

# ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐẾN NGUY CƠ NGẬP LỤT KHU VỰC NỘI THÀNH HÀ NỘI

La Đức Dũng - Trung tâm Khí tượng Thủy văn quốc gia

**B**ài báo trình bày việc ứng dụng mô hình MIKE URBAN để đánh giá tác động của biến đổi khí hậu (BĐKH) đến nguy cơ ngập lụt khu vực nội thành Hà Nội thông qua việc so sánh bản đồ ngập lụt xảy ra do trận mưa một ngày lớn nhất tương ứng với các kịch bản hiện trạng và kịch bản BĐKH để độc giả tham khảo.

*Từ khóa: MIKE URBAN, kịch bản biến đổi khí hậu, mưa một ngày lớn nhất, ngập lụt.*

## 1. Mở đầu

Thủ đô Hà Nội là trung tâm chính trị, kinh tế, văn hóa, khoa học; đóng vai trò quan trọng bậc nhất đối với sự phát triển kinh tế - xã hội, an ninh - quốc phòng của cả nước. Quá trình đô thị hóa trong suốt hai thập niên vừa qua đã biến Hà Nội trở thành một trong những thành phố đông dân, chịu nhiều sức ép. Cơ sở hạ tầng nói chung, hệ thống thoát nước nói riêng đang bị quá tải. Các trận mưa lớn và ngập lụt xảy ra ngày càng thường xuyên đã và đang ảnh hưởng nghiêm trọng đến đời sống sinh hoạt và sản xuất của thành phố.

Tác động của BĐKH đến nguy cơ ngập úng của thành phố sẽ như thế nào trong tương lai? Để trả lời câu hỏi này chúng tôi đã sử dụng mô hình MIKE URBAN xây dựng các bản đồ nguy cơ ngập lụt với số liệu đầu vào là mưa một ngày lớn nhất ( $X_{\text{ngày-max}}$ ) tại trạm khí tượng Láng trong điều kiện số liệu quan trắc hiện trạng và số liệu có xét đến tác động của BĐKH. Giả thiết là mưa đều trên lưu vực và hệ thống thoát nước trong tương lai không khác hiện tại.

Mưa một ngày lớn nhất ứng với tần suất thiết kế 10% và 1% đã được xác định từ chuỗi số liệu quan trắc mưa hiện trạng và chuỗi số liệu mưa tính toán theo kịch bản BĐKH phát thải trung bình (B2) bằng mô hình chi tiết hóa thống kê SDSM (Statistical Downscaling Model).

Các bản đồ nguy cơ ngập lụt ứng với các trận mưa thiết kế xác định từ chuỗi số liệu tính toán theo kịch bản BĐKH lựa chọn được so sánh với các bản đồ nguy cơ ngập lụt ứng với các trận

mưa thiết kế xác định từ chuỗi số liệu hiện trạng. Qua đó rút ra kết luận về tác động của BĐKH đến nguy cơ ngập lụt khu vực nội thành Hà Nội.

## 2. Phân tích, tính toán mưa một ngày lớn nhất khu vực nghiên cứu

### 2.1. Mưa một ngày lớn nhất ứng với điều kiện hiện trạng

Nguyên nhân gây mưa chủ yếu cho nội thành Hà Nội là do bão, áp thấp nhiệt đới, hoạt động của gió mùa Tây Nam hoặc Đông Nam, bão kết hợp với không khí lạnh và xoáy thuận tầng cao. Mùa mưa thường bắt đầu từ tháng 5 và kết thúc vào tháng 10. Tổng lượng mưa trong mùa mưa có thể chiếm tới 80 - 85% tổng lượng mưa năm, lượng mưa tháng lớn nhất có thể lên tới 700 - 800 mm, lượng mưa một ngày lớn nhất có thể đạt 350 - 400 mm.

Khu vực nội thành Hà Nội có khá nhiều điểm đo phân bố rải rác khắp địa bàn thành phố. Tuy nhiên để đại diện cho điều kiện mưa hiện trạng khu vực nghiên cứu chúng tôi đã lựa chọn chuỗi số liệu quan trắc mưa một ngày lớn nhất thời kỳ 1975 - 2016 tại trạm khí tượng Láng.

