

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN

TRỊNH THỊ PHIN

ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU
ĐẾN HẠ TẦNG KỸ THUẬT THÀNH PHỐ RẠCH GIÁ
TỈNH KIÊN GIANG BẰNG GIS

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ ĐỊA LÝ

Hà Nội - 2023

Công trình được hoàn thành tại:
.....

Người hướng dẫn khoa học:
PGS.TS. Đinh Thị Bảo Hoa
TS. Trần Đình Trọng

Phản biện:
.....

Phản biện:
.....

Phản biện:
.....

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng cấp Đại học Quốc gia chấm
luận án tiến sĩ họp tại
vào hồi giờ ngày tháng năm 2023.

- Có thể tìm hiểu luận án tại:
- Thư viện Quốc gia Việt Nam
 - Trung tâm Thông tin-Thư viện, Đại học Quốc gia Hà Nội

MỞ ĐẦU

Tính cấp thiết của luận án

Các hiện tượng thời tiết cực đoan như mưa bão, giông lốc cường độ lớn, xâm nhập mặn,... là biểu hiện của biến đổi khí hậu. Các hiện tượng cực đoan này tác động tới hạ tầng kỹ thuật đô thị như gây phá hủy hoặc làm suy giảm chức năng dịch vụ của hạ tầng kỹ thuật đô thị. Thành phố Rạch Giá tỉnh Kiên Giang là một trong những đô thị của nước ta thường xuyên bị ảnh hưởng của bão, xâm nhập mặn tác động tới hạ tầng kỹ thuật đô thị gây nên tình trạng nước nhiễm mặn trên các tuyến sông ảnh hưởng tới việc cấp nước đô thị

Để đảm bảo vận hành hiệu quả của hạ tầng kỹ thuật đô thị cần cung cấp đầy đủ thông tin về hiện trạng của hệ thống, sự tác động của các yếu tố bên ngoài để có thể lập kế hoạch quản lý phù hợp. GIS là một công cụ có thể đáp ứng được những nhiệm vụ này do GIS là một công nghệ hữu ích trong quản lý và xử lý tích hợp các dữ liệu đô thị với các dạng dữ liệu khác để biến chúng thành thông tin hữu ích trợ giúp các chính quyền đô thị trong định hướng xây dựng cơ sở hạ tầng, quản lý và cung cấp dịch vụ đô thị một cách hợp lý

Xuất phát từ thực tiễn nêu trên, Nghiên cứu sinh lựa chọn nghiên cứu đề tài: ***“Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến hạ tầng kỹ thuật thành phố Rạch Giá tỉnh Kiên Giang bằng GIS”***.

Mục tiêu và nhiệm vụ của luận án

Mục tiêu nghiên cứu bao gồm nghiên cứu các nội dung sau:

- Nghiên cứu hệ thống cơ sở hạ tầng kỹ thuật của đô thị ven biển và tác động của biến đổi khí hậu tới sự vận hành của hệ thống.

- Nghiên cứu tích hợp mô hình phân tích đa chi tiêu MCA và AHP trong đánh giá tác động của BĐKH tới cơ sở hạ tầng đô thị.

- Nghiên cứu các tiêu chí đánh giá tác động của bdkh tới htkđ đô thị

- Nghiên cứu tác động của BĐKH tới hạ tầng cấp nước dưới góc độ phơi nhiễm và nhạy cảm.

- Nghiên cứu tính thích ứng của hạ tầng cấp nước và thành lập bản đồ tổng hợp về tính dễ bị tổn thương dưới tác động của BĐKH

Những điểm mới của luận án

- Xác lập được cơ sở khoa học và phương pháp luận ứng dụng mô hình AHP để phân tích các chỉ số tác động biến đổi khí hậu với hạ tầng kỹ thuật đô thị.

- Chứng minh tính hiệu quả của phương pháp tích hợp GIS với mô hình AHP để xác định tính dễ tổn thương của hạ tầng kỹ thuật đô thị do biến đổi khí hậu.

- Lựa chọn và xác lập được bộ chỉ số xác định tính dễ tổn thương hạ tầng cấp nước đô thị thành phố Rạch Giá trước ảnh hưởng sự xâm nhập mặn.

Ý nghĩa khoa học và thực tiễn

Về mặt khoa học: Góp phần chỉ ra ứng dụng của việc ứng dụng GIS và các chỉ số không gian trong nghiên cứu tác động xâm nhập mặn tới hạ tầng cấp nước đô thị ven biển. Bộ chỉ số không gian trong luận án có thể dùng để khảo sát các khu vực đô thị ven biển khác dưới tác động của xâm nhập mặn.

Về mặt thực tiễn: Khẳng định hướng nghiên cứu và phương pháp nghiên cứu có độ tin cậy cao trong nghiên cứu hạ tầng kỹ thuật đô thị bằng GIS và các chỉ số đánh giá tác động của BĐKH.

Chương 1. TỔNG QUAN ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG BDKH ĐẾN HẠ TẦNG KỸ THUẬT ĐÔ THỊ

1.1. Biến đổi khí hậu

Theo định nghĩa trong tiêu chuẩn Việt Nam hạ tầng kỹ thuật đô thị bao gồm 09 hệ thống: hệ thống cấp nước, thoát nước, cấp điện, xăng dầu và khí đốt, thông tin liên lạc đô thị, thu gom và xử lý chất thải rắn, giao thông, hào và tuynen kỹ thuật và trạm chữa cháy. Hạ tầng kỹ thuật đô thị có liên quan đến mang tính chất phục vụ cho con người và các hoạt động đô thị. Những thay đổi khí hậu như thay đổi lượng mưa, nhiệt độ và mực nước biển, góp phần gây áp lực dẫn tới làm gián đoạn hoặc phá hủy chức năng dịch vụ cơ sở hạ tầng.

BĐKH đã gây ra những tác động đến hạ tầng kỹ thuật đô thị ở cả vùng núi; khu vực đồng bằng và đô thị ven biển của Việt Nam.

Cũng theo báo cáo của Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam, các tỉnh Trà Vinh, Bạc Liêu, Kiên Giang...trên sông Tiền và sông Hậu, xâm nhập mặn đang diễn biến phức tạp. Khi thủy triều dâng cao, một khối nước mặn lớn xâm nhập khu vực ngọt ổn định của tỉnh, độ mặn là 3,7‰ và có lúc đạt tới 7,5‰- 8,5‰, tại thành phố Rạch Giá nước mặn xâm nhập sâu hơn vào nội ô với nồng độ mặn có thể lên tới từ 6‰ - 8‰.

