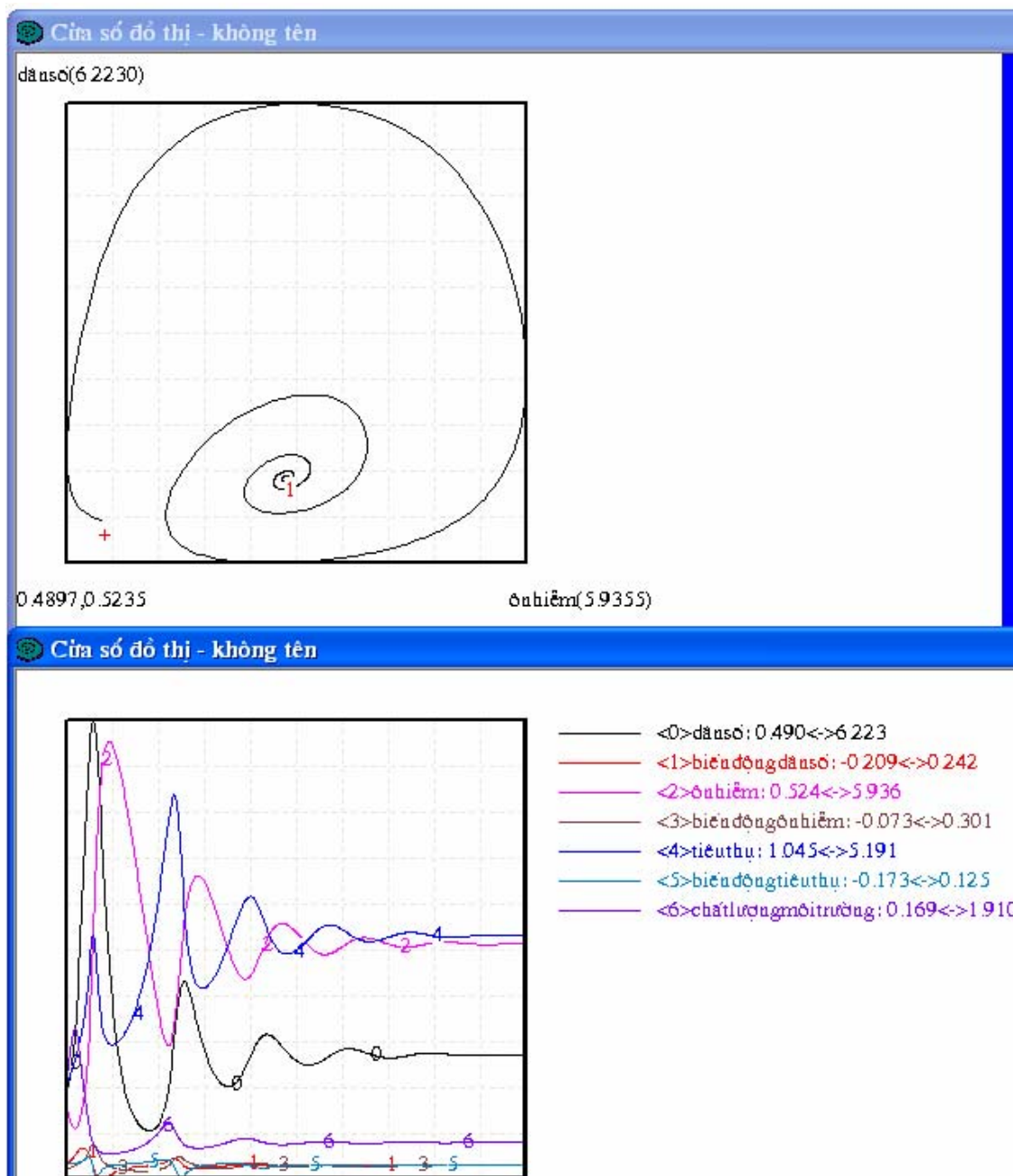
Cửa sổ mô hình dạng văn bản - kinh te xa hoi.ptm
[*]starttime=0
[*]endtime=600
[*]timestep=1
parameters
[*]tỷlệsinh=0.03
[*]kiểmsoátsinh=1
[*]tỷlệchết=0.01
[*]tỷlệtiêuthụ=0.05
[*]tỷlệtáichế=0.1
[*]kiểmsoáttiêuthụ=0.1
[*]tỷlệônhiễm=0.02
varparameters
[*]chấtlợngmôirờng=1/ônhiễm
states&rates
[*]dânsố=1
[**]biếndộngdânsố=tỷlệsinh*dânsố*kiểmsoátsinh*chấtlợngmôirờng-tỷlệchết*dânsố*ônhiễm
[*]ônhiễm=1
[**]biếndộngônhiễm=if(chấtlợngmôirờng>=1)then(tỷlệônhiễm*tiêuthụ*dânsố-tỷlệtáichế*ônhiễm)else(tỷlệtáichế*ônhiễm)
[*]tiêuthụ=1
[**]biếndộngtiêuthụ=tỷlệtiêuthụ*tiêuthụ*ônhiễm*(1-tiêuthụ*ônhiễm*kiểmsoáttiêuthụ)

```

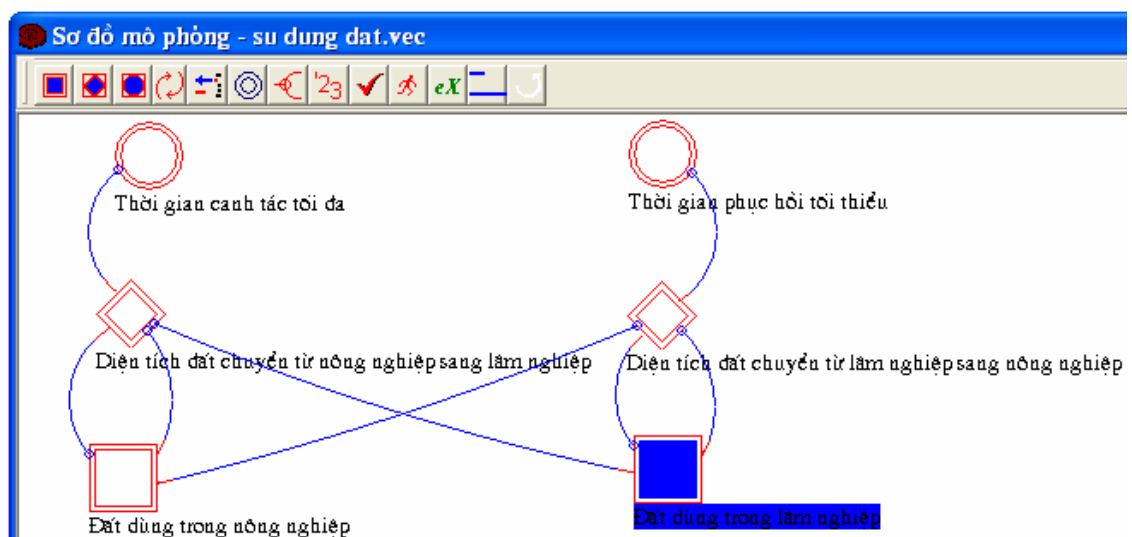
Hình 4.4.2: Cửa sổ mô hình dạng văn bản



Hình 4.4.3: Hộp thoại chọn tệp mô hình dạng văn bản



Hình 4.4.4: Đồ thị pha (dưới) và đồ thị thời gian (trên)



Hình 4.4.5: Cửa sổ sơ đồ mô phỏng

Thông tin về yếu tố trạng thái của hệ

Tên yếu tố:

Tên biến trạng thái:

Giá trị ban đầu: Số thứ tự:

Công thức hệ số biến đổi của biến trạng thái:

Hàm số:

Bị tác động bởi các yếu tố

Tác động lên các yếu tố

Hình 4.4.6: Hộp thoại để nạp thông tin, công thức cho yếu tố trạng thái

Cửa sổ bảng - không tên						
0	1	2	3	4	5	6
Bước tính toán	Thời gian	Đất dùng trong quá	biến động Đất dùng	Đất dùng trong lần	biến động Đất dùng	diện tích đất
Biểu thức ->	0	40	diện tích đất chuyển	0	diện tích đất chuyển	Đất dùng trong
Giá trị ban đầu	0	40	-8	0	8	0
1	1	32	-5.8667	8	5.8667	0.5333
2	2	26.1333	-4.3023	13.8667	4.3023	0.9244
3	3	21.831	-3.1549	18.169	3.1549	1.2113
4	4	18.6761	-2.3136	21.3239	2.3136	1.4216
5	5	16.3625	-1.6967	23.6375	1.6967	1.5758
6	6	14.6658	-1.2443	25.3342	1.2443	1.6889

Hình 4.4.7: Cửa sổ bảng với kết quả tính toán mô phỏng

4.4.2. Bổ sung hàm bảng cho phần mềm MM&S

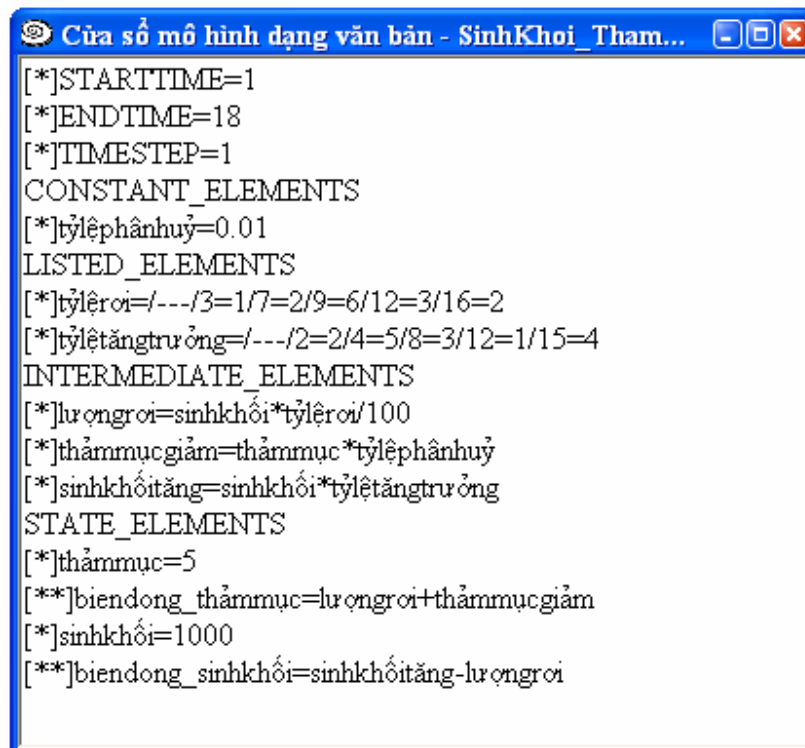
a. Chức năng của hàm bảng – Khai báo một nhóm yếu tố mới của hệ động

Trên thực tế có nhiều trường hợp ta không thể xếp một yếu tố của hệ thống vào một trong các nhóm yếu tố đã định nghĩa trước đây của phần mềm MM&S để tính toán mô phỏng. Đó là trường hợp của những yếu tố có giá trị thay đổi theo thời gian, tuy nhiên giá trị của chúng ở tất cả hoặc một số thời điểm nhất định đã được định sẵn. Chúng không thuộc nhóm các yếu tố không đổi vì giá trị của chúng thay đổi theo thời gian. Chúng không thuộc nhóm các yếu tố trung gian, vì giá trị của các yếu tố trung gian ở mỗi thời điểm nhất định được tính từ giá trị của một hoặc nhiều yếu tố khác. Chúng không thuộc nhóm các yếu tố trạng thái vì giá trị của chúng ở một thời điểm bất kỳ không thể xác định được bằng cách cân, đo, đong, đếm, và giá trị của chúng ở thời điểm hiện tại cũng không được tính toán bằng cách cộng giá trị của bản thân ở thời điểm trước với biến động trong khoảng từ thời điểm trước đến thời điểm hiện tại. ***Do đó, đây phải là một nhóm yếu tố mới.***