### 2.2. Mưa một ngày lớn nhất ứng với điều kiện biến đổi khí hậu

Dưới sự hướng dẫn của PGS.TS. Nguyễn Mai Đăng, chúng tôi đã phối hợp với các đồng nghiệp của Đại học Thủy lợi sử dụng phần mềm chi tiết hóa thống kê SDSM để tính toán lượng mưa  $X_{\text{ngày-max}}$  tại trạm Láng theo kịch bản BĐKH. Phần mềm SDSM là công cụ hỗ trợ trong việc đánh giá sự thay đổi khí hậu ở quy mô địa phương, đã được sử dụng ở nhiều nước trên thế

giới. Bộ TN&MT cũng đã sử dụng phần mềm này trong xây dựng kịch bản BĐKH công bố năm 2012. SDSM đã được hiệu chỉnh với số liệu mưa ngày quan trắc từ 1975 - 1995 và kiểm định với số liệu mưa ngày quan trắc từ 1996 - 2010 tại trạm Láng. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm nghiệm chỉ thấy SDSM mô phỏng khá tốt lượng mưa  $X_{1\text{ngày-max}}$  và  $X_{2\text{ngày-max}}$  [1]. Mô hình được sử dụng để tính toán lượng mưa một ngày lớn nhất từ 2011 đến 2099 tương ứng với kịch bản BĐKH phát thải trung bình. Đây là cơ sở cho việc phân tích tần suất và xây dựng mô hình mưa thiết kế trong bối cảnh BĐKH, làm đầu vào cho các mô hình đánh giá tác động của BĐKH đến ngập lụt khu vực nội thành Hà Nội.

Dưới đây là kết quả nghiên cứu, đánh giá tác động của BĐKH đến lượng mưa và nguy cơ ngập úng tại khu vực nội thành Hà Nội.

**3. Tính mưa một ngày lớn nhất khu vực nghiên cứu ứng với các tần suất thiết kế**

Để xác định mưa một ngày lớn nhất ứng với các tần suất thiết kế 10% và 1% chúng tôi đã tiến hành xây dựng các đường tần suất mưa một ngày lớn nhất với số liệu thực đo (còn gọi là chuỗi số liệu hiện trạng) và chuỗi số liệu thực đo kết hợp

chuỗi số liệu tính toán theo kịch bản BĐKH kịch bản phát thải trung bình đến năm 2050 và năm 2100. Từ đó xác định được lượng mưa một ngày lớn nhất tương ứng với các tần suất  $P = 10\%$  ( $X_{P10\%}$ ) và  $P = 1\%$  ( $X_{P1\%}$ ) cho cả hai kịch bản hiện trạng và xét đến tác động của BĐKH.

- Trường hợp 1: Xây dựng 03 đường tần suất tương ứng với 03 chuỗi số liệu là: chuỗi số liệu hiện trạng (1975 - 2010), chuỗi số liệu tính toán theo kịch bản BĐKH B2 đến giữa thế kỷ 21 (2011 - 2050), chuỗi số liệu tính toán theo kịch bản BĐKH B2 đến cuối thế kỷ 21 (2051 - 2100).

- Trường hợp 2: Xây dựng 03 đường tần suất tương ứng với 03 chuỗi số liệu là: chuỗi số liệu hiện trạng (1975 - 2010), chuỗi số liệu hiện trạng và chuỗi số liệu tính toán theo kịch bản BĐKH B2 đến giữa thế kỷ 21 (1975 - 2050), chuỗi số liệu hiện trạng (1975 - 2010) và chuỗi số liệu tính toán theo kịch bản BĐKH B2 đến cuối thế kỷ 21 (2011 - 2050).

Các đường tần suất ứng với các trường hợp được xây dựng bằng phần mềm FFC2008. Dưới đây là kết quả tính toán lượng mưa một ngày lớn nhất tương ứng với các tần suất  $P = 10\%$  và  $P = 1\%$  theo hai trường hợp nói trên.

