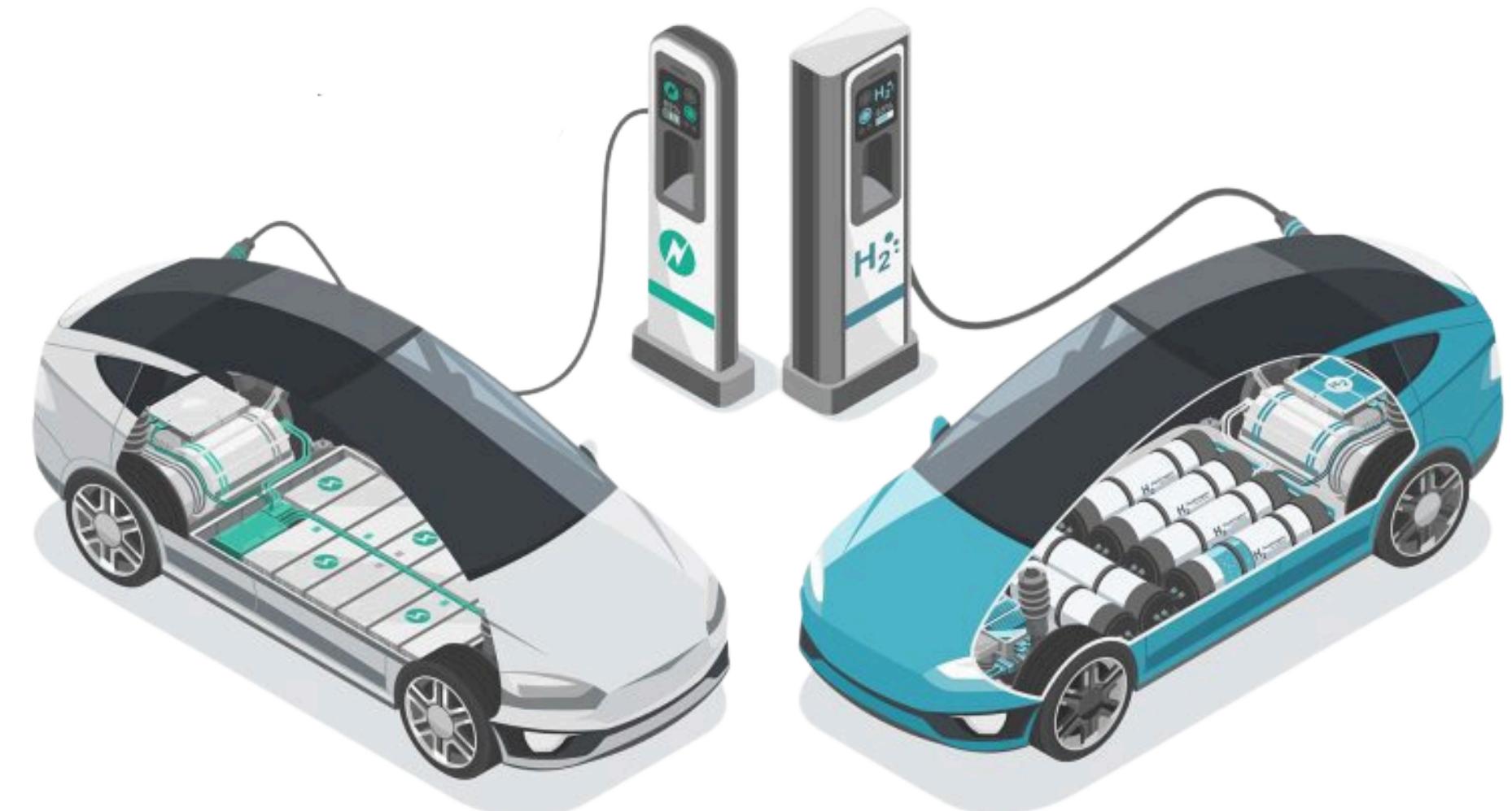


A WEB-BASED DSS FOR HYDROGEN REFUELING STATION LOCATION AND SUPPLY CHAIN OPTIMIZATION

GVHD: Nguyễn Hồ Duy Trí

Nhóm 07

Bùi Đức Duy	20521228
Đỗ Huỳnh Mỹ Tâm	20520746
Nguyễn Thị Cẩm Vân	20522145
Phan Công Hậu	21522055



Nội dung

01 Giới Thiệu Đề Tài

Lý do chọn đề tài. Nhóm tác giả. Đối tượng, phạm vi, nghiên cứu. Mục tiêu. Mô tả bài toán