Dựa trên đặc điểm của các yếu tố này tôi tạm đặt tên cho nhóm yếu tố này là nhóm các “***yếu tố liệt kê***”, để thể hiện đặc điểm của chúng là có các giá trị được liệt kê sẵn cho các thời điểm khác nhau. Giá trị của các yếu tố thuộc nhóm này của hệ thống được khai báo dưới dạng hàm bảng: tức là các giá trị được liệt kê cùng với thời gian, các giá trị thời gian được liệt kê trên một dòng và các giá trị của yếu tố tại từng thời điểm được liệt kê trong các ô tương ứng trên dòng thứ hai.

b. Thay đổi trong khuôn thức mô hình dạng văn bản sau khi bổ sung nhóm yếu tố liệt kê

Cùng với việc đưa thêm một nhóm yếu tố mới, khuôn thức của mô hình văn bản cũng được thay đổi chút ít (hình 4.4.8).



```

[*]STARTTIME=1
[*]ENDTIME=18
[*]TIMESTEP=1
CONSTANT_ELEMENTS
[*]tỷlệphânhuỷ=0.01
LISTED_ELEMENTS
[*]tỷlệroi=---/3=1/7=2/9=6/12=3/16=2
[*]tỷlệttăngtrưởn=---/2=2/4=5/8=3/12=1/15=4
INTERMEDIATE_ELEMENTS
[*]lưonroi=sinhkhôi*tỷlệroi/100
[*]thảm mục giảm=thảm mục*tỷlệphânhuỷ
[*]sinhkhôităng=sinhkhôi*tỷlệttăngtrưởn
STATE_ELEMENTS
[*]thảm mục=5
[*]biendong_thảm mục=lưonroi+thảm mục giảm
[*]sinhkhôi=1000
[*]biendong_sinhkhôi=sinhkhôităng-lưonroi
  
```

Hình 4.4.8: Cửa sổ mô hình dạng văn bản với mô hình

Phần đầu khai báo khung thời gian vẫn gồm 3 dòng; mỗi dòng bắt đầu bằng dấu sao để trong móc vuông ([*]); tiếp theo là các từ khoá, tuy nhiên có sự thay đổi là các từ khoá này được viết bằng chữ in hoa, theo thứ tự các dòng là: STARTTIME, ENDTIME, TIMESTEP; kế đến là dấu bằng; cuối mỗi dòng là các giá trị thời gian tương ứng.

Phần tiếp theo khai báo các yếu tố không đổi được bắt đầu bằng dòng có từ khoá viết in hoa: CONSTANT_ELEMENTS. Cách khai báo các yếu tố thuộc nhóm này vẫn như trước: mỗi yếu tố được khai báo trên 1 dòng, bắt đầu bằng dấu sao để trong móc vuông ([*]), tiếp theo là tên biến, tiếp nữa là dấu bằng và cuối cùng là giá trị của yếu tố không đổi.

Phần thứ 3 là phần khai báo các *yếu tố liệt kê*. Phần này bắt đầu bằng 1 dòng có từ khoá in hoa: LISTED_ELEMENTS. Mỗi yếu tố liệt kê được khai báo trên một dòng: Bắt đầu bằng dấu sao để trong móc vuông ([*]), tiếp theo là tên biến, tiếp nữa là dấu bằng, sau đó là khai báo cách xử lý cho những thời điểm không được khai báo, và cuối cùng là liệt kê các giá trị của biến tại các thời điểm.