1.2 GIS trong đánh giá tác động biến đổi khí hậu

Phương pháp đánh giá tác động cơ bản là ghi chép và thống kê số liệu về thiệt hại, ngoài ra sử dụng một số lý thuyết về hệ thống trong việc mô hình hóa tính dễ bị tổn thương cũng như mối quan hệ với rủi ro và để định lượng tính dễ tổn thương cơ sở hạ tầng quan trọng.

Biến đổi khí hậu là một vấn đề phức tạp và có nhiều khía cạnh, nhưng việc lập bản đồ GIS đã được chứng minh là hữu ích trong việc phân tích rủi ro biến đổi khí hậu và giúp các tổ chức bắt đầu quá

trình lập kế hoạch với mục tiêu giảm thiểu tác động tiêu cực đến con người và tài nguyên thiên nhiên.

Phương pháp phân tích đa tiêu chí là một quy trình quyết định minh bạch và đầy đủ thông tin giúp khám phá các quy trình quyết định trực quan của mọi người có thể được cung cấp thông tin bằng một quy trình phân tích hợp lý có cấu trúc

Tính dễ bị tổn thương do BĐKH là mức độ mà hệ thống dễ bị tác động và không có khả năng chống chịu trước những tác động bất lợi (IPCC, 2007). Như vậy, thì tính dễ bị tổn thương gồm hai yếu tố: (i) Mức độ tổn thất, suy thoái của hệ thống; (ii) Mức độ chống chịu, phục hồi, ứng phó của đối tượng bị tổn thương.

Các công trình nghiên cứu đánh giá tác động của biến đổi khí hậu tới thành phố Rạch Giá tỉnh Kiên Giang:

- Viện Quy hoạch đô thị và nông thôn Quốc gia đã thực hiện đề tài nghiên cứu “Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng đến hệ thống hạ tầng kỹ thuật đô thị”.

- Nghiên cứu gần đây nhất về tỉnh Kiên Giang thuộc nhiệm vụ về Phát triển bền vững ĐBSCL ứng phó với biến đổi khí hậu. Dữ liệu sử dụng trong nhiệm vụ là nguồn dữ liệu mới nhất về các thành phần tự nhiên, kinh tế - xã hội đến năm 2020 bao gồm bản đồ và chỉ dẫn.

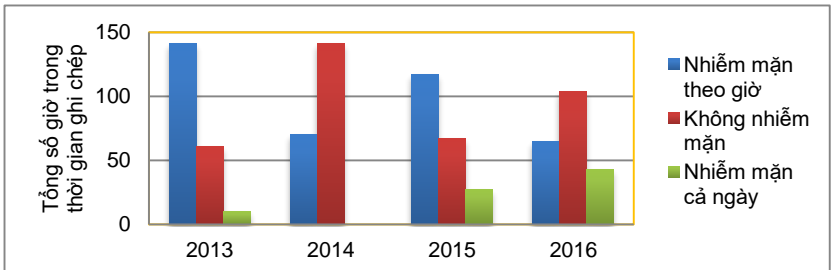
Chương 2

CƠ SỞ KHOA HỌC ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU LÊN HẠ TẦNG KỸ THUẬT ĐÔ THỊ

2.1. Hiện trạng những tác động của biến đổi khí hậu tới hạ tầng kỹ thuật đô thị thành phố Rạch Giá

- *Tác động đến hạ tầng giao thông:* các hiện tượng mưa lớn, triều cường và kết hợp cả do mưa và triều cường và mưa lớn trong thời gian ngắn gây ngập cục bộ các đường giao thông đô thị.

- *Tác động đến hạ tầng cấp nước đô thị:* loại hình BĐKH tác động mạnh mẽ nhất đến đô thị Rạch giá là xâm nhập mặn. Nhà máy nước Rạch Giá đã có ghi chép theo dõi độ mặn của nước nguồn vào mùa khô (từ tháng 1 đến tháng 7) qua các năm, cũng như việc thu nước vào hồ chứa của nhà máy nước.



Hình 2.1. Thực trạng nhiễm mặn thành phố Rạch Giá

(Nguồn: Tổng hợp từ nhật ký lấy nước NMN Rạch Giá giai đoạn 2013-2016)

- Các đối tượng dễ bị tổn thương do tác động biến đổi khí hậu đến thành phố Rạch Giá tỉnh Kiên Giang: người già, và trẻ em, bên cạnh yếu tố về con người, nhà cửa, đất canh tác, cơ sở hạ tầng và các dịch vụ cơ bản...Người cao tuổi và trẻ em khoảng 95.000 người già và trẻ em, chiếm 39% tổng dân số, tỷ lệ hộ nghèo của thành phố khoảng 1,95%

* Năng lực thích ứng của tỉnh và thành phố: nguồn lực tài chính thực hiện công tác phòng, chống thiên tai ở địa phương bao gồm quỹ phòng, chống thiên tai:

2.3. Xác định tính dễ tổn thương do biến đổi khí hậu

- *Các yếu tố trong xác định tính dễ tổn thương*: Ba yếu tố chính của tính dễ bị tổn thương: phơi nhiễm, độ nhạy cảm và khả năng thích ứng.

- *Tiếp cận đánh giá tính dễ tổn thương theo ngành*: các ngành được đánh giá tổn thương theo các chỉ tiêu khác nhau, các ngành đã được nghiên cứu và phát triển đánh giá: kinh tế, môi trường, xã hội và con người

2.4. Tiếp cận mô hình đánh giá tính dễ tổn thương do tác động biến đổi khí hậu

Một số mô hình áp dụng trong đánh giá tính dễ tổn thương: mô hình hồi quy, mô hình logic mờ và mô hình phân tích thức bậc, trong đó mô hình AHP được đánh giá là mô hình phù hợp với điều kiện về dữ liệu hiện có của khu vực cũng như hiện tượng gây tổn thương tới hạ tầng kỹ thuật đô thị

2.5. Chỉ số đánh giá tính dễ bị tổn thương do biến đổi khí hậu

- *Chỉ số ngành để đánh giá tính dễ bị tổn thương do BĐKH*: các lĩnh vực phổ biến: nông nghiệp, vùng ven biển, tài nguyên nước và rừng. Chỉ số đánh giá có thể tổng hợp lại theo các tiêu chí chung như sau:

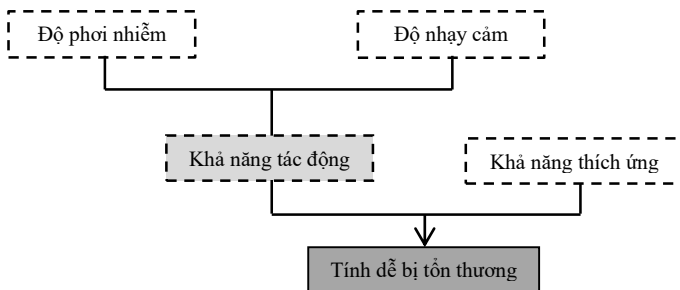
- *Phơi nhiễm*: chỉ tiêu về khí hậu, chỉ tiêu về hiện tượng thời tiết cực đoan: lũ lụt, hạn hán, nắng nóng, xâm nhập mặn,..