02 Mô Hình sử dụng

Max covering model, p-median model, Flow-refueling location model

03 Quy Trình Ra Quyết Định

Xác định yêu cầu và chức năng. Mô hình hóa và Phát triển hệ thống

04 Đánh Giá Thực Nghiệm

Thiết lập kịch bản. Đánh giá của người dùng cho Kết quả thu được

05 Kết Luận

Kết quả. Ưu điểm, Hạn chế, Hướng Phát Triển

01

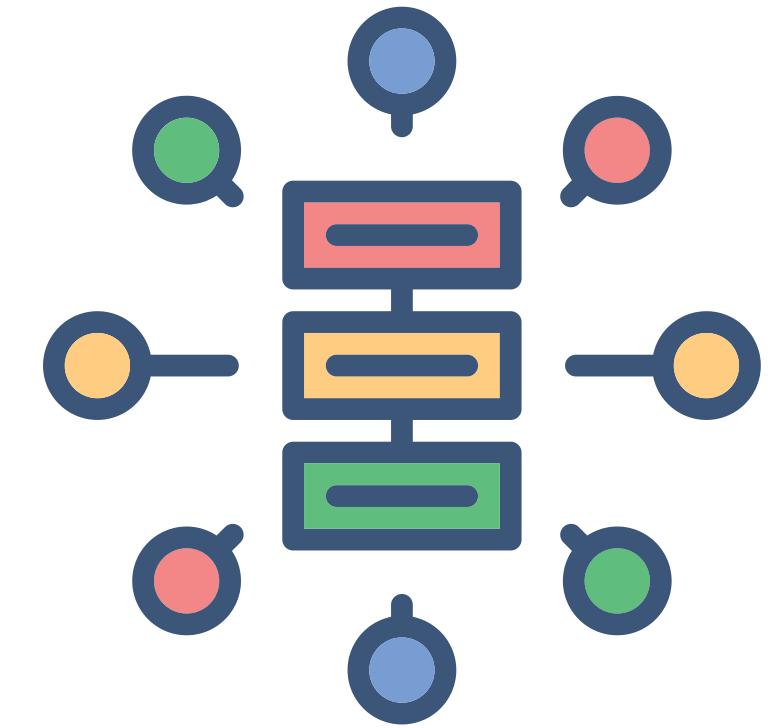
Giới Thiệu Đề Tài

Lý do chọn đề tài

Nhóm tác giả

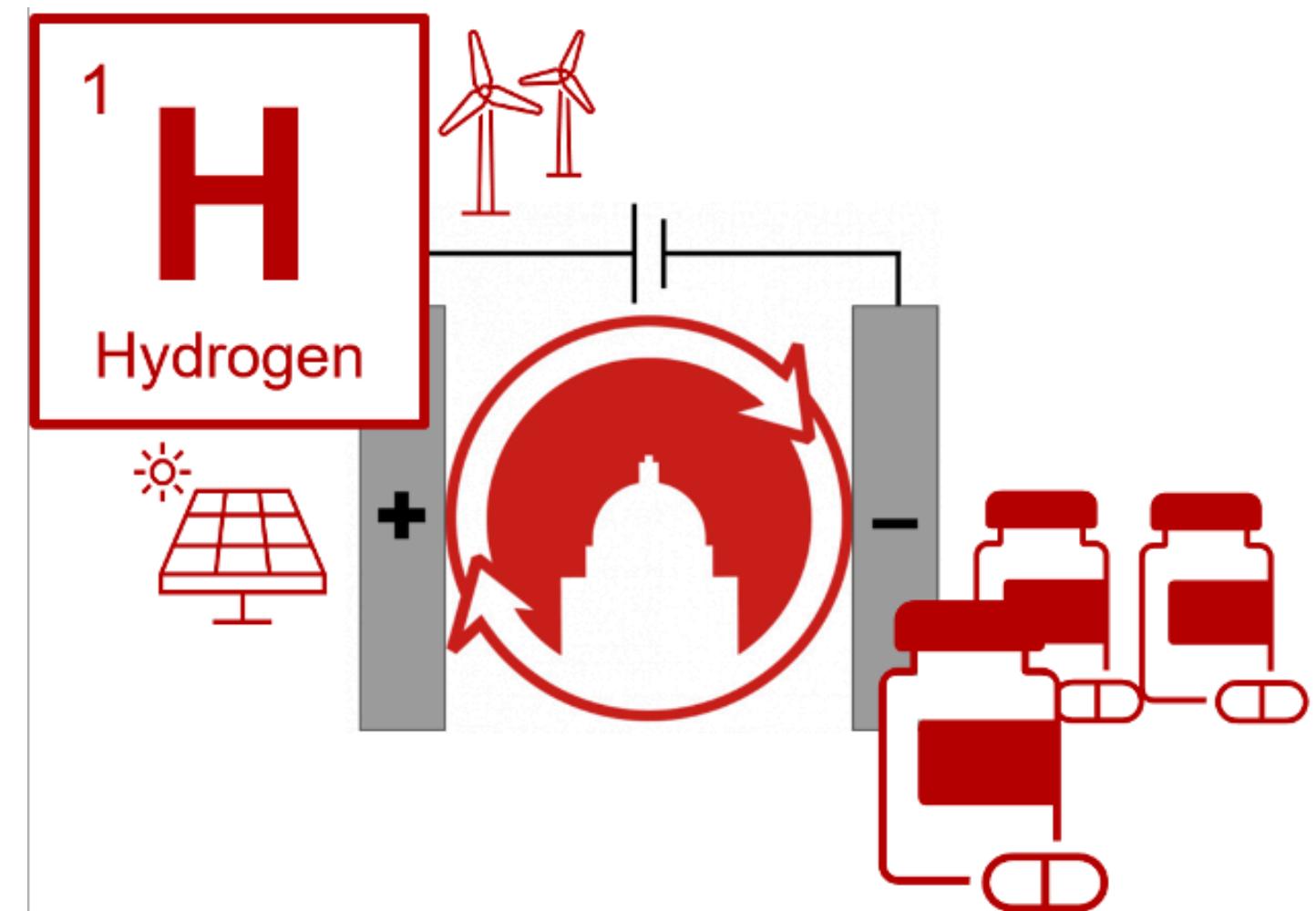
Đối tượng, phạm vi, nghiên cứu

Mục tiêu, mô tả bài toán



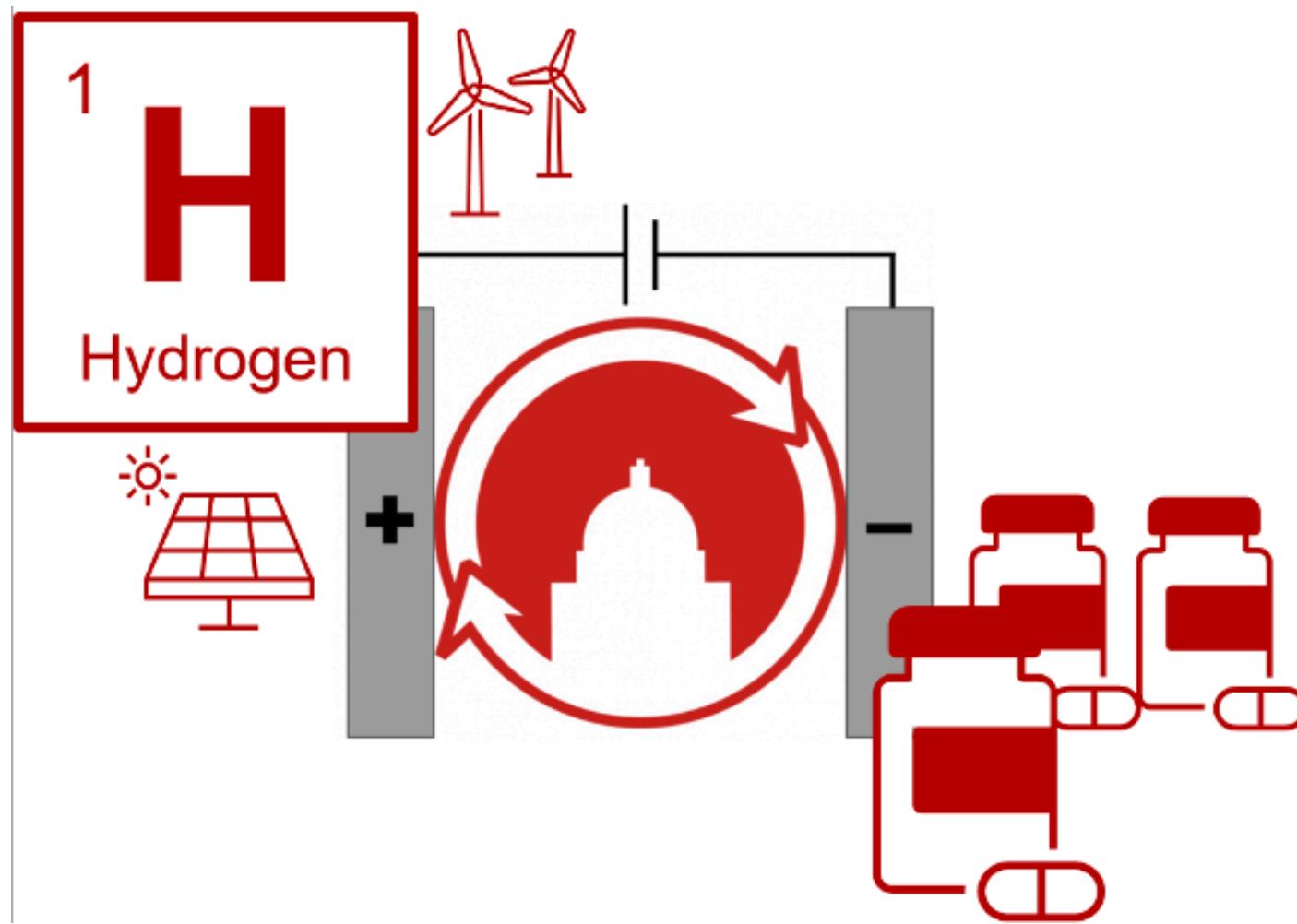
(1) Lý do chọn đề tài

- Phương tiện sử dụng năng lượng hydro dần được chú trọng kéo theo yêu cầu về hệ thống trạm tiếp năng lượng
- Trong đó, vị trí đặt các trạm nạp là vấn đề đặc biệt được quan tâm.



(1) Nhóm tác giả

1. Hyunyoung Ryu
2. Deoksang Lee
3. Jaemin Shin
4. Minseok Song
5. Seungyeop Lee
6. Hyunjoon Kim
7. Byung-In Kim



(1) Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu

- Hệ hỗ trợ quyết định trên web để tối ưu hóa vị trí của các trạm nạp hydro (HRSs) và chuỗi cung ứng hydro (HSCs).

Phạm vi nghiên cứu

- Điều tra các yêu cầu thiết kế của DSS
- Giải quyết cả hai vấn đề HRS, HSC
- Cung cấp giao diện đồ họa người dùng
- Tùy chỉnh các kịch bản đầu vào, cấu hình cài đặt tối ưu hóa, phân tích kết quả

(1) Mục tiêu, mô tả bài toán

Mục tiêu

- Phát triển một DSS có khả năng giải quyết các vấn đề tối ưu hóa vị trí HRSs và HSCs
- Hỗ trợ quyết định của chính phủ và các địa phương trong việc lập kế hoạch cơ sở hạ tầng hydro.



(1) Mục tiêu, mô tả bài toán

Thực hiện qua 2 bước

- Xác định vị trí HRS dựa trên nhu cầu trong từng khu vực
- Tối ưu hóa hệ thống chuỗi cung ứng hydro

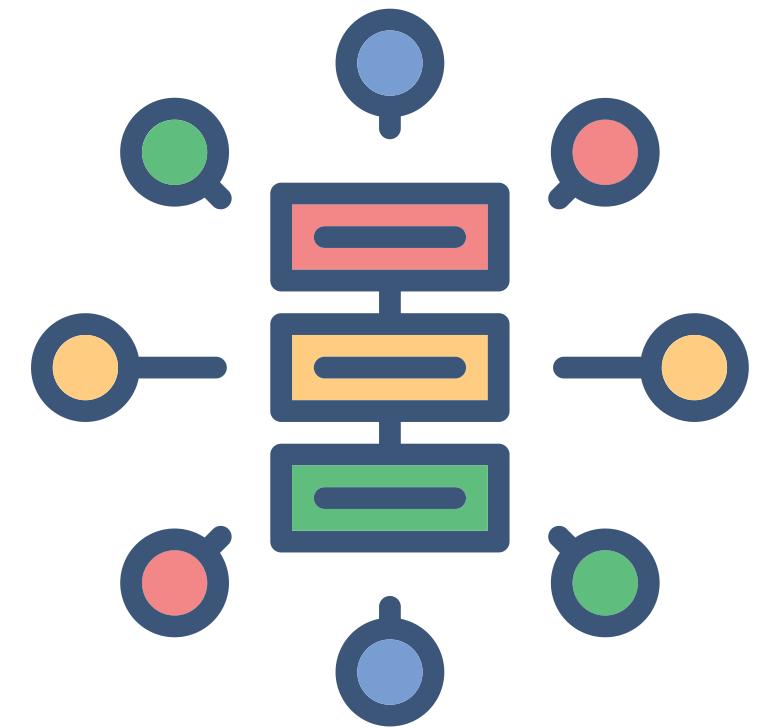
Thách thức

- Phải xem xét và đánh giá các yếu tố biến thiên và tham số khác nhau
--> **Cần tạo ra và so sánh các kịch bản khả thi**
- Giao diện người dùng cũng cần được chú trọng

02

Mô hình sử dụng

Demand Estimation
Max covering model
p-median model



Demand Estimation

Là quá trình xác định số lượng xe HFCV dự kiến sẽ sử dụng các trạm nạp nhiên liệu hydro (HRS) tại các vị trí địa lý cụ thể trong một khoảng thời gian nhất định.