Việc khai báo cách tính giá trị cho những thời điểm không được khai báo bắt đầu bằng dấu gạch chéo xuôi (/), tiếp theo là chuỗi 3 ký tự là tổ hợp của các dấu cộng và trừ (/--- /-+- /+--+ /-++ /+-- /--+ /++- /+++). Dấu cộng để chỉ dẫn cần tính giá trị của yếu tố liệt kê cho thời điểm không được khai báo: -

từ 2 giá trị của các thời điểm được khai báo liền trước và liền sau (nếu thời điểm không được khai báo nằm giữa 2 thời điểm được khai báo), - hoặc từ 2 giá trị của các thời điểm được khai báo liền trước (nếu thời điểm không được khai báo nằm sau thời điểm muộn nhất được khai báo), - hoặc từ 2 giá trị của các thời điểm được khai báo liền sau (nếu thời điểm không được khai báo nằm trước thời điểm sớm nhất được khai báo).

Việc liệt kê mỗi giá trị bắt đầu bằng dấu gạch chéo xuôi (/), tiếp theo là con số xác định thời điểm, kế tiếp là dấu bằng, cuối cùng là giá trị của yếu tố tại thời điểm đã xác định. Ví dụ sau đây thể hiện phần khai báo các *yếu tố liệt kê* có một yếu tố liệt kê duy nhất là var0 với các giá trị là 120,50,500,10,25 tại các thời điểm có giá trị thời gian là 1,2,3,4,5. Việc khai báo cách tính giá trị cho những thời điểm không được khai báo chỉ dẫn rằng cần tính giá trị cho yếu tố var0 ở các thời điểm muộn hơn thời điểm được khai báo cuối cùng.

LISTED_ELEMENTS

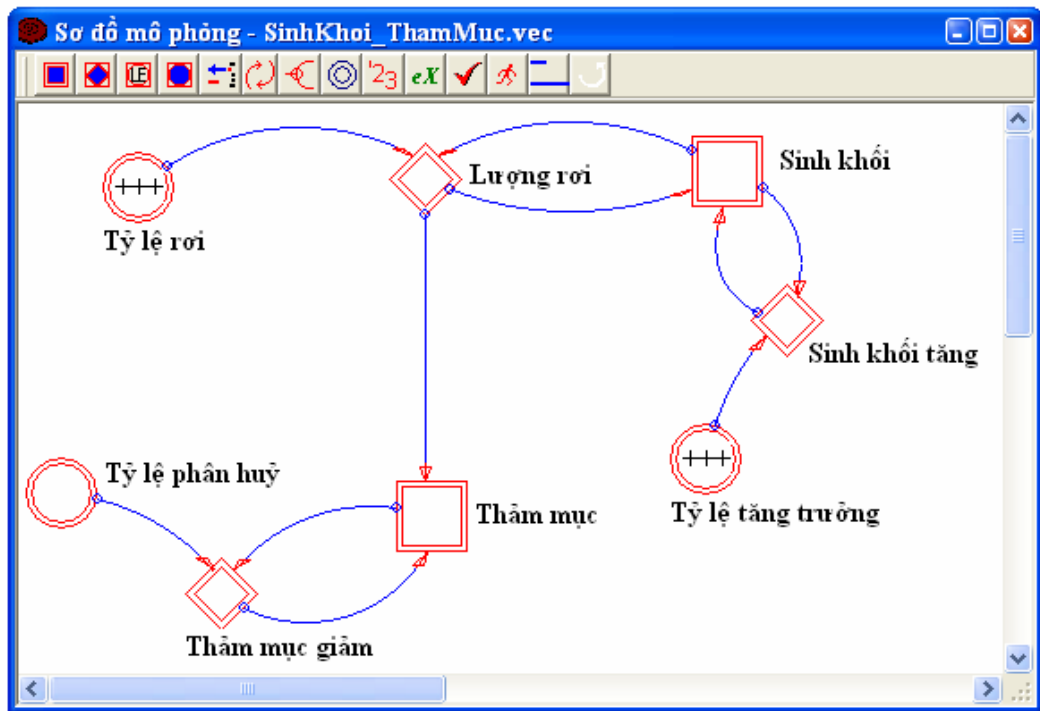
[*]var0=/--+/1=120/2=50/3=500/4=10/5=25

Phần thứ 4 là phần khai báo các yếu tố trung gian. Phần này bắt đầu bằng dòng có từ khóa viết in hoa: INTERMEDIATE_ELEMENTS. Cách khai báo các biến đại diện cho các yếu tố thuộc nhóm này vẫn như trước: mỗi yếu tố được khai báo trên 1 dòng, bắt đầu bằng dấu sao để trong móc vuông ([*]), tiếp theo là tên biến, tiếp nữa là dấu bằng và cuối cùng là công thức tính cho biến.

Phần cuối cùng là phần khai báo các yếu tố trạng thái. Do giá trị biến động của các yếu tố trạng thái được coi như thuộc tính của chúng nên các giá trị biến động được khai báo kèm theo mỗi biến trạng thái. Phần này bắt đầu bằng dòng có từ khóa viết in hoa: STATE_ELEMENTS. Cách khai báo phần này không có gì thay đổi so với trước: mỗi yếu tố trạng thái được khai báo trên 2 dòng, dòng thứ nhất dành cho bản thân biến trạng thái, dòng thứ 2 liền sau đó dành cho giá trị biến động của yếu tố trạng thái đó. Dòng khai báo biến trạng thái bắt đầu bằng dấu sao để trong móc vuông ([*]), tiếp theo là tên biến, tiếp nữa là dấu bằng và cuối cùng là giá trị ban đầu của yếu tố trạng thái. Dòng khai báo giá trị biến động của biến trạng thái bắt đầu bằng 2 dấu sao để trong móc vuông ([**]), tiếp theo là tên của giá trị biến động này, tiếp nữa là dấu bằng và cuối cùng là công thức tính giá trị biến động.

c. Thay đổi trong cửa sổ sơ đồ mô phỏng sau khi bổ sung nhóm *yếu tố liệt kê*:

Do có thêm một nhóm yếu tố nên thanh công cụ được bổ sung một nút với biểu tượng cho nhóm *yếu tố liệt kê*. Mỗi nút biểu tượng trên thanh công cụ cho phép vẽ biểu tượng cho các yếu tố của một nhóm yếu tố hệ thống (hình 4.4.9).



Hình 4.4.9: Cửa sổ sơ đồ mô phỏng với nút bổ sung cho nhóm yếu tố liệt kê

Cách vẽ sơ đồ mô phỏng không có gì thay đổi. Để vẽ biểu tượng của một yếu tố, ta kích chuột lên nút với biểu tượng của nhóm yếu tố, sau đó kích chuột lên vị trí ta muốn vẽ biểu tượng. Để vẽ đường liên kết ta nhấp chuột vào yếu tố tác động, giữ chuột ở trạng thái down và di lên trên yếu tố bị tác động rồi thả ra. Cả yếu tố không đổi và yếu tố liệt kê đều không thể bị yếu tố khác tác động nên các đường liên kết chỉ có thể xuất phát từ các biểu tượng của chúng mà không thể kết thúc ở các biểu tượng của chúng được. Ngoài biểu tượng mới cho các yếu tố liệt kê, một điểm mới nữa ở đây là các đường liên kết có mũi tên ở cuối.

Cách nạp thông tin và công thức vào các yếu tố thuộc nhóm yếu tố trạng thái, nhóm yếu tố trung gian và nhóm yếu tố không đổi vẫn không có gì thay đổi.

Kích đúp chuột lên biểu tượng của một yếu tố thuộc nhóm yếu tố không đổi, một hộp thoại thông tin về yếu tố không đổi sẽ hiện ra (hình 4.4.10). Ta có thể gõ tên yếu tố, tên hằng đại diện cho yếu tố trong mô hình toán, giá trị của yếu tố. Ngoài ra hộp thoại còn cho biết yếu tố này tác động lên những yếu tố nào trong danh sách ở cuối hộp thoại.