*Bảng 1. Thống kê lượng mưa một ngày lớn nhất tương ứng với các tần suất  $P = 10\%$  và  $P = 1\%$  theo trường hợp 1*

Chuỗi số liệu	(1975 - 2010)	(2011 - 2050)	(2051 - 2100)
$X_{P10\%}$	218,0	239,8	254,4
$X_{P1\%}$	339,5	342,2	358,8

*Bảng 2. Thống kê lượng mưa một ngày lớn nhất tương ứng với các tần suất  $P = 10\%$  và  $P = 1\%$  theo trường hợp 2*

Chuỗi số liệu	(1975 - 2010)	(1975 - 2050)	(1975 - 2100)
$XP10\%$	218,0	231,2	250,0
$XP1\%$	339,5	341,4	356,8

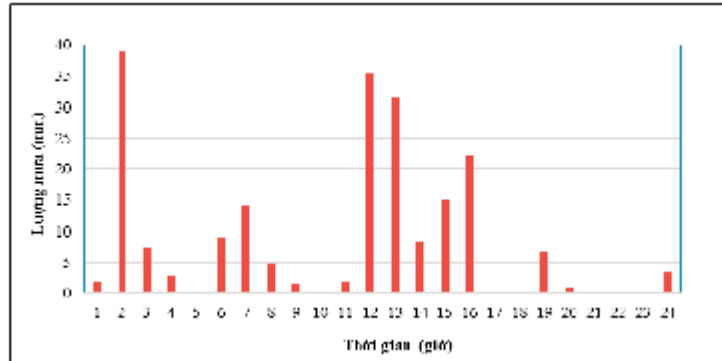
Trên cơ sở phân tích các trận mưa gây ngập úng cho khu vực Hà Nội của các trạm trong các năm như 1978, 1984, 1993, 2001, 2003, 2006 và 2008 thấy rằng các trận mưa này thường có cường độ mưa rất lớn và kéo dài trong khoảng 1 đến 2 ngày. Trận mưa xảy ra ngày 31/10/2008 được lựa chọn là trận mưa đại biểu vì có tổng lượng vào khoảng 391mm, cường độ lớn nhất

khoảng 70 mm/h, kéo dài liên tục trong ngày với cường độ trung bình 20 mm/h; gây ngập úng nghiêm trọng trên thủ đô Hà Nội. Các trận mưa  $XP10\%$  và  $XP1\%$  theo phương án 2 (Bảng 2) được sử dụng và thu phóng theo trận mưa đại biểu để làm biên đầu vào cho mô hình mô phỏng ngập lụt MIKE URBAN.

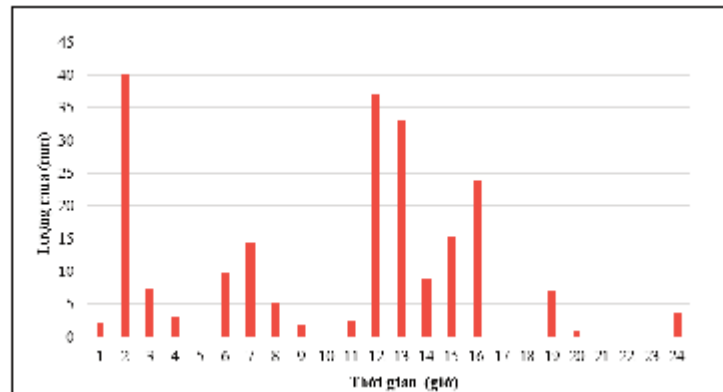
Dưới đây là một số mô hình phân phối mưa

một ngày lớn nhất ứng với chuỗi số liệu hiện trạng BDKH ứng với tần suất  $P = 10\%$  và  $P = 1\%$ .  
 trạng và chuỗi số liệu xét đến ảnh hưởng của