1. Nhu cầu HFCV tại mỗi khu vực = Nhu cầu HFCV tổng thể x Tỷ lệ phân bổ xe HFCV cho khu vực
2. Số lượng xe HFCV tại mỗi khu vực = Nhu cầu HFCV tại khu vực / Số xe HFCV đăng ký tại khu vực
3. Số lượng xe HFCV tối đa mỗi trạm **có thể phục vụ** mỗi ngày = Số lượng xe HFCV tối đa nạp tại một trạm mỗi ngày x Thời gian nạp nhiên liệu x Tỷ lệ hoạt động

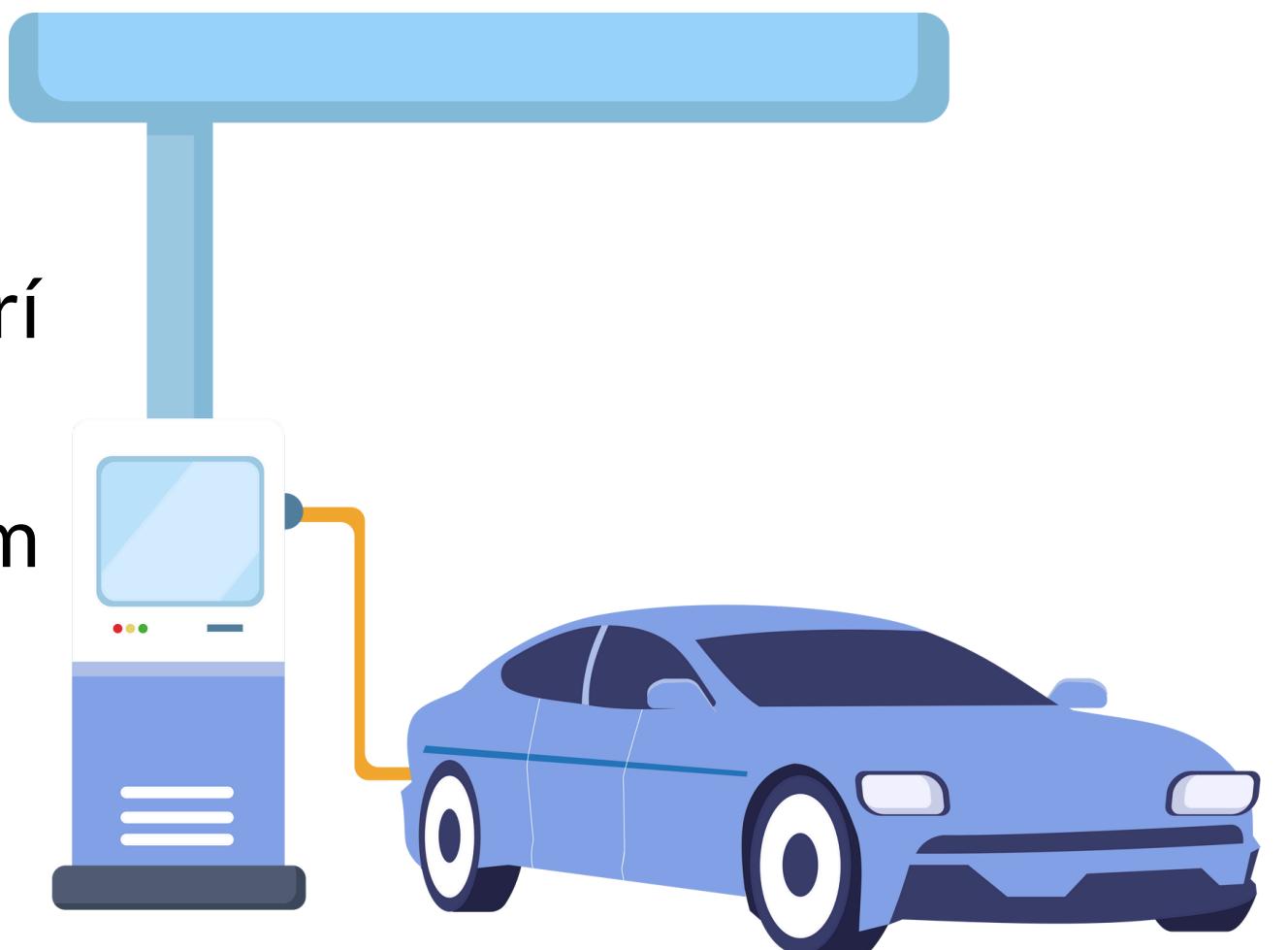
Demand Estimation

Table 3 – Specifications of general road HRSs for the years 2022, 2030, and 2040.

Specification	2022	2030	2040
Capacity of a station (kg/day)	250	1,620	2,160
Operating hours (h)	10	18	18
Refueling amount (kg)	5	5	5
Maximum number of HFCVs that a station can hold per hour	5	18	24
Maximum number of HFCVs that can be refueled per day	50	324	432
Maximum driving distance with 5 kg of hydrogen (km)	500	500	500
Refueling period (days)	12.31	12.31	12.31
Operation rate	0.8	0.9	0.9
Maximum number of HFCVs that a station can serve per day	492	3,587	4,782

Max covering model

- Maximal covering model: tối đa hóa nhu cầu được bao phủ với số lượng trạm cho trước.
- Giả sử:
 - P đại diện cho các điểm nhu cầu (những vị trí cần được phục vụ bởi các trạm).
 - Cp đại diện cho các trạm có thể đáp ứng điểm nhu cầu p.
 - D đại diện các trạm thay thế.



Xây dựng Maximal covering model

- Mô hình này tập trung vào việc tối đa hóa nhu cầu được đáp ứng, được biểu thị bởi tổng nhu cầu tại các điểm nhu cầu được đáp ứng m_p .
- Các biến quyết định x_{pd} , e_p thể hiện các lựa chọn cho từng điểm nhu cầu và trạm tiềm năng, chỉ có thể là 0 hoặc 1.
- Phương trình (2) mô tả phạm vi phục vụ của một trạm, đảm bảo rằng chỉ những điểm nhu cầu nằm trong phạm vi mới được coi là đáp ứng.
- Phương trình (3) giới hạn số lượng trạm cần xây dựng.

$$\max \sum_{p \in P} m_p e_p \quad (1)$$

$$\sum_{d \in C_p} x_{pd} \geq e_p, \forall p \in P \quad (2)$$

$$\sum_{d \in D} x_{pd} = a \quad (3)$$

$$x_{pd}, e_p \in \{0,1\}, \forall d \in D, p \in P \quad (4)$$

p-median model



- Mô hình p-median là mô hình nhu cầu dựa trên nút, xác định vị trí cho p cơ sở và phân bổ các nút nhu cầu cho chúng để giảm thiểu tổng khoảng cách có trọng số giữa các cơ sở và các nút nhu cầu được kết nối.
- Mô hình p-median yêu cầu tất cả các nhu cầu được phân bổ cho một cơ sở. Để đáp ứng tất cả các nhu cầu sạc, một số nhà nghiên cứu cho rằng các trạm sạc có công suất vô hạn, hoặc tổng số trạm sạc nhiên liệu thay thế không bị giới hạn.

Xây dựng p-median model

$$\min \sum_{d \in D} \sum_{p \in P} m_p d_{pd} y_{pd} \quad (1)$$

$$y_{pd} \leq x_d, \forall d \in D, p \in P \quad (2)$$

$$\sum_{d \in D} y_{pd} = 1, \forall p \in P \quad (3)$$

$$\sum_{d \in D} x_d = a \quad (4)$$

$$x_d, e_p \in \{0,1\}, \forall d \in D, p \in P$$

- Mô hình nhằm giảm khoảng cách với nhu cầu được coi như là trọng số. Nó được coi là một vấn đề "min-sum"
- d_{pd} là khoảng cách giữa điểm p và trạm d , m_p là nhu cầu của điểm p .
- Biến quyết định được biểu thị bởi x_d và y_{pd} , chỉ có thể là 0 hoặc 1.
- Phương trình (2) đảm bảo rằng nếu một trạm d khả dụng được xây dựng, thì nó có thể phục vụ một điểm nhu cầu p gần đó.
- Phương trình (3) chỉ ra rằng chỉ có một trạm có thể phục vụ cho mỗi điểm nhu cầu.
- Phương trình (4) giới hạn số lượng trạm cần xây dựng.