- *Nhạy cảm*: nông nghiệp, ven biển, nước, rừng

- *Thích ứng*: kinh tế, hạ tầng kỹ thuật, hiểu biết cá nhân, thể chế

Bảng 2.2. Tổng hợp các hiện tượng cực đoan BĐKH tác động đến hạ tầng kỹ thuật đô thị Việt Nam

	Cấp nước	Thoát nước	Cấp điện	Cấp xăng dầu và khí đốt	Thông tin liên lạc	Xử lý chất thải rắn	Giao thông	Hào và tuynen	Chữa cháy
Nước biển dâng	Nhiễm mặn nguồn nước mặt và nước ngầm	Giảm tuổi thọ công trình Tăng chi phí bảo dưỡng					Giao thông ven biển bị ảnh hưởng		
Hạn hán	Suy giảm chất lượng nước ngầm, nước mặt Hư hỏng, xuống cấp hệ thống đường ống cấp nước, tu bổ, sửa chữa	Tăng khả năng sụt lún	Hệ thống truyền tải bị suy giảm Hư hỏng hệ thống do quá tải			Hệ thống cấp ngầm bị hư hại	Hệ thống cầu, đường ga cảng bị hư hỏng xuống cấp		
Bão lũ		Giảm khả năng thoát nước			Hệ thống truyền tải hư hỏng Gián đoạn dịch vụ	Rửa trôi Gián đoạn công tác thu gom			
Nắng nóng			Quá tải hệ thống truyền tải				Mặt đường xuống cấp Nền móng công trình bị phá vỡ		
Ngập úng	Tăng chi phí bảo trì Suy giảm chất lượng nguồn nước cấp						Ngập và xói lở nền đường Suy giảm chức năng dịch vụ Tác động tiêu cực đến các công trình có kết cấu đặc biệt		
Lốc sét mưa to			Hệ thống truyền tải bị hư hỏng, trạm điện bị ngập úng						



Hình 2.2. Các thành phần trong tính dễ bị tổn thương

Nguồn: IPCC (2007)

- *Xác định chỉ số trong đánh giá tác động lên hạ tầng kỹ thuật đô thị*

Bộ chỉ số đánh giá tổn thương hạ tầng kỹ thuật đô thị trên cơ sở kế thừa từ các chỉ tiêu của các ngành. Đề xuất bảng chỉ số đánh giá tổn thương hạ tầng kỹ thuật đô thị ven biển

Bảng 2.3. Đề xuất các yếu tố để xây dựng chỉ số đánh giá tác động hạ tầng kỹ thuật đô thị

Hạ tầng kỹ thuật đô thị	Yếu tố chỉ số	Chỉ số đánh giá tổn thương hạ tầng kỹ thuật đô thị
Phơi nhiễm	<ul style="list-style-type: none"> - Điều kiện tự nhiên - Các yếu tố về khí hậu (lượng mưa, nhiệt độ,...) - Các hiện tượng cực đoan khác (hạn hán, lũ lụt, nước biển dâng và xâm nhập mặn) 	<ul style="list-style-type: none"> - Độ dốc - Thổ nhưỡng - Mật độ dòng chảy - Thoát nước - Sử dụng đất - Nhiễm mặn
Nhạy cảm	<ul style="list-style-type: none"> - Vị trí hạ tầng - Cộng đồng dân cư - Cơ sở sử dụng dịch vụ hạ tầng đặc biệt (bệnh viện, cơ quan,...) - Hình thức kinh doanh dựa vào hạ tầng kỹ thuật - Mật độ dân số 	<ul style="list-style-type: none"> - Vị trí hạ tầng kỹ thuật đô thị - Người già và trẻ em - Cơ sở hạ tầng xã hội - Hộ nghèo - Kinh doanh - Mật độ dân số
Khả năng thích ứng	<ul style="list-style-type: none"> - Chi phí nâng cấp, bảo dưỡng - Hạ tầng cơ sở: nhà ở, - Hiểu biết cá nhân: trình độ học vấn - Thẻ chế cho định hướng giảm thiểu 	<ul style="list-style-type: none"> - Chi phí nâng cấp bảo dưỡng - Hạ tầng nhà ở - Chỉ tiêu HTKT đô thị (mật độ giao thông đường bộ đô thị, mật độ chiếu sáng đô thị, mật độ đường ống cấp nước đô thị) - Trình độ học vấn

2.7. Lựa chọn phương pháp đánh giá tác động biến đổi khí hậu lên hạ tầng kỹ thuật đô thị thành phố Rạch Giá

- Mô hình đánh giá tác động

Việc tích hợp các phương pháp đa tiêu chí với các công cụ GIS không phải là hiếm và đã được một số tác giả ủng hộ và thử nghiệm trước đây với ít nhiều thành công

Hơn nữa, việc ước tính trọng số cho các tham số khác nhau này là rất quan trọng và nên được thực hiện bằng AHP

Tính linh hoạt của việc sử dụng AHP trên các phương pháp đa tiêu chí mang đến tính trực quan để quyết định các giải pháp tích hợp các quy trình, với khả năng nâng cao để kiểm tra sự không nhất quán của từng tiêu chí.

- Đánh giá và xếp hạng các chỉ số của mô hình

Phơi nhiễm:

Các yếu tố được lựa chọn bao gồm: độ dốc, sử dụng đất, thổ nhưỡng, lượng mưa, mật độ mạng lưới thoát nước. Tuy nhiên, đối với khu vực nghiên cứu này, qua khảo sát ngoài các yếu tố vừa nêu thì xâm nhập mặn là nguồn gây ô nhiễm nguồn nước rất lớn.