Kích đúp chuột lên biểu tượng của một yếu tố thuộc nhóm yếu tố trung gian, một hộp thoại thông tin về yếu tố trung gian sẽ hiện ra (hình 4.4.11). Ta có thể gõ tên yếu tố, tên biến đại diện cho yếu tố trong mô hình toán, công thức tính giá trị của biến. Ngoài ra hộp thoại còn cho biết yếu tố này bị những yếu tố nào tác động và bản thân nó tác động lên những yếu tố nào qua các danh sách tương ứng ở bên trái phía dưới và bên phải phía dưới hộp thoại. Khi viết công thức tính cho yếu tố trung gian có thể kích chuột lên các nút con số, chữ cái, hoặc kích đúp chuột lên tên hàm ở danh sách bên phải thuộc phần giữa hộp thoại. Danh sách hàm này vừa

có tác dụng để kích chuột không cần phải gõ bàn phím khi viết công thức, vừa cho biết những hàm đã được khai báo và có thể sử dụng trong chương trình.

Thông tin về yếu tố không đổi

Tên yếu tố: Tỷ lệ phân huỷ

Tên hằng: tỷlệphânhuỷ

Giá trị: 0.01 Số thứ tự: 5

Tác động lên các yếu tố:

thảm mục giảm[Thảm mục giảm]

Đóng lại

Hình 4.4.10: Hộp thoại thông tin về yếu tố không đổi

Thông tin về yếu tố trung gian

Tên yếu tố: Lượng roi

Tên biến trung gian: lượngroi Số thứ tự: 2

Công thức của biến trung gian:

sinhkhối*tỷlệroi/100

. + - * / and or xor
 If Then Else () < > =
 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 Hàm số: Abs, Arccos, Arcsin, Arctan

Bị tác động bởi các yếu tố:

tỷlệroi[Tỷ lệ roi]
sinhkhối[Sinh khối]

Tác động lên các yếu tố:

thảm mục[Thảm mục]
sinhkhối[Sinh khối]

Đóng lại

Hình 4.4.11: Hộp thoại thông tin về yếu tố trung gian

Công thức tính cho yếu tố trung gian phải sử dụng hết các yếu tố có trong danh sách bên trái phía dưới - những yếu tố tác động lên nó. Công thức có thể là một biểu thức đại số hoặc một biểu thức lô gích. Biểu thức lô gích bao giờ cũng phải có đủ ba phần **if**, **then** và **else**. Các biểu thức sau **if**, **then** và **else** phải được để trong ngoặc đơn. Biểu thức sau **if** phải là một biểu thức so sánh. Các phần của biểu thức so sánh được liên kết bởi **and**, **or**, **xor** phải được đặt trong ngoặc đơn. Mỗi biểu thức sau **then** và **else** lại có thể là một biểu thức lô gích, và cũng phải có đầy đủ 3 phần là **if**, **then** và **else**, ví dụ:

```
if ( (A>B) and (C<=D) ) then (A+B) else (if (A+B=C) then (A) else (C) )
```

Hình 4.4.12: Hộp thoại thông tin về yếu tố trạng thái

Kích đúp chuột lên biểu tượng của một yếu tố thuộc nhóm yếu tố trạng thái, một hộp thoại thông tin về yếu tố trạng thái sẽ hiện ra (hình 4.4.12). Ta có thể gõ tên yếu tố, tên biến đại diện cho yếu tố trong mô hình toán, giá trị ban đầu của yếu tố, công thức tính biến động của yếu tố sau mỗi bước thời gian. Ngoài ra hộp thoại còn cho biết yếu tố này bị những yếu tố nào tác động và bản thân nó tác động lên

những yếu tố nào qua các danh sách tương ứng ở bên trái phía dưới và bên phải phía dưới hộp thoại. Ở đây, các yếu tố tác động lên yếu tố trạng thái được hiểu là chúng tác động lên biến động của yếu tố trạng thái.

Cách viết công thức tính biến động của yếu tố trạng thái giống như cách viết công thức tính cho yếu tố trung gian. Cũng như trường hợp viết công thức tính giá trị biến trung gian, công thức tính cho biến động của yếu tố trạng thái phải sử dụng hết các yếu tố có trong danh sách bên trái phía dưới - những yếu tố tác động lên nó.

Thay đổi trong tính năng của cửa sổ sơ đồ mô phỏng là ở chỗ, sơ đồ mô phỏng có thể có thêm biểu tượng đại diện cho yếu tố liệt kê (hình 4.4.9) và cách nạp thông tin cho yếu tố liệt kê qua hộp thoại.

Biểu tượng đại diện cho yếu tố liệt kê cũng là một hình tròn như biểu tượng của yếu tố không đổi nhưng có thêm chữ LE nằm trên thanh công cụ (LE là viết tắt của Listed Element = yếu tố liệt kê), hoặc có thêm 3 dấu cộng hoặc trừ ở bên trong nếu nằm trong sơ đồ mô phỏng (hình 4.4.9).

Thông tin về yếu tố liệt kê

Tên yếu tố:

Tên biến liệt kê: Số thứ tự:

Giá trị của biến liệt kê:

Thời gian	0
var0	0

☐ Trước khoảng thời gian khai báo
☐ Trong khoảng thời gian khai báo
☐ Sau khoảng thời gian khai báo

Số giá trị liệt kê:

Tác động lên các yếu tố:

Hình 4.4.13: Hộp thoại thông tin về yếu tố liệt kê

Kích đúp chuột lên biểu tượng của một yếu tố liệt kê, một hộp thoại thông tin về yếu tố liệt kê sẽ hiện ra (hình 4.4.13). Trong hộp thoại này ta có thể gõ tên của yếu tố và tên biến đại diện cho yếu tố. Ta cũng có thể gõ số giá trị cần liệt kê.

Bảng ở giữa hộp thoại sẽ tự động cập nhật tên biến liệt kê (cột 1, dòng 2) khi tên biến thay đổi. Số cột của bảng này cũng được cập nhật theo giá trị của ô *Số giá trị liệt kê*. Ta có thể gõ các giá trị thời gian vào dòng 1 và các giá trị tương ứng của yếu tố liệt kê vào dòng 2. Ta cũng có thể chuyển dữ liệu từ bảng trung chuyển của Windows (clipboard) vào bảng bằng cách kích chuột vào nút *Lấy từ bảng trung chuyển* , hoặc sao các giá trị của bảng trong hộp thoại ra bảng trung chuyển của Windows bằng cách kích chuột lên nút *Sao ra bảng trung chuyển* . Như vậy, ta có thể khai báo thời gian và giá trị của các yếu tố liệt kê trong bảng Excel hoặc Winword rồi sao và chuyển vào bảng của hộp thoại của yếu tố. Nếu thay đổi số cột của bảng mà chưa gõ bàn phím chỉnh sửa, ta có thể khôi phục lại số cột như cũ cùng với dữ liệu bằng cách kích chuột lên nút *Khôi phục*. Để chỉ dẫn tính giá trị của yếu tố liệt kê cho các thời điểm không được khai báo, thay cho việc dùng các dấu cộng hoặc trừ trong mô hình dạng văn bản, trong sơ đồ mô phỏng ta kích chuột lên các nút chọn (trong khung *Tính cho các thời điểm không khai báo*).

Cũng giống như phiên bản trước của MM&S, ta có thể xuất mô hình đã hoàn thiện từ sơ đồ mô phỏng sang một tệp mô hình dạng văn bản. Các thông tin và số liệu của yếu tố liệt kê sẽ được xuất từ hộp thoại sang dạng một dòng văn bản (hình 4.4.8).