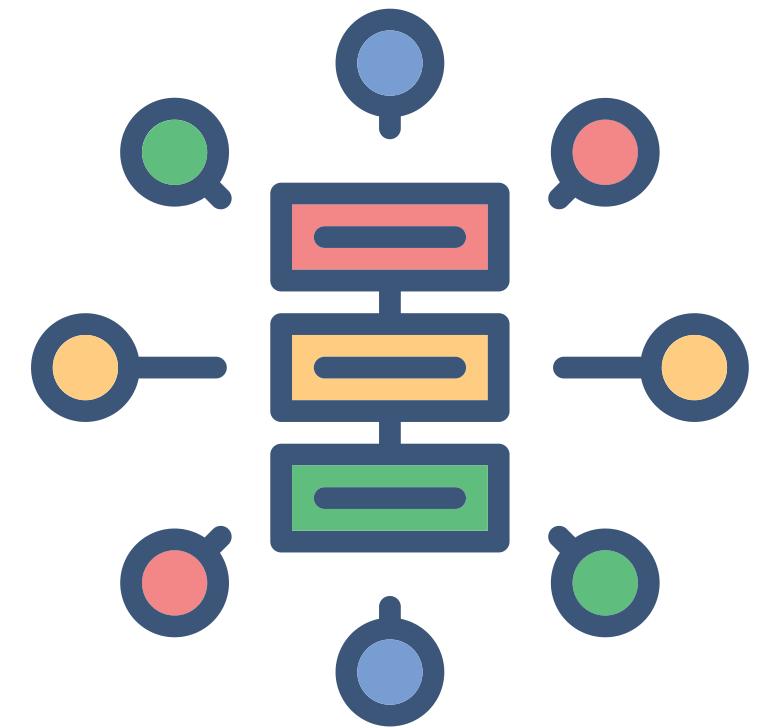
03

Quy Trình Ra Quyết Định

Xác định yêu cầu và chức năng

Mô hình hóa hệ thống

Phát triển hệ thống



(1) Xác Định Yêu Cầu và Thiết Kế Chức Năng

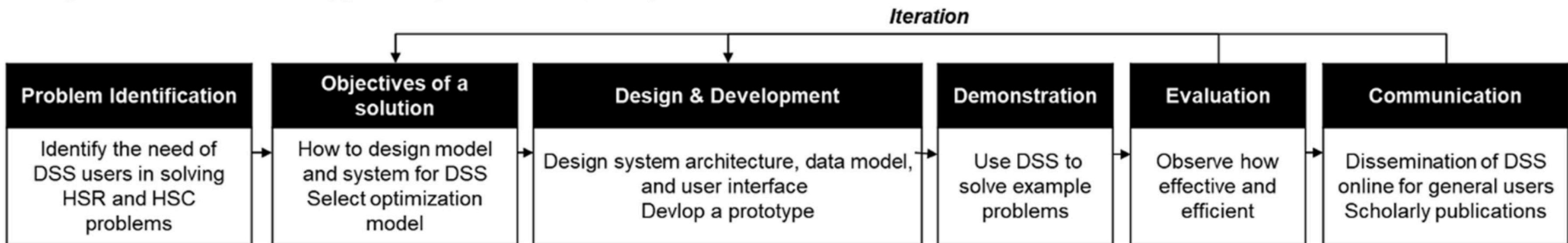
Design science research (DSR)

- Giúp phân tích một cách khoa học và có hệ thống các yêu cầu thiết kế
- Được chấp nhận và áp dụng rộng rãi trong việc phát triển các DSS

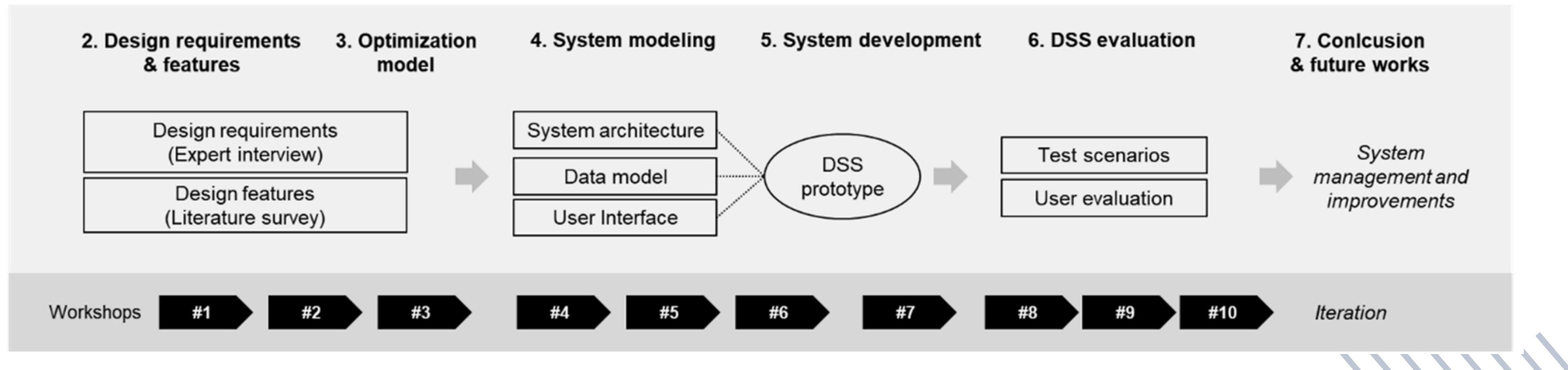


Áp Dụng Khung Làm Việc DSR

Design Science Research Approach (Peffers et al., 2007)



Research process



Áp Dụng Khung Làm Việc DSR

Thiết kế



Sau khi Xác định được vấn đề

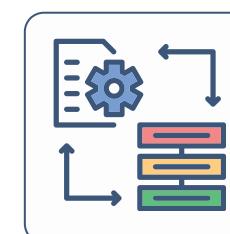
- (2) Tìm Yêu cầu, Tính năng
- (3) Tìm Mô hình tối ưu để giải quyết bài toán (2 giai đoạn, 3 Mô hình)



(4) Mô hình hóa Hệ thống

- Áp dụng kết quả để thiết kế DSS
- DSS sẽ làm việc như thế nào? Cấu trúc hệ thống? Mô hình Dữ liệu?

Phát triển và Đánh giá



(5) Phát triển Hệ thống

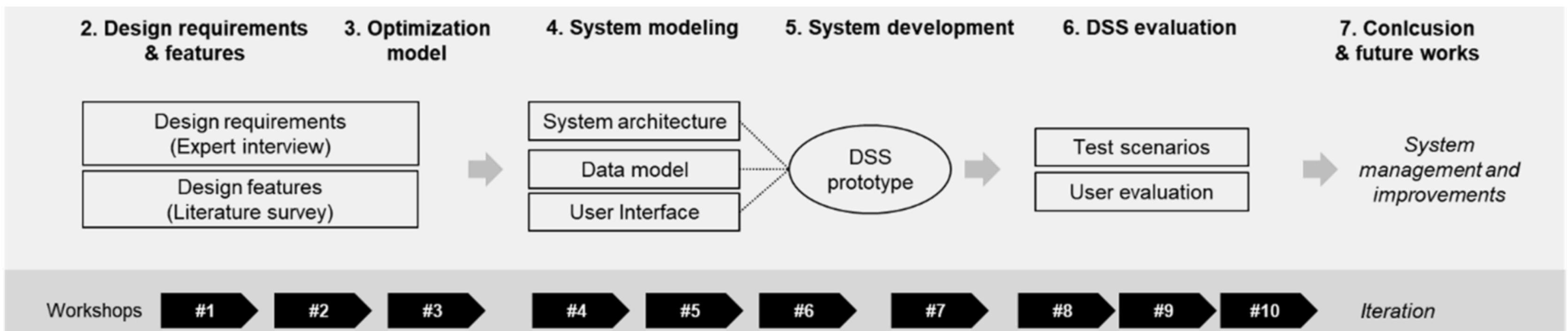
- Sử dụng công nghệ gì?
- UI và Function



(6) Đánh giá Hệ thống

- Đáng giá của người dùng với 2 kịch bản

(7) Kết và Hướng phát triển



(2) Yêu Cầu và Tính Năng Cốt Lõi

Design Requirements:

- Các điều kiện, tiêu chí hoặc yêu cầu mà hệ thống cần phải đáp ứng để giải quyết bài toán
- Thu thập ý kiến của các chuyên gia từ các buổi hội thảo (expert interview)
- Gom thành 5 nhóm dựa trên sự tương đồng

Design Features:

- Các đặc điểm hoặc tính năng cụ thể của hệ thống, người dùng có thể trải nghiệm, được thiết kế để đáp ứng các yêu cầu trên.
- Được tham khảo từ những bài báo trong nước với các từ khóa như: hydrogen, refueling station, supply chain, optimization, DSS



