

Phân tích không gian đô thị Phan Rang-Tháp Chàm, tỉnh Ninh Thuận thích ứng với hạn theo khái niệm hệ thống liên cấp thích nghi (PANARCHY)

Nguyễn Quốc Vinh^{1,2*}

¹ Faculty of Civil Engineering, Ho Chi Minh City University of Technology (HCMUT)

² Vietnam National University Ho Chi Minh City

TỪ KHOÁ

Hệ thống liên cấp thích nghi
Chu kỳ thích ứng
Hạn hán
Không gian đô thị
Phan Rang-Tháp Chàm

TÓM TẮT

Nghiên cứu này áp dụng quan điểm Hệ thống liên cấp thích nghi (Panarchy) để phân tích khả năng thích ứng với hạn hán của thành phố Phan Rang-Tháp Chàm, tỉnh Ninh Thuận trong mối liên hệ tương tác đa cấp độ. Phân tích được triển khai qua ba cấp hệ thống: cấp vùng (tỉnh), cấp đô thị (thành phố) và cấp khu vực (phường/xã). Thông qua khung lý thuyết Panarchy, bài viết làm rõ mối ảnh hưởng tương tác giữa các cấp, nhận diện các điểm đứt gãy, lan truyền rủi ro và cơ hội tái cấu trúc hệ thống. Trên cơ sở đó, đề xuất chiến lược quy hoạch thích ứng linh hoạt, tích hợp đa cấp, nhằm tăng cường năng lực phục hồi của đô thị khô hạn trong bối cảnh biến đổi khí hậu.

KEYWORDS

Adaptive interlevel system
Adaptation cycle
Drought
Urban space
Phan Rang-Thap Cham

ABSTRACT

This study applies the perspective of the Adaptive Interlevel System (Panarchy) to analyze the drought adaptation of Phan Rang-Thap Cham city, Ninh Thuan province in a multi-level interactive relationship. The analysis is implemented through three levels of the system: regional level (province), urban level (city) and regional level (ward/commune). Through the Panarchy theoretical framework, the paper clarifies the interaction between levels, identifies fault points, spreads risks and opportunities to restructure the system. On that basis, it proposes a flexible adaptation planning strategy and multi-level integration, in order to strengthen the resilience of dry cities in the context of climate change.

1. Tổng quan

Trong bối cảnh biến đổi khí hậu (BĐKH) và đô thị hóa nhanh chóng tại khu vực duyên hải Nam Trung Bộ, Việt Nam, hiện tượng hạn hán ngày càng trở nên phổ biến với cường độ ngày càng nghiêm trọng hơn, đặc biệt tại tỉnh Ninh Thuận – nơi có lượng mưa trung bình thấp nhất cả nước. Thành phố Phan Rang-Tháp Chàm, trung tâm hành chính, kinh tế và văn hóa của tỉnh, đang đối mặt với những thách thức to lớn trong việc bảo đảm an ninh nước, duy trì chất lượng sống và phát triển đô thị bền vững.

Hệ thống các đô thị hiện nay không còn là những cấu trúc tĩnh, mà động và phức hợp với sự tương tác liên tục giữa các yếu tố tự nhiên, xã hội và kỹ thuật. Khả năng thích ứng (KNTU) với các cú sốc môi trường như hạn hán không chỉ phụ thuộc vào các yếu tố nội tại của thành phố mà còn bị ảnh hưởng sâu sắc bởi các cấp độ hệ thống lớn hơn (vùng/tỉnh) và nhỏ hơn (phường/xã/khu dân cư). Sự phụ thuộc lẫn nhau giữa các cấp độ này có thể dẫn đến hiệu ứng lan truyền rủi ro, nhưng đồng thời cũng mở ra cơ hội để cải tổ và đổi mới.

Tuy nhiên, các cách tiếp cận quy hoạch hiện hành ở Việt Nam phần lớn vẫn tuyến tính và gần như độc lập giữa các cấp, chưa giải quyết được bản chất động và đa cấp của các hệ thống đô thị trong điều kiện biến đổi. Quan điểm này tương đồng với các nghiên cứu quốc tế

nghư Escamilla Nacher et al. (2021), khi chỉ ra rằng các hệ thống đô thị – xã hội – sinh thái thường vận hành theo logic không tuyến tính, có khả năng suy thoái và tái cấu trúc qua các chu kỳ, và đòi hỏi phương pháp đánh giá năng động như Panarchy để can thiệp hiệu quả [1]. Do đó, bài báo này đề xuất sử dụng khung lý thuyết Hệ thống liên cấp thích nghi (Panarchy) để phân tích KNTU với hạn của thành phố Phan Rang-Tháp Chàm qua ba cấp độ không gian: i) vùng (tỉnh Ninh Thuận), ii) đô thị (thành phố), và iii) khu vực dân cư (phường/xã).

Mục tiêu của nghiên cứu là: i) Áp dụng khung lý thuyết Panarchy để phân tích chu kỳ biến đổi và KNTU của hệ thống không gian đô thị (KGĐT) tại Phan Rang-Tháp Chàm; ii) Làm rõ các mối liên kết và ảnh hưởng giữa các cấp độ hệ thống trong điều kiện khô hạn; iii) Đề xuất các giải pháp quy hoạch KGĐT thích ứng, linh hoạt và tích hợp đa cấp nhằm nâng cao năng lực phục hồi của đô thị trong bối cảnh hạn hán kéo dài.