4.4.3. Tính toán mô phỏng sau khi bổ sung nhóm yếu tố liệt kê

Nguyên tắc tính toán chung cho các nhóm yếu tố cũ vẫn được giữ nguyên như trước. Với giá trị ban đầu của các yếu tố trạng thái và các giá trị của các yếu tố không đổi và các yếu tố liệt kê, giá trị các yếu tố trung gian và đặc biệt là *Giá trị biến động* của các yếu tố trạng thái tại thời điểm xuất phát sẽ được tính. Từ thời điểm tính toán mô phỏng thứ nhất trở đi, giá trị các yếu tố trạng thái sẽ được tính bằng cách cộng giá trị của nó với giá trị biến động của nó tại thời điểm trước. Sau đó trên cơ sở giá trị của các yếu tố trạng thái, các yếu tố không đổi và các yếu tố liệt kê, chương trình sẽ tính giá trị cho các yếu tố trung gian. Tuy nhiên, nếu các giá trị của yếu tố liệt kê không được khai báo cho tất cả các thời điểm tính toán, chương trình sẽ tính giá trị của chúng trước khi bắt đầu tính toán mô phỏng.

Như vậy, ***một vấn đề mới nảy sinh cho tính toán mô phỏng*** là các giá trị liệt kê chưa chắc đã trùng với các thời điểm tính toán mô phỏng. Hơn nữa có thể các giá trị liệt kê chỉ có ít nhưng lại cần tính toán mô phỏng cho khoảng thời gian dài. Trong những trường hợp thời điểm tính toán mô phỏng không trùng với thời điểm yếu tố liệt kê được khai báo, chương trình MM&S sẽ xử lý như sau:

- Nếu thời điểm tính toán mô phỏng nằm trong khoảng thời gian được chỉ dẫn là không tính giá trị của yếu tố liệt kê cho thời điểm không được khai báo (dấu trừ trong mô hình dạng văn bản) giá trị của yếu tố liệt kê sẽ được gán giá trị 0.
- Nếu thời điểm tính toán mô phỏng nằm trong khoảng thời gian được chỉ dẫn là cần tính giá trị của yếu tố liệt kê cho thời điểm không được khai báo (dấu cộng

trong mô hình dạng văn bản), như trên đã nêu, giá trị của yếu tố liệt kê sẽ được tính như sau:

- Từ 2 giá trị của các thời điểm được khai báo liền trước V_{t1} và liền sau V_{t2} (nếu thời điểm không được khai báo i nằm giữa 2 thời điểm được khai báo):

$$V_i := ((V_{t2} - V_{t1}) / (t2 - t1)) * (i - t1); \text{ trong đó } t1 < i < t2$$

- Từ 2 giá trị của các thời điểm được khai báo liền trước V_{t1} và V_{t2} (nếu thời điểm không được khai báo nằm sau thời điểm muộn nhất được khai báo):

$$V_i := ((V_{t2} - V_{t1}) / (t2 - t1)) * (i - t2); \text{ trong đó } t1 < t2 < i$$

- Từ 2 giá trị của các thời điểm được khai báo liền sau V_{t1} và V_{t2} (nếu thời điểm không được khai báo nằm trước thời điểm sớm nhất được khai báo):

$$V_i := ((V_{t2} - V_{t1}) / (t2 - t1)) * (t1 - i); \text{ trong đó } i < t1 < t2$$

4.4.4. Ví dụ: Mô hình động thái sinh khối và thảm mục

1. Mô tả hệ thống bằng lời

Động thái sinh khối và thảm mục là sự biến động của sinh khối và thảm mục trong mối liên hệ qua lại của chúng. Trong một hệ sinh thái ổn định thì sinh khối và thảm mục biến động theo tháng. Như vậy đơn vị thời gian để tính toán mô phỏng sẽ là tháng. Hệ thống này có các yếu tố sau:

- Sinh khối: là lượng vật chất sống của thảm thực vật. Nó là yếu tố trạng thái vì giá trị của nó thay đổi nhưng ở bất cứ thời điểm nào chúng ta có thể xác định giá trị của nó ngoài thực địa, mặc dù khó. Giá trị ban đầu của nó là giá trị tại thời điểm bắt đầu của quá trình mô phỏng. Biến động giá trị là thuộc tính của nó và được tính từ Lượng rơi và Sinh khối tăng.
- Tỷ lệ tăng trưởng: là tỷ lệ mà Sinh khối tăng thêm trong 1 đơn vị thời gian (1 tháng). Nó là kết quả thống kê qua nhiều lần nghiên cứu. Tỷ lệ này thay đổi theo các tháng, do đó nó là yếu tố liệt kê.
- Sinh khối tăng: là lượng sinh khối được sinh ra trong một đơn vị thời gian. Yếu tố này thay đổi và được tính từ Sinh khối và Tỷ lệ tăng trưởng. Đây là một yếu tố trung gian.
- Tỷ lệ rơi: là tỷ lệ mà sinh khối chết và rơi xuống thảm mục trong 1 đơn vị thời gian. Nó là kết quả thống kê qua nhiều lần nghiên cứu. Tỷ lệ này thay đổi theo các tháng, do đó nó là yếu tố liệt kê.
- Lượng rơi: là lượng sinh khối chết và rơi xuống thảm mục trong một đơn vị thời gian. Yếu tố này thay đổi và được tính từ Sinh khối và Tỷ lệ rơi. Đây là một yếu tố trung gian.
- Thảm mục: là lượng vật chất hữu cơ chết chưa được phân huỷ. Tại mỗi thời điểm bất kỳ chúng ta có thể xác định giá trị của nó ngoài thực địa,

do đó đây là yếu tố trạng thái. Giá trị ban đầu của nó là giá trị tại thời điểm bắt đầu của quá trình mô phỏng. Biến động giá trị là thuộc tính của nó và được tính từ Lượng rơi và Thảm mục giảm.

- Tỷ lệ phân huỷ: là tỷ lệ thảm mục bị phân huỷ trong một đơn vị thời gian. Trong điều kiện nhiệt đới nóng ẩm, tỷ lệ này được coi là không đổi trong các tháng, do đó nó là yếu tố không đổi.
- Thảm mục giảm: là lượng thảm mục bị mất đi do bị phân huỷ trong một đơn vị thời gian. Yếu tố này thay đổi và được tính từ Thảm mục và Tỷ lệ phân huỷ. Đây là một yếu tố trung gian.

2. Mô hình dạng văn bản

Trên cơ sở mô tả hệ thống ở trên ta viết mô hình dạng văn bản như sau:

```
[*] STARTTIME=1
[*] ENDTIME=18
[*] TIMESTEP=1
CONSTANT_ELEMENTS
[*] tỷlệphânhuỷ=0.01
LISTED_ELEMENTS
[*] tỷlệrơi=+/+/3=1/7=2/9=6/12=3/16=2
[*] tỷlệttăngtrưởnɡ=+/+/2=2/4=5/8=3/12=1/15=4
INTERMEDIATE_ELEMENTS
[*] lượngrơi=sinhkhối*tỷlệrơi/100
[*] thấmmựcgiảm=thấmmực*tỷlệphânhuỷ
[*] sinhkhổitắnɡ=sinhkhối*tỷlệttăngtrưởnɡ
STATE_ELEMENTS
[*] thấmmực=5
[**] biếndònɡ_thấmmực=lượngrơi+thấmmựcgiảm
[*] sinhkhối=1000
[**] biếndònɡ_sinhkhối=sinhkhổitắnɡ-lượngrơi
```

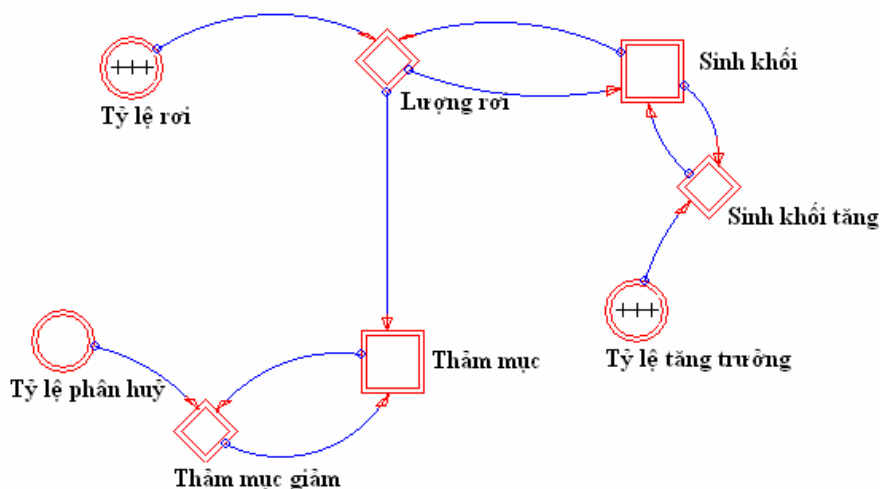
Biến động của các yếu tố trạng thái là thuộc tính của chúng. Khi viết mô hình dạng văn bản ta có thể đặt tên cho chúng. Tuy nhiên, khi xuất mô hình từ sơ đồ mô phỏng sang tệp mô hình dạng văn bản, chương trình tự động thêm tiền tố “biếndònɡ_” vào tên biến trạng thái để đặt tên cho chúng.