	Design Requirements	Design Features
	<i>Expert Interview</i>	<i>Literature survey</i>
Domain	DR1 Enable country level long-term planning	<ul style="list-style-type: none"> • Needs for national level station deployment results considering the growing demand of FCEVs • Consider both central government and local municipalities as users • Create scenarios for multiple periods and conditions
	DR2 Consider both demand and supply aspects of HRS location problem	<ul style="list-style-type: none"> • Include appropriate demand forecasting method for creating future scenarios • Consider each echelon of hydrogen supply chain: resource, production, storage, transportation, and use
	DR3 Reflect domestic context for demand and candidate station site, and supply chain	<ul style="list-style-type: none"> • Set more realistic demand and candidate sites regarding the domestic refueling environment • Consider technological implementation phases for the future planning • Collect detail information on production facility or station construction plans from the government report
	DR4 Create adequate system environment	<ul style="list-style-type: none"> • Requires fast system calculation time • Possible real-time route calculation
	DR5 Develop user-centered DSS	<ul style="list-style-type: none"> • Make users accessible with out any other program installation • Consider multiple DSS users and reflect their viewpoints
System		Spatial scope > National and local
		Temporal scope > Diversified
		Demand > Forecasting
		Supply > Hydrogen supply chain (HSC) design
		<p>Two-step model</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ HRS: Demand site - Refueling station ➢ HSC: Refueling Station – Production
		Han et al. 2012 Itaoka et al. 2019 Ogumeran et al. 2018
		Nicholas and Ogden 2006 Kuby et al. 2009 Itaoka et al. 2019 Li et al. 2019 Lin et al. 2020
		Almansoori and Shah 2009 Kim and Kim, 2016 Bique and Zondervan, 2018 Talebian et al. 2019 Stephens-Romero et al. 2010 Zhao et al. 2019
		Choo and Boo, 2007 Kim et al., 2008 Boo et al. 2009 Kim et al. 2019 Seo et al. 2020 Choi et al. 2021
		Santos et al. 2011 Willing et al. 2017 Wu et al. 2020
		Bagloee et al. 2017 Erdogan et al. 2019
		Multiple user options

(2) Yêu Cầu và Tính Năng Cốt Lõi

Cho phép phân tích và lập hoạch dài hạn trên toàn quốc

Domain	Design Requirements <i>Expert Interview</i>	Design Features <i>Literature survey</i>
DR1 Enable country level long-term planning	<ul style="list-style-type: none">• Needs for national level station deployment results considering the growing demand of FCEVs• Consider both central government and local municipalities as users• Create scenarios for multiple periods and conditions	<p>Spatial scope > National and local</p> <p>Temporal scope > Diversified</p> <p>Han et al. 2012 Itaoka et al. 2019 Ogumeran et al. 2018</p>

- Lập kế hoạch triển khai HRS cấp quốc gia, có tính đến sự gia tăng nhu cầu sử dụng Xe nguyên liệu Hydro
- Hướng đến người dùng: chính phủ trung ương chính quyền địa phương.
- Tạo ra các kịch bản cho nhiều giai đoạn và điều kiện khác nhau.
- Phạm vi:
 - Không gian: toàn quốc, thành phố lớn
 - Thời gian: dài hạn, ngắn hạn

(2) Yêu Cầu và Tính Năng Cốt Lõi

Vị trí đặt HRS phải phản ánh cả hai khía cạnh cung - cầu:

Design Requirements	
Domain	Expert Interview
DR2 Consider both demand and supply aspects of HRS location problem	<ul style="list-style-type: none">Include appropriate demand forecasting method for creating future scenariosConsider each echelon of hydrogen supply chain: resource, production, storage, transportation, and use
Design Features	
Literature survey	
Demand > Forecasting	Nicholas and Ogden 2019
Supply > Hydrogen supply chain (HSC) design	Kuby et al. 2009
Two-step model ➤ HRS: Demand site - Refueling station ➤ HSC: Refueling Station – Production	Itaoka et al. 2019 Li et al. 2019 Lin et al. 2020

- Chia bài toán thành giai đoạn (nhu cầu - cung ứng). Tập trung giải quyết vấn đề nhu cầu và cung ứng hiệu quả.
- Dự báo nhu cầu trong tương lai (theo kịch bản)
- Xem xét từng phần của chuỗi cung ứng hydro: tài nguyên, sản xuất, lưu trữ, vận chuyển và sử dụng

(2) Yêu Cầu và Tính Năng Cốt Lõi

Phản ánh điều kiện nội địa

Domain	Design Requirements	Expert Interview
	DR3 Reflect domestic context for demand and candidate station site, and supply chain	
Design Features	Literature survey	
➤ HRS: Demand points and candidate station sites	Almansoori and Shah 2009 Kim and Kim, 2016 Bique and Zondervan, 2018 Talebian et al. 2019 Stephens-Romero et al. 2010 Zhao et al. 2019	
➤ HSC: Available options on hydrogen production, storage, transportation	Choo and Boo, 2007 Kim et al., 2008 Boo et al. 2009 Kim et al. 2019 Seo et al. 2020 Choi et al. 2021	
➤ HSC: Implementation plan from the government and local municipalities		

Nhận vào DSS những biến số thực tế thì phản ánh điều kiện nội địa:

- **Nhu cầu, vùng nghiên cứu, chuỗi cung ứng**
 - **HRS: Địa điểm có nhu cầu nguyên liệu, khu vực muốn xây dựng HRS**
 - **HSC: Công nghệ sản xuất, lưu trữ, vận chuyển Hydro**
- **Thời gian, giai đoạn công nghệ Hydro sẽ được sử dụng, phát triển**
- **Chính sách phát triển của địa phương**

(2) Yêu Cầu và Tính Năng Cốt Lõi

Yêu cầu về hệ thống

Design Requirements	
Expert Interview	
DR4 Create adequate system environment	<ul style="list-style-type: none">• Requires fast system calculation time• Possible real-time route calculation
DR5 Develop user-centered DSS	<ul style="list-style-type: none">• Make users accessible without any other program installation• Consider multiple DSS users and reflect their viewpoints
Design Features	
Literature survey	
Web-based system	Santos et al. 2011 Willing et al. 2017 Wu et al. 2020
Multiple user options	Bagloee et al. 2017 Erdogan et al. 2019

Lấy người dùng làm trung tâm

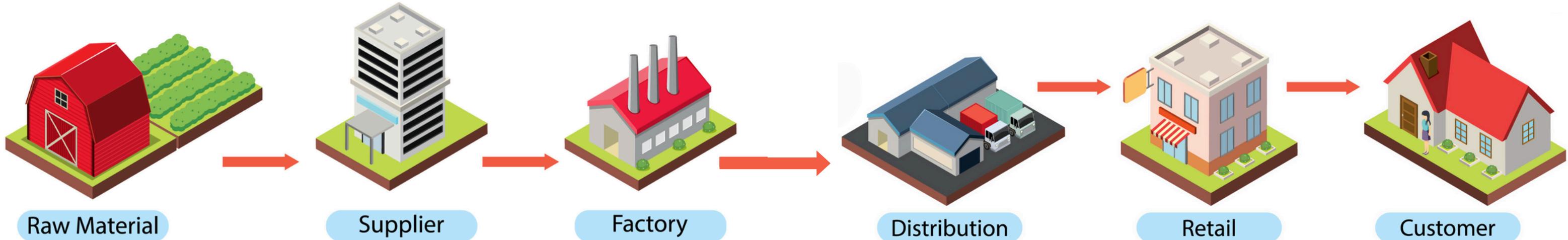
- Tính dễ tiếp cận
- Hỗ trợ đa dạng vai trò người dùng

Điều kiện:

- Có thời gian xử lý nhanh.
- Khả năng tối ưu hóa tuyến đường (route optimization) dựa trên thông tin giao thông thời gian thực

(3) Áp Dụng Mô Hình Tối Ưu Hóa để giải quyết bài toán

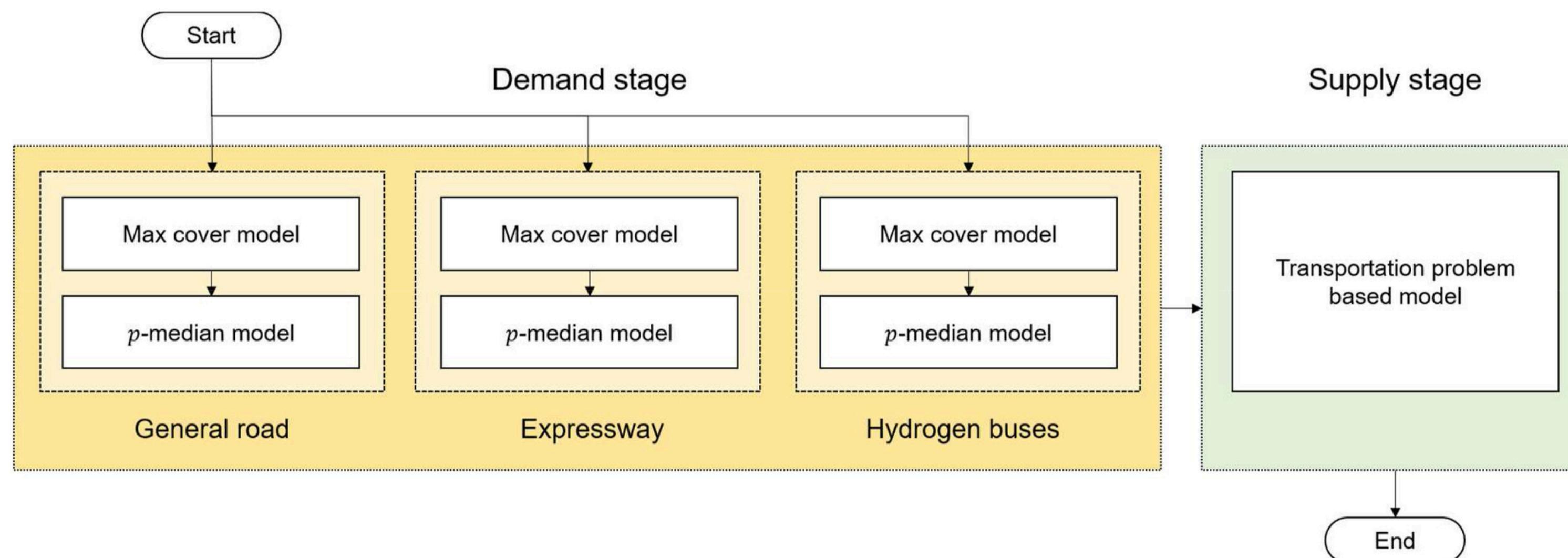
1. Xác định các vị trí tối ưu của các Trạm Nạp Hydro (HRS)
2. Lựa chọn Cơ Sở Sản Xuất (production facility - PF) phù hợp
3. Thiết kế mạng lưới Chuỗi Cung Ứng Hydro (HSC):
 - Từ PF đến HRS
 - Từ HRS đến các điểm nhu cầu (demand point)