2. Hệ thống liên cấp thích nghi (Panarchy)

Khái niệm Panarchy mô tả cách thức mà các hệ thống phức hợp (tự nhiên, xã hội, đô thị) liên kết ảnh hưởng và chịu ảnh hưởng lẫn nhau. [2]

*Liên hệ tác giả: vinh.bmkt@hcmut.edu.vn

Nhận ngày 22/05/2025, sửa xong ngày 16/06/2025, chấp nhận đăng ngày 17/06/2025

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.03.2025.994>

Mỗi hệ thống đều hoạt động theo phương thức tự tổ chức, suy thoái và tái cấu trúc qua thời gian theo chu kỳ thích ứng (adaptive cycles) gồm bốn giai đoạn: r (tăng trưởng và tích lũy tài nguyên), K (bảo tồn), Ω (phân rã, ổn định nhưng dễ bị xáo trộn), α (tái tổ chức, sụp đổ hoặc phá vỡ hoặc sáng tạo và đổi mới). Mỗi hệ thống có thể đang ở một chu kỳ khác nhau của quá trình, hoặc một giai đoạn khác nhau trong chu kỳ thích ứng. [3]

Mối quan hệ ảnh hưởng/ chịu ảnh hưởng giữa các cấp hệ thống bao gồm:

- Tác động từ trên xuống (downward control): Chính sách và định hướng phát triển vùng/tỉnh ảnh hưởng trực tiếp đến năng lực quản lý tài nguyên của đô thị.

- Tác động từ dưới lên (upward innovation): Sáng kiến tại cấp phường/xã/ khu dân cư (ví dụ mô hình thu trữ nước mưa, nông nghiệp đô thị) có thể lan tỏa, ảnh hưởng đến cách thức tổ chức ở cấp thành phố và thậm chí cả vùng.

Bên cạnh hai quan hệ giữa các cấp độ liên kề, thì còn một mối quan hệ không kém quan trọng là tác động ngang cấp (lateral diffusion): Một khu vực đô thị thất bại trong thích ứng có thể lan truyền khủng hoảng sang khu vực khác (ví dụ, một phường cạn nước gây áp lực lên hệ thống cấp nước toàn thành phố).

Các nghiên cứu gần đây cũng nhấn mạnh vai trò của tương tác xuyên cấp trong việc kích hoạt hoặc cản trở KNTU, như trường hợp đô thị La Marjaleria (Tây Ban Nha) – nơi các yếu tố thể chế và sử dụng đất đã dẫn đến cái gọi là ‘vòng lặp cứng’ (rigidity trap), làm giảm năng lực tự tổ chức của cộng đồng địa phương [1].

3. Phương pháp luận và phương pháp nghiên cứu

3.1. Phương pháp luận

Nghiên cứu sử dụng phương pháp luận hệ thống động thích ứng (Adaptive Systems Thinking) dựa trên mô hình Panarchy [2] [4], một khung lý thuyết mô tả chu trình biến đổi của các hệ thống sinh thái-xã hội liên kề theo thời gian và ảnh hưởng giữa chúng.

Mỗi hệ thống, tại một cấp độ nhất định, trải qua 4 giai đoạn tuần hoàn như đã nói ở trên. Khung Panarchy nhấn mạnh đến hai nguyên tắc:

- Ảnh hưởng liên cấp (cross-scale interaction): Các cấp cao hơn (ví dụ, tỉnh) có thể kiểm soát hoặc hỗ trợ cấp dưới (thành phố), trong khi sự phát triển từ cấp địa phương, tùy thuộc là tích cực hay tiêu cực cũng đều có thể hoặc “kích hoạt” sự đổi mới, hoặc làm yếu đi hệ thống cấp trên.

- Thời điểm chuyển pha (revolt/connect): Hệ thống có thể tận dụng khủng hoảng ở cấp dưới để thúc đẩy tái cấu trúc cấp trên, hoặc ngược lại – sự suy thoái ở cấp trên có thể áp đặt khủng hoảng xuống cấp dưới.

Từ kết quả khảo sát và đánh giá, nghiên cứu đề xuất mô hình chiến lược Panarchy 3 cấp:

- Cấp vùng tỉnh Ninh Thuận: tập trung vào các hoạt động như quy hoạch tích hợp giữa chiến lược phát triển không gian, quy hoạch quản lý tài nguyên nước, vv.

- Cấp đô thị Phan Rang–Tháp Chàm: tập trung vào quy hoạch không gian, hạ tầng, mạng lưới dịch vụ đô thị. Một mặt dựa trên chiến lược phát triển chung từ cấp vùng, một mặt chủ động phát triển dựa trên thế mạnh địa phương đồng thời kích thích phát triển linh hoạt từ cấp khu vực.

- Cấp khu vực dân cư (phường/xã): chú trọng vào cách thức tổ chức bên trong của hệ thống, là tổ chức không gian sống, hành vi sử dụng nước, năng lực tổ chức cộng đồng.

3.2. Phương pháp nghiên cứu

Dữ liệu được thu thập và phân tích theo các cấp độ không gian, tổng hợp trong Bảng 1.

3.2.1. Thu thập dữ liệu

Nghiên cứu tiến hành thu thập dữ liệu theo ba cấp độ hệ thống không gian: cấp vùng (tỉnh Ninh Thuận), cấp đô thị (thành phố Phan Rang–Tháp Chàm), và cấp khu vực dân cư (phường/xã). Việc thu thập dữ liệu được thực hiện từ các nguồn khác nhau, bảo đảm phản ánh toàn diện tính đa cấp của hệ thống [1] [2]:

- **Cấp vùng:** Thu thập báo cáo khí tượng thủy văn dài hạn (2000–2023), dữ liệu quy hoạch tài nguyên nước, chiến lược phát triển không gian và năng lượng tái tạo. Nguồn dữ liệu bao gồm Tổng cục Khí tượng Thủy văn, Sở TN&MT và Sở Kế hoạch – Đầu tư tỉnh Ninh Thuận. Kết quả nhằm tìm hiểu tác động từ chính sách vào sự biến đổi không gian. Các bản đồ GIS và ảnh viễn thám được khai thác từ USGS cấp độ I, gồm các lớp phủ cơ bản như mặt nước, cây xanh, đất trống và đất xây dựng [5].