Ta lưu mô hình lại trong tệp mô hình dạng văn bản (đuôi *.ptm). Kích chuột vào nút có biểu tượng người chạy trên thanh công cụ của cửa sổ chính, hộp thoại như trong hình 4.4.3 sẽ được hiển thị và ta có thể chọn tệp mô hình dạng văn bản để tính toán mô phỏng. Sau khi tính toán mô phỏng, chương trình sẽ hiển thị kết quả dưới dạng bảng như trên hình 4.4.7.

3. Sơ đồ mô phỏng

Trên cơ sở mô tả bằng lời trên đây, ta cũng có thể vẽ được sơ đồ tương tác như trong hình 4.4.14. Kích đúp chuột lên các biểu tượng và khai báo ta có các

hợp thoại của các yếu tố với các thông tin khai báo đầy đủ như trong các hình 4.4.15-4.4.22.



Hình 4.4.14: Sơ đồ mô phỏng của Động thái sinh khối và thảm mục

Yếu tố “Tỷ lệ rơi” là kết quả nghiên cứu ở các tháng 3, 7, 9, 12, 16 và là yếu tố liệt kê. Giá trị của yếu tố ở các tháng không được liệt kê có thể tính từ các tháng được liệt kê. Kết quả khai báo như trong hình 4.4.15.

Thông tin về yếu tố liệt kê

Tên yếu tố:

Tên biến liệt kê: Số thứ tự:

Giá trị của biến liệt kê:	Sao cột	Xoá cột	Chèn cột	Khôi phục	
0	1	2	3	4	5
Thời gian	3	7	9	12	16
tỷlêroi	1	2	6	3	2

Tính cho các thời điểm không khai báo

☐ Trước khoảng thời gian khai báo

☐ Trong khoảng thời gian khai báo

☐ Sau khoảng thời gian khai báo

☐ Lấy từ bảng trung chuyển

☐ Sao hết ra bảng trung chuyển

Số giá trị liệt kê:

Tác động lên các yếu tố:

Hình 4.4.15: Khai báo yếu tố liệt kê “Tỷ lệ rơi”

Yếu tố “Lượng roi” là yếu tố trung gian, được tính từ 2 yếu tố là “Sinh khối” và “Tỷ lệ roi”, và được khai báo như trong hình 4.4.16.

Thông tin về yếu tố trung gian

Tên yếu tố:

Tên biến trung gian: Số thứ tự:

Công thức của biến trung gian:

Hàm số:

Bị tác động bởi các yếu tố:

Tác động lên các yếu tố:

Hình 4.4.16: Khai báo yếu tố trung gian “Lượng roi”

Yếu tố “Tỷ lệ tăng trưởng” là yếu tố liệt kê, là kết quả nghiên cứu ở các tháng 2, 4, 8, 12, 15. Giá trị của yếu tố ở các tháng không được liệt kê có thể tính từ các tháng được liệt kê. Kết quả khai báo như trong hình 4.4.17.

Thông tin về yếu tố liệt kê

Tên yếu tố: Tỷ lệ tăng trưởng

Tên biến liệt kê: tỷlệtăngtrưởng Số thứ tự: 7

Giá trị của biến liệt kê: Khôi phục

Thời gian	2	4	8	12	15
tỷlệtăngtrưởng	2	5	3	1	4

Tính cho các thời điểm không khai báo

- ☒ Trước khoảng thời gian khai báo
- ☒ Trong khoảng thời gian khai báo
- ☒ Sau khoảng thời gian khai báo

Lấy từ bảng trung chuyển Sao ra bảng trung chuyển

Số giá trị liệt kê: 5

Tác động lên các yếu tố:

sinhkhổităng[Sinh khối tăng]

Đóng lại

Hình 4.4.17: Khai báo yếu tố liệt kê “Tỷ lệ tăng trưởng”

Yếu tố “Sinh khối tăng” là yếu tố trung gian, được tính từ 2 yếu tố là “Tỷ lệ tăng trưởng” và “Sinh khối”, được khai báo như trong hình 4.4.18. Đây là lượng sinh khối tăng thêm trong một đơn vị thời gian (1 tháng).

Thông tin về yếu tố trung gian

Tên yếu tố:

Tên biến trung gian: Số thứ tự:

Công thức của biến trung gian:

.	+	-	*	/	and	or	xor		
If	Then	Else	(	)	<	>	=		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Hàm số:

Bị tác động bởi các yếu tố:

Tác động lên các yếu tố:

Hình 4.4.18: Khai báo yếu tố trung gian: “Sinh khối tăng”

Yếu tố “Sinh khối” là yếu tố trạng thái, có giá trị ban đầu là 1000 kg, có giá trị biến động phụ thuộc vào “Sinh khối tăng” và “Lượng rơi”, được khai báo như trong hình 4.4.19.

Thông tin về yếu tố trạng thái

Tên yếu tố:

Tên biến trạng thái:

Giá trị ban đầu: Số thứ tự:

Công thức tính biến động của biến trạng thái:

Hàm số:

Bị tác động bởi các yếu tố:

Tác động lên các yếu tố:

Hình 4.4.19: Khai báo yếu tố trạng thái “Sinh khối”

Yếu tố “Thảm mục giảm” là yếu tố trung gian, được tính từ 2 yếu tố là “Tỷ lệ phân huỷ” và “Thảm mục”, được khai báo như trong hình 4.4.20. Đây là lượng thảm mục giảm đi trong một đơn vị thời gian (1 tháng).

Thông tin về yếu tố trung gian

Tên yếu tố:

Tên biến trung gian: Số thứ tự:

Công thức của biến trung gian:

Hàm số:

Bị tác động bởi các yếu tố:

Tác động lên các yếu tố:

Hình 4.4.20: Khai báo yếu tố trung gian “Thảm mục giảm”

Yếu tố “Tỷ lệ phân huỷ” là yếu tố không đổi, là kết quả thống kê qua nhiều lần nghiên cứu, có giá trị khoảng 1%, được khai báo như trong hình 4.4.21. Đây là tỷ lệ thảm mục được phân huỷ trong 1 đơn vị thời gian (1 tháng).