Nhạy cảm và Thích ứng: việc xếp hạng mức độ ưu tiên các chỉ số đánh giá được thực hiện thông qua tổng hợp ý kiến chuyên gia và khảo sát và lấy ý kiến:

- Khảo sát thực địa: khảo sát nhà máy nước, trạm bơm, công ty cấp nước sạch KIWACO

- Lấy ý kiến: ý kiến chuyên gia và ý kiến của địa phương

Việc lấy ý kiến địa phương thông qua phiếu điều tra tại các đơn vị: UBND thành phố Rạch Giá, Sở Khoa học công nghệ, Sở Xây

dựng, Sở Tài nguyên và Môi trường, và Sở Nông nghiệp và phát triển nông thôn.

*** Lựa chọn hàm số đánh giá tính dễ tổn thương**

Lựa chọn cách tính của luận án cơ bản dựa trên hàm số tính dễ tổn thương. Hàm số lựa chọn:

$$V = \frac{[E + S + (1 - AC)]}{3} \quad (1)$$

Trong đó V , E , S , và AC lần lượt là tính dễ tổn thương, phơi nhiễm, độ nhạy cảm và khả năng tích ứng.

Chương 3

**ĐÁNH GIÁ TÍNH DỄ TỔN THƯƠNG HẠ TẦNG KỸ THUẬT
ĐÔ THỊ THÀNH PHỐ RẠCH GIÁ DO TÁC ĐỘNG CỦA
BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU**

**3.1. Xây dựng cơ sở dữ liệu đánh giá tính dễ tổn thương hạ tầng
cấp nước thành phố Rạch Giá**

a. Khảo sát và thu thập dữ liệu

Thành phố bao gồm 12 đơn vị hành chính trực thuộc (11 phường và 01 xã) bao gồm: 11 phường Phường An Bình, Phường An Hòa; Phường Vĩnh Bảo; Phường Vĩnh Lạc, Rạch Sỏi, Vĩnh Quang, Phường Vĩnh Thanh; Phường Vĩnh Thanh Vân Vĩnh Lợi, Vĩnh Thông, Vĩnh Hiệp, và 1 xã Phi Thông

Ngoài hệ thống giao thông tuyến đường bộ là các tuyến quốc lộ, vận tải đường thủy chiếm vai trò quan trọng trong việc phát triển vận tải

- Hệ thống cấp nước thành phố Rạch Giá có công trình cung cấp nước mặt, hệ thống tuyến đường ống cấp nước và công trình đầu mối bao gồm nhà máy nước, trạm bơm nước thô và trạm bơm tăng áp.

b. Xử lý dữ liệu không gian

Dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính đã được hiệu chỉnh và chuẩn hóa ở định dạng .shp, cơ sở dữ liệu được xây dựng thành bộ dữ liệu geodatabase (*.gdb) để quản lý.

Ở định dạng geodatabase, cơ sở dữ liệu được chia thành 2 nhóm chính:

- + Dữ liệu nền: thủy hệ, dân cư, ranh giới hành chính, giao thông..
- + Dữ liệu cho các chỉ số: dân số, hộ nghèo, nhà kiên cố,..

c. Xây dựng các bản đồ chuyên đề: độ dốc bề mặt địa hình (ĐD), thoát nước (TNC), mật độ mạng lưới thoát nước (MĐTĐN), mức độ nhiễm mặn (NM)

3.2. Phân tích và đánh giá với các chỉ số tổn thương hạ tầng cấp nước đô thị Rạch Giá

a. Lập bản đồ phơi nhiễm

Kết quả xếp hạng các chỉ số, xây dựng ma trận so sánh và tính trọng số cho các chỉ số phụ của chỉ số phơi nhiễm

Bảng 3.1. Kết quả tổng hợp kết quả ma trận so sánh phơi nhiễm

<i>a. Phơi nhiễm</i>									
Chỉ số phụ	TNc	ĐD	MĐTĐN	NM	λ_{max}	CI	RC	Vp	Cp
TNc	1	1/4	1/5	1/9	4,07	0,02	0,03	0,3	0,05
ĐD	4	1	1/2	1/5				0,8	0,14
MĐTĐN	5	2	1	1/3				1,4	0,23
NM	9	5	3	1				3,4	0,58

Xây dựng bản đồ chỉ số phơi nhiễm:

$$E = 0.04 * TNc + 0.14 * ĐD + 0.23 * MĐTĐN + 0.58 * NM$$

b. Lập bản đồ nhạy cảm

Kết quả xếp hạng các chỉ số, xây dựng ma trận so sánh và tính trọng số cho các chỉ số phụ của chỉ số nhạy cảm

Bảng 3.2. Tổng hợp ma trận kết quả so sánh cặp nhạy cảm

b. Nhạy cảm								
Chỉ số phụ	Mật độ nhà ở	Người già trẻ em	Hộ nghèo	λ_{max}	IC	RC	Vp	Cp
Mật độ nhà ở	1	1/4	1/7	3,03	0,02	0,03	0,3	0,08
Người già trẻ em	4	1	1/3				1,1	0,26
Hộ nghèo	7	3	1				2,8	0,66

Xây dựng bản đồ chỉ số nhạy cảm:

$$S = 0.3 * \text{Mật độ nhà ở} + 1.1 * \text{Người già TE} + 2.8 * \text{Hộ nghèo}$$

c. Lập bản đồ chỉ số khả năng thích ứng

Mức độ nhà ở được coi là một yếu tố quan trọng đối với khả năng phục hồi. Chỉ số phát triển con người như một chỉ số về mức độ dễ bị tổn thương do thiên tai, trong đó tuổi thọ trung bình và giáo dục là chỉ số của chỉ số phát triển con người.