• Lượng mưa một ngày lớn nhất ứng với tần suất  $P = 10\%$

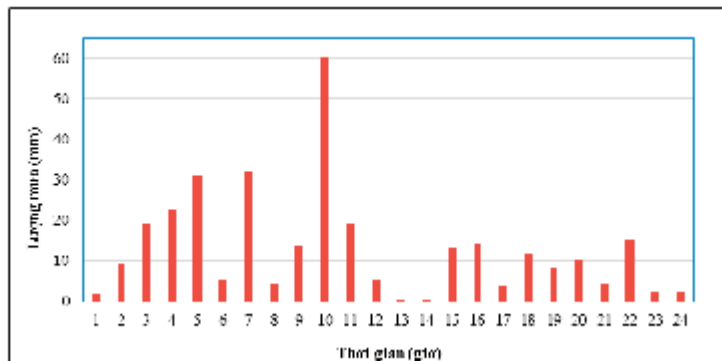


Hình 1. Phân phối mưa 1 ngày lớn nhất ứng với chuỗi số liệu hiện trạng

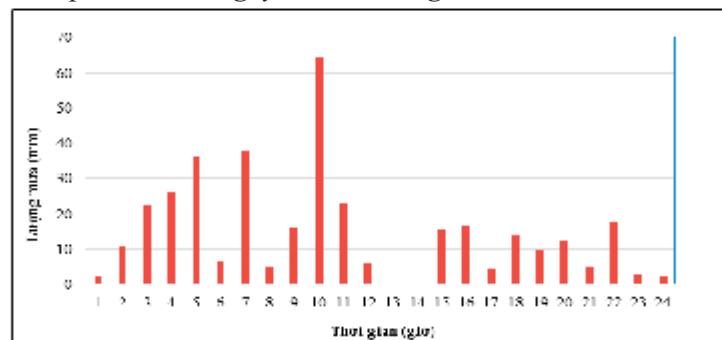


Hình 2. Phân phối mưa 1 ngày lớn nhất xét đến BDKH

• Lượng mưa một ngày lớn nhất ứng với tần suất  $P = 1\%$



Hình 3. Phân phối mưa 1 ngày lớn nhất ứng với chuỗi số liệu hiện trạng



Hình 4. Phân phối mưa 1 ngày lớn nhất xét đến BDKH

**4. Đánh giá tác động biến đổi khí hậu đến ngập lụt thành phố Hà Nội**

Mô hình MIKE URBAN được sử dụng để xây dựng bản đồ úng ngập thành phố Hà Nội trong điều kiện hiện trạng và trong điều kiện BĐKH [2].

Bộ thông số mô hình MIKE URBAN đã được hiệu chỉnh với số liệu ngập do mưa lớn trong đợt mưa từ ngày 17 - 18/8/2012 và kiểm định với đợt mưa ngày 8 - 9/8/2013. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình khá tốt với sai số tuyệt đối độ sâu ngập nằm trong khoảng 0,01 - 0,08 cm, tương đương với sai số tương đối khoảng 5% - 15% [3]. Mô hình sau khi hiệu chỉnh và kiểm định được áp dụng để tính toán ngập lụt khu vực nội thành thành phố Hà Nội với các kịch bản mưa như sau:

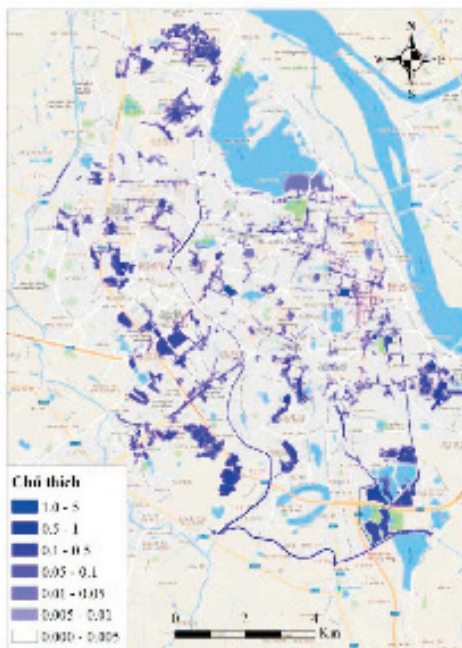
- Ngập lụt khu vực nghiên cứu với các trận mưa ứng với tần suất thiết kế  $P = 10\%$  xác định từ đường tần suất được xây dựng từ chuỗi số liệu hiện trạng và chuỗi số liệu có xét đến ảnh hưởng BĐKH.

- Ngập lụt khu vực nghiên cứu với các trận mưa ứng với tần suất thiết kế  $P = 1\%$  xác định từ đường tần suất được xây dựng từ chuỗi số liệu hiện trạng và chuỗi số liệu có xét đến ảnh hưởng BĐKH.

