

Phân tích sơ bộ tính khả sinh quần thể của  
Loài Voọc Cát Bà (*Trachypithecus poliocephalus*)  
cực kỳ nguy cấp



Lees, C., Rawson, B. M. Behie, A. M., Hendershott, R. and Leonard, N.

2014

# Phân tích sơ bộ tính khả sinh quần thể của loài Voọc Cát Bà (*Trachypithecus poliocephalus*) cực kỳ nguy cấp

Caroline Lees, Benjamin Rawson, Alison Behie, Rebecca Hendershott  
and Neahga Leonard.



Tên của các thực thể địa lý trong tài liệu này và cách trình bày tài liệu không hàm ý thể hiện quan điểm của IUCN hoặc các tác giả về tình trạng pháp lý của một nước, vùng lãnh thổ hay của chính quyền nào, hoặc về việc phân định ranh giới của các thực thể đó.

Các quan điểm trình bày trong ấn phẩm này cũng không nhất thiết phản ánh quan điểm của IUCN hay của các tổ chức tham gia khác.

Xin lưu ý đây là một bản dịch sang tiếng Việt từ tài liệu gốc bằng tiếng Anh và nó có thể không hoàn toàn chính xác. Vui lòng tham khảo bản gốc tiếng Anh nếu cần thiết.

**Tác giả:** Nhóm chuyên gia sinh sản bảo tồn IUCN SSC CBSG.

**Bản quyền/ Copyright:** © 2014 Tổ chức Bảo tồn động thực vật hoang dã quốc tế (FFI).

Việc sử dụng tài liệu này cho mục đích giáo dục hoặc phi thương mại không cần được sự cho phép bằng văn bản của chủ sở hữu quyền tác giả với điều kiện ghi rõ nguồn trích dẫn.

Tái bản cho bán lại hoặc cho các mục đích thương mại khác phải được phép bằng văn bản của chủ sở hữu quyền tác giả.

**Trích dẫn** Lees, C., Rawson, B. M., Behie, A. M., Hendershott, R. and Leonard, N. (2014).

*Phân tích sơ bộ tính khả sinh quần thể của loài Voọc Cát Bà (Trachypithecus poliocephalus) cực kỳ nguy cấp.* Nhóm chuyên gia sinh sản bảo tồn IUCN SSC.

**Ảnh bìa** Đàn Voọc Cát Bà ở khu vực Cửa Đông, Đảo Cát Bà, Việt Nam. Bản quyền Neahga Leonard

**Đơn vị tài trợ:** Quỹ Đối tác Hệ sinh thái nguy cấp, khoản tài trợ số 64587 “*Xây dựng tiếp cận tổng thể bảo tồn Voọc Cát Bà*” cho Tổ chức Bảo tồn động, thực vật hoang dã quốc tế - Chương trình Việt Nam. Quỹ Đối tác hệ sinh thái nguy cấp là sáng kiến chung của Cơ quan Phát triển Pháp, Tổ chức Bảo tồn quốc tế, Liên minh Châu Âu, Chính phủ Nhật Bản, Quỹ MacArthur và Ngân hàng thế giới. Mục tiêu chính là đảm bảo rằng xã hội dân dự tham gia vào bảo tồn đa dạng sinh học. Công việc nghiên cứu phân tích này cũng được WildInvest hỗ trợ.

## Mục lục

<b>Từ viết tắt .....</b>	<b>6</b>
<b>Lời cảm ơn .....</b>	<b>6</b>
<b>Giới thiệu .....</b>	<b>7</b>
<b>Mô hình mô phỏng <i>VORTEX</i>.....</b>	<b>8</b>
<b>Các quần thể được mô hình hóa .....</b>	<b>9</b>
<b>Những kịch bản quản lý được xem xét.....</b>	<b>9</b>
<b>Kết quả mô hình .....</b>	<b>11</b>
<b>Các mô hình hồi lại quá khứ.....</b>	<b>11</b>
<b>Nguy cơ tuyệt chủng khi không có biện pháp quản lý .....</b>	<b>13</b>
Khu bảo tồn.....	14
Cửa Đông.....	14
Khu nuôi giữ .....	14
Siêu quần thể .....	15
<b>Các biện pháp quản lý tiềm năng .....</b>	<b>16</b>
Di chuyển thường xuyên giữa các khu vực .....	16
Sự di chuyển của các cá thể cái từ Hang Cái.....	16
Thêm 1 cá thể đực vào quần thể Hang Cái .....	17
<b>Quản lý tập trung với quần thể nuôi giữ .....</b>	<b>19</b>
<b>Tóm lược các vấn đề cần xem xét .....</b>	<b>21</b>
<b>Tài liệu tham khảo .....</b>	<b>22</b>
<b>Phụ lục I: Tham số mô hình <i>VORTEX</i>.....</b>	<b>24</b>

## **Danh mục cá bảng**

Bảng 1. kích cỡ quần thể, tỷ lệ giới tính và kết cấu tuổi của các quần thể voọc cát bà còn lại .....	9
Bảng 2. tóm tắt các kịch bản được mô phỏng .....	10
Bảng 3. nguy cơ tuyệt chủng (p) đối với những quần thể voọc cát bà khi không có biện pháp quản lý .....	13
Bảng 4. nguy cơ tuyệt chủng và hệ số giao phối cận huyết từ việc di chuyển 5 cá thể cái ở hang cái .....	17
Bảng 5. thay đổi dự kiến đối với nguy cơ tuyệt chủng của quần thể nuôi nhốt sau di chuyển của 1 cá thể đực 11 tuổi .....	19
Bảng 6. nguy cơ tuyệt chủng và hệ số giao phối cận huyết trung bình của quần thể chuyển vị được quản lý tập trung .....	20

## **Danh mục các hình**

Hình 1. Các mô hồi lại quá khứ của 1 quần thể bắt đầu với 10 cá thể .....	11
Hình 2. Các mô hồi lại quá khứ của 1 quần thể bắt đầu với 15 cá thể .....	12
Hình 3. Các mô hồi lại quá khứ của 1 quần thể bắt đầu với 20 cá thể .....	12
Hình 4. Các mô hồi lại quá khứ của 1 siêu quần thể với 2 nhóm không có tương tác với nhau có kích cỡ n=15 và n=13 cá thể. ....	12
Hình 5. Dự báo quần thể khu bảo tồn khi không có biện pháp quản lý .....	14
Hình 6. Các dự báo quần thể cửa đồng không có biện pháp quản lý .....	14
Hình 7. Các dự báo quần thể nuôi nhốt khi không có biện pháp quản lý .....	15
Hình 8. Các dự báo siêu quần thể khi không có biện pháp quản lý .....	15
Hình 9. So sánh giữa siêu quần thể liên kết và các quần thể bị cô lập .....	16
Hình 10. Dự báo quần thể hang cái khi được bổ sung thêm 1 cá thể đực ở năm 1 .....	18
Hình 11. Tác động của việc di chuyển 1 cá thể đực 11 tuổi khỏi quần thể nuôi nhốt .....	18
Hình 12. Tác động của việc di chuyển 1 cá thể đực trưởng thành khỏi quần thể cửa đồng .....	19
Hình 13. Tác động của quản lý tập trung đối với quần thể nuôi nhốt .....	20

## Từ viết tắt

ANU	Đại học Quốc gia Australia/ Australian National University
CBLCP	Dự án bảo tồn Voọc Cát Bà/ Cat Ba Langur Conservation Project
CBLTWG	Tổ công tác kỹ thuật bảo tồn Voọc Cát Bà/ Cat Ba Langur Technical Working Group
CBNP	Vườn Quốc gia (VQG) Cát Bà/ Cat Ba National Park
CBSG	Nhóm chuyên gia sinh sản bảo tồn/ Conservation Breeding Specialist Group
CEPF	Quỹ Đối tác hệ sinh thái nguy cấp/ Critical Ecosystem Partnership Fund
EPRC	Trung tâm Cứu hộ Linh trưởng nguy cấp/ Endangered Primate Rescue Center
FFI	Tổ chức Bảo tồn động thực vật hoang dã quốc tế/ Fauna & Flora International
IUCN	Hiệp hội bảo tồn thiên nhiên quốc tế/ International Union for Conservation of Nature
PSG	Nhóm chuyên gia linh trưởng /Primate Specialist Group
PVA	Phân tích khả sinh quần thể/ Population Viability Analysis
SSC	Ủy ban bảo tồn loài /Species Survival Commission of the IUCN

## Lời cảm ơn

Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn Vườn Quốc gia (VQG) Cát Bà, Ủy ban nhân dân tỉnh Hải Phòng và Ủy ban nhân dân huyện Cát Hải đã hỗ trợ các cuộc điều tra quần thể Voọc Cát Bà, các cuộc điều tra tạo cơ sở cho công việc phân tích này. Xin chân thành cảm ơn ông Lưu Tường Bách và ông Lê Văn Dũng đã thực hiện các cuộc điều tra quần thể năm 2013, các cán bộ hiện trường Dự án Bảo tồn Voọc Cát Bà đã và đang nỗ lực làm việc, các cán bộ kiểm lâm VQG Cát Bà về những thông tin hoàn chỉnh số liệu cuối cùng. Xin cảm ơn ông Nguyễn Thế Cường về những thông tin về số lượng trước đây trên đảo. Nhóm tác giả xin cảm ơn Carola Bories và ông Colin Groves đã rà soát đọc lập các tham số nhập vào các mô hình phân tích tính khả sinh quần thể (PVA)

## Giới thiệu

Voọc Cát Bà (*Trachypithecus poliocephalus*) đã luôn được xếp là 1 trong 25 loài linh trưởng có nguy cấp nhất trên thế giới, được xếp hạng cực kỳ nguy cấp trong danh sách đỏ của IUCN và Sách Đỏ Việt, và là 1 trong số 104 loài động vật có xương sống ưu tiên trong Hồ sơ hệ sinh thái của Quỹ Đối tác hệ sinh thái nguy cấp khu vực Trung-Ấn. Đây là loài đặc hữu ở đảo Cát Bà, Việt Nam. Vào những năm 1960, tổng quần thể có khoảng 2400 - 2700 cá thể. Do áp lực săn bắn lớn, đến năm 1999, số cá thể đã giảm xuống còn khoảng 135. Khi bắt đầu Dự án bảo tồn loài Voọc Cát Bà (CBLCP), tổng số cá thể ước tính chỉ còn khoảng 40-60 con. Các cuộc điều tra thực địa năm 2013 và những thông tin cập nhật từ công tác thực địa cho thấy rằng tổng số cá thể của loài giảm xuống còn 2 quần thể sinh sản và một vài cá thể/nhóm cá thể. Một quần thể sinh sản ở khu bảo tồn Vườn Quốc gia (VQG) Cát Bà có khoảng 31 cá thể; quần thể sinh sản thứ hai ở khu Cửa Đông và Việt Hải gần thị trấn Cát Bà có 22 con. Năm cá thể Voọc cái khác nữa ở xã Gia Luận, bị cách ly không có cơ hội sinh sản. Do đó, tổng số cá thể Voọc đếm được là khoảng 58 cá thể. Với số lượng như vậy, Voọc Cát Bà là loài thú nguy cấp nhất trên thế giới.

Dự án bảo tồn Voọc Cát Bà, hợp tác với VQG Cát Bà, là đơn vị đi đầu trong bảo tồn Voọc Cát Bà từ năm 2000. Dự án mới đây đã hợp tác với Tổ chức Bảo tồn động thực vật hoang dã quốc tế (FFI) và trường Đại học Quốc Gia Australia (ANU). Các đối tác cùng nhau thực hiện chương trình bảo vệ, giáo dục môi trường, theo dõi và nghiên cứu nhằm nâng cao hiệu quả hoạt động đối với quần thể Voọc Cát Bà. Ngoài ra, còn có 5 cá thể Voọc Cát Bà được nuôi trong Trung tâm Cứu hộ Linh trưởng nguy cấp tại VQG Cúc Phương dưới sự quản lý và tài trợ của Vườn thú Leipzig. Đây cũng là toàn bộ số cá thể thuộc quần thể chuyển vị của loài linh trưởng này.

Hiện nay, nhu cầu cấp thiết thực tế là phát triển một phương pháp tiếp cận bảo tồn tổng thể để đảm bảo sự tồn tại của Voọc Cát Bà. Một phần trong cách tiếp cận này là thực hiện phân tích tính khả sinh quần thể đối với 3 quần thể sinh sản còn sót lại (2 quần thể nguyên vị và 1 quần thể chuyển vị) nhằm xác định nguy cơ tuyệt chủng trong điều kiện bình thường, nghĩa là không có hỗ trợ can thiệp. So với mức cơ bản này, nhiều kịch bản khác nhau với các can thiệp về quản lý quần thể có thể được kiểm nghiệm để xác định những ảnh hưởng liên quan tới nguy cơ tuyệt chủng.