- **Cấp đô thị:** Thu thập số liệu dân số, bản đồ quy hoạch sử dụng đất, và bản đồ mạng lưới hạ tầng nước từ Sở Xây dựng tỉnh Ninh Thuận. Các bản đồ GIS và ảnh viễn thám được xây dựng ở level II, gồm các lớp phủ được phân rã từ 4 lớp cơ bản cấp vùng [5]. Cuối cùng là tổ chức thực địa.

- **Cấp khu vực dân cư:** Tổ chức khảo sát tại bốn phường tiêu biểu (Đạo Long, Tấn Tài, Phú Hải và Đô Vinh). Phỏng vấn 15 chuyên gia quy hoạch cấp tỉnh và đô thị, và hơn 50 phiếu khảo sát hộ dân. Nội dung tập trung vào hành vi thích ứng, giải pháp truyền thống và mong muốn thay đổi của cộng đồng trước tình trạng hạn hán [6]. Các bản đồ GIS và ảnh viễn thám được xây dựng ở level II, tương tự cấp đô thị [5].

3.2.2. Phân tích dữ liệu

Dữ liệu trong nghiên cứu này được phân tích riêng biệt theo từng cấp độ hệ thống, nhằm phản ánh rõ chu kỳ thích ứng và năng lực tương tác liên cấp. Dữ liệu được xử lý kết hợp giữa định tính (phân tích không gian, nội dung chính sách) và định lượng (chỉ số đánh giá KNTU, ảnh viễn thám).

- **Cấp vùng (tỉnh Ninh Thuận)**

Phân tích tập trung vào năng lực điều phối tài nguyên và ảnh hưởng xuống cấp đô thị:

- **Không gian:** Lập bản đồ dịch vụ sinh thái hạn để xác định vùng dễ tổn thương với khí hậu (theo các dữ liệu không gian như địa hình, thủy văn, thổ nhưỡng, vv) từ dữ liệu viễn thám (USGS).

- **Chính sách:** Tổng hợp chiến lược phát triển ngành, quy hoạch tài nguyên nước để đánh giá mức độ tương thích với KNTU với hạn của không gian.

- **Chu kỳ thích ứng:** Chồng lớp và phân tích các bản đồ liên quan, đối chiếu với quy định, chính sách cấp vùng để xác định chu kỳ và giai đoạn của chu kỳ thích ứng.

- **Cấp đô thị (Phan Rang-Tháp Chàm)**

Phân tích đánh giá năng lực nội tại của đô thị trong bối cảnh chịu áp lực từ trên và tác động xuống cấp dưới:

- **Không gian:** Chồng lớp bản đồ sử dụng đất, cây xanh, mặt nước, mạng lưới giao thông để xác định các điểm nghẽn hạ tầng và vùng dễ tổn thương.

- **Chỉ số định lượng:** Tính toán các chỉ số thích ứng (tương thích, đa dạng, kết nối, vững chắc...) cho từng khu chức năng (Bảng 1) theo dữ liệu từ GIS, viễn thám và điều tra hiện trường [6].

- **Chu kỳ thích ứng:** Chồng lớp và phân tích các bản đồ liên quan, đối chiếu với quy định, chính sách cấp đô thị để xác định chu kỳ và giai đoạn của chu kỳ thích ứng.

- **Cấp khu vực dân cư (phường/xã)**

Tập trung đánh giá hành vi tự tổ chức, năng lực phục hồi vi mô và ảnh hưởng lan tỏa lên cấp đô thị:

- **Khảo sát cộng đồng:** Phân tích dữ liệu khảo sát từ các phường tiêu biểu để xác định mức độ thích ứng tự phát (trữ nước mưa, thay đổi sinh kế).

- **Phân tích cấu trúc vi mô:** Đánh giá mạng lưới hạ tầng hiện hữu (cấp nước, thoát nước, cây xanh) và khả năng tái cấu trúc không gian ở quy mô nhỏ.

- **Chu kỳ thích ứng:** Chồng lớp và phân tích các bản đồ liên quan, đối chiếu với quy định, chính sách cấp đô thị để xác định chu kỳ và giai đoạn của chu kỳ thích ứng.

3.2.3. Đánh giá khả năng thích ứng và đề xuất chiến lược phát triển theo cấp độ

Nghiên cứu sử dụng kết quả đánh giá KNTU của từng cấp hệ thống dựa trên kết quả trong nghiên cứu trước đó [5] [6]. (Bảng 2) để phân tích KNTU của KGĐT Phan Rang-Tháp Chàm, từ đó đề xuất chiến lược phát triển không gian.