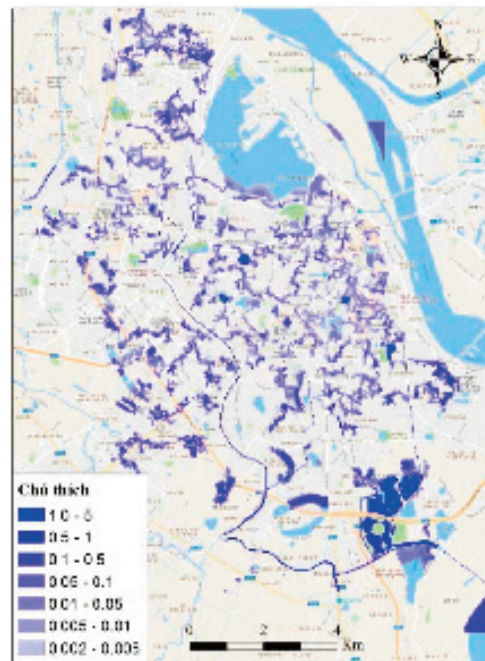
Dưới đây là các kết quả tính toán ngập lụt của mô hình.

**4.1. Kết quả mô phỏng ngập với mưa tần suất 10%**

Có thể nhận thấy với chuỗi số liệu mưa thực đo từ năm 1975 - 2016, tính toán giá trị lượng mưa 1 ngày lớn nhất 10% rồi phân phối mưa giờ để mô phỏng, được kết quả bản đồ ngập lụt như hình các hình phía dưới. Khu vực ngập chủ yếu xảy ra những tuyến phố: Hoàng Minh Giám, Quan Nhân, phố Cự Lộc, Trường Chinh, Vĩnh Hưng và một số điểm khác ngập từ 0,1 - 0,5 m. Độ sâu ngập chủ yếu từ 0,05 - 0,1m. Với số liệu mưa 1 ngày lớn nhất năm 2050 dựa trên kịch bản biến đổi khí hậu được phân phối để mô phỏng, kết quả mô phỏng bản đồ ngập lụt như hình 4.

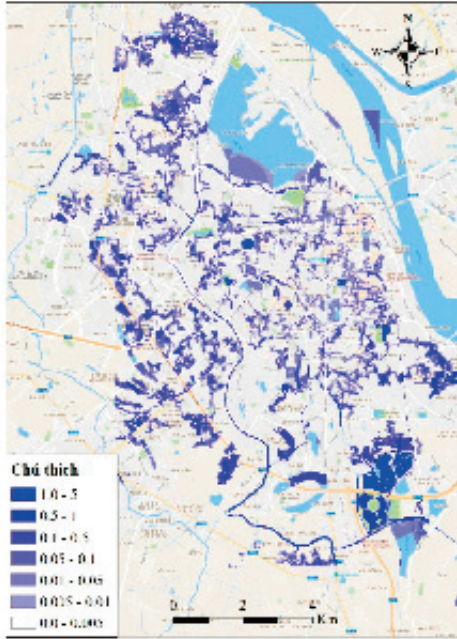


Hình 5. Bản đồ nguy cơ ngập lụt Hà Nội ứng với số liệu hiện trạng tương ứng với tần suất thiết kế  $P = 10\%$



Hình 6. Bản đồ nguy cơ ngập lụt Hà Nội có xét đến tác động BĐKH đến năm 2050 tương ứng với tần suất thiết kế  $P = 10\%$