Báo cáo này tài liệu hóa mô hình sử dụng phương pháp VORTEX (Lacy & Pollack, 2014) nhằm cung cấp thông tin cho những quyết định lập kế hoạch bảo tồn Voọc Cát Bà (*Trachypithecus poliocephalus*), chủ yếu cho Tổ công tác kỹ thuật để bảo tồn Voọc Cát Bà. Mục đích của báo cáo này nhằm cung cấp thông tin cho thảo luận, không phải định hướng thảo luận. Do vậy, các kết quả chạy mô hình được minh họa và miêu tả, nhưng sự diễn giải được giữ ở mức tối thiểu và đưa ra kết luận nào. Báo cáo không tập trung vào những trở ngại về hậu cần tài chính, kỹ thuật hay chính trị liên quan đến sự di chuyển các cá thể của loài động vật này.

Dữ liệu cho các mô hình được tập hợp bởi một tổ công tác bao gồm Ben Rawson (FFI, PSG), Alison Behie (ANU), Rebecca Hendershott (ANU) và Neahga Leonard (CBLCP). Thông tin được thu thập từ những điều tra và quan sát gần đây và trước đây về loài Voọc Cát Bà, những thông tin được công bố về đặc tính của những loài tương tự và khi thiếu thông tin thì có sự thống nhất của tổ công tác. Chi tiết về các tham số được sử dụng trong mô hình được trình bày trong Phụ lục I. Những tham số này được Giáo sư Colin Groves và Tiến sĩ Carola Bories rà soát độc lập nhằm đảm bảo tính chính xác.

Do không chắc chắn trong thiết lập đại diện hợp lý về sinh học loài trong trường hợp này, có 3 mô hình cơ sở được xây dựng để tạo ra một dãy thông tin đáng tin cậy về lịch sử đời sống của loài (chi tiết trong Phụ lục I). Những mô hình cơ sở này bao gồm:

- **Dự đoán sát thực nhất:** Mô hình tính đến tỷ lệ tử vong ở con nhỏ (Juvenile), kích cỡ đàn sinh sản (VD một con đực cai quản nhiều con cái) và tuổi bắt đầu sinh sản.
- **Lạc quan:** tương tự như mô hình “dự đoán sát thực nhất”, nhưng với tỷ lệ tử vong con nhỏ thấp hơn.
- **Bi quan:** tỷ lệ tử vong con nhỏ cao hơn, Sự độc chiếm/cai quản cao hơn của các con đực đối với nhiều con cái và tuổi bắt đầu sinh sản cao hơn.

**Cần lưu ý rằng, mặc dù các mô hình bao gồm nhiều kiểu tuổi đời khác nhau (từ lạc quan đến bi quan) và bao gồm những biến động theo năm về tỷ lệ sinh sản thành công, tỷ lệ tử vong và tỷ lệ giới tính, những kiểu này có thể là lạc quan tính đến nhiều yếu tố khác được giả định:**

- 100% được bảo vệ khỏi bị săn bắn và xâm lấn sinh cảnh.
- Không có những bất lợi liên quan đến mật độ cá thể (nghĩa là các cá thể có khả năng xác định vị trí của nhau và tỷ lệ sống không bị suy giảm khi các quần thể đạt ngưỡng tối đa sinh cảnh có thể nuôi dưỡng theo ước tính).
- Tất cả các cá thể bắt đầu vào quần thể ngoài tự nhiên, cộng với những cá thể ban đầu của quần thể nuôi nhốt được coi là không có liên hệ (dữ liệu đăng ký (studbook) là được dùng để gây giống cho quần thể nuôi nhốt, nhưng chỉ ghi lại những liên hệ đã được biết đến trước đó).
- Chỉ một loại sự cố sẽ có tác động đến quần thể trong giai đoạn nghiên cứu (một sự cố đơn lẻ được mô phỏng, dự tính xảy ra theo chu kỳ 50 năm và dẫn đến tỉ lệ tử vong 50%).

## Mô hình mô phỏng VORTEX

Xây dựng mô hình trên máy tính là công cụ hữu ích và linh hoạt để đánh giá định lượng nguy cơ suy giảm hoặc tuyệt chủng của các quần thể động vật hoang dã, trong cả môi trường tự do và môi trường được quản lý. Trong đó, xem xét những yếu tố phức tạp và có tương tác lẫn nhau có thể ảnh hưởng đến sự tồn tại và tình trạng sức khỏe của quần thể, bao gồm cả nguyên nhân tự nhiên và có tác động của con người. Các mô hình cũng có thể được sử dụng để đánh giá tác động của những chiến lược quản lý thay thế nhằm xác định hành động bảo tồn có hiệu quả nhất đối với một quần thể hay loài, và cũng để xác định nhu cầu nghiên cứu. Đánh giá như vậy về sự tồn tại của quần thể trong điều kiện hiện tại và có thay đổi được gọi là phân tích tính khả sinh quần thể (PVA).

Phần mềm sử dụng trong các phân tích này là chương trình mô phỏng VORTEX (v10.0) (Lacy & Pollack, 2014). VORTEX là mô phỏng Monte Carlo đối với những tác động của các yếu tố xác định trước cũng như các sự kiện ngẫu nhiên như nhân khẩu, điều kiện môi trường và tính di truyền đối với quần thể nhỏ trong tự nhiên hay nuôi nhốt. VORTEX mô phỏng sự biến động quần thể theo theo các sự kiện rời rạc, liên tục xảy ra theo các xác suất đã xác định. Chương trình bắt đầu bằng việc tạo ra các cá thể của quần thể ban đầu hoặc nhập dữ liệu về các cá thể từ cơ sở dữ liệu đăng ký (studbook). Sau đó, chương trình chạy qua các sự kiện trong đời sống (sinh ra, tử vong, phân tán và các sự cố khác), đối với từng cá thể và thường trên cơ sở hàng năm. Những yếu tố như tỷ lệ sinh sản thành công, số con non/lứa đẻ, giới tính khi sinh và tỷ lệ sống sót được xác định dựa trên xác suất kết hợp tính ngẫu nhiên của nhân khẩu học và sự biến đổi môi trường hàng năm. Kết quả là với mỗi lần chạy (lặp lại) của mô hình cho ra những kết quả khác nhau. Bằng cách chạy lại mô phỏng hàng trăm lần, có thể kiểm tra được các kết quả có thể xảy ra và một chuỗi các khả năng. Tham khảo thêm các tài liệu của Lacy (1993, 2000) và Miller & Lacy (2005) để có được những giải thích chi tiết hơn về mô phỏng VORTEX và ứng dụng trong phân tích khả sinh quần thể.



## Các quần thể được mô hình hóa

Voọc Cát Bà sinh sống ở nhiều khu vực. Các khu vực này không có liên kết tự nhiên và mỗi khu vực được mô phỏng riêng theo từng địa điểm cụ thể. Hai địa điểm chính (Khu bảo tồn và Cửa Đông) là nơi sinh sống của một số đàn khác nhau. Mặc dù được liệt kê riêng để cung cấp thông tin (xem Bảng 1), trong các mô hình, các cá thể tự do di chuyển giữa các đàn theo quy tắc đối về biến động đàn sinh sản. Bảng 1 dưới đây trình bày số cá thể, giới tính và nhóm tuổi cho từng khu vực. Đây là những thông tin tốt nhất có được tính đến tháng 9 năm 2014. Hai con non mới được nhìn thấy gần đây không được tính vào trong quần thể ban đầu của mô hình.

**Bảng 1. Kích cỡ quần thể, tỷ lệ giới tính và kết cấu tuổi của các quần thể Voọc Cát Bà còn lại**

Nhóm giới tính/ Tuổi	VOOC CÁT BÀ THEO KHU VỰC												Tổng
	Khu bảo tồn						Cửa Đông				HC	CP	
	1	2*	3*	4**	5**	6	1	2	3	4	1	1	
Đực trưởng thành	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	9
Cái trưởng thành	5	4	2	1	1	0	5	2	0	1	5	1	27
Đực sắp trưởng thành	0	0	0	0	0	1	0	1	2	0	0	1	5
Cái sắp trưởng thành	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5
Con nhỏ	5	1	0	0	0	0	4	2	0	0	0	1	13
Con non	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	4
<b>Tổng</b>	<b>16</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>63</b>

HC = Đàn Hang Cái

CP = Đàn nuôi nhốt ở Trung tâm Cứu hộ Linh trưởng nguy cấp Cúc Phương

\*Mỗi nhóm có 1 trong 2 con cái di chuyển năm 2012

\*\*Những đàn này không được quan sát trong vài tháng

Các nhóm tuổi được áp dụng trong các mô hình được phân chia như sau:

- Con con: 0-1 tuổi
- Con nhỏ: 1-2 tuổi
- Con sắp trưởng thành: 3-5 tuổi

Trong các mô hình này, các cá thể không được xác định theo nhóm tuổi nhưng được tính tuổi theo năm. Khi không có thông tin khác, số lượng cá thể trong một nhóm tuổi được chia đều cho các lứa tuổi trong nhóm tuổi đó. Khi không xác định được giới tính (con non và con nhỏ), số lượng cá thể đực và cá thể cái được chia đều theo tỷ lệ 50:50. Trong trường hợp số cá thể là lẻ, cá thể dư được tính là cá thể đực (như ước tính tối thiểu/ có thể thấp hơn so với thực tế).

## Những kịch bản quản lý được xem xét

Bảng dưới đây (Bảng 2) miêu tả những kịch bản quản lý được mô hình hóa. Tóm lại, có 3 kiểu kịch bản sau:

**Các kịch bản hồi lại quá khứ:** mục đích của các kịch bản này là để hiệu lực hóa các mô hình. Các mô hình Dự đoán sát thực nhất (Best Guess), Bi quan (Pessimistic) và Lạc quan nhất (Optimistic), được chạy dựa trên các tham số từ năm 2003 (trong phạm vi các thông tin được biết) để xác định xem những dự báo hợp lý ước tính quần thể năm 2014 có thể được đưa ra hay không.

**Dự báo theo địa điểm cụ thể:** việc chạy các mô phỏng Dự đoán sát thực nhất (Best Guess), Bi quan nhất (Pessimistic) và Lạc quan (Optimistic) đối với từng quần thể còn lại (Phân khu bảo vệ, Cửa Đông và quần thể nuôi nhốt), nhằm thiết lập tình trạng tương lai của các quần thể này khi không có biện pháp quản lý.

**Các kịch bản có biện pháp quản lý:** Các mô hình theo khu vực cụ thể được điều chỉnh để so sánh một loạt các biện pháp quản lý hợp lý, nhằm so sánh giá trị tương ứng của những biện pháp này đối với việc nâng cao khả năng sinh tồn của quần thể.