Bảng 3.3. Tổng hợp ma trận kết quả so sánh cặp khả năng thích ứng

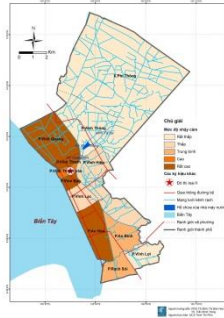
c. Khả năng thích ứng								
Chỉ số phụ	Nha_kc	CN ngoại	Lđdt	λ_{max}	IC	RC	Vp	Cp
Nha_kc	1	4	5	3,10	0,05	0,08	2,7	0,69
CN ngoại	1/4	1	1/2				0,5	0,13
Lđdt	1/5	2	1				0,7	0,19

Xây dựng bản đồ chỉ số khả năng thích ứng

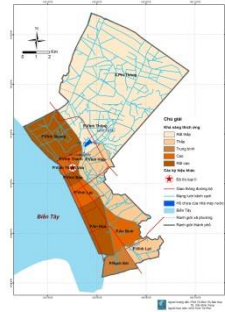
$$AC = 2.7 * \text{Nha_kc} + 0.5 * \text{CN ngoại} + 0.7 * \text{Lđdt}$$



Hình 3.1 Bản đồ phơi nhiễm



Hình 3.2 Bản đồ nhạy cảm



Hình 3.3 Bản đồ khả năng thích ứng

3.3 Đánh giá tác động của xâm nhập mặn tới hạ tầng cấp nước

Lập bản đồ tác động xâm nhập mặn

Để đánh giá sự tác động của BĐKH tới hạ tầng cấp nước, độ nhạy cảm và mức phơi nhiễm là 02 chỉ số được tính đến trong đánh giá này. Giá trị tác động được tính toán theo phương pháp trung bình cộng của giá trị nhạy cảm và phơi nhiễm.

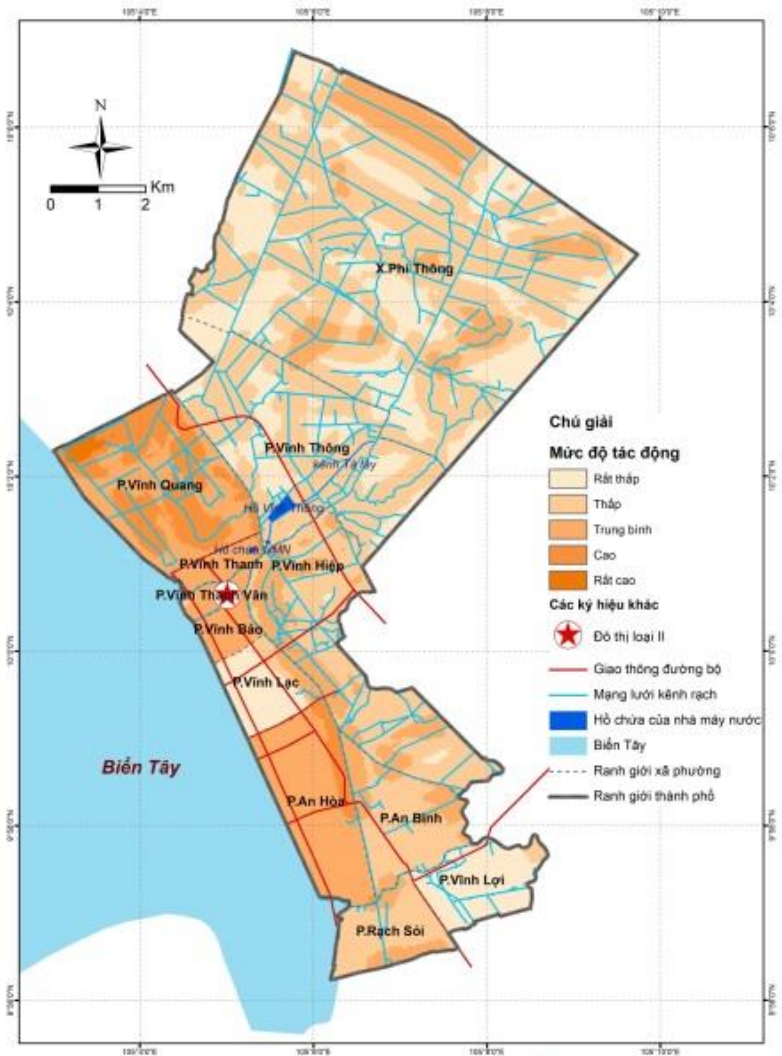
Đánh giá sự phân bố không gian của tác động

Kết quả phân bố không gian của sự tác động được hiển thị trong bản đồ Hình 3.4 với sự phân bố mức độ tác động cao nhất tập trung tại các phường ven biển như Vĩnh Quang, Vĩnh Thanh, Vĩnh Thanh Vân, Vĩnh Bảo và An Hòa.

Pường Vĩnh Quang là đơn vị được đánh giá là có mức độ tác động cao nhất do có mức độ nhạy cảm rất cao và phân bố không gian của phơi nhiễm cũng nằm trong mức cao. Phường Vĩnh Lạc cũng phường ven biển nhưng do có mức nhạy cảm thấp nên mức độ tác động cũng ở mức rất thấp

Các xã phường có mức độ chịu tác động cao: xã Phi Thông và các phường Vĩnh Thanh, Vĩnh Thanh Vân, Vĩnh Bảo và An Hòa, hầu hết các đơn vị này đều nằm vị trí ven biển, xã Phi Thông không

nằm vị trí ven biển nhưng cũng chịu mức tác động cao do mật độ mạng lưới kênh rạch tại khu vực tương đối dày đặc.



Hình 3.4. Bản đồ phân bố không gian mức độ tác động BDKH đến hạ tầng cấp nước đô thị