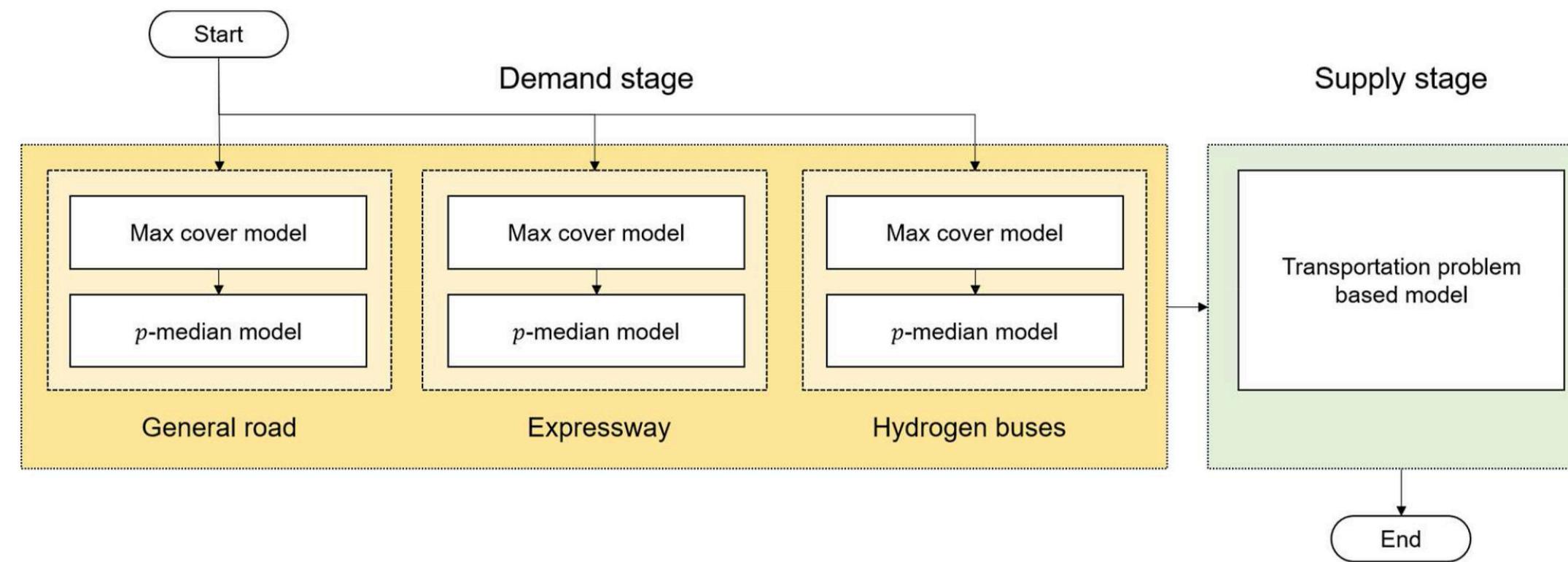


(3) Áp Dụng Mô Hình Tối Ưu Hóa

- Chia bài toán thành 2 giai đoạn
- Các bài toán con sử dụng mô hình toán học



(3) Áp Dụng Mô Hình Tối Ưu Hóa



- **Mô hình Max Cover được sử dụng để tối đa hóa số lượng Phương tiện chạy bằng pin nhiên liệu hydro (HFCV) được chỉ định**
- **Mô hình p-median vị giảm thiểu tổng thời gian di chuyển giữa các phương tiện và trạm tiếp nhiên liệu, đảm bảo triển khai hiệu quả**



(3) Áp Dụng Mô Hình Tối Ưu Hóa

Demand fulfillment stage (giai đoạn nhu cầu):

Mục tiêu:

- Gợi ý vị trí của HRS để tối đa hóa phạm vi phủ sóng của phương tiện sử dụng lõi nguyên liệu Hydro (Hydrogen Fuel Cell Vehicle - HFCV)
- Chỉ định các HFCV cho HRS (hay số HFCV mà HRS đó được lên kế hoạch để phục vụ) sao cho tổng khoảng cách tiếp nhiên liệu cho các HFCV là nhỏ nhất
- Giải quyết với các loại đường



(3) Áp Dụng Mô Hình Tối Ưu Hóa

Demand fulfillment stage (giai đoạn nhu cầu):

Giải Pháp:

- Tối ưu hóa vị trí của HRS dựa trên vị trí của các cơ sở hạ tầng cung cấp nguyên liệu cho nó
- Nhóm tác giả sử dụng 2 mô hình: Max cover model, p-median model
 - Max cover model: Tập trung tối đa hóa độ phủ (cover) các HFCV với số HRS cho trước.
 - p-median model: Tập trung giảm thiểu chi phí vận chuyển (khoảng cách, thời gian) từ HFCV đến số HRS cho trước.

(3) Áp Dụng Mô Hình Tối Ưu Hóa

Demand fulfillment stage (giai đoạn nhu cầu):

Max cover model

Mục tiêu:

- Tối đa số lượng HFCV được chỉ định cho HRS (hay phục vụ được nhiều HFCV nhất với số HRS tối ưu nhất)

Ràng buộc:

- Quy mô nhu cầu (demand size) tại mỗi điểm nhu cầu (demand point)
- Số HRS có thể lắp đặt
- Số bộ sạc Hydro có thể lắp đặt
- Số HRS hiện có
- Tính phù hợp: hạn chế khoảng cách giữa điểm nhu cầu và địa điểm cần đặt HRS, tính sẵn có của bộ sạc hydro hóa lỏng tại địa điểm cần đặt HRS

(3) Áp Dụng Mô Hình Tối Ưu Hóa

Demand fulfillment stage (giai đoạn nhu cầu):

p-median model

Mục tiêu:

- Giảm thiểu tổng khoảng cách giữa HRS và điểm nhu cầu (demand point)

Ràng buộc:

- Tương tự như mô hình Max cover
- Phải thỏa kết quả về độ phủ lấy từ mô hình Max cover

(3) Áp Dụng Mô Hình Tối Ưu Hóa



Demand fulfillment stage (giai đoạn nhu cầu):

Kết quả giai đoạn đầu:

- Kế hoạch triển khai HRS và phân bổ điểm nhu cầu (demand point) cho HRS
- Xác định được lượng hydro cần thiết để tiếp nhiên liệu cho HFCV của mỗi HRS.

(3) Áp Dụng Mô Hình Tối Ưu Hóa



Supply fulfillment stage (giai đoạn cung ứng):

Mục tiêu:

- Giảm thiểu chi phí vận chuyển, bằng cách phân bổ vị trí giữa Các Cơ Sở Sản Xuất (production facility - PF) với vị trí của các HRS đã được xác định

=> Tối ưu hóa chi phí vận chuyển, trong khi vẫn thỏa lượng hydro cần thiết của mỗi HRS

(3) Áp Dụng Mô Hình Tối Ưu Hóa

Supply fulfillment stage (giai đoạn cung ứng):

Transportation problem-based model

Mục tiêu:

- Giảm thiểu tổng chi phí vận chuyển giữa PF và HRS
- Giảm thiểu tổng chi phí xây dựng các HRS bổ sung thêm. Các HRS này có thể hoạt động như các PF.



(3) Áp Dụng Mô Hình Tối Ưu Hóa

Supply fulfillment stage (giai đoạn cung ứng):

Transportation problem-based model

Ràng buộc:

- Số PF hiện có
- Phải đảm bảo năng lực sản xuất và khả năng vận chuyển của PF
- Các lượt vào và lượt ra của các phương tiện tại các điểm HRS phải bằng nhau

(3) Áp Dụng Mô Hình Tối Ưu Hóa



Kết quả toàn bộ quá trình:

- Kế hoạch triển khai HRS và phân bổ điểm nhu cầu (demand point) cho HRS
- Lượng hydro cần thiết để tiếp nhiên liệu cho các HFCV của mỗi HRS
- Sự phân công giữa các HRS và HFCV
- Sự phân công giữa các HRS và PF
- Xem xét số lượng HRS sẽ cần được xây dựng thêm (vào giai đoạn sau) để hoạt động như một PF

Áp Dụng Khung Làm Việc DSR

Thiết kế



Sau khi Xác định được vấn đề

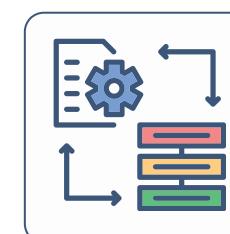
- (2) Tìm Yêu cầu, Tính năng
- (3) Tìm Mô hình tối ưu để giải quyết bài toán (2 giai đoạn, 3 Mô hình)



(4) Mô hình hóa Hệ thống

- Áp dụng kết quả để thiết kế DSS
- DSS sẽ làm việc như thế nào? Cấu trúc hệ thống? Mô hình Dữ liệu?