**Bảng 2. Tóm tắt các kịch bản được mô phỏng**

Mô phỏng mẫu	Mô tả/ Cơ sở	Chi tiết
<b>Các phân tích hồi lại quá khứ</b>		
<b>2003 – tới nay</b>	Các kịch cỡ quần thể từ năm 2003 được xem xét là khoảng 10, 15 hoặc 20 cá thể. Ngoài ra, còn có quần thể năm 2003 với 2 nhóm cá thể (một nhóm 15 và một nhóm 13 con) không có sự di chuyển qua lại lẫn nhau cũng được mô phỏng.	Không có dữ liệu về cấu trúc tuổi hoặc tỷ lệ giới tính cho thời điểm năm 2003. Do đó, tất cả các trường hợp đều áp dụng tỷ lệ giới tính và cấu trúc tuổi cân bằng.
<b>Kịch bản theo địa điểm</b>		
<b>Khu bảo tồn</b>	Các dự báo (trong 100 năm tới) đối với quần thể trong <b>quần thể Khu bảo tồn</b> – các kịch bản Lạc quan, Sát thực và bi quan được đưa ra.	Dựa trên cấu trúc tuổi và tỷ lệ giới tính được mô tả ở trên đây, với số cá thể tối đa sinh cảnh có thể nuôi dưỡng là 280
<b>Cửa Đông</b>	Dự báo (trong 100 năm tới) đối với quần thể khu vực <b>Cửa Đông</b> - các kịch bản Lạc quan, Sát thực và bi quan được đưa ra.	Dựa trên cấu trúc tuổi và tỷ lệ giới tính được mô tả ở trên đây, với số cá thể tối đa sinh cảnh có thể nuôi dưỡng là 100
<b>Quần thể nuôi nhốt</b>	Dự báo (trong 50 năm tới) đối với <b>quần thể nuôi nhốt</b> (hiện tại ở Trung tâm Cứu hộ Linh trưởng nguy cấp) – các kịch bản Lạc quan, Sát thực và bi quan được đưa ra..	Dựa trên cấu trúc tuổi và tỷ lệ giới tính được mô tả bên trên, bao gồm cả các dữ liệu đăng ký (studbook) miêu tả quan hệ giữa các cá thể. Tác động giao phối cận huyết giảm số lượng chết từ 6.29 xuống 3.14, với số cá thể tối đa sinh cảnh có thể nuôi dưỡng là 50.
<b>Siêu quần thể</b>	<b>Siêu quần thể</b> không có sự quản lý – có nghĩa là không có di chuyển giữa các tiểu quần thể và không có quản lý về di truyền trong quần thể nuôi nhốt. Các kịch bản Lạc quan, Sát thực và bi quan được đưa ra.	Các kịch bản Sát thực và Bi quan, con non chưa xác định giới tính được coi là cá thể đực. Trong kịch bản Lạc quan, thì con non này được coi là cá thể cái.
<b>Các biện pháp quản lý</b>		
<b>Siêu quần thể</b>	<b>Siêu quần thể</b> có sự trao đổi thường xuyên giữa các khu vực	Kịch bản tối ưu cho siêu quần thể, nhưng trên thực tế rất khó xây dựng.
<b>Chuyển các cá thể từ Hang Cái 5</b>	Chuyển 5 con cái từ <b>Hang Cái</b> (18+ năm tuổi) đến <b>Khu bảo vệ nghiêm ngặt</b>	Khu bảo vệ nghiêm ngặt có thêm 5 cá thể cái gồm 18 tuổi (n=2), 19 tuổi (n=2) và 20 tuổi (n=1).
	Chuyển 5 cá thể cái từ <b>Hang Cái</b> (18+ năm tuổi) đến <b>Cửa Đông</b>	Cửa Đông có thêm 5 cá thể cái gồm 18 tuổi (n=2), 19 tuổi (n=2) và 20 tuổi (n=1).
	Di chuyển 5 cá thể cái từ <b>Hang Cái</b> (18+ năm tuổi) đến <b>khu nuôi nhốt</b> (hiện nằm trong Trung tâm Cứu hộ Linh trưởng nguy cấp)	Quần thể nuôi nhốt có thêm 5 cá thể cái gồm 18 tuổi (n=2), 19 tuổi (n=2) và 20 tuổi (n=1).

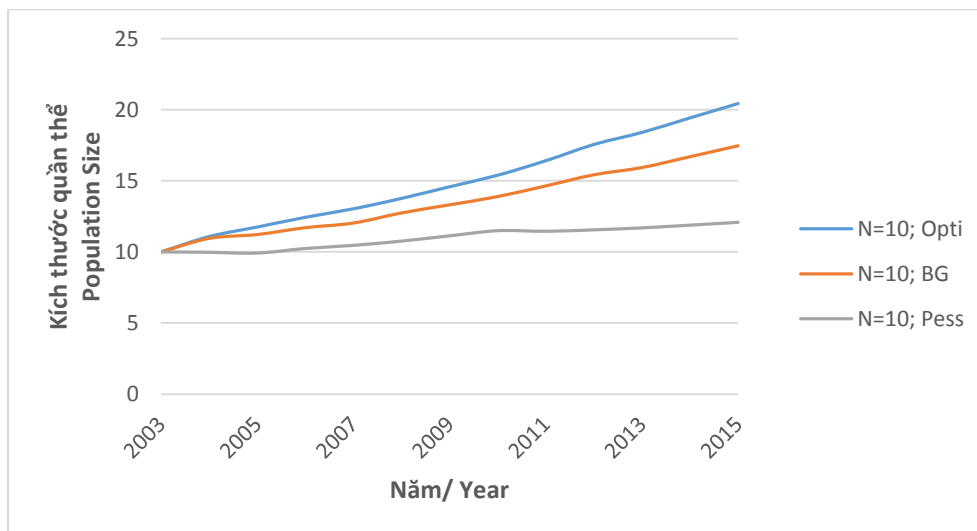
<b>Thêm 1 cá thể đực đến Hang Cái</b>	<b>Các cá thể cái ở Hang Cái có thêm 1 cá thể đực 8 tuổi</b>	<b>Số cá thể tối đa sinh cảnh có thể nuôi dưỡng = 50.</b>
	Cá thể đực 8 tuổi ở <b>quần thể nuôi nhốt</b> được chuyển đi	
	<b>Quần thể Cửa Đông</b> di chuyển đi 1 cá thể đực	
<b>Quản lý tập trung đối với quần thể nuôi nhốt</b>	<b>Quần thể nuôi nhốt</b> và 5 con cái từ <b>Hang Cái</b> được thực hiện quản lý di truyền (ưu tiên ghép đôi những cá thể có giá trị di truyền cao)	Quần thể nuôi nhốt và 5 cá thể cái 18 tuổi (n=2), 19 tuổi (n=2) và 20 tuổi (n=1). Thực hiện quản lý di truyền theo hệ số quan hệ họ hàng trung bình

## Kết quả mô hình

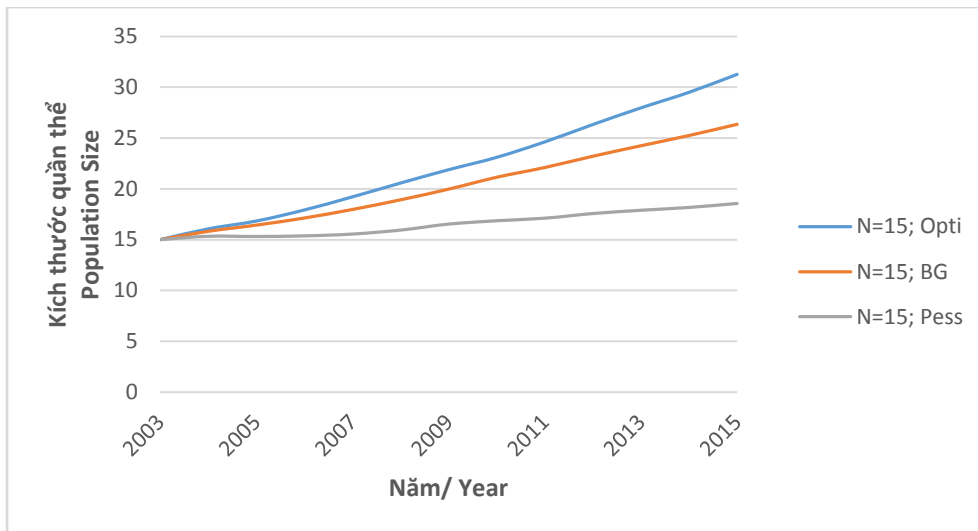
### Các mô hình hồi lại quá khứ

Một số dữ liệu chưa được công bố của Dự án bảo tồn Voọc Cát Bà có những thông số tương đối về kích thước quần thể từ năm 2003. Những dữ liệu này cho thấy khá rõ ràng rằng có khoảng 10-11 cá thể Voọc sinh sống ở Cửa Đông, hay 15 cá thể nếu Cửa Đông và Việt Hải được coi là tiếp giáp nhau. Số lượng cá thể ở khu bảo vệ thì kém rõ ràng hơn, nhưng được dự tính thấp - 13 cá thể.

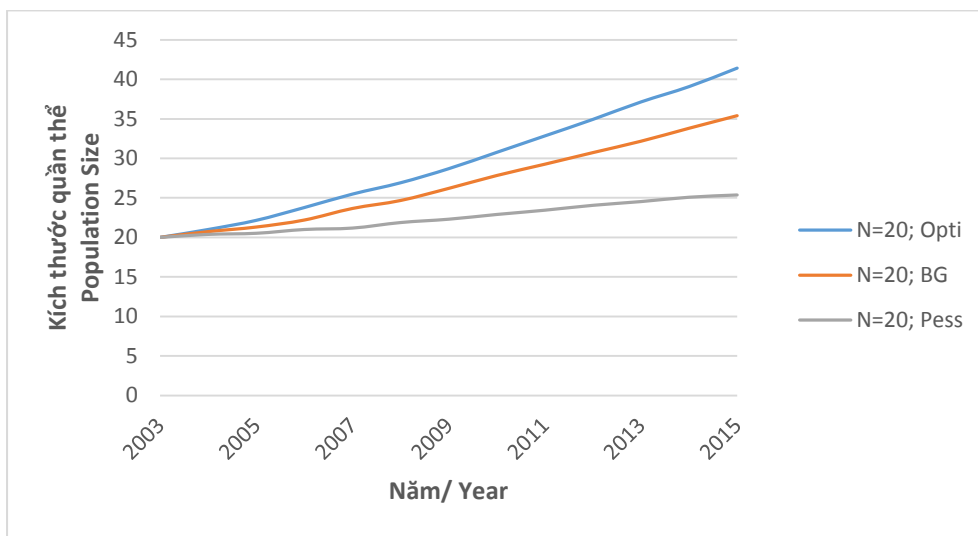
Các mô hình Lạc quan, Sát thực và Bi quan về kích thước quần thể từ năm 2003 với n=10, 15 và 20 được trình bày trong Hình 1, 2 và 3 minh họa tăng trưởng tiềm năng của quần thể từ thời điểm đó tới nay. Hình 4 cho thấy kết quả của quần thể ban đầu được cấu thành từ 2 đàn không có tương tác với nhau - 1 đàn gồm 13 cá thể (đại diện cho ước tính thấp cho Phân khu tồn) và 1 đàn 15 cá thể (là kết quả của sự tập trung các tiểu quần thể khu Cửa Đông và Việt Hải có sự kết nối giữa chúng); chỉ kích cỡ của quần thể tập trung được minh họa trong biểu đồ. Tất cả các biểu đồ đều biểu diễn kích cỡ quần thể trung bình qua mỗi năm, sau 1000 lần lặp lại phép thử. Cũng cần lưu ý rằng, dữ liệu năm 2003 không có các yếu tố cấu trúc tuổi và tỷ lệ giới tính, vốn là những yếu tố cũng có ảnh hưởng tới tăng trưởng của các quần thể. Do thiếu thông tin, ở điểm bắt đầu, tỷ lệ giới tính được mặc định là 50:50 và cấu trúc tuổi được xem là ổn định.



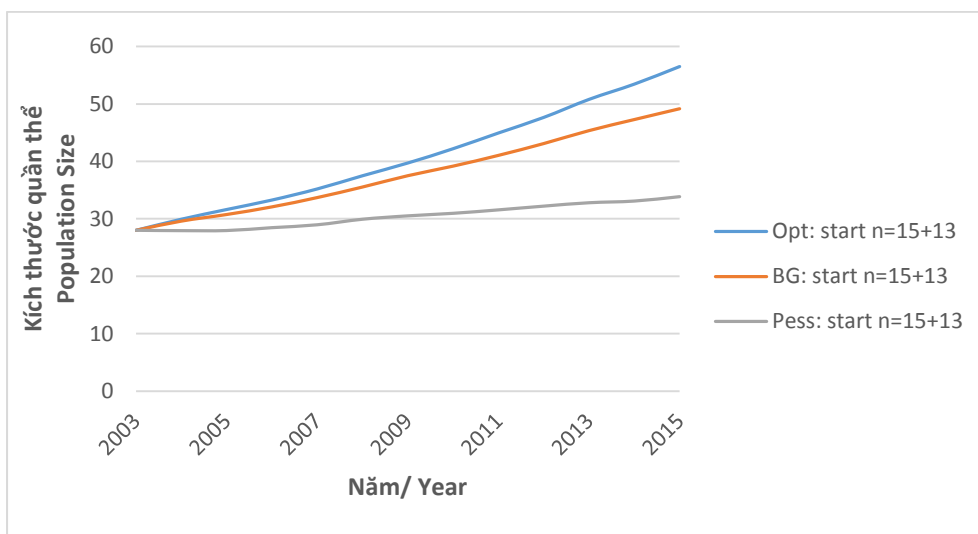
Hình 1. Các mô hình hồi lại quá khứ của 1 quần thể bắt đầu với 10 cá thể



Hình 2. Các mô hình lại quá khứ của 1 quần thể bắt đầu với 15 cá thể



Hình 3. Các mô hình lại quá khứ của 1 quần thể bắt đầu với 20 cá thể



Hình 4. Các mô hình lại quá khứ của 1 siêu quần thể với 2 nhóm không có tương tác với nhau có kích cỡ n=15 và n=13 cá thể.