4. Phân tích không gian đô thị Phan Rang-Tháp Chàm theo khái niệm hệ thống liên cấp thích nghi (Panarchy)

4.1. Bối cảnh nghiên cứu

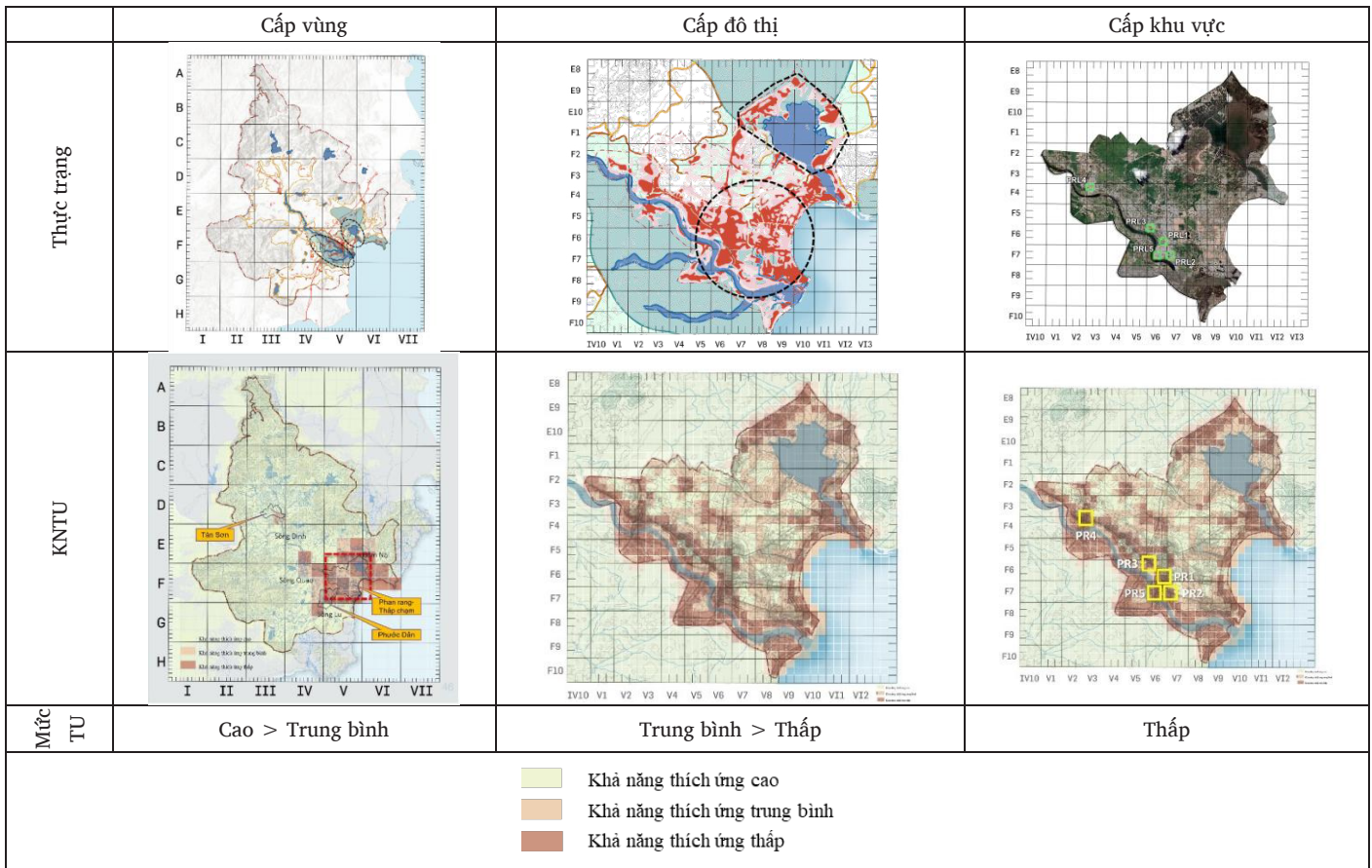
Phan Rang-Tháp Chàm là đối tượng nghiên cứu chính, cấp trên của nó không gian lưu vực các sông tỉnh Ninh Thuận- là các đơn vị không gian của hệ thống thủy văn có ảnh hưởng trực tiếp đến KNTU với hạn, cấp dưới là các khu vực đô thị tiêu biểu, đại diện là các khu vực trung tâm thành phố, như Phan Rang 1-2 (PR1-2) thuộc phường Đạo Long, PR2-5 thuộc phường Tấn Tài, Phú Hải và PR4 thuộc phường Đô Vinh. KNTU từng cấp độ, từ lưu vực các sông tỉnh Ninh Thuận đến thành phố Phan Rang-Tháp Chàm và các khu vực lần lượt là: cao- trung bình- thấp. (Hình 1).

Bảng 1. Tổng hợp phương pháp nghiên cứu theo hướng tiếp cận 3 cấp độ không gian.

Cấp độ KG	Dữ liệu sử dụng	Phương pháp phân tích
Vùng (Tỉnh)	Bản đồ NDVI, LST; Chiến lược phát triển vùng, tài nguyên nước	Chồng lớp bản đồ sinh thái hạn và hệ thống dân cư Phân tích chính sách liên ngành
Đô thị (Thành phố)	Bản đồ sử dụng đất, cây xanh, giao thông; Chỉ số NDVI, LST; Điều tra hạ tầng	Đánh giá KNTU theo các chỉ số thích ứng (tương thích, đa dạng...); Phân tích nguy cơ đứt gãy hạ tầng
Khu vực (Phường/Xã)	Khảo sát cộng đồng; Phân tích cấu trúc không gian vi mô; Đánh giá năng lực tự tổ chức	Phân tích hành vi cộng đồng; Đánh giá khả năng tự tổ chức và sáng kiến thích ứng

Bảng 2. Hệ thống chỉ số đánh giá khả năng thích ứng của hệ thống không gian liên cấp.

STT	Chỉ số	Đánh giá
1	Tương thích	đánh giá tính tương thích của việc tổ chức không gian chức năng xã hội đối với chức năng sinh thái
2	Đa dạng	đánh giá sự đa dạng về chức năng, quy mô, khối tích công trình
3	Hiệu quả	đánh giá sự thay đổi diện tích bề mặt KGĐT theo thời gian.
4	Kết nối	đánh giá tính kết nối của các mạng lưới sinh thái như mặt nước, cây xanh của tự nhiên, và giao thông của xã hội
5	Dự phòng	đánh giá quỹ không gian trống để dự phòng thay đổi chức năng khi có biến cố về hạn xảy ra
6	Vững chắc	đánh giá sự vững chãi của cấu trúc không gian và công trình



Hình 1. Thực trạng và khả năng thích ứng với hạn của hệ thống không gian liên cấp.