Phát triển và Đánh giá



(5) Phát triển Hệ thống

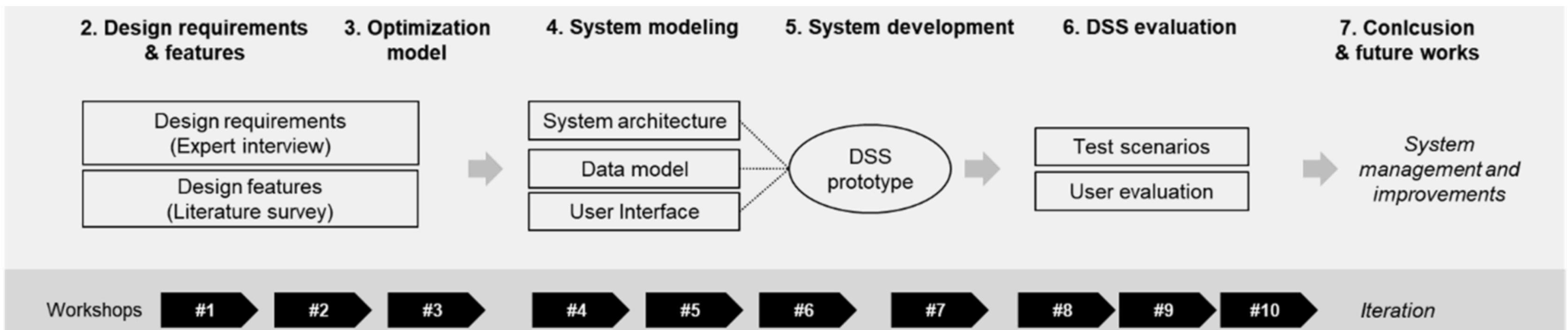
- Sử dụng công nghệ gì?
- UI và Function



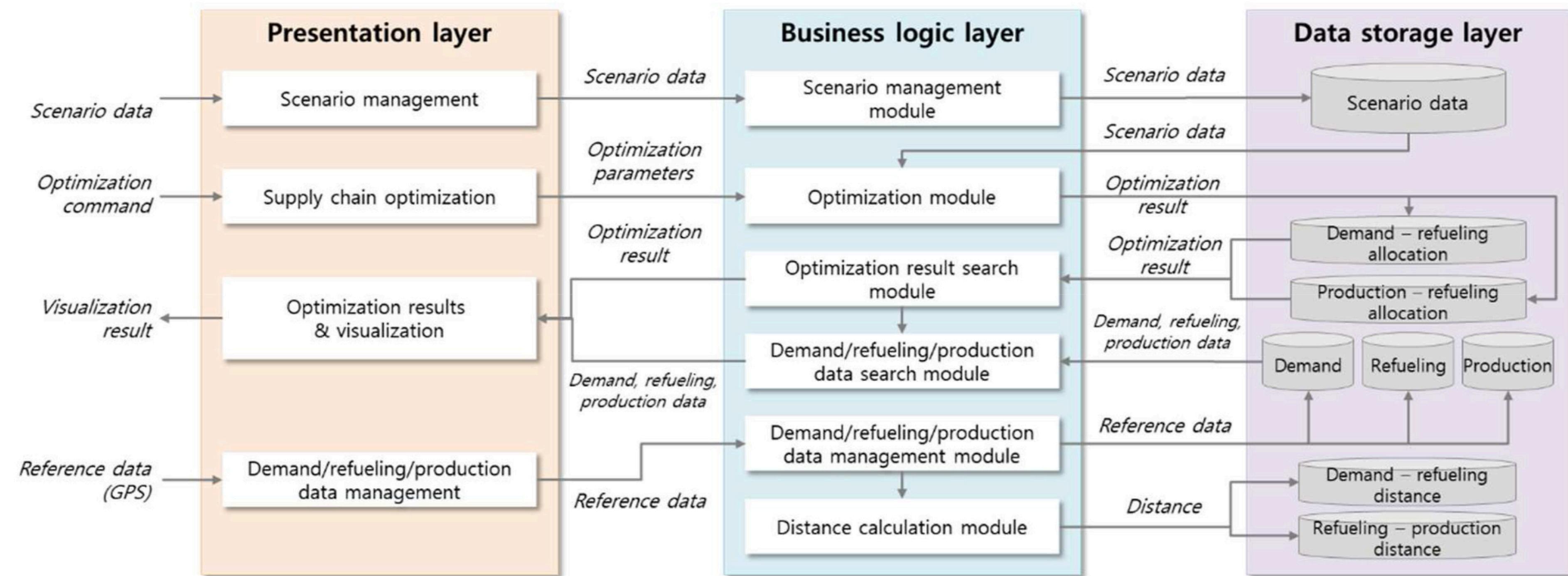
(6) Đánh giá Hệ thống

- Đáng giá của người dùng với 2 kịch bản

(7) Kết và Hướng phát triển

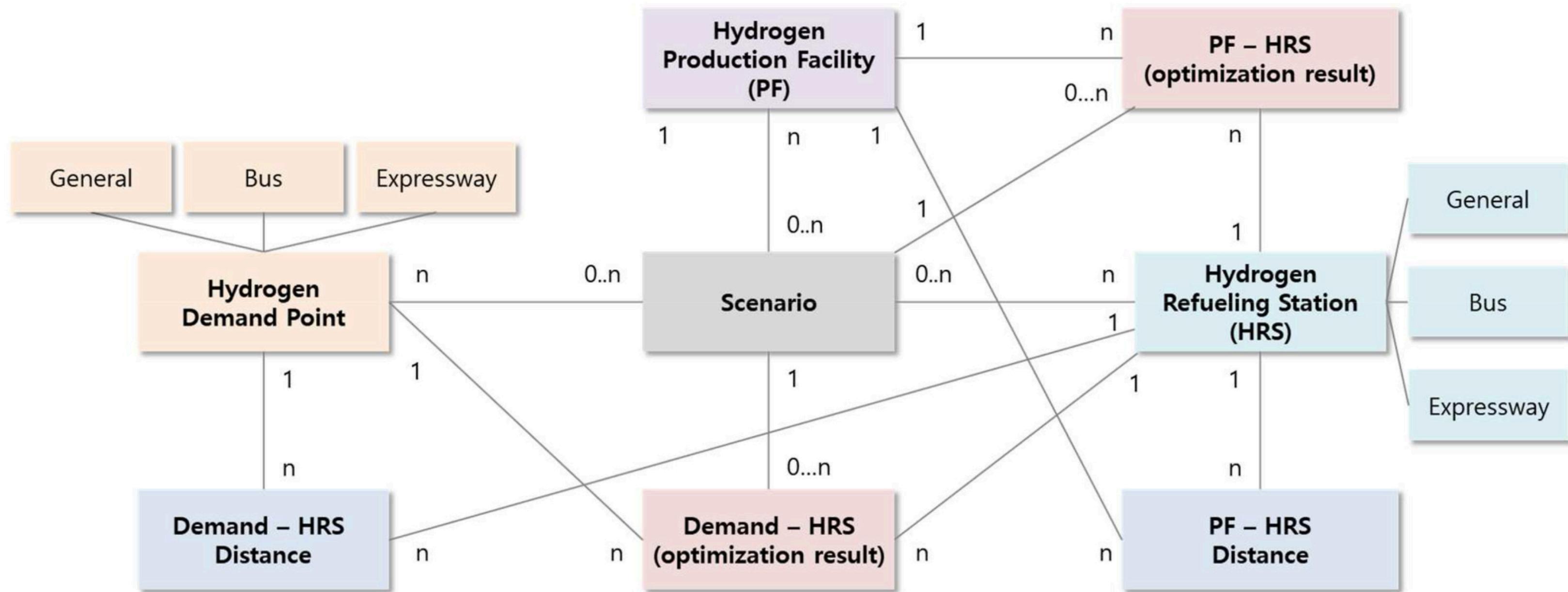


(4) Mô hình hóa Hệ thống (System modeling)



(4) Mô hình hóa Hệ thống

Entity Relation Diagram - ERD



Áp Dụng Khung Làm Việc DSR

Thiết kế



Sau khi Xác định được vấn đề

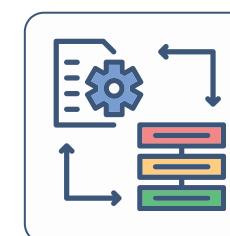
- (2) Tìm Yêu cầu, Tính năng
- (3) Tìm Mô hình tối ưu để giải quyết bài toán (2 giai đoạn, 3 Mô hình)



(4) Mô hình hóa Hệ thống

- Áp dụng kết quả để thiết kế DSS
- DSS sẽ làm việc như thế nào? Cấu trúc hệ thống? Mô hình Dữ liệu?