Sử dụng Mô hình Sát thực nhất bắt đầu với 10 cá thể năm 2003, có thể dự đoán khá chính xác số lượng hiện tại của quần thể Cửa Đông (giả định rằng không có kết nối với Việt Hải) là 17 cá thể; Quần thể hiện có 18 cá thể trên thực tế. Tổng quần thể năm 2003 gồm 28 con bao gồm quần thể có kết nối Cửa Đông-Việt Hải (15 con) và quần thể không liên kết ở khu bảo tồn (13 con), và dự đoán khá chính xác kích cỡ hiện tại của tổng các quần thể sinh sản là khoảng 50 cá thể, trong khi kích cỡ thực tế là 52 con.

Nhìn chung, thông tin của năm 2003 tạo ra những đường đồ thị trung bình và nhất quán với những quan sát ghi lại được. Tuy nhiên, tính thay đổi của những mô phỏng là cao trong tất cả các trường hợp, chẳng hạn như ước tính hiện tại có 52 cá thể không hoàn toàn thiếu nhất quán với bất kỳ mô hình hồi lại quá khứ nào. Việc làm cho các mô hình này có hiệu lực nên được xem là một dự án đang diễn ra, nhưng không thể dùng để đánh giá tác động tương đối của các biện pháp quản lý đối với quần thể.

### Nguy cơ tuyệt chủng khi không có biện pháp quản lý

Bảng và những hình dưới đây mô tả kết quả của những mô hình phạm vi dài đối với từng quần thể theo khu vực dựa trên điều kiện hiện tại (nghĩa là không có thêm biện pháp quản lý). Những số liệu trong điều kiện “thông thường” được coi là cơ sở để so sánh tác động những biện pháp quản lý đối với việc giảm nguy cơ tuyệt chủng. Kích cỡ quần thể tối đa ở từng sinh cảnh được ấn định như sau: Phân khu bảo tồn ngặt K=280, Cửa Đông K=100, Quần thể nuôi nhốt K=50. Tóm tắt nguy cơ tuyệt chủng đối với mỗi quần thể nếu không có biện pháp quản lý được mô tả ở Bảng 3 phía dưới và bao gồm các dự báo Bi quan, Sát thực nhất và Lạc quan.

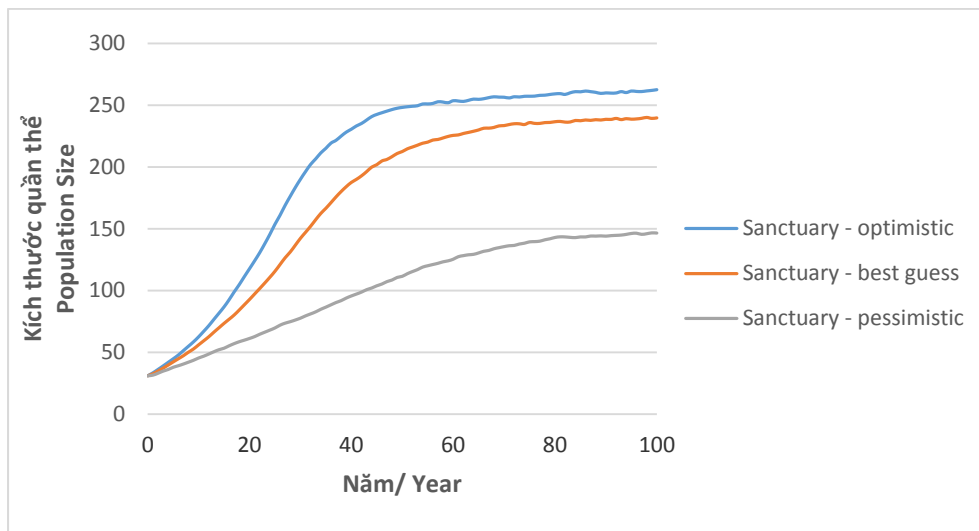
**Bảng 3. Nguy cơ tuyệt chủng (P) đối với những quần thể Voọc Cát Bà khi không có biện pháp quản lý**

Khu vực	Lạc quan	Sát thực nhất	Bi quan
<b>Khu bảo tồn</b>	0.3%	1.6%	10.6%
<b>Cửa Đông</b>	2.4%	8.6%	40.5%
<b>Khu nuôi giữ</b>	95%	98%	100%
<b>Siêu quần thể</b>	0%	0%	10.7%

Nguy cơ tuyệt chủng (P) được tính trong phạm vi 100 năm đối với những quần thể hoang dã và 50 năm với quần thể nuôi nhốt

## Khu bảo tồn

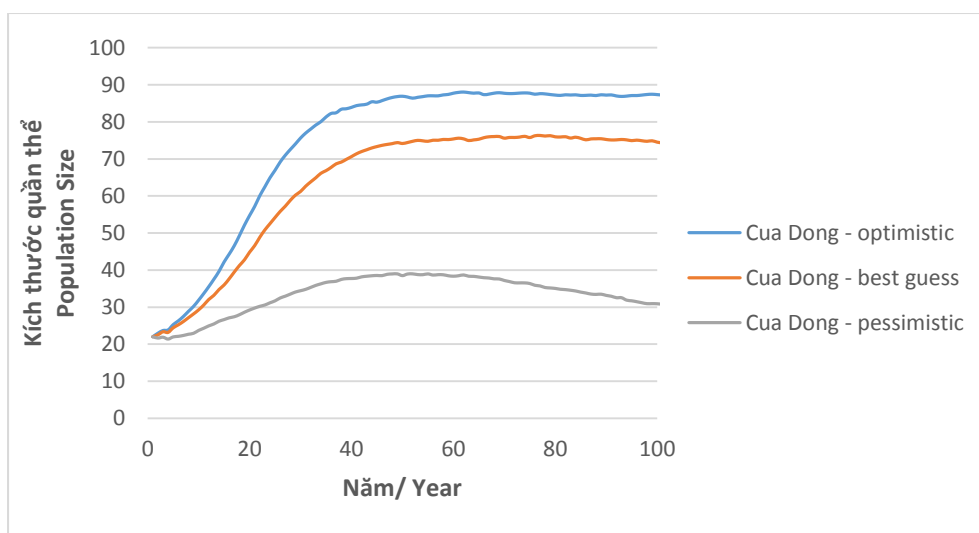
Trong điều kiện thiếu các biện pháp quản lý ở khu bảo tồn, nguy cơ tuyệt chủng là tương đối thấp ở các mô hình Lạc quan và Sát thực nhất, với tăng trưởng trung bình hợp lý và xác suất tuyệt chủng là dưới 2%. Tuy nhiên, Mô hình Bi quan cho thấy tăng trưởng thấp hơn đáng kể và nguy cơ tuyệt chủng cao hơn 10% trong khoảng thời gian 100 năm (tham khảo Bảng 3 và Hình 5).



Hình 5. Dự báo quần thể Khu bảo tồn khi không có biện pháp quản lý

## Cửa Đông

Trong điều kiện không có các biện pháp quản lý, các mô hình quần thể Cửa Đông tương tự như ở Khu bảo tồn. Tuy nhiên, kích cỡ quần thể ban đầu bị suy giảm và kích cỡ tối đa được cho là nhỏ hơn làm chậm quá trình tăng trưởng và tăng nguy cơ tuyệt chủng ở tất cả ba kịch bản. Nguy cơ tuyệt chủng lần lượt là 2,4%, 8,6% và 40,5% ở các kịch bản Lạc quan, Sát thực nhất và Bi quan (xem Bảng 3 và Hình 6).

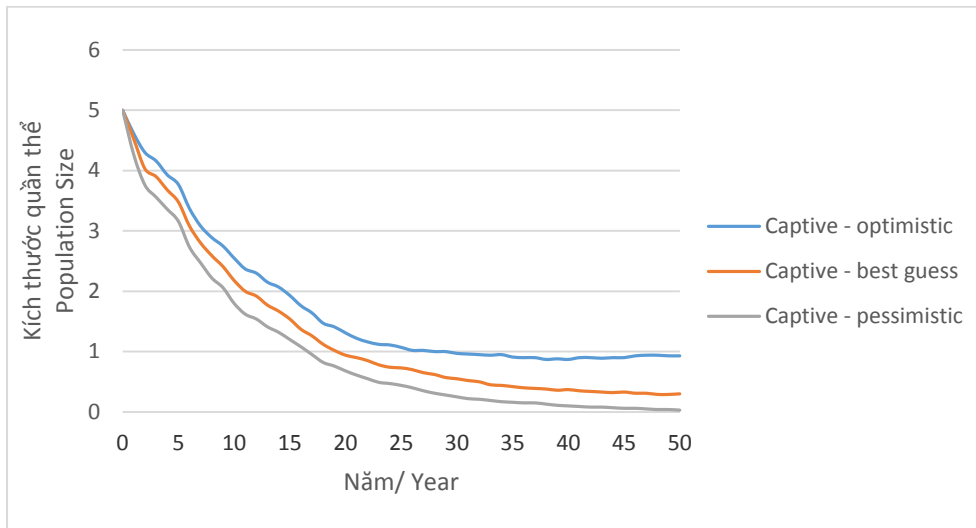


Hình 6. Các dự báo quần thể Cửa Đông không có biện pháp quản lý

## Khu nuôi giữ

Hiện nay, quần thể Voọc Cát Bà được nuôi nhốt duy nhất tại Trung tâm Cứu hộ Linh trưởng nguy cấp ở VQG Cúc Phương. Các đường cong mô phỏng Bi quan, Sát thực nhất và Lạc quan của quần thể

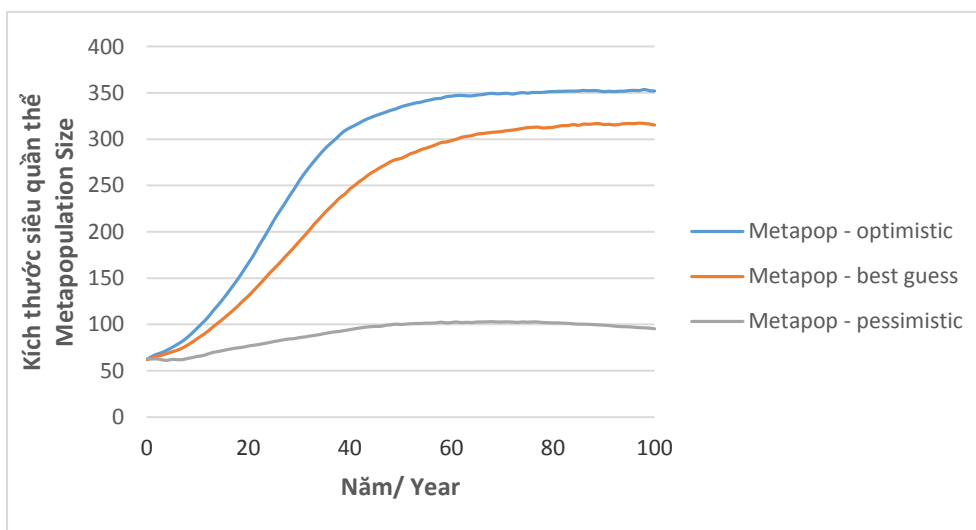
trong điều kiện không có can thiệp được trình bày ở Hình 7. Hầu hết quần thể nuôi nhốt được mô phỏng sẽ tuyệt chủng trong phạm vi 50 năm. Nhiều nguy cơ là do kết hợp các yếu tố cấu trúc quần thể (do kích thước quần thể nhỏ) và sự suy thoái do giao phối cận huyết (nảy sinh từ quan hệ cận huyết của những cá thể hiện đang sống). Nguy cơ tuyệt chủng là 95%, 98% và 100% tương ứng với các kịch bản Lạc quan, Sát thực nhất và Bi quan (xem Bảng 3 và Hình 7).



Hình 7. Các dự báo quần thể nuôi nhốt khi không có biện pháp quản lý

### Siêu quần thể

Mô hình hóa quần thể tổng tại tất cả các khu vực (Khu bảo tồn, Cửa Đông, Hang Cái và Khu nuôi nhốt) trong điều kiện không có sự trao đổi giữa các địa điểm cho cái nhìn chi tiết về tính khả sinh được dự báo của loài này ở kịch bản “thông thường”. Khi được mô phỏng như siêu quần thể không có di chuyển giữa các khu vực, khả năng tuyệt chủng trong phạm vi 100 năm là 0 đối với kịch bản Lạc quan và Sát thực nhất, và xác suất hơn 10% đối với kịch bản Bi quan (xem Bảng 3 và Hình 8).