4.2. Phân tích cấp vùng: Lưu vực các sông tỉnh Ninh Thuận

Dựa trên kết quả đánh giá KNTU của không gian lưu vực các sông tỉnh Ninh Thuận, cấp này hiện đang chuyển mình từ giai đoạn (α) tái cấu trúc không gian của chu kỳ thứ nhất qua giai đoạn (r) hình thành và phát triển của chu kỳ thứ hai, do còn nhiều không gian dự phòng để chuyển đổi chức năng khi có biến cố hạn hán xảy ra. [7]

4.2.1. Các đặc điểm chính của cấp vùng

- Tài nguyên nước khan hiếm: Trung bình < 800 mm/năm, thấp nhất cả nước. Phụ thuộc vào hệ thống hồ chứa: Đặc biệt là hồ Tân Giang, hồ Trà Co và hệ thống kênh Nam.
- Chính sách phát triển kinh tế theo ngành dọc: Chưa tích hợp đầy đủ BDKH và khả năng phục hồi vào quy hoạch liên ngành. Đây có nguy cơ là điểm đứt gãy của hệ thống liên cấp vùng- đô thị- khu vực.
- Không gian hệ thống đô thị và các điểm dân cư hiện tại được cấu trúc thiếu thích ứng với dịch vụ sinh thái hạn, xâm phạm vào các khu vực nhạy cảm với hạn, làm gia tăng nhiệt độ không khí và bề mặt không gian. [8]

4.2.2. Ảnh hưởng xuống cấp dưới

- Theo kết quả phỏng vấn chuyên gia về các biện pháp thích ứng với hạn từ cấp vùng, 71,4 % cho rằng tần suất và mức hạn tăng dần từ đầu thời điểm nghiên cứu (1988). Trong đó, đến 25 % cho rằng biện pháp thích ứng từ chính quyền chủ yếu là chống phá rừng, trồng rừng nhân tạo, hạn chế khai thác nguồn nước ngầm. Và 12,5 % cho rằng chính quyền đã áp dụng các biện pháp như dẫn dòng kênh rạch nhiều nơi, xây dựng thêm hồ chứa phục vụ sản xuất nông nghiệp.
- Kết quả khảo sát tương ứng với thực tế là chính sách phát triển không thể kiểm soát được rủi ro nguồn nước lẫn quản lý hệ thống hồ chứa, đặc biệt trong quá trình khí hậu biến đổi mạnh mẽ, thì nếu làm tốt, sẽ hỗ trợ mạnh mẽ cho các cấp đô thị và các điểm dân cư. Nếu làm không tốt, các cấp đô thị và khu vực sẽ lãnh chịu hậu quả.

4.3. Phân tích cấp đô thị: Thành phố Phan Rang-Tháp Chàm

Ở cấp đô thị, Phan Rang-Tháp Chàm đang ở chu kỳ thứ ba, giữa hai giai đoạn bảo tồn và phân rã ($K \rightarrow \Omega$), với những dấu hiệu chứng lại do áp lực từ môi trường và hệ thống hạ tầng chưa theo kịp tốc độ phát triển. Đô thị đã trải qua giai đoạn mở rộng nhanh không gian dân cư, tuy nhiên thiếu quy hoạch dựa trên rủi ro và năng lực thích ứng. [8]

4.3.1. Đặc điểm chính của cấp đô thị

- Gia tăng nhu cầu nước đô thị: Dân số tăng 1,3 %/năm, mở rộng các khu đô thị mới (phía Đông và Tây thành phố).
- Hệ thống cấp nước và thoát nước yếu kém: Gần 35 % hộ dân ở các phường ven đô như Thành Hải và Đô Vinh gặp tình trạng thiếu nước sinh hoạt mùa khô.
- Không gian đô thị và các điểm dân cư cấu trúc thiếu thích ứng với dịch vụ sinh thái hạn, xâm phạm vào các khu vực nhạy cảm với hạn, làm gia tăng nhiệt độ [8]. Không gian xanh đô thị thấp: $< 2 \text{ m}^2/\text{người}$ – dưới mức khuyến nghị của WHO ($\geq 9 \text{ m}^2/\text{người}$).
- Thiếu mô hình đô thị “xốp” và thích ứng: Hệ thống thu gom nước mưa, tái sử dụng nước cho đô thị hầu như không tồn tại trên địa bàn.

4.3.2. Tương tác lên – xuống

- Theo kết quả phỏng vấn chuyên gia về các biện pháp thích ứng với hạn từ cấp đô thị, 50 % cho rằng tần suất và mức hạn tăng là do diện tích beton hoá tăng nhanh. 28,6 % cho rằng gây ra bởi diện tích đất trống trong quá trình đô thị hoá.
- Bị ảnh hưởng từ cấp vùng: Khi lượng nước cấp từ hệ thống thủy lợi giảm do tác động của hạn khí tượng, đô thị không có giải pháp nội tại để thích nghi. Đây là rủi ro dễ đứt gãy mối liên kết với cấp vùng (đã trình bày ở cấp vùng).
- Tác động xuống cấp khu vực: Chính sách quy hoạch và hạ tầng không đồng bộ khiến các phường nội đô và ven đô trở nên dễ bị tổn thương hơn. Đây là rủi ro dễ đứt gãy mối liên kết với cấp khu vực.

4.4. Phân tích cấp khu vực: Các phường/xã điển hình

Ở cấp vi mô, các khu vực điển hình cũng cho thấy hệ thống đang ở trong những giai đoạn khác nhau. Nhưng nhìn chung là từ giai đoạn $\Omega \rightarrow \alpha$ của chu kỳ 3, phản ánh sự khủng hoảng về thích ứng nhưng cũng chứa đựng tiềm năng tái cấu trúc. Các khu vực rủi ro cao là khu vực lõi trung tâm đã phát triển gần như lấp đầy không gian trống, các khu vực trung tâm phát triển không được quy hoạch tích hợp với chiến lược phát triển không gian thích ứng với biến đổi khí hậu, và các khu vực ven đô phát triển tự phát trên các vùng tự nhiên nhạy cảm và rủi ro cao đối với nguồn nước.

4.4.1. Đặc điểm chính

Các khu vực điển hình tại thành phố Phan Rang-Tháp Chàm phải kể đến các khu vực thuộc phường Đô Vinh, Tấn Tài, Thành Hải. Đặc điểm chung của các khu vực này là đều đang thuộc chu kỳ thứ ba, trong các giai đoạn được trình bày tại bảng bên dưới (Bảng 3).