Thông tin về yếu tố không đổi

Tên yếu tố: Tỷ lệ phân huỷ

Tên hằng: tỷlệphânhuỷ

Giá trị: 0.01 Số thứ tự: 5

Tác động lên các yếu tố:

thảm mục[Thảm mục, kg]

Đóng lại

Hình 4.4.21: Khai báo yếu tố không đổi “Tỷ lệ phân huỷ”

Yếu tố “Thảm mục” là yếu tố trạng thái, có giá trị ban đầu là 5 kg, có giá trị biến động phụ thuộc vào “Thảm mục giảm” và “Lượng roi”, được khai báo như trong hình 4.4.22.

Thông tin về yếu tố trạng thái

Tên yếu tố:

Tên biến trạng thái:

Giá trị ban đầu: Số thứ tự:

Công thức tính biến động của biến trạng thái:

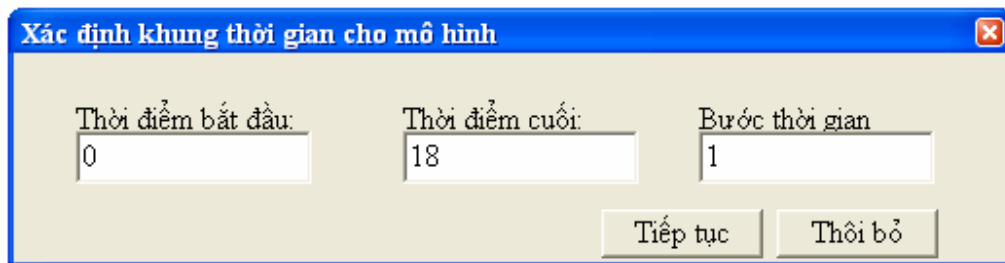
Hàm số:

Bị tác động bởi các yếu tố:

Tác động lên các yếu tố:

Hình 4.4.22: Khai báo yếu tố trạng thái “Thảm mục”

Khi sơ đồ mô phỏng đã hoàn thiện ta có thể lưu vào tệp sơ đồ mô phỏng (*.vec), xuất mô hình ra tệp mô hình dạng văn bản hoặc tính toán mô phỏng từ sơ đồ trong cửa sổ hiện hành. Trước khi xuất mô hình ra tệp mô hình dạng văn bản (*.ptm) hoặc tính toán mô hình, phải kích chuột lên nút có biểu tượng chữ V đỏ trên thanh công cụ của cửa sổ sơ đồ mô phỏng hiện hành để chương trình kiểm tra tính hoàn thiện của sơ đồ. Chỉ khi sơ đồ hoàn thiện mới có thể xuất mô hình ra tệp mô hình dạng văn bản hoặc thực hiện tính toán mô phỏng. Trong cả 2 trường hợp, xuất mô hình ra tệp mô hình dạng văn bản hoặc thực hiện tính toán mô phỏng, ta đều phải khai báo khung thời gian cho mô hình như trong hình 4.4.23. Do các giá trị của các yếu tố liệt kê “Tỷ lệ rơi” và “Tỷ lệ tăng trưởng” chỉ có thể tính từ các tháng liên tiếp (không quá 2-3 tháng) để đảm bảo tính hợp lý, khung thời gian chỉ có thể kéo dài đến tháng thứ 18.



Thời điểm bắt đầu:	Thời điểm cuối:	Bước thời gian
0	18	1

Tiếp tục Thoải bỏ

Hình 4.4.23: **Hộp thoại nạp khung thời gian cho mô hình**

Để xuất mô hình ra tệp mô hình dạng văn bản, ta kích chuột vào nút có biểu tượng *eX* trên thanh công cụ của cửa sổ sơ đồ mô phỏng.

4. *Tính toán mô phỏng*

Để tính toán mô hình từ sơ đồ mô phỏng, ta kích chuột vào nút có biểu tượng người chạy trên thanh công cụ của cửa sổ sơ đồ mô phỏng. Sau khi nạp thời gian vào hộp thoại như trong hình 4.4.23, chương trình sẽ tính toán mô phỏng và hiển thị kết quả dưới dạng bảng như trong hình 4.4.24.

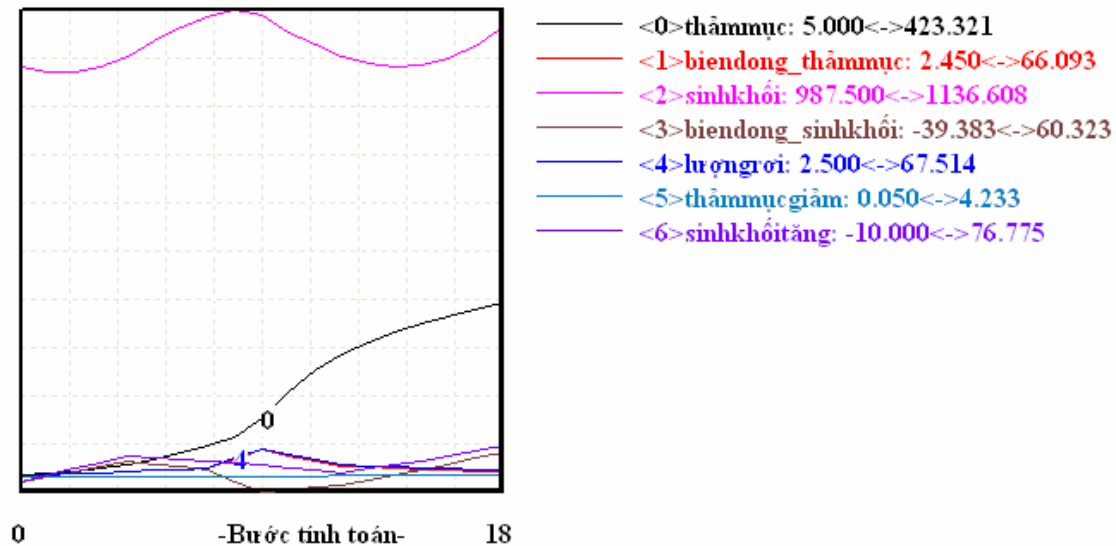
Ta cũng có thể tính toán mô phỏng từ tệp mô hình dạng văn bản. Kích chuột vào nút có biểu tượng người chạy trên thanh công cụ của cửa sổ chính, hộp thoại như trong hình 4.4.3 sẽ được hiển thị và ta có thể chọn tệp mô hình dạng văn bản để tính toán mô phỏng. Sau khi tính toán mô phỏng, chương trình sẽ hiển thị kết quả dưới dạng bảng như trên hình 4.4.24.