Hình 8. Các dự báo siêu quần thể khi không có biện pháp quản lý

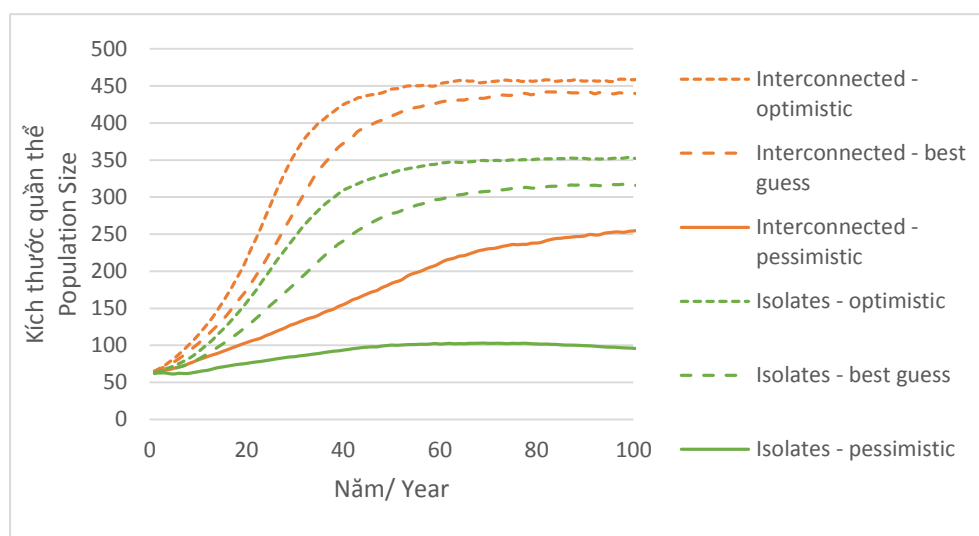
## Các biện pháp quản lý tiềm năng

Phần tiếp theo dưới đây trình bày các kết quả chạy mô hình cho một số biện pháp quản lý nhằm làm giảm nguy cơ tuyệt chủng lâu dài đối cho loài này. Việc trước tiên là xem xét việc quản lý toàn bộ quần thể qua sự di chuyển thường xuyên của các cá thể, nhằm xác định lợi ích tiềm năng của quản lý siêu quần thể. Các kịch bản tiếp theo tập trung vào 5 con cái hiện đang sinh sống biệt lập ở Hang Cái, bằng cách hoặc di chuyển 5 cá thể này đến quần thể tự nhiên hoặc quần thể nuôi nhốt hiện có, hoặc bổ sung thêm 1 cá thể đực vào đàn này. Cả hai kịch bản đều thúc đẩy sinh sản và giúp duy trì nguồn gen quan trọng này. Cuối cùng, cần xem xét đến vai trò của quản lý tập trung nhằm giảm nguy cơ tuyệt chủng đối với quần thể chuyển vị.

## Di chuyển thường xuyên giữa các khu vực

Những lợi ích tiềm năng của việc thông qua giám sát tập trung và sự di chuyển thường xuyên của loài vật này giữa các khu vực tạo ra siêu quần thể đơn nhất có cùng kích thước (không bao gồm quản lý di truyền) được mô tả trong Hình 9. Siêu quần thể này được so sánh với siêu quần thể cơ sở khi không có sự di chuyển của các cá thể giữa các nhóm nhỏ trong quần thể.

Siêu quần thể có sự kết nối thể hiện những quần thể bị cô lập ở cả hai kịch bản Lạc quan và Dự đoán sát thực nhất, khẳng định lợi ích của liên kết. Kịch bản có kết nối nhưng Bi quan không thể hiện tốt hơn kịch bản ở những khu vực bị cô lập nhưng Dự đoán sát thực và Dự đoán Lạc quan, điều này càng cho thấy tầm quan trọng của các yếu tố phân biệt trong các mô hình Bi quan – Tuổi bắt đầu sinh sản kéo tăng, tỷ lệ tử vong con nhỏ cao hơn và sự cai quan nhiều con cái hơn bởi một con đực.



Hình 9. So sánh giữa siêu quần thể liên kết và các quần thể bị cô lập

## Sự di chuyển của các cá thể cái từ Hang Cái

Có 5 cá thể cái ở Hang Cái ở độ tuổi từ 18 trở lên. Không có cá thể đực ở khu vực này. Bảng 4 xem xét việc di chuyển năm con cái tới các khu vực khác đang có quần thể sinh sản ảnh hưởng tới nguy cơ tuyệt chủng và hệ số giao phối cận huyết trung bình.



**Bảng 4. Nguy cơ tuyệt chủng và hệ số giao phối cận huyết từ việc di chuyển 5 cá thể cái ở Hang Cái**

Khu vực	Nguy cơ tuyệt chủng cơ sở (P)*	Nguy cơ tuyệt chủng (P)* với 5 cá thể cái***	Hệ số giao phối cận huyết trung bình**	Hệ số giao phối cận huyết trung bình** với 5 cá thể cái***
<b>Khu bảo tồn</b>	1.6%	0.9%	0.089	0.086
<b>Cửa Đông</b>	8.6%	5.4%	0.144	0.135
<b>Khu nuôi nhốt</b>	98%	51%	0.564	0.321

Tất cả các ước tính đều dựa trên các mô hình dự đoán sát thực nhất

\* Nguy cơ tuyệt chủng (P) được tính trong phạm vi 100 năm đối với quần thể hoang dã và 50 năm với quần thể nuôi nhốt

\*\* Hệ số giao phối cận huyết trung bình được tính trong phạm vi 100 năm với quần thể hoang dã và 50 năm với quần thể nuôi nhốt

\*\*\* 5 cá thể cái có tuổi trên 18

Bảng 4 cho thấy các kết quả mô hình dự đoán sát thực nhất, sự thay đổi lớn nhất trong kết quả về tính khả sinh quần thể từ việc di chuyển năm cá thể cái đến quần thể nuôi nhốt. Tuy nhiên, nguy cơ tuyệt chủng của quần thể này, ngay cả khi có thêm 5 cá thể cái, vẫn rất cao (P(tuyệt chủng trong 50 năm) = 51%). Thời gian trung bình xảy ra tuyệt chủng = 47 năm). Điều này có nghĩa là, quần thể nuôi nhốt có thể không đảm bảo được tương lai của nguồn di truyền mà 5 cá thể cái này mang lại. Đứng thứ hai là tác động từ việc chuyển chúng tới Cửa Đông, mặc dù có thêm 5 cá thể cái này, nguy cơ tuyệt chủng của quần thể Cửa Đông vẫn là khoảng 5% (1 trong 20). Cũng cần lưu ý rằng, sau khi di chuyển 5 cá thể cái này, hoặc đến Cửa Đông hoặc đến khu nuôi nhốt, hệ số giao phối cận huyết trung bình đạt hơn 0,125. Đây là hệ số giao phối cận huyết được dự đoán ở thế hệ sau của các cặp giao phối giữa những cá thể cận huyết (có cùng cha hoặc mẹ) và được áp dụng chuẩn ở ngưỡng tối đa của việc giao phối áp dụng trong các chương trình nhân giống bảo tồn. Các kịch bản hỗn hợp trong đó năm con cái từ Hang Cái được chia ra cho các quần thể hiện tại (cả nguyên vị và chuyển vị) dẫn đến giảm ít hơn nguy cơ tuyệt chủng đối với các quần thể mà các cá thể này được di chuyển đến.

Di chuyển tất cả các cá thể trong khu nuôi nhốt đến Hang Cái cũng được tính đến nhưng các mô hình không được xây dựng. Nếu không làm tiếp về các tham số, kết quả của những mô phỏng này cũng sẽ tương tự như kịch bản mà các cá thể cái ở Hang cái được di chuyển đến khu nuôi nhốt, nhưng sẽ kém hơn (tác động của giao phối cận huyết được mô phỏng nghiêm trọng hơn ở Hang Cái so với khu nuôi nhốt - xem Phụ lục I). Những yếu tố rủi ro khác cũng cần được tính đến để so sánh những lựa chọn này, như nguy cơ liên quan của việc di chuyển một cá thể vào tự nhiên so với khu nuôi nhốt (bao gồm cả sự sống sót sau di chuyển và việc di chuyển); tìm bắt một cá thể ở nơi sinh sống hoang dã với ở nơi sinh sống nuôi giữ. Cần thảo luận thêm để hiểu rõ các yếu tố này và để có thể ước tính tham số mô hình phù hợp.

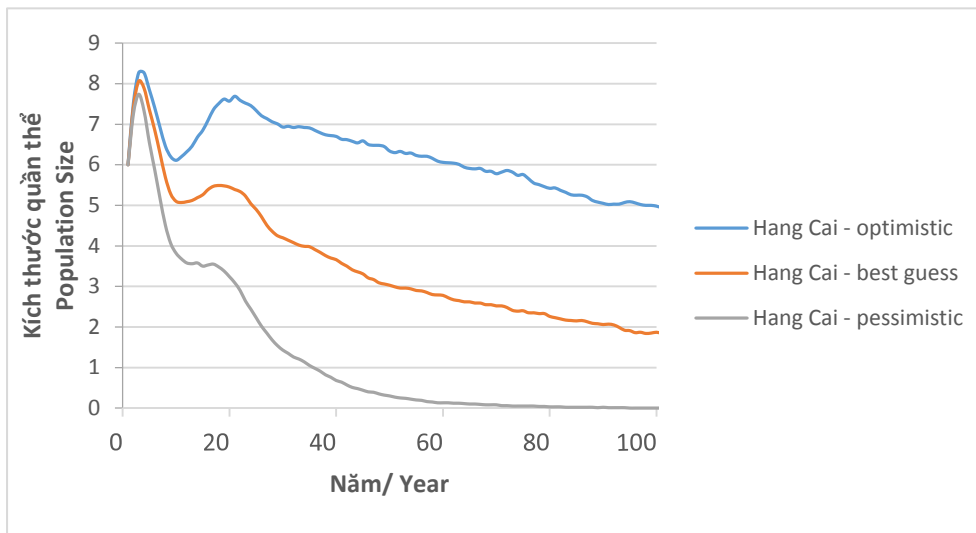
### Thêm 1 cá thể đực vào quần thể Hang Cái

Một lựa chọn thay thế cho việc di chuyển 5 cá thể cái là giữ nguyên các cá thể cái tại chỗ và di chuyển 1 cá thể đực vào quần thể này để tạo cơ hội sinh sản. Có 2 kịch bản được tính đến ở đây:

1. Di chuyển 1 cá thể đực từ quần thể nuôi nhốt đến Hang Cái. Hiện tại quần thể nuôi nhốt có 1 cá thể đực 11 tuổi có khả năng sinh sản.
2. Di chuyển 1 cá thể đực từ Cửa Đông đến Hang Cái. Có 1 nhóm 3 cá thể đực ở khu vực Cửa Đông/ Việt Hải.

Tác động đối với khả năng sinh tồn của cả 2 quần thể tiềm năng này cũng cần được xem xét.