4.4.2. Hành vi thích ứng của cộng đồng:

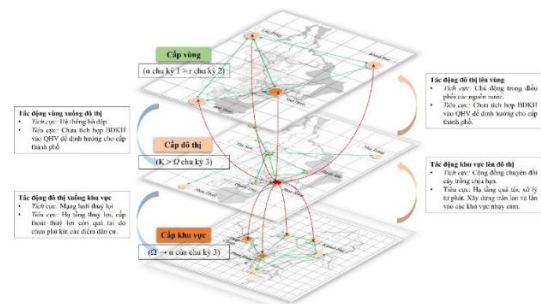
- Theo kết quả phỏng vấn cộng đồng về các hạn hán và các biện pháp thích ứng với hạn cấp khu vực đô thị, (63.1%) quan ngại về

hạn hán rất cao so với các hiện tượng bão, lũ. Việc này đã làm cho họ thay đổi hành vi trong cuộc sống đối với hạn hán. Cụ thể có thể kể đến các hoạt động như bên dưới.

- Tự tổ chức: Người dân hiện tích trữ nước mưa, đổi ca sử dụng nước.
- Chuyển đổi sinh kế: Một số hộ đã và đang chuyển từ trồng lúa sang nho hoặc chăn nuôi cừu – phù hợp điều kiện khô hạn.
- Tuy nhiên vẫn thiếu hỗ trợ chính sách từ cấp đô thị. Đây là điểm đứt gãy có nguy cơ xảy ra, dẫn đến việc các cộng đồng ngày càng dễ bị tổn thương. Nó gây áp lực lên cấp đô thị.

4.5. Tương tác liên cấp và lan truyền tác động

Khi cấp vùng cạn kiệt nguồn nước, cấp đô thị trở nên quá tải. Khi đô thị không thích nghi, khủng hoảng lan xuống cấp cộng đồng (Ω). Tuy nhiên, cộng đồng có thể tái tổ chức (α) nếu có đủ điều kiện hỗ trợ từ trên. Hiện tượng “revolt” từ dưới lên: sáng kiến cộng đồng (thu gom nước, chuyển đổi sinh kế) có thể kích hoạt sự đổi mới cấp đô thị nếu được kết nối một cách có hiệu quả. Phát hiện này tương tự với phân tích tại Ulsan Ujeong Innovation City (Hàn Quốc), nơi sự hỗ trợ từ cấp trung ương (qua chính sách phát triển công nghiệp, tài trợ tài chính) đã tạo điều kiện cho tái cấu trúc KGĐT sau giai đoạn suy thoái [9]. (Hình 2).



Hình 2. Sơ đồ tương tác hệ thống không gian liên cấp vùng- đô thị- khu vực.

5. Đề xuất chiến lược quy hoạch hệ thống không gian liên cấp thích ứng với hạn

Trên cơ sở phân tích hệ thống liên cấp vùng tỉnh Ninh Thuận, thành phố Phan Rang-Tháp Chàm và các khu vực dân cư theo quan điểm Panarchy, nghiên cứu đề xuất chiến lược sơ bộ với một hệ thống giải pháp quy hoạch không gian theo hướng thích ứng tổng thể – tích hợp liên cấp – ưu tiên phục hồi, nhằm tăng cường năng lực thích nghi trước các đợt hạn hán ngày càng gia tăng về cường độ và tần suất.

5.1. Cấp vùng: Định hướng quản trị tài nguyên nước và không gian vùng tỉnh

Nhằm tăng tính linh hoạt và phân phối công bằng nguồn lực tài nguyên giữa các KGĐT – nông thôn trong toàn tỉnh.

- Tích hợp chính sách thích ứng với BĐKH vào chiến lược phát triển không gian vùng dựa trên dịch vụ sinh thái hạn, nguồn tài nguyên nước: Xây dựng bản đồ không gian tổn thương và phân bổ nguồn nước linh hoạt theo mùa và kịch bản khí hậu, ưu tiên vùng đô thị lõi và sản xuất chịu hạn.
- Tích hợp thêm hồ chứa phụ, tái sử dụng nước thải sinh hoạt sau xử lý để giảm phụ thuộc vào nguồn nước mặt tự nhiên để giảm áp lực cho hệ thống thủy lợi liên vùng.
- Hệ thống giám sát liên cấp: Thiết lập cơ chế chia sẻ dữ liệu thủy văn – khí tượng giữa tỉnh, thành phố và các đơn vị địa phương qua nền tảng số (GIS – IoT).

5.2. Cấp đô thị: Thiết kế đô thị thích ứng và cấu trúc "xốp" kháng hạn

Xây dựng một mô hình đô thị có khả năng hấp thụ – phục hồi – tái cấu trúc linh hoạt trước rủi ro khô hạn thông qua:

- Phân vùng chức năng dựa trên khả năng thích ứng: tích hợp bản đồ phân bổ dân cư theo bản đồ dịch vụ sinh thái hạn để ưu tiên các khu vực có KNTU cao với hạn.
- Quy hoạch không gian xanh – xám tích hợp (Green-Gray Integration) [10] theo chiến lược phát triển không gian thích ứng với hạn một cách linh hoạt (flexible zoning) nhưng có kiểm soát chặt chẽ những khu vực dễ bị tổn thương và rủi ro với nguồn nước. Để đạt được điều đó thì mạng lưới hạ tầng xanh – xám tích hợp, và quản trị nước đa nguồn là giải pháp tối ưu.
- Kết hợp bề mặt thấm, ao điều hòa, hồ sinh thái trong các khu tái phát triển.
- Xây dựng đô thị "xốp" (Sponge City): Áp dụng tại các khu mới như Đông Bắc TP hệ thống thu gom nước mưa, tái sử dụng nước xám cho tưới cây và vệ sinh công cộng.
- Kết nối liên cấp: Thừa hưởng từ việc quản lý tài nguyên nước cấp vùng thông qua mạng lưới hồ đập. Các thiết kế hạ tầng kháng hạn cần dựa trên dữ liệu và phản hồi thực tiễn từ cấp phường/xã, ví dụ như vị trí bể chứa nước cộng đồng, tuyến cấp nước chính, hành vi sử dụng nước.