Rạch Giá

b. Đánh giá tính dễ bị tổn thương hạ tầng cấp nước

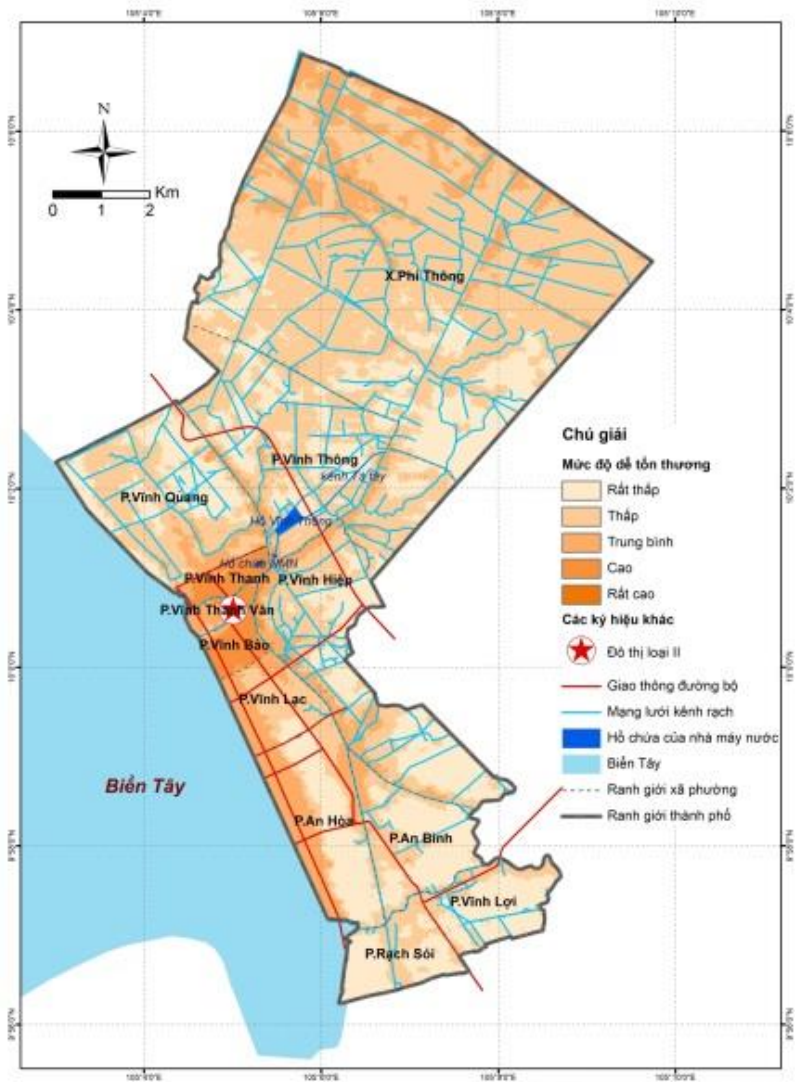
Việc lập bản đồ mức độ dễ bị tổn thương của hạ tầng cấp nước đô thị ở cấp tỉnh (xã, phường) được đo lường như một tổng hợp của mức độ phơi nhiễm, độ nhạy cảm và khả năng thích ứng trên toàn thành phố Rạch Giá. Các phường được xếp hạng và thể hiện bằng định lượng của các hồ sơ mức độ dễ bị tổn thương cao và thấp.

$$V = \frac{[E + S + (1 - AC)]}{3} \quad (2)$$

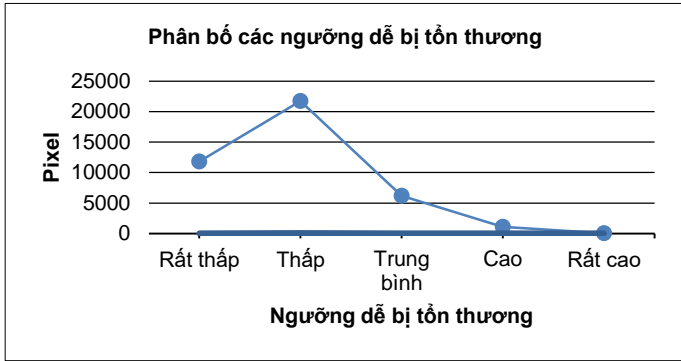
Trong đó: V , E , S , và AC lần lượt là tính dễ tổn thương, phơi nhiễm, độ nhạy cảm và khả năng thích ứng.

** Đánh giá mức độ tổn thương do xâm nhập mặn tới cấp nước đô thị*

Hình 3.10. Tỷ lệ các mức dễ tổn thương Hình 3.8 phản ánh các khu vực dễ bị tổn thương trong thành phố đối với cấp nước đô thị do xâm nhập mặn. Các phường gần biển là Vĩnh Thanh, Vĩnh Thanh Vân và Vĩnh Bảo là một trong những khu vực dễ bị tổn thương nhất ở Rạch Giá. Mặc dù các phường này có khả năng thích ứng cao nhất, nhưng tỷ lệ hộ gia đình bị thiếu nước trong các đợt hạn hán dài hạn, dao động từ 75% đến 99%. Đồng thời, các phường Vĩnh Quang và Phi Thông là một trong những khu vực ít bị tổn thương nhất của thành phố. Các phường An Hòa, An Bình và Vĩnh Hiệp có mức độ dễ bị xâm nhập mặn tương đối trung bình trong thành phố.



Hình 3.5. Bản đồ phân bố không gian tính dễ tổn thương cấp nước Rạch Giá do ĐKKH



Hình 3.6 Tỷ lệ các mức dễ tổn thương

Toàn vùng có sự phân bố các mức dễ bị tổn thương như sau:

1. Vùng dễ bị tổn thương mức rất thấp: 28,93%
2. Vùng dễ bị tổn thương mức thấp: 53,26%
3. Vùng dễ bị tổn thương mức trung bình: khoảng 15,12%
4. Vùng dễ bị tổn thương mức cao: khoảng 2,64%
5. Vùng dễ bị tổn thương mức rất cao: trên 0,04%

Bảng 3.4: Tổng hợp kết quả sự phơi nhiễm, nhạy cảm, khả năng thích ứng và mức độ tổn thương của các đơn vị xã phường

TT	Xã phường	Phơi nhiễm			Nhạy cảm			Khả năng thích ứng			Mức độ tổn thương			
		Cao	TB	Thấp	Cao	TB	Thấp	Cao	TB	Thấp	Cao	TB	Thấp	
1	Phường Vĩnh Thanh Vân	x				x			x			x		
2	Phường Vĩnh Thanh	x			x				x			x		
3	Phường Vĩnh Quang		x		x			x				x		
4	Phường Vĩnh Hiệp		x				x			x		x		
5	Phường Vĩnh Lạc	x					x		x				x	
6	Phường Vĩnh Bảo	x			x			x				x		
7	Phường An Hòa	x			x			x					x	
8	Phường An Bình		x			x			x					x
9	Phường Rạch Sỏi			x		x			x					x
10	Phường Vĩnh Lợi		x				x			x				x
11	Phường Vĩnh Thông		x				x			x			x	
12	Xã Phi Thông		x				x			x			x	