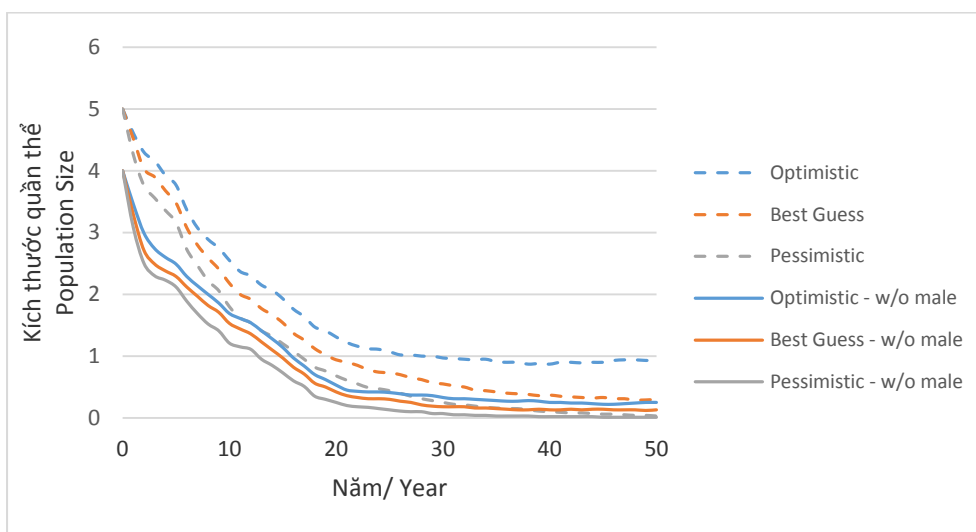
Các đường đồ thị dự báo Bi quan, Sát thực và Lạc quan đối với quần thể Hang Cái khi bổ sung thêm 1 cá thể đực được mô tả trong Hình 10. Ngay cả trong trường hợp bổ sung thêm 1 cá thể đực, tuổi đời cao của các cá thể cái ở đây cũng vẫn làm giảm cơ hội phục hồi của quần thể này, các mô hình đều cho thấy tỷ lệ tuyệt chủng cao và sự suy giảm. Nguy cơ tuyệt chủng của quần thể Hang Cái trong phạm vi 100 năm khi được bổ sung thêm 1 cá thể đực lần lượt là 84%, 93% và 100% ở các mô hình Lạc quan, Dự đoán sát thực và Bi quan.



Hình 10. Dự báo quần thể Hang Cái khi được bổ sung thêm 1 cá thể đực ở năm 1

#### Di chuyển 1 cá thể đực khỏi quần thể nuôi giữ

Tác động của việc di chuyển cá thể đực 11 tuổi từ quần thể nuôi nhốt đến Hang Cái được minh họa trong Hình 11. Tác động tới sự phát triển của quần thể nuôi nhốt trong cả 3 mô phỏng (Lạc quan, Sát thực và Bi quan) là rõ ràng, là làm tăng rõ rệt nguy cơ tuyệt chủng vốn đã cao ở quần thể này. Bảng 5 trình bày nguy cơ tuyệt chủng cơ sở và khi có sự di chuyển của cá thể đực 11 tuổi này.



Hình 11. Tác động của việc di chuyển 1 cá thể đực 11 tuổi khỏi quần thể nuôi nhốt

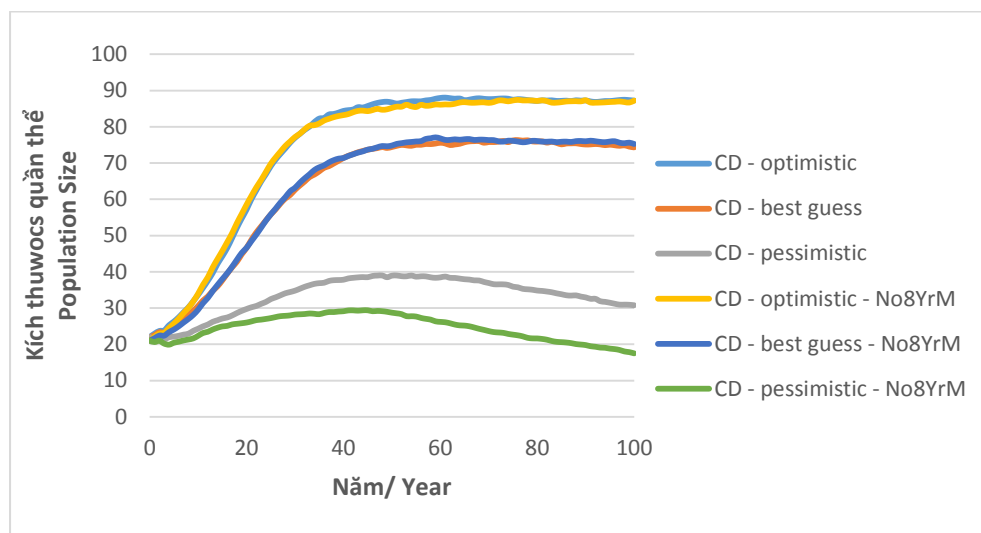
**Bảng 5. Thay đổi dự kiến đối với nguy cơ tuyệt chủng của quần thể nuôi nhốt sau di chuyển của 1 cá thể đực 11 tuổi**

Mô hình	Nguy cơ tuyệt chủng cơ sở (P)	Nguy cơ tuyệt chủng sau khi di chuyển cá thể đực (P)
Lạc quan	95%	98%
Dự đoán sát thực nhất	98%	99%
Bi quan	100%	100%

Nguy cơ tuyệt chủng (P) được tính trong phạm vi 50 năm

### Di chuyển 1 cá thể đực trưởng thành khỏi Cửa Đông

Tác động của việc di chuyển 1 cá thể đực trưởng thành từ quần thể Cửa Đông đến Hang Cái được minh họa trong Hình 12. Có thể thấy việc di chuyển này ít tác động trong kịch bản Lạc quan và Sát thực nhưng có tác động đáng kể trong mô hình Bi quan.

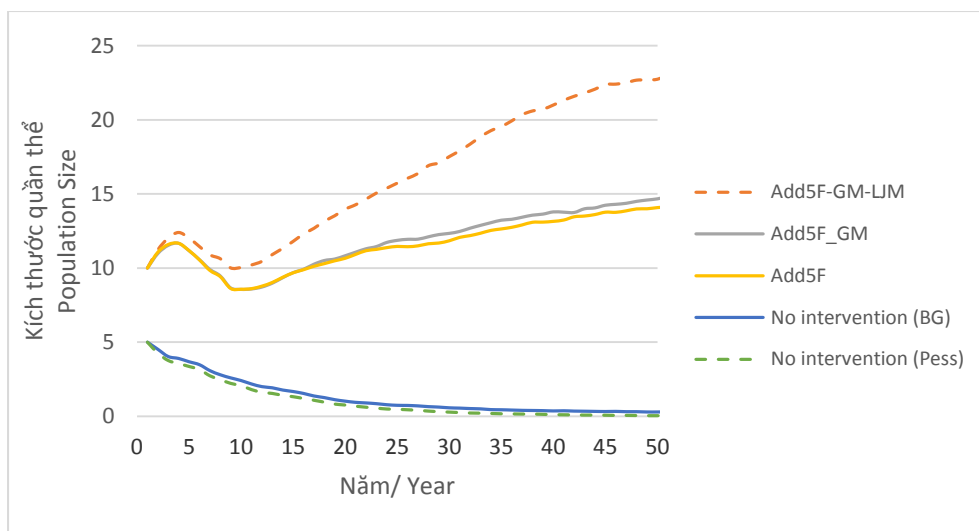


**Hình 12. Tác động của việc di chuyển 1 cá thể đực trưởng thành khỏi quần thể Cửa Đông**

### Quản lý tập trung với quần thể nuôi giữ

Quản lý quần thể có thể được thực hiện tập trung ở quần thể nuôi giữ nhằm nâng hiệu quả hoạt động theo thời gian. Có 3 biện pháp can thiệp được xem xét: di chuyển đến 5 cá thể cái từ quần thể Hang Cái; thực hiện ghép cặp dựa trên hệ số về họ hàng trung bình (nghĩa là ưu tiên các cặp giao phối giữa những cá thể mang gen tương ứng hiếm hơn); và giảm tỷ lệ tử vong con nhỏ. *[Lưu ý rằng việc áp dụng thực tế đối với quản lý cận theo hệ số họ hàng trung bình bình ở voọc, như với những loài khác, có thể khó khăn và kết quả thực tế có thể khiêm tốn hơn so với kết quả các mô hình đưa ra].*

Kết quả chạy mô hình của quần thể nuôi nhốt theo các kịch bản được trình bày trong Hình 13 và Bảng 6 dưới đây.



**Hình 13. Tác động của quản lý tập trung đối với quần thể nuôi nhốt**

Không có can thiệp (Bi quan) = mô hình cơ sở - tham số Bi quan  
 Không có can thiệp (Sát thực) = mô phỏng cơ sở - tham số Sát thực  
 Add5F = có thêm 5 cá thể cái từ quần thể Hang Cái  
 GM = quản lý gen theo phương pháp hệ số họ hàng trung bình  
 LJM = tỷ lệ tử vong ở con nhỏ giảm

**Bảng 6. Nguy cơ tuyệt chủng và hệ số giao phối cận huyết trung bình của quần thể chuyển vị được quản lý tập trung**

Kịch bản quản lý nuôi nhốt	Nguy cơ tuyệt chủng (P) *	Hệ số giao phối cận huyết trung bình**
Không có quản lý - Mức cơ sở Bi quan	100%	0.611
Không có quản lý - Mức cơ sở Sát thực	98%	0.564
Có thêm 5 cá thể cái - Sát thực	51%	0.321
Có thêm 5 cá thể cái & quản lý di truyền - Sát thực	50%	0.294
Có thêm 5 cá thể cái & quản lý di truyền & tỷ lệ tử vong con nhỏ thấp	34%	0.273

\* Nguy cơ tuyệt chủng (P) được tính trong phạm vi 50 năm

\*\* Hệ số giao phối cận huyết trung bình được tính trong phạm vi 50 năm

Như trình bày, Quản lý tập trung có thể tạo điều kiện thay đổi đáng kể dự báo cho quần thể nuôi nhốt. Tuy nhiên, ngay cả kịch bản tham vọng nhất đưa ra nguy cơ tuyệt chủng 34% (tương đương 1 trong 3 quần thể sẽ bị tuyệt chủng trong thời gian mô phỏng 50 năm, với thời gian tuyệt chủng trung bình là 23 năm) và hệ số giao phối cận huyết trung bình là cao.

## Tóm lược các vấn đề cần xem xét

1. 5 cá thể cái ở Hang Cái là nguồn quan trọng của loài. Do tuổi đời của các cá thể này đã cao, cần sớm có quyết định để hành động sớm đối với tương lai của chúng. Nghiên cứu xây dựng mô hình đến nay cho thấy rằng:
  - Một hành động đơn lẻ như di chuyển 1 cá thể đực trưởng thành đến quần thể Hang Cái ít có khả năng đảm bảo tương lai nòi giống.
  - Quần thể nuôi nhốt trong điều kiện hiện nay (với quá nhiều con cái, và quan hệ cận huyết quá gần) ít có khả năng đảm bảo tương lai lâu dài cho nòi giống.
  - Tương lai lạc quan nhất cho loài có thể được tạo dựng từ các hoạt động quản lý ở cả khu vực Cửa Đông và/hoặc Khu bảo tồn.
2. Các mô hình đưa ra nguy cơ tuyệt chủng cao ở quần thể nuôi nhốt ngay cả trong các kịch bản quản lý lạc quan nhất. Mọi cá thể đều có giá trị với loài và tình trạng nuôi nhốt hiện nay có thể không đại diện cho giải pháp tối ưu đối với quần thể nuôi nhốt: số lượng các thể quá ít, quá nhiều cá thể đực và mối liên hệ huyết thống giữa các cá thể quá gần. Quần thể nuôi giữ có thể đóng vai trò quan trọng trong việc bảo tồn loài bằng cách tạo ra môi trường an toàn và ổn định mà quần thể có thể tồn tại được trong khi những mối đe dọa ở nơi khác có thể được giải quyết; cung cấp những cá thể phù hợp về di truyền và kết cấu đàn/quần thể để thả về tự nhiên; là nhân tố quan trọng để vận động và gây quỹ; là đối tượng cho nghiên cứu định hướng bảo tồn. Những cơ hội này sẽ đến khi quần thể nuôi nhốt nhằm mục đích phục hồi loài được xác định rõ ràng và hiểu đúng; và khi chương trình quản lý quần thể nuôi giữ được thiết kế rõ để phục vụ mục đích đó. Điều quan trọng là cần có những xem xét cẩn thận đến những đặc tính sau đây:
  - Chất lượng và tính ổn định của việc chăn nuôi
  - Chất lượng và tính linh hoạt của cơ sở hạ tầng
  - Số lượng cá thể ban đầu và đặc tính di truyền và cấu trúc quần thể
  - Tỷ lệ tăng trưởng, kích cỡ quần thể cơ bản và tỷ lệ trao đổi với các quần thể tự nhiên cần thiết để đạt các mục tiêu về di truyền (ví dụ như quản lý giao phối cận huyết dưới mức gây hại, bảo tồn tính đa dạng gen)
  - Kích thước quần thể cần thiết để đạt mục tiêu về cấu trúc quần thể (ví dụ như tạo ra một lứa phóng thích mà không gây hại đến quần thể nuôi nhốt; duy trì sự ổn định).
  - Mức độ tập trung quản lý di truyền và cấu trúc quần thể cần có để hỗ trợ các mục tiêu trên trong khi vẫn đảm bảo được các đặc tính sinh học của loài.
3. Trong khi những tình huống ở hiện trường thường không thuận lợi cho việc xem xét trước tất cả đặc tính này, thì tình trạng hiện tại tạo cơ hội để rà soát và thay đổi thành phần này của siêu quần thể. Có một bộ công cụ giúp thực hiện công việc này. Ví dụ:
  - a. *Vortex* - phiên bản mới nhất có khả năng tốt hơn trong dự báo quản lý quần thể nuôi nhốt và kết hợp quần thể nuôi nhốt với quần thể tự nhiên.
  - b. PMx – bao gồm một bộ công cụ phân tích và quản lý di truyền và cấu trúc quần thể dùng cho thiết kế quần thể nuôi nhốt và việc quản lý hàng năm.
  - c. Phần mềm SPARKS để ghi chép thông tin phả hệ và cấu trúc quần thể.