5.3. Cấp khu vực: Tăng cường năng lực cộng đồng và tự tổ chức

Tăng tính tự chủ, tự tổ chức và tái cấu trúc linh hoạt và khả năng phục hồi của các đơn vị cư trú trước hạn hán kéo dài, thông qua:

- Đô thị cần tăng cường năng lực tự tổ chức cho cộng đồng, áp dụng mô hình quy hoạch "từ dưới lên" để tận dụng khả năng đổi mới từ cấp vi mô, thông qua việc khuyến khích cộng đồng tái tổ chức không gian sử dụng nước: Lắp đặt bồn chứa nước mưa quy mô hộ gia đình, hướng dẫn tái sử dụng nước cho cây xanh hoặc vệ sinh.
- Thí điểm mô hình "phường/xã thích ứng": Triển khai mô hình hợp tác xã nước hoặc tổ chức cộng đồng quản lý điểm cấp nước khẩn cấp.
- Giáo dục cộng đồng về Panarchy và KNTU: Tổ chức lớp tập huấn tại các nhà văn hóa khu phố để nâng cao nhận thức về "chu kỳ khủng hoảng – tái tổ chức" và vai trò của cộng đồng trong đổi mới.
- Phối hợp với doanh nghiệp để xây dựng công trình hạ tầng xanh quy mô nhỏ (bồn lọc cát, vườn mưa).
- Tác động lên cấp trên: Khi cộng đồng hoạt động hiệu quả trong giai đoạn tái tổ chức (α), chính sách cấp đô thị và tỉnh có thể tận dụng các mô hình này để nhân rộng, tạo sức bật từ dưới lên (revolt effect).

5.4. Cơ chế phối hợp liên cấp: Xây dựng thể chế thích ứng

Để bảo đảm các giải pháp trên có thể hoạt động đồng bộ, cần thiết lập một thể chế liên cấp thích ứng bao gồm:

- Ban điều phối hạn hán đô thị liên ngành (tỉnh – thành phố – địa phương).
- Hệ thống cơ sở dữ liệu mở về nước, khí hậu, hạ tầng cho quy hoạch thích ứng.
- Cơ chế phản hồi chính sách theo mô hình Panarchy: Khi cấp dưới chuyển pha, cấp trên điều chỉnh chiến lược đầu tư, quy hoạch và hỗ trợ kỹ thuật tương ứng.

5.5. Khuyến nghị chính sách tổng thể liên cấp

Chính sách tổng thể được khuyến nghị cho từng cấp độ không gian để đảm bảo liên kết tương tác hỗ trợ lẫn nhau, hướng đến phát triển không gian thích ứng với hạn (Bảng 4).

Bảng 3. Đặc điểm thích ứng của các khu vực điển hình tại TP. Phan Rang-Tháp Chàm.

Phường/Xã	Giai đoạn	Đặc điểm chính
Đô Vinh	Ω – phân rã	Hệ thống cấp nước đô thị quá tải, cư dân phản ứng bằng giải pháp tự phát (giếng khoan).
Tần Tài	α – tái tổ chức	Hệ thống nông nghiệp khô hạn chuyển sang cây trồng chịu hạn, xuất hiện hợp tác xã thích ứng mới.
Thành Hải	r – khai thác	Đô thị hóa nhanh, chưa có kết nối hạ tầng hiệu quả; tiềm năng để xây dựng mô hình đô thị kháng hạn.

Bảng 4. Chính sách tổng thể khuyến nghị cho hệ thống không gian liên cấp thích nghi.

Cấp độ	Khuyến nghị chính
Vùng (Tỉnh)	Tích hợp hạn hán vào quy hoạch vùng; phân bổ tài nguyên linh hoạt theo rủi ro khí hậu.
Đô thị (Thành phố)	Thiết kế đô thị "xốp", phát triển hạ tầng thích ứng; phân vùng theo năng lực phục hồi.
Khu vực (Phường/Xã)	Thúc đẩy sáng kiến cộng đồng; mô hình hợp tác xã nước, tái tổ chức không gian cư trú.

6. Kết luận và kiến nghị

6.1. Kết luận

Nghiên cứu đã ứng dụng khung lý thuyết Panarchy –Hệ thống liên cấp thích nghi để phân tích cấu trúc và động thái của KGĐT Phan Rang–Tháp Chàm trong bối cảnh hạn hán ngày càng nghiêm trọng do biến đổi khí hậu. Thông qua tiếp cận hệ thống đa cấp độ (vùng – đô thị – khu vực), nghiên cứu đã củng cố được quan điểm panarchy qua những điểm sau:

- Các đô thị không tồn tại cô lập, mà chịu ảnh hưởng lẫn nhau giữa các cấp độ trong cấu trúc hệ thống Panarchy: từ áp lực tài nguyên vùng, chính sách quy hoạch đô thị đến phản ứng và KNTU của cộng đồng dân cư.
- Đô thị Phan Rang–Tháp Chàm đang ở ngưỡng chuyển pha từ giai đoạn ổn định sang tái tổ chức, trong bối cảnh gia tăng rủi ro hạn hán và quá tải hạ tầng. Đây là thời điểm quyết định để can thiệp bằng giải pháp quy hoạch không gian thích ứng và phục hồi.
- Cộng đồng cơ sở (phường/xã) có vai trò trung tâm trong quá trình tự tổ chức và khởi tạo các giải pháp vi mô có thể lan tỏa ảnh hưởng lên các cấp hệ thống trên. Điều này tạo ra cơ hội cho cơ chế “từ dưới lên” trong quy hoạch đô thị thích ứng.