Cửa sổ bảng - Không tên											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Bước tính to:	Thời gian	thảm mục	biendong	sinhkhoi	biendong	lựơngroi	thảm mục	sinhkhoi	tỷ lệ phân hu	tỷ lệ roi	tỷ lệ tăng tru
Biểu thức =>	0	5	lựơngroi-t	1000	sinhkhoi	sinhkhoi*t	thảm mục*	sinhkhoi*t	0.01	/+++/-3=1	/+++/-2=2
Giá trị ban đ:	0	5	2.45	1000	-12.5	2.5	0.05	-10	0.01	0.25	-1
1	1	7.45	4.863	987.5	0	4.9375	0.0745	4.9375	0.01	0.5	0.5
2	2	12.313	7.2832	987.5	12.3437	7.4063	0.1231	19.75	0.01	0.75	2
3	3	19.5962	9.8024	999.8437	24.9961	9.9984	0.196	34.9945	0.01	1	3.5
4	4	29.3986	12.5165	1024.84	38.4315	12.8105	0.294	51.242	0.01	1.25	5
5	5	41.9151	15.5299	1063.271	31.8981	15.9491	0.4192	47.8472	0.01	1.5	4.5
6	6	57.445	18.591	1095.169	24.6413	19.1655	0.5745	43.8068	0.01	1.75	4
7	7	76.036	21.6358	1119.811	16.7972	22.3962	0.7604	39.1934	0.01	2	3.5
8	8	97.6718	44.4876	1136.608	-11.3661	45.4643	0.9767	34.0982	0.01	4	3
9	9	142.1594	66.0929	1125.242	-39.3835	67.5145	1.4216	28.131	0.01	6	2.5
10	10	208.2523	52.2104	1085.858	-32.5757	54.2929	2.0825	21.7172	0.01	5	2
11	11	260.4627	39.5267	1053.283	-26.3321	42.1313	2.6046	15.7992	0.01	4	1.5
12	12	299.9894	27.8086	1026.95	-20.539	30.8085	2.9999	10.2695	0.01	3	1
13	13	327.798	24.3983	1006.411	-7.5481	27.6763	3.278	20.1282	0.01	2.75	2
14	14	352.1963	21.4496	998.8634	4.9943	24.9716	3.522	29.9659	0.01	2.5	3
15	15	373.6459	18.8503	1003.858	17.5675	22.5868	3.7365	40.1543	0.01	2.25	4
16	16	392.4962	16.5035	1021.425	30.6428	20.4285	3.925	51.0713	0.01	2	5
17	17	408.9997	14.3212	1052.068	44.7129	18.4112	4.09	63.1241	0.01	1.75	6
18	18	423.3209	12.2185	1096.781	60.323	16.4517	4.2332	76.7747	0.01	1.5	7

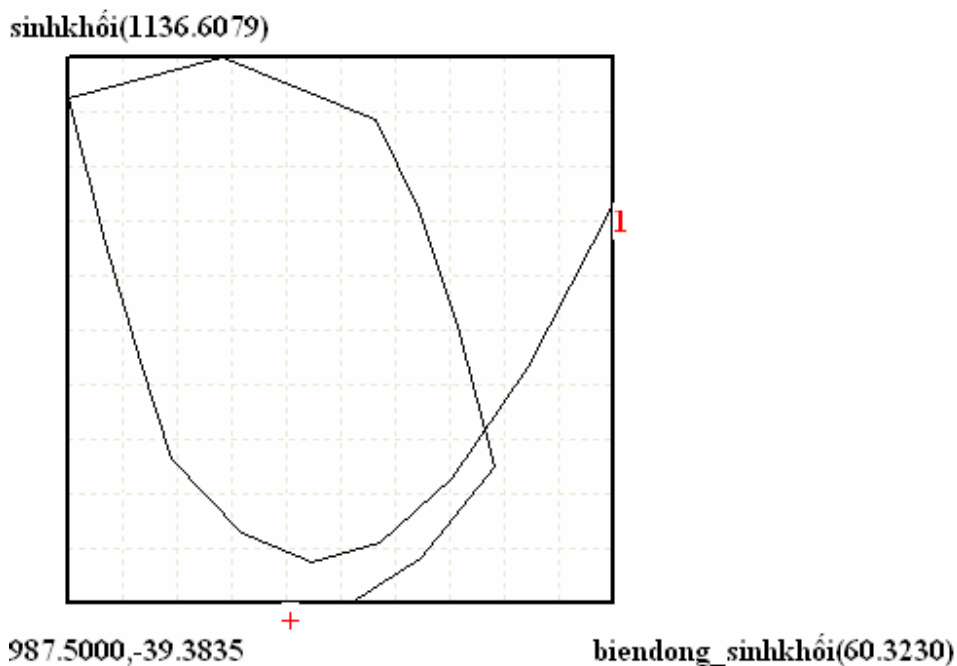
Hình 4.4.24: Kết quả tính toán mô hình “động thái sinh khối và thảm mục”

5 Vẽ đồ thị

Sau khi tính toán mô phỏng, ta có thể vẽ đồ thị thời gian (time graph) (hình 4.4.25) để thể hiện thay đổi của các yếu tố theo thời gian và vẽ đồ thị pha (phase graph) (hình 4.4.26) để thể hiện tương quan biến đổi hai yếu tố trong thời gian. Trong đồ thị pha, dấu cộng đánh dấu điểm đầu và số 1 đánh dấu điểm cuối.



Hình 4.4.25: Đồ thị thời gian của một số yếu tố



Hình 4.4.26: Đồ thị pha của yếu tố “Sinh khối” và thuộc tính của nó

6. Phân tích độ nhạy (Sensitivity analysis)

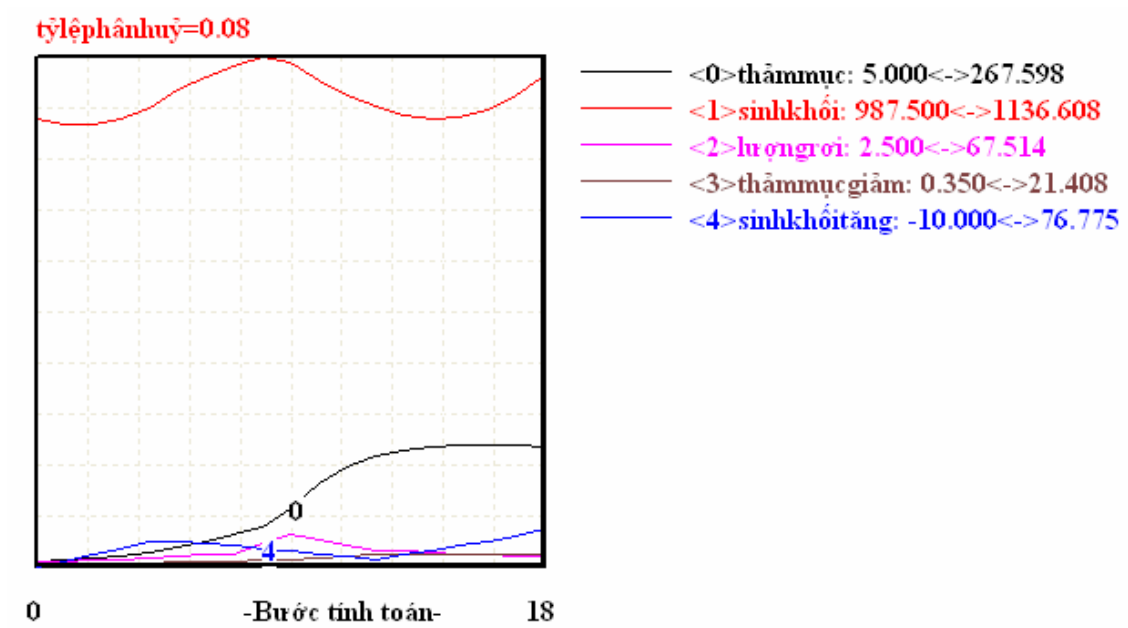
Phân tích độ nhạy là xem xét biến đổi giá trị của một tham số ảnh hưởng đến động thái của các yếu tố như thế nào. Các tham số có thể là:

- Giá trị ban đầu của một yếu tố trạng thái,
- Giá trị của một yếu tố không đổi.

Trong ví dụ này ta cho yếu tố “Tỷ lệ phân huỷ” thay đổi từ 0.01 đến 0.1 với bước nhảy là 0.01 (hình 4.4.27), sau đó vẽ đồ thị thời gian. Chương trình sẽ tăng dần giá trị yếu tố “Tỷ lệ phân huỷ” từ 0.01 lên 0.1, mỗi lần tăng 0.01, tính toán mô phỏng rồi lần lượt vẽ đồ thị kết quả cho mỗi lần tính toán (hình 4.4.28). Hiệu ứng là ta thấy động thái biến động của các yếu tố.

Kết quả là từ giá trị 0.07 trở lên của yếu tố “Tỷ lệ phân huỷ”, động thái của yếu tố “Thảm mục” thay đổi, không còn tăng mãi như trước mà có xu thế giảm ở giai đoạn cuối.

Hình 4.4.27: Chọn tham số và đặt chế độ phân tích độ nhạy



Hình 4.4.28: Phân tích độ nhạy của các yếu tố đối với tham số “Tỷ lệ phân huỷ”