## Tài liệu tham khảo

- Behie, A. M., Luu Tuong Bach, Le Van Dung, Lees, C., Passaro, R., Hendershott, R., Raffel, M. and Rawson, B. M. 2014. Population status of the Cat Ba langur (*Trachypithecus poliocephalus*). *XXVth Congress of the International Primatological Society, Hanoi Vietnam, August 11-16, 2014*. Abstract #344.
- Borries, C. and Koenig, A. 2008. Reproductive and behavioral characteristics of aging in female Asian colobines. *In: Atsalis, S., Margulis, S. W. and Hof, P. R. (eds). Primate Reproductive Aging. Interdisciplinary Topics in Gerontology Vol. 36. Karger. pp 80-102.*
- Borries, C., Lu, A., Ossi-Lupo, K., Larney, E. and Koenig, A. 2011. Primate life histories and dietary adaptations: A comparison of Asian colobines and macaques. *American Journal of Physical Anthropology* 144: 286-299.
- Kumar, A., Solanki, G. S. and Sharma, B. K. 2005. Observations on paturition and allomothering in wild capped langur (*Trachypithecus pileatus* ). *Primates* 46: 215-217.
- Lacy, R. C. 1993. VORTEX: A computer simulation model for population viability analysis. *Wildlife Research*. 20: 45-65.
- Lacy, R. C. 2000. Structure of the VORTEX simulation model for population viability analysis. *Ecological Bulletins*. 48: 191-203.
- Lacy, R.C. and Pollack, J. P. 2014. *VORTEX: A Stochastic Simulation of the Extinction Process. Version 10.0*. Chicago Zoological Society, Brookfield, Illinois, USA.
- Luu Truong Bach and Le Van Dung. 2013. *An assessment on the Cat Ba langur (Trachypithecus poliocephalus) in Cat Ba National Park*. Unpublished Report to IUCN SSC PSG.
- Miller, P. S. and Lacy, R. C. 2005. *VORTEX: A Stochastic Simulation of the Extinction Process. Version 9.50 User's Manual*. Apple Valley, MN: Conservation Breeding Specialist Group (SSC/IUCN).
- Newton, P. N. 1987. The social organization of forest Hanuman langurs (*Presbytis entellus*). *International Journal of Primatology* 8 (3): 199-232.
- O'Grady, J. J., Brook, B. W., Reed, D. H., Ballou, J. D., Tonkyn, D. W. and Frankham, R. 2006. Realistic levels of inbreeding depression strongly affect extinction risk in wild populations. *Biological Conservation* 133: 42-51.
- Qing Zhao, Borries, C. and Weshi Pan. 2011. Male takeover, infanticide, and female countertactics in white-headed leaf monkeys (*Trachypithecus poliocephalus*). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 65: 1535-1547.
- Ralls, K., Ballou, J. D. and Templeton, A. 1988. Estimates of lethal equivalents and the cost of inbreeding in mammals. *Conservation Biology* 2 (2): 185-192.
- Reed, D. H., O'Grady, J. J., Ballou, J. D., Frankham, R. 2003. The frequency and severity of catastrophic die-offs in vertebrates. *Animal Conservation* 6 (2): 109-114.
- Schrudde, D., Levelink, P. and Raffel, M. 2010. Protection fo the Cat Ba langur (*Trachypithecus [poliocephalus] poliocephalus*) through the Cat Ba Langur Conservation Project. *In: Nadler, T. Rawson, B. M. and Van Ngoc Thinh (eds). Conservation of Primates in Indochina*. pp 237-243.
- Solanki, G. S., Kumar, A. and Sharma, B. K. 2007. Reproductive strategies of *Trachypithecus pileatus* in Arunachal Pradesh, India. *International Journal of Primatology*. 28: 1075-1083.

Sommer, V., Srivastava, A. and Borries, C. 1992. Cycles, sexuality, and conception in free-ranging langurs (*Presbytis entellus*). *American Journal of Primatology* 28 (1): 1-27.

Tong Jin, De-Zhi Wang, Qing Zhao, Li-Jie Yin, Da-Gong Qin, Wen-Zhong Ran and Wen-Shi Pan. 2009. Reproductive parameters of wild *Trachypithecus leucocephalus*: Seasonality infant mortality and interbirth interval. *American Journal of Primatology* 71: 558-566.

Wich, S. A., Steenbeck, R., Sterck, E. H. M., Korstjens, A. H., Willems, E. P. and van Schaik, C. P. 2007. Demography and life history of Thomas langurs (*Presbytis thomasi*). *American Journal of Primatology* 69: 641-651.

## Phụ lục I: Tham số mô hình VORTEX

Tham số Vortex	Giá trị tham số Vortex (Dự đoán sát thực nhất)	Giá trị tham số Vortex (Bi quan)	Giá trị tham số Vortex (Lạc quan)	GHI CHÚ	Kiểm tra độ nhạy
Loài và phạm vi địa lý dùng cho mô hình	Voọc Cát Bà ( <i>Trachypithecus poliocephalus poliocephalus</i> ) đặc hữu ở đảo Cát Bà, Đông Bắc Việt Nam (Nadler and Long 2000)	-	-		Không áp dụng N/A
Số quần thể	1 quần thể có 3 tiểu quần thể sinh sản (Khu bảo tồn, Cửa Đông và nuôi nhốt)	-	-	Tính đến tháng 8/2014, có khoảng 65 cá thể (60 con hoang dã, 5 con nuôi giữ) chia thành 3 nhóm sinh sản (2 nhóm ngoài tự nhiên và 1 nhóm nuôi nhốt), với khoảng 1-2 quần thể không có khả năng sinh sản (Lưu Trường Bách và các cộng sự, 2013; Behie và các cộng sự, 2014). Không có khả năng những cá thể này dễ dàng nhập cư/ di cư. Không rõ thông tin về cá thể đực hay cái hoặc cả 2 di cư vào độ tuổi sinh sản.	Không áp dụng N/A
Suy thoái do giao phối cận huyết	Có (6.29Les, 50% chết do gen lặn)	6.29	6.29	Được nhập vào mô hình là lượng chết tương đương, tăng tỷ lệ tử vong ở con nhỏ. Giá trị tham số 6.0LEs phản ánh tác động ở quần thể tự nhiên nghiêm trọng hơn so với quần thể nuôi nhốt (sau nghiên cứu của O'Grady và các cộng sự .2006). Trong những mô hình siêu quần thể sau đó, tác động của giao phối cận huyết đối với các cá thể nuôi nhốt giảm xuống 3,14Les, phản ánh tác động trung bình được tính trong điều kiện ôn hòa hơn ở các taxon (Ralls và các cộng sự, 1988).	Không áp dụng N/A



Tham số Vortex	Giá trị tham số Vortex (Dự đoán sát thực nhất)	Giá trị tham số Vortex (Bi quan)	Giá trị tham số Vortex (Lạc quan)	GHI CHÚ	Kiểm tra độ nhạy
Sự phù hợp của thay đổi môi trường (EV) và sinh sản	Có	Có	Có	Câu trả lời “có” ngụ ý rằng những năm thuận lợi cho sinh sản cũng thuận lợi cho sự sinh tồn, và ngược lại. Câu trả lời “không” ngụ ý rằng sự biến động sinh sản và tỷ lệ sống sót hàng năm là độc lập. Nếu không có dữ liệu, hầu hết cách tiếp cận của bảo tồn là liên hệ chúng với nhau để tránh đánh giá quá thấp mức rủi ro (tính tương quan là đặc thù với các loài không di trú).	Không áp dụng N/A
Tương quan biến đổi môi trường trong các quần thể	Không áp dụng N/A	Không áp dụng N/A	Không áp dụng N/A	Điều này sẽ được thảo luận trong mô hình siêu quần thể.	Không áp dụng N/A
Cấu trúc sinh sản	Đa thế – ngắn hạn	Đa thế – dài hạn	Đa thế – ngắn hạn	Trong hệ các cấu trúc sinh sản “dài hạn”, các cá thể cặp với nhau được giả định là sẽ giữ cặp đến khi 1 trong 2 cá thể chết hoặc di trú. Trong cấu trúc sinh sản “ngắn hạn”, các cặp thay đổi nhau hàng năm. Không có thông tin về thời gian sinh sống của Voọc đực, mặc dù có thể cũng giống như loài Voọc đầu trắng, khoảng 50 tháng (Zhao và các cộng sự, 2011). Phạm vi dao động của khi ăn lá khoảng 22 - 70 tháng.	Gợi ý của Carola Borries – chạy mô hình cho hai phương án, hai năm và 4 năm vì đây là thời gian thông thường của khi ăn lá.

Tham số Vortex	Giá trị tham số Vortex (Dự đoán sát thực nhất)	Giá trị tham số Vortex (Bi quan)	Giá trị tham số Vortex (Lạc quan)	GHI CHÚ	Kiểm tra độ nhạy
Tuổi bắt đầu sinh sản (♂ / ♀)	7 tuổi/ 5 tuổi	8/6	7/5	Đây là tuổi trung bình bắt đầu sinh sản, không phải tuổi thành thực sinh dục hoặc tuổi bắt đầu sinh sản có thể quan sát được. Đối với Voọc đầu trắng, tuổi trung bình bắt đầu sinh sản được ghi nhận là khoảng 5-6 tuổi, nhưng chỉ dựa trên dung lượng mẫu nhỏ (n=5) (Jin và các cộng sự, 2009). Trung bình với các loài thuộc giống <i>Trachypithecus</i> là 5 tuổi ( <i>T. pileatus</i> ) đến 5,4 tuổi ( <i>T. francoisi</i> ) và không có loài nào đến 6 tuổi dựa trên các dữ liệu của hơn 50 cá thể cái. Trong các giá trị bảo tồn cơ sở, tuổi sinh sản là 7 ở con đực và 6 ở con cái. Có sở này có tính đến yếu tố trọng lượng cơ thể có thể ảnh hưởng đến các đặc điểm trong cuộc đời.	Kiểm tra con cái ở tuổi 5 và 6, con đực ở tuổi 6,7 và 8
Tuổi cao nhất có thể sinh sản	25	25	25	Các loài Voọc khác có thể sống đến ngoài 25 tuổi, và một số trong đó (nuôi nhốt và ngoài tự nhiên) có một giai đoạn già kéo dài khoảng 3-9 năm trước khi chết (Sommer và các cộng sự, 1992; Borries and Koenig, 2008). Mức cơ sở của tuổi tối đa có thể sinh sản là 25 năm. Đây có thể là con số lạc quan nhưng ảnh hưởng của dự tính lạc quan đến dự báo theo mô hình sẽ được xác định bởi các giá trị về tỉ lệ chết theo tuổi, sẽ giúp xác định tỷ lệ sống của voọc cái đến năm 20 tuổi.	Kiểm tra ở các tuổi 20, 23, 25, 27