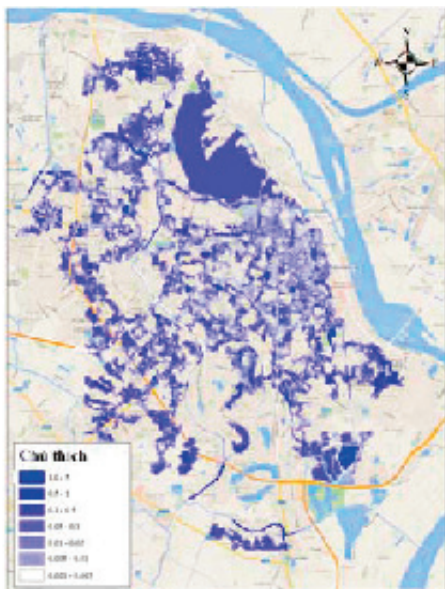




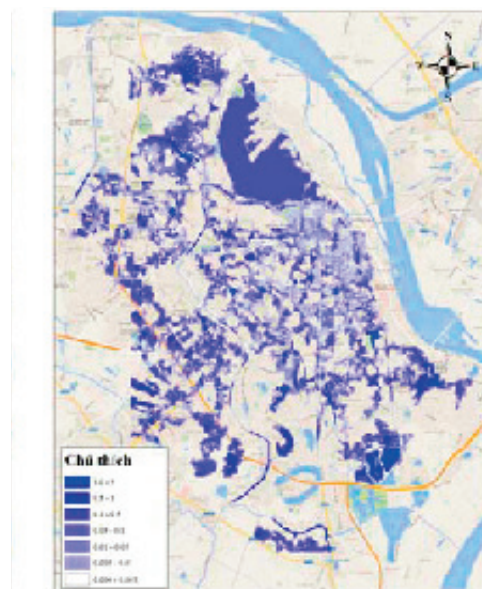
Hình 7. Bản đồ nguy cơ ngập lụt Hà Nội có xét đến tác động BĐKH đến năm 2100 ứng với tần suất thiết kế P = 10%

So với kịch bản hiện trạng, bản đồ ngập lụt với kịch bản biến đổi khí hậu năm 2050 tăng khá nhiều về diện tích ngập, nhưng độ sâu ngập chủ yếu vẫn từ 0,05 - 0,1 m. Các điểm ngập từ 0,1 - 0,5 m chủ yếu ở một số điểm như khu đô thị Ciputra, Khu đô thị Tây Hồ Tây, đường Hoàng Quốc Việt, đường Liễu Giai, chân cầu Vĩnh Tuy đoạn Minh Khai. Với kịch bản mưa năm 2100 thì có thể thấy ngập lụt ở nội thành Hà Nội tăng cả về diện tích ngập và cả độ sâu ngập. Độ sâu ngập chủ yếu từ 0,1 - 0,5 m. Một số điểm ngập nặng từ 0,5 - 1m. Một số điểm ngập sâu như khu đô thị Ciputra (1,5 m), khu đô thị Tây Hồ Tây (1,0 m), đường Nguyễn Văn Huyền (1,0 m), đường Liễu Giai (1,1 m), đường Nguyễn Thị Định (0,8 m) và nhiều điểm ngập trên 0,5 m.

**4.2. Kết quả mô phỏng ngập với mưa tần suất 1%**



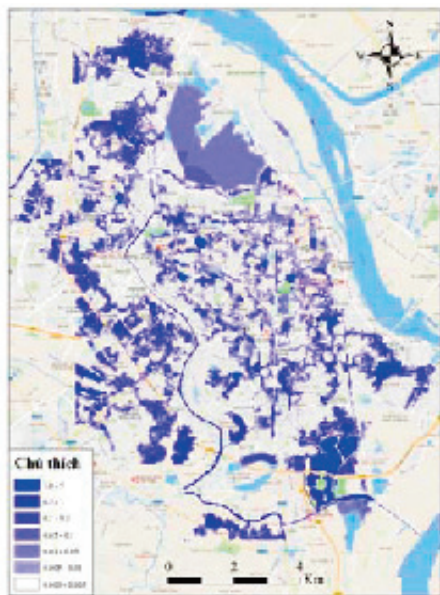
Hình 8. Bản đồ nguy cơ ngập lụt Hà Nội ứng với số liệu hiện trạng tương ứng với tần suất thiết kế P = 1%



Hình 9. Bản đồ nguy cơ ngập lụt Hà Nội có xét đến tác động BĐKH đến năm 2050 tương ứng với tần suất thiết kế P = 1%

Bảng 3. Thống kê diện ngập và độ sâu ngập qua các kịch bản

Kịch bản		Diện tích ngập (ha)	Độ sâu ngập phổ biến (m)	Độ sâu ngập lớn nhất (m)
Chuỗi số liệu hiện trạng	P = 10%	510,5	0,05 - 0,1	0,08
	P = 1%	2014,0	0,1 - 0,5	0,33
Chuỗi số liệu xét đến BĐKH đến 2050	P = 10%	1043,9	0,05 - 0,1	0,094
	P = 1%	3545,0	0,1 - 0,5	0,45
Chuỗi số liệu xét đến BĐKH đến 2100	P = 10%	1298,2	0,1 - 0,5	0,48
	P = 1%	4055,0	0,5 - 1,0	0,98