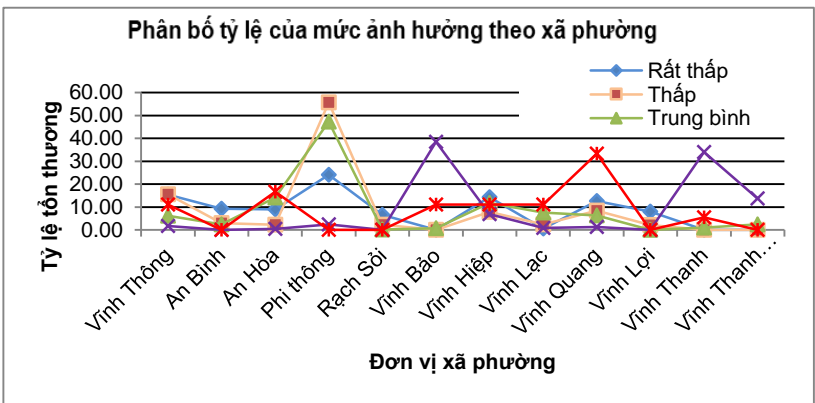
Theo kết quả tổng hợp và so sánh giữa các yếu tố phơi nhiễm, nhạy cảm và khả năng thích ứng tại mỗi đơn vị xã phường cho thấy:

- Các phường có mức tổn thương cao tương ứng với sự phơi nhiễm và nhạy cảm cao, đó là các phường Vĩnh Quang, Vĩnh Thanh và Vĩnh Thanh Vân.

- Yếu tố khả năng thích ứng mang ý nghĩa làm giảm tính tổn thương, tuy nhiên dù một số đơn vị có khả năng thích ứng cao nhưng đồng thời mức độ phơi nhiễm và nhạy cảm cao thì tính tổn thương vẫn không giảm như phường Vĩnh Bảo.

- Phường Vĩnh Hiệp có mức phơi nhiễm và nhạy cảm trung bình nhưng khả năng thích ứng thấp thì mức tổn thương vẫn nằm trong ngưỡng cao.

- Như vậy có thể khẳng định yếu tố khả năng thích ứng rất quan trọng trong công tác giảm thiểu thiệt hại. Đối với khu vực có sự ảnh hưởng lớn của BĐKH thì cần nâng cao các biện pháp thích ứng phù hợp.



Hình 3.7. Phân bố tỷ lệ của mức ảnh hưởng theo xã phường

c. Phân bố tính dễ tổn thương theo đơn vị hành chính xã phường

*** Các đơn vị có mức tổn thương thấp**

Các đơn vị xã phường có mức tổn thương thấp bao gồm các

phường: An Bình, Rạch Sỏi, Vĩnh Lợi. Đây là những đơn vị có mật độ dân số thấp và không nằm trên khu vực tiếp giáp với biển, ngoại trừ phường Rạch Sỏi.

*** Các đơn vị xã phường có mức tổn thương trung bình**

Các đơn vị xã phường có mức tổn thương trung bình bao gồm: Vĩnh Thông, An Hòa, Vĩnh Lạc và xã Phi Thông. Đây là những đơn vị có mật độ dân số tương đối cao so với trong khu vực. Có 02 phường là An Hòa và Vĩnh Lạc là các phường ven biển. Xã Phi Thông mặc dù có mật độ dân số thấp nhất trong khu vực nhưng đây cũng là đơn vị có các chỉ số về khả năng thích ứng thấp nhất.

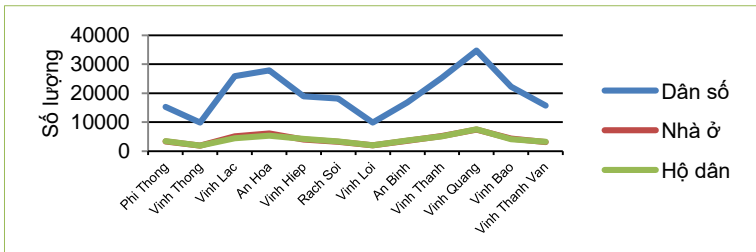
*** Các đơn vị có mức tổn thương cao**

Các đơn vị có mức tổn thương cao bao gồm các phường: Vĩnh Quang, Vĩnh Hiệp, Vĩnh Bảo, Vĩnh Thanh và Vĩnh Thanh Vân, trong số các đơn vị này hầu hết là các phường ven biển, ngoại trừ phường Vĩnh Hiệp. Biểu đồ phân bố không gian cho thấy ở các phường này đều có sự phân bố không gian ở ngưỡng cao và rất cao.

d. Kiểm nghiệm các giá trị tính toán

*** Sự đồng nhất trong lựa chọn chỉ số**

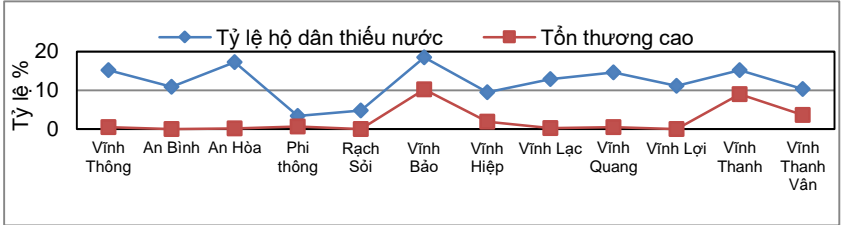
Sơ đồ dưới đây thể hiện sự biến động nhất về nhà ở với hộ dân và dân số, do vậy thay vì lựa chọn dân số hoặc hộ dân thì chỉ số mật độ nhà ở được lựa chọn.



Hình 3.8. Sự đồng nhất giữa chỉ số dân số và nhà ở

*** So sánh kết quả tổn thương với số liệu hiện trạng**

KIWACO kiểm chứng được mức độ tác động của xâm nhập mặn tới người sử dụng hạ tầng cấp nước.



Hình 3.9 So sánh phân bố không gian giữa mức độ tổn thương và suy giảm dịch vụ

Nhìn vào biểu đồ phân bố tỷ lệ mức ảnh hưởng theo xã phường cho thấy:

Mặc dù xã Phi Thông cho thấy số hộ dân thiếu nước rất thấp nhưng kết quả phân tích cho thấy đây là đơn vị có ảnh hưởng cao, điều này có thể lý giải về khả năng thích ứng của đơn vị rất thấp.