Việc hiểu và vận dụng khung Panarchy không chỉ giúp lý giải sự vận hành nội tại của đô thị trong điều kiện khắc nghiệt, mà còn mở ra một hướng tiếp cận hệ thống, linh hoạt và liên cấp cho quy hoạch và thiết kế đô thị bền vững.

6.2. Kiến nghị

- **Về chính sách và quy hoạch**
 - Lồng ghép quản lý hạn hán vào quy hoạch vùng và đô thị: Tích hợp rủi ro khí hậu, nguồn nước và năng lực phục hồi của không gian vào quy hoạch thông qua bản đồ dịch vụ sinh thái hạn hán.
 - Thúc đẩy quy hoạch không gian linh hoạt và kháng hạn: Áp dụng nguyên lý đô thị “xốp”, phát triển hạ tầng xanh – xám tích hợp, và thiết kế hạ tầng theo kịch bản khí hậu.
 - Thiết lập hệ thống thể chế đa cấp điều phối thích ứng: Gồm ban điều phối hạn hán liên ngành, cơ chế chia sẻ dữ liệu mở và các công cụ phản hồi chính sách từ cộng đồng.
- **Về nghiên cứu và triển khai thí điểm**
 - Nghiên cứu chuyên sâu theo từng cấp Panarchy: Đặc biệt là xây dựng các chỉ số định lượng cho KNTU và xác định giai đoạn chu kỳ của từng hệ thống địa phương.
 - Thí điểm mô hình “phường/xã thích ứng với hạn”: Hướng đến xây dựng các mô hình chuyển đổi không gian, sinh kế và hạ tầng có khả năng phục hồi cao với hạn hán, có thể nhân rộng ra toàn đô thị.
 - Tăng cường giáo dục cộng đồng về thích ứng tổng thể liên cấp: Đưa các nguyên lý hệ thống như Panarchy, khả năng phục hồi, và quản trị rủi ro vào chương trình đào tạo và truyền thông.
- **Đóng góp của nghiên cứu**

Nghiên cứu này nỗ lực ứng dụng khung lý thuyết Panarchy để phân tích KGĐT trong bối cảnh biến đổi khí hậu. Bằng cách tiếp cận liên ngành và hệ thống, bài báo cung cấp:

- Một cách nhìn mới về đô thị như một hệ thống động, phi tuyến tính, có KNTU và tái cấu trúc nếu được can thiệp đúng thời điểm.
- Khung phân tích có thể nhân rộng cho các đô thị ven biển, vùng khô hạn hoặc có nguy cơ tổn thương cao trên cả nước.
- **Hướng phát triển tiếp theo**
 - Các mô hình mô phỏng Panarchy đô thị bằng công cụ số để kiểm chứng và dự báo hành vi hệ thống.
 - Tăng cường hợp tác liên vùng giữa các đô thị khô hạn tại miền Trung Nam Bộ, hình thành mạng lưới đô thị thích ứng khí hậu để chia sẻ kinh nghiệm và chiến lược quản trị hệ thống bền vững.

Lời cảm ơn

Chúng tôi xin trân trọng cảm ơn Trường Đại học Bách Khoa – Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh (HCMUT, VNU-HCM) đã hỗ trợ cho nghiên cứu này.

Tài liệu tham khảo

- [1]. M. Escamilla Nacher, C. Sofia, S. Ferreira, M. Jones, and Z. Kalantari, “Application of the Adaptive Cycle and Panarchy in La Marjaleria Social-Ecological System: Reflections for Operability,” 2021, doi: 10.3390/land.
- [2]. C. S. Holling and L. H. Gunderson, “Panarchy: Understanding transformations in human and natural systems,” pp. 25–62, 2002, doi: 10.1016/j.ecolecon.2004.01.010.
- [3]. C. S. Holling and L. H. Gunderson, “Resilience and adaptive cycles,” *Panarchy: Understanding transformations in human and natural systems*, 2002.
- [4]. C. S. Holling, “Understanding the complexity of economic, ecological, and social systems,” 2001. doi: 10.1007/s10021-001-0101-5.
- [5]. N. Q. Vinh, L. M. Ngoc, and L. A. Duc, “Assessment Framework of Urban Spatial Adaptability to Drought—Flood Coexistence (DFC). A Case Study from Phan Rang-Thap Cham City, Ninh Thuan Province, Vietnam,” in *Lecture Notes in Civil Engineering*, 2023, pp. 81–97. doi: 10.1007/978-981-19-3303-5_6.
- [6]. N. Quoc Vinh and T. M. Huong, “Series of Lecture Notes in Civil Engineering Indicators to Quantify the Adaptability of Urban Spatial Structure to Drought-Flood Coexistence (DFC) in Ninh Thuan Province, Vietnam,” Springer, 2023.
- [7]. N. Q. Vinh, L. M. Ngoc, N. T. Khanh, and L. A. Duc, “Urban Spatial Adaptability to Drought-Flood Coexistence (DFC). A Case Study from Phan Rang-Thap Cham City, Ninh Thuan Province, Vietnam,” in *Lecture Notes in Civil Engineering*, 2023, pp. 177–190. doi: 10.1007/978-981-19-3303-5_14.
- [8]. N. Quoc Vinh, “Series of Lecture Notes in Civil Engineering The Concept of Adaptive Cycles in Assessing of Urban Spatial Adaptability to Drought-Flood Coexistence. A case of Phan Rang-Thap Cham City, Ninh Thuan Province, Vietnam,” Springer, 2025.
- [9]. H. Song and C. Ho, “Analyzing the Resilience of Innovation City through the Application of Adaptive Cycle and Panarchy-Focusing on Ulsan Ujeong Innovation City*,” *Journal of the Korean Regional Science Association*, vol. 40, no. 3, pp. 109–126, 2024, doi: 10.22669/kras.2024.40.3.0109.
- [10]. J. Ahern, “From fail-safe to safe-to-fail: Sustainability and resilience in the new urban world,” *Landsc Urban Plan*, 2011, doi: 10.1016/j.landurbplan.2011.02.021.