Hình 10. Bản đồ nguy cơ ngập lụt Hà Nội có xét đến tác động BĐKH đến năm 2100 tương ứng với tần suất thiết kế  $P = 1\%$

Kết quả mô phỏng ngập lụt với biên đầu vào là mưa tương ứng tần suất 1% cho thấy diện tích ngập và độ sâu ngập đều tăng đáng kể đối với kịch bản hiện trạng cũng như năm 2050 và 2100. Với kịch bản 2100, xuất hiện khá nhiều tuyến đường với mức ngập 0,1 - 0,5 m thậm chí ngập xấp xỉ 1 m ở những vùng thấp.

Kết quả mô phỏng ngập lụt thành phố Hà Nội qua các kịch bản cho thấy tác động rõ nét của biến đổi khí hậu đến tình hình úng ngập đô thị. Diện tích ngập theo kịch bản 2010 gấp đôi so với kịch bản hiện trạng với mức ngập 0,1 - 0,5 m chiếm phần lớn ứng tần suất 10% và gấp 1,5 lần

mức ngập hiện trạng với mưa tần suất 1% (Bảng 3).

### 5. Kết luận

Có thể đánh giá tác động của BĐKH đến ngập lụt cho nội thành Hà Nội nói riêng, các đô thị khác ở Việt Nam nói chung bằng cách sử dụng mô hình MIKE URBAN với biên đầu vào là chuỗi số liệu mưa ngày lớn nhất thực đo thống kê nhiều năm và số liệu mưa ngày lớn nhất tính toán tương ứng theo kịch bản BĐKH khác nhau. Mục đích chính của chúng tôi là giới thiệu một cách tiếp cận mới nhằm đánh giá tác động của BĐKH đến ngập lụt đô thị ở Việt Nam. Các kết quả tính toán trong bài báo này chỉ để tham khảo. Để nâng cao độ tin cậy của các kết quả tính toán phục vụ qui hoạch đô thị thì phải chú ý xử lý các số liệu đầu vào bao gồm: mưa, hệ thống thoát nước, địa hình, sử dụng đất v.v. Mật độ điểm có số liệu mưa phải đủ dày để chính xác hóa lượng mưa bình quân lưu vực. Hệ thống thoát nước, địa hình, sử dụng đất phải đủ chi tiết và chính xác, phải đồng bộ với điều kiện khí hậu và gắn liền với các qui hoạch đến năm 2050 và 2100.

Trong tương lai nếu có số liệu mưa tính toán tương ứng các kịch bản biến đổi khí hậu tại trạm Hà Nội, Hà Đông, Hưng Yên... để tính toán mưa bình quân lưu vực cho khu vực nghiên cứu thì sẽ đưa ra kết quả chính xác hơn về ảnh hưởng của mưa theo kịch bản BĐKH đến ngập lụt Hà Nội.

### Tài liệu tham khảo

1. Sở Tài nguyên và Môi trường thành phố Hà Nội (2013), Báo cáo tổng hợp kết quả dự án xây dựng bản đồ nguy cơ ngập lụt Hà Nội có xét đến tác động của biến đổi khí hậu, Hà Nội.
2. DHI (2014), MIKE URBAN User Guide.
3. Ban Quản lý Dự án “Xây dựng hệ thống cảnh báo ngập lụt thời gian thực cho nội thành Hà Nội” (2015), Báo cáo tổng kết dự án, Hà Nội.

### ASSESSMENT OF CLIMATE CHANGE IMPACT ON FLOODS RISK IN THE INNER CITY OF HANOI

La Duc Dung - National Center for Hydro-Meteorological Forecasting

*Abstract: This paper presents the application of MIKE URBAN to assess impacts of climate change on the flood risk in the inner city of Hanoi by comparing flood maps caused by the largest one-day rainstorm events of current scenarios and climate change scenarios.*

*Key words: MIKE URBAN, climate change scenario, the largest one-day rainstorm, flood.*