Các phường Vĩnh Quang, Vĩnh Lạc, Vĩnh Thanh là các phường trung tâm và nằm ở vị trí ven biển nên giữa kết quả nghiên cứu tương đồng với tỷ lệ hộ dân thiếu nước

Phường Vĩnh Thông, Vĩnh Lợi, Rạch Sỏi nằm ở mức tổn thương trung bình

- Thành phố Rạch Giá hiện nay đang được cấp nước từ nhà máy nước Rạch Giá công suất 50.000 m³/ngày. Mạng lưới đường ống cấp nước gần như đã phủ kín 12 đơn vị xã phường địa bàn thành phố Rạch Giá. Mặc dù chỉ số hạ tầng kỹ thuật đô thị km/km² (tỷ lệ km đường ống/ diện tích đất xây dựng đô thị) là một trong những tiêu chí phát triển hạ tầng đô thị, tuy nhiên đối với đô thị Rạch Giá trong điều kiện bình thường cấp nước đô thị Rạch Giá không gặp khó khăn, với tỷ lệ người dân được cấp nước là 92% với tiêu chuẩn cấp

nước đạt 120 lít/người/ngđ. Do vậy chỉ số này được loại bỏ trong quá trình lựa chọn. Mức độ phơi nhiễm trong nghiên cứu này đã được nghiên cứu sinh lựa chọn về điều kiện tự nhiên (độ dốc), mức độ xâm nhập mặn và các yếu tố thủy văn

Như vậy các chỉ số lựa chọn bao quát tới nội dung hạ tầng cấp nước đô thị, từ điều kiện tự nhiên tới cách tiếp cận cấp nước và chính sách phát triển

Thích ứng là một yếu tố quan trọng trong việc giảm thiểu rủi ro và tổn thương. Thành phố đã có biện pháp thích ứng bằng cách xây dựng thêm hồ chứa, tuy nhiên không phải đô thị nào cũng có thể phản ứng nhanh với khả năng thích ứng, do vậy nghiên cứu của Rạch Giá là đô thị loại 2 ven biển là một đô thị đặc trưng ven biển có thể đại diện cho những đô thị ven biển khác về ảnh hưởng xâm nhập mặn

KẾT LUẬN

Trên cơ sở nghiên cứu, xử lý và phân tích kết quả, luận án đã đưa ra kết luận sau đây

1. Luận án đã tổng hợp nhiều tài liệu kết quả nghiên cứu liên quan đến hạ tầng kỹ thuật đô thị, các tác động của BĐKH tới hạ tầng kỹ thuật đô thị và các phương pháp đánh giá tính dễ bị tổn thương. Đây là những cơ sở khoa học để đánh giá tác động của BĐKH và đánh giá tính dễ bị tổn thương cho hạ tầng kỹ thuật đô thị thành phố Rạch Giá.

2. Luận án đã phân tích được các chỉ số đánh giá tác động BĐKH đến hạ tầng kỹ thuật đô thị ven biển.

Khả năng thích ứng hướng tới các chỉ số về chi phí tài chính cho khắc phục hậu quả, năng lực con người,....

3. Luận án đã các xác định được các chỉ số trong đánh giá tác động biến đổi khí hậu cũng như tính dễ tổn thương đến hạ tầng kỹ thuật cấp nước đô thị thành phố Rạch Giá

5. Trên cơ sở các đánh giá trên, nghiên cứu đã xác định được các khu vực bị tác động cao cũng như tổn thương cao trong khu vực

7. Nghiên cứu cũng nêu được tầm quan trọng của khả năng thích ứng đối với khu vực bị tác động, đây là hành động quan trọng trong việc ứng phó với tình hình biến đổi khí hậu ngày càng gay gắt

Kiến nghị

1. Do hạn chế về mặt dữ liệu nên sự phân bố không gian của các chỉ số về nhạy cảm và khả năng thích ứng chưa được chi tiết và đầy đủ. Cần có dữ liệu chi tiết hơn về người già và trẻ em, nhà kiên cố,...theo mức phân bố cụm dân cư hoặc tổ dân phố.

2. Dữ liệu thu thập về mức độ nhiễm mặn cũng cần được có sự phân bố chi tiết hơn. Có thể dựa trên các dữ liệu đo mặn phân bố trên thành phố để nội suy ra mức nhiễm mặn chi tiết hơn cho phân bố không gian

3. Khả năng thích ứng: cần có dữ liệu chi tiết cụ thể hơn nữa về năng lực tài chính của địa phương, ngoài khả năng cấp nước tức thì khi xảy ra sự kiên thì cần có số liệu cụ thể về phân bổ tài chính trong việc ứng phó

4. Trong luận án một số hạ tầng kỹ thuật khác như giao thông, thoát nước thải, cấp điện,...cũng là những hạng mục cần được đánh giá tác động, tuy nhiên mỗi một hạng mục cần có những nghiên cứu riêng để đưa ra phương pháp đánh giá phù hợp. Do vậy luận án mới chỉ tập trung vào đánh giá hạ tầng cấp nước đô thị.

5. Hạ tầng kỹ thuật đô thị là một lĩnh vực chuyên ngành, các dữ liệu đo đạc và tính toán liên quan chưa có nhiều

DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC ĐÃ CÔNG BỐ CỦA TÁC GIẢ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN

1. **Trịnh Thị Phin**, Đinh Thị Bảo Hoa, Trần Đình Trọng, Đinh Tuấn Hải, Phan Thị Nguyệt Quế (2022). *Mapping vulnerability water supply in Rach Gia city due to saline intrusion on using analytical hierarchy process*. Tạp chí Springer Nature - Sustainable Water Resources Management, số (2022) 8:137, trang 1-11
2. **Trịnh Thị Phin** (2019) *Xây dựng cơ sở dữ liệu GIS thành phố Rạch Giá trong bối cảnh biến đổi khí hậu phục vụ công tác quy hoạch xây dựng* Kỷ yếu Hội nghị khoa học Địa lý Toàn quốc lần thứ XI, thành phố Huế 04/2019, Quyển 2, Lĩnh vực Bản đồ - Viễn thám – GIS và ứng dụng công nghệ
3. **Trịnh Thị Phin**, Đinh Thị Bảo Hoa (2019) *Determine the vulnerability of surface water resources in Rach Gia city, Kien Giang province using GIS* Hội thảo FIG Working Week 2019 in Hanoi” ISBN 978-87-92853-90-5 ISSN 2307-4086
4. **Lưu Đức Cường**, Trịnh Thị Phin (2021) *Ứng dụng GIS trong quy hoạch xây dựng*. Tạp chí Xây dựng số 2 tr.30-33. – 2021
5. **Trịnh Thị Phin** (2022) *Ứng dụng GIS trong việc hỗ trợ quy hoạch giao thông đô thị dựa trên kịch bản xác định khả năng tiếp cận*. Tạp chí Quy hoạch xây dựng số 118+119 tr.52-56 – 2022.