Tham số Vortex	Giá trị tham số Vortex (Dự đoán sát thực nhất)	Giá trị tham số Vortex (Bi quan)	Giá trị tham số Vortex (Lạc quan)	GHI CHÚ	Kiểm tra độ nhạy
Tỷ lệ (%) sinh sản hàng năm của voọc cái	47	47	47	<p>Tỷ lệ sinh ở Voọc đầu trắng (<i>T. leucocephalus</i>) có quan hệ gần gũi là <math>0,47 \pm 0,13</math> con/cá thể cái/năm (Jin và các cộng sự, 2009).</p> <p>Thời kỳ mang thai gần giống với thời kỳ mang thai 200 ngày của các loài tương tự (Kumar và các cộng sự 2005, Solanki và các cộng sự 2007, Newton 1987, Sommer và các cộng sự 1992), dao động trong khoảng 184-210 ngày đối với Voọc ở Châu Á colobines (Borries và các cộng sự 2011).</p> <p>Khoảng thời gian giữa các lần sinh là <math>23 \pm 5.2</math> tháng (<math>n=27</math>) đối với Voọc đầu trắng <i>T. leucocephalus</i> (Jin và các cộng sự, 2009) và khoảng 2 năm với các loài tương tự.</p> <p>Khoảng cách giữa các lần sinh ở Voọc châu Á là 16,7 - 38,2 tháng (trung bình 22,98 tháng) và ở <i>Trachypithecus</i> là 21 - 24,5 tháng (trung bình 22,68 tháng) (Borries và các cộng sự, 2011).</p>	Kiểm tra ở các tỷ lệ 15%, 20% và 25% dựa trên 3-4 con non trên 17-25 con cái trưởng thành quan sát được gần đây. Lưu ý rằng khoảng cách giữa các lần sinh có thể tăng dần khi các cá thể cái già đi.
% cá thể đực trong nhóm sinh sản	Trung bình 1 cá thể đực cặp với 3 cá thể cái	4	3	<p>Do các đàn được thiết lập với 1 con đực và nhiều cá thể cái, có thể có những đàn toàn cá thể đực và không sinh sản. Nói cách khác, đối với loài Voọc, những cá thể khỏe mạnh nhất trong những nhóm này đóng vai trò thay thế cho những cá thể đực trong các nhóm sinh sản. Nhóm tác giả quan sát được một đàn toàn con đực ở Cửa Đông, cho thấy khả năng có hiện tượng này trong quần thể hoang dã. Điều này không phù hợp với điều kiện nuôi nhốt. Các giá trị cơ sở là con số ước tính số lượng con cái trung bình trên một con đực (Vortex dùng giá trị này để tính % số cá thể đực trong nhóm sinh sản).</p>	Kiểm tra ở mức 4 và 5 dựa vào kích cỡ đàn mới quan sát gần đây.

Tham số Vortex	Giá trị tham số Vortex (Dự đoán sát thực nhất)	Giá trị tham số Vortex (Bi quan)	Giá trị tham số Vortex (Lạc quan)	GHI CHÚ	Kiểm tra độ nhạy
Số cá thể mỗi lứa đẻ	1	1	1	Hầu hết, mỗi cá thể cái đẻ 1 con trong khoảng thời gian 1-2 năm At most, one infant per female per 1-2 years	
Tỷ lệ giới tính thế hệ sau (% cá thể đực)	50%	50%	50%	Không rõ, nhưng tỷ lệ có khả năng là 50:50 dựa trên dung lượng mẫu nhỏ (N=6) con ở Cửa Đông mà có được tỷ lệ giới tính là 50:50	Kiểm tra ở các tỷ lệ 60:40 và 55:45
Biến đổi môi trường trong sinh sản (đo theo độ lệch chuẩn của các cá thể cái sinh sản)	13	13	13	Chưa biết ở Cát Bà nhưng những nghiên cứu về tỷ lệ sinh ở <i>T. leucocephalus</i> (Jin và các cộng sự, 2009) cho thấy tỷ lệ sinh là khoảng $0.47 \pm 0.13$ con/con mẹ/năm – nghĩa là tỷ lệ sinh trong năm sinh sản tốt là 0,6 con/mẹ/năm và trong năm sinh sản kém là 0,34 con/ mẹ/ năm.	Dựa trên các dữ liệu thực tế để suy ra theo mẫu có phân bố chuẩn (nghĩa là trong mô hình, trong 67% số năm, % số cá thể cái sinh sản trong năm sẽ là giữa 34% và 60%; 95% thời gian sẽ là giữa 21% và 73%...)
% tỷ lệ tử vong hàng năm ( $\sigma / \varphi$ )	Độ lệch chuẩn = 20% Giá trị trung bình	Độ lệch chuẩn = 20% Giá trị trung bình	Độ lệch chuẩn = 20% Giá trị trung bình	Dựa trên những dữ liệu về các loài Voọc khác (xem phía trên) và ý kiến của các chuyên gia. Xem bảng Tỷ lệ tử vong đực – cái để có được thông tin về tỉ lệ tử vong cụ thể được tạo ra từ những giá trị này. Với tỷ lệ tử vong, các cộng sự nghiên cứu có thông tin tương ứng của các nhóm 0-1 tuổi và 1-2 tuổi ở Voọc Cát Bà. Những giá trị này khác nhau ở 3 mức cơ sở: 15%, 20% và 25% Những giá trị khác giống với giá trị cơ sở và là sự kết hợp giữa dữ liệu quan sát về Voọc Cát Bà và những dữ liệu đã được công bố về những loài khác. Một bảng chi tiết tỷ lệ tử vong theo độ tuổi đã được xây dựng (Wich và các cộng sự, 2007) cho loài <i>P. thomasi</i> dựa trên 1 nghiên cứu 15 năm (những tỷ lệ này tạo ra một	Lưu ý: con cái có tỉ lệ chết trong những năm đầu nhiều hơn và tỷ lệ sống sót cao hơn ở tuổi trưởng thành. Trong điều kiện nuôi nhốt thì ngược lại.

Tham số Vortex	Giá trị tham số Vortex (Dự đoán sát thực nhất)	Giá trị tham số Vortex (Bi quan)	Giá trị tham số Vortex (Lạc quan)	GHI CHÚ	Kiểm tra độ nhạy
				giá trị Lamda là 1,01). Các cộng tác viên đồng ý rằng tỷ lệ tử vong này là quá cao với Voọc Cát Bà, nhưng sự khác nhau giữa tỷ lệ của đực và cái có thể cũng tương tự. Do đó, với cả 3 mô hình cơ sở bắt đầu với các giá trị ước tính về tỉ lệ tử vong theo tuổi của con cái đều được các cộng tác viên đồng tình. Các giá trị của voọc đực được lấy từ giá trị của con đực loài <i>P. thomasi</i> : con cái có sự khác biệt về tỉ lệ	
0-1 tuổi 0-1 years	12.5/14	20/22	10/11	15% dựa trên dữ liệu từ loài <i>T. leucocephalus</i> 15% based on data from <i>T. leucocephalus</i>  Loài <i>P. thomasi</i> trong tự nhiên – Tỷ lệ tử vong con non đực 48%, tỉ lệ tử vong con non cái 43% (Wich et al., 2007). Các quần thể trong tự nhiên với các giới tính như sau: : <i>T. cristatus</i> : 30% đối với các quần thể khác nhau, <i>T. leucocephalus</i> : 15% (Jin et al., 2009), <i>T. phayrei</i> : 16%. Tỉ lệ chết con non từ 1 tuổi trở xuống(các giới tính được kế hợp vì không có khác biệt - 12.5%)	
1-2 tuổi	14/16	20/23	10/12	Tỉ lệ chết ở Voọc xám <i>T. phayrei</i> (cả hai giới tính không phân biệt) từ 1-2 tuổi là 14%. Khi hai giới tính không phân biệt, nhóm tác giả xem xét tỉ lệ chết từ khi sinh đến 2 tuổi, Tiếp đây là kết quả thấy được: Các quần thể hoang dã ( <i>T. leucocephalus</i> 15.8% (cái), 12.3% (đực); loài <i>R. roxella</i> : 22.4%, loài <i>R. bieti</i> 55-60%).	
2-3 tuổi	15/36	20/48	10/24	Loài <i>P. thomasi</i> ngoài tự nhiên: 20% (cái), 26.7% (đực) Voọc xám ngoài tự nhiên (cả hai giới tính) tỉ lệ chết ở tuổi 2-3 là 15%	

Tham số Vortex	Giá trị tham số Vortex (Dự đoán sát thực nhất)	Giá trị tham số Vortex (Bi quan)	Giá trị tham số Vortex (Lạc quan)	GHI CHÚ	Kiểm tra độ nhạy
3-4 tuổi	3/4	3/4	3/4		
4-5 tuổi	3/9	3/9	3/9		
5-6 tuổi	2/12	2/12	2/12		
Các cá thể trưởng thành (cái)	$2+((A>15)*8)+((A>20)*20)$	$2+((A>15)*8)+((A>20)*20)$	$2+((A>15)*8)+((A>20)*20)$	Loài <i>P. thomasi</i> ngoài tự nhiên: tỉ lệ con cái chết hằng năm 7 %, 17.1% đối với đực; Trong điều kiện nuôi nhốt, loài <i>T. cristatus</i> : 50%	
Các cá thể trưởng thành (đực) Adults (males)	$5+((A>15)*21)+((A>20)*52)$	$5+((A>15)*21)+((A>20)*52)$	$5+((A>15)*21)+((A>20)*52)$	Loài <i>P. thomasi</i> ngoài tự nhiên: tỉ lệ con cái chết hằng năm 7 %, 17.1% đối với đực; Trong điều kiện nuôi nhốt, loài <i>T. cristatus</i> : 50%	
Sự phụ thuộc mật độ	Không bao gồm trong mô hình cơ sở	-	-		

Tham số Vortex	Giá trị tham số Vortex (Dự đoán sát thực nhất)	Giá trị tham số Vortex (Bi quan)	Giá trị tham số Vortex (Lạc quan)	GHI CHÚ	Kiểm tra độ nhạy
Kích cỡ quần thể ban đầu	65 (ở tất cả các nhóm, 60 cá thể hoang dã và 5 cá thể nuôi nhốt)	-	-		
Kích cỡ tới hạn của quần thể sinh cảnh có thể nuôi dưỡng	50 với quần thể nuôi nhốt 100 với quần thể Cửa Đông 280 với Khu bảo tồn	-	-	<p>Không có ước tính chính xác về số lượng tới hạn, nhưng những mô hình yêu cầu có thông số. Số lượng cá thể trong quần thể thực tế thấp hơn đáng kể so với số lượng tới hạn.</p> <p>Các kích bản nuôi nhốt, ước tính là 50 cá thể do hạn chế về cỡ sở hạ tầng không thể chứa thêm. Với quần thể hoang dã ở Cửa Đông, ước tính có 100 cá thể, cho rằng khu vực này bao gồm cả nhóm toàn cá thể đực) bao gồm cả khu bán đảo xung quanh gần thị trấn Cát Bà đến Việt Hải. Đối với khu bảo tồn, số liệu cho thấy mật độ quần thể là 20 cá thể/ km<sup>2</sup>, tương ứng với khoảng 280 cá thể ở khu vực này.</p> <p>Nhóm tác giả giả định rằng không có thay đổi về kích cỡ tới hạn theo thời gian – mặc dù môi trường sống có thể tiếp tục mất đi do xây dựng và phân mảnh (Schrudde et al 2010). Giả định rằng môi trường sống được duy trì ổn định ở những khu vực quan trọng.</p>	Chạy mô hình với kích cỡ quần thể tới hạn (sinh cảnh có thể nuôi dưỡng) ở Cửa Đông là 50 để tìm hiểu sự khác nhau
% tỷ lệ di chuyển	Không áp dụng N/A	-	-		
Lựa chọn cặp sinh sản	Ngẫu nhiên	-	-		

Tham số Vortex	Giá trị tham số Vortex (Dự đoán sát thực nhất)	Giá trị tham số Vortex (Bi quan)	Giá trị tham số Vortex (Lạc quan)	GHI CHÚ	Kiểm tra độ nhạy
Quản lý di truyền	Không bao gồm trong mô phỏng cơ sở	-	-		
Thảm họa/sự cố	Mất khoảng 90% số cá thể sau mỗi 90 năm	-	-	Reed và các cộng sự (2003) kiểm tra dữ liệu với những quần thể hoang dã của 88 loài động vật có xương sống và đi đến kết luận rằng xác suất của một thảm họa nghiêm trọng (được định nghĩa là làm mất đi 50% số cá thể trong 1 năm) do các nguyên nhân là 14% với mỗi thế hệ, hay khoảng 1 lần trong mỗi 7 thế hệ.	
Sản trộm (tăng tỷ lệ tử vong ở cá thể trưởng thành)	Không áp dụng N/A	-	-	Không bao gồm	Không bao gồm
Bổ sung	N/A	-	-	Không bao gồm	Không bao gồm
Khung thời gian	50 năm với quần thể nuôi giữ 100 năm với quần thể hoang dã	-	-	Đối với những loài lâu năm - Hành động ngay để có thể có những tác động lâu dài. Khung thời gian ngắn hơn giúp hiểu rõ hơn các kịch bản quản lý	?