Phát triển và Đánh giá



(5) Phát triển Hệ thống

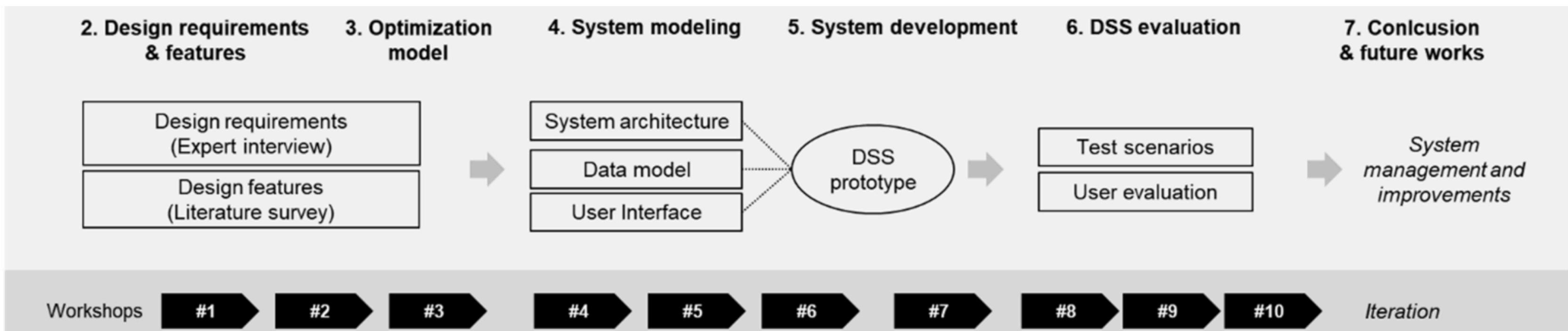
- Sử dụng công nghệ gì?
- UI và Function



(6) Đánh giá Hệ thống

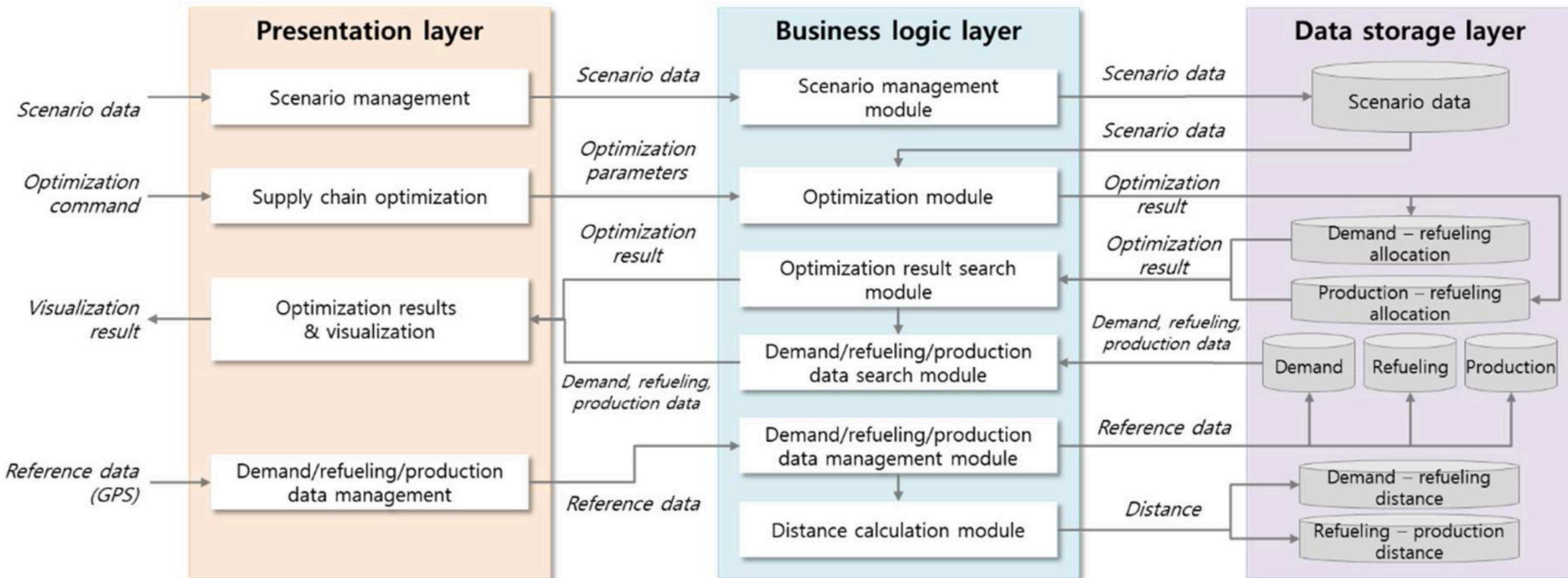
- Đáng giá của người dùng với 2 kịch bản

(7) Kết và Hướng phát triển



(5) Phát triển Hệ thống

Development Specification

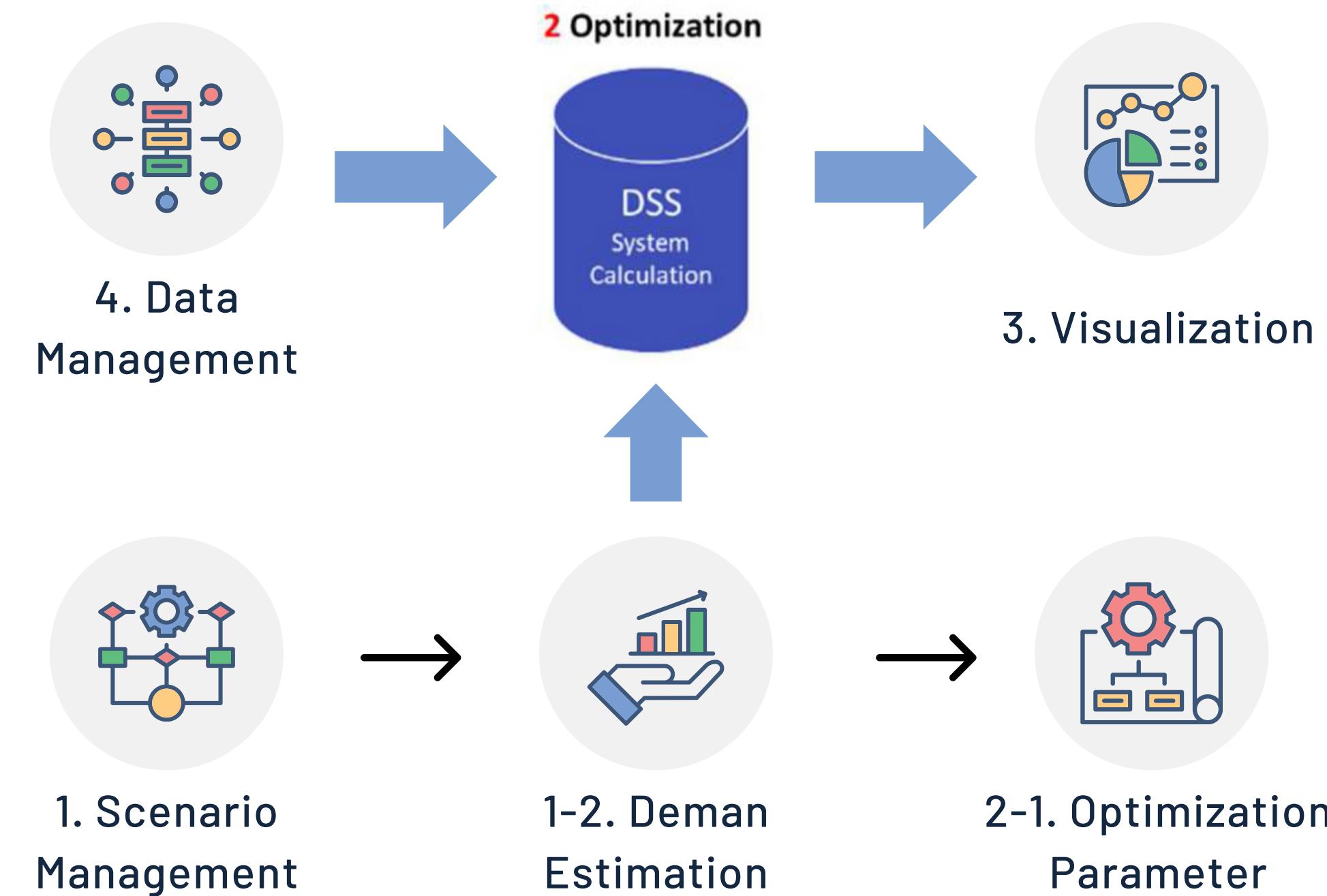


*Development
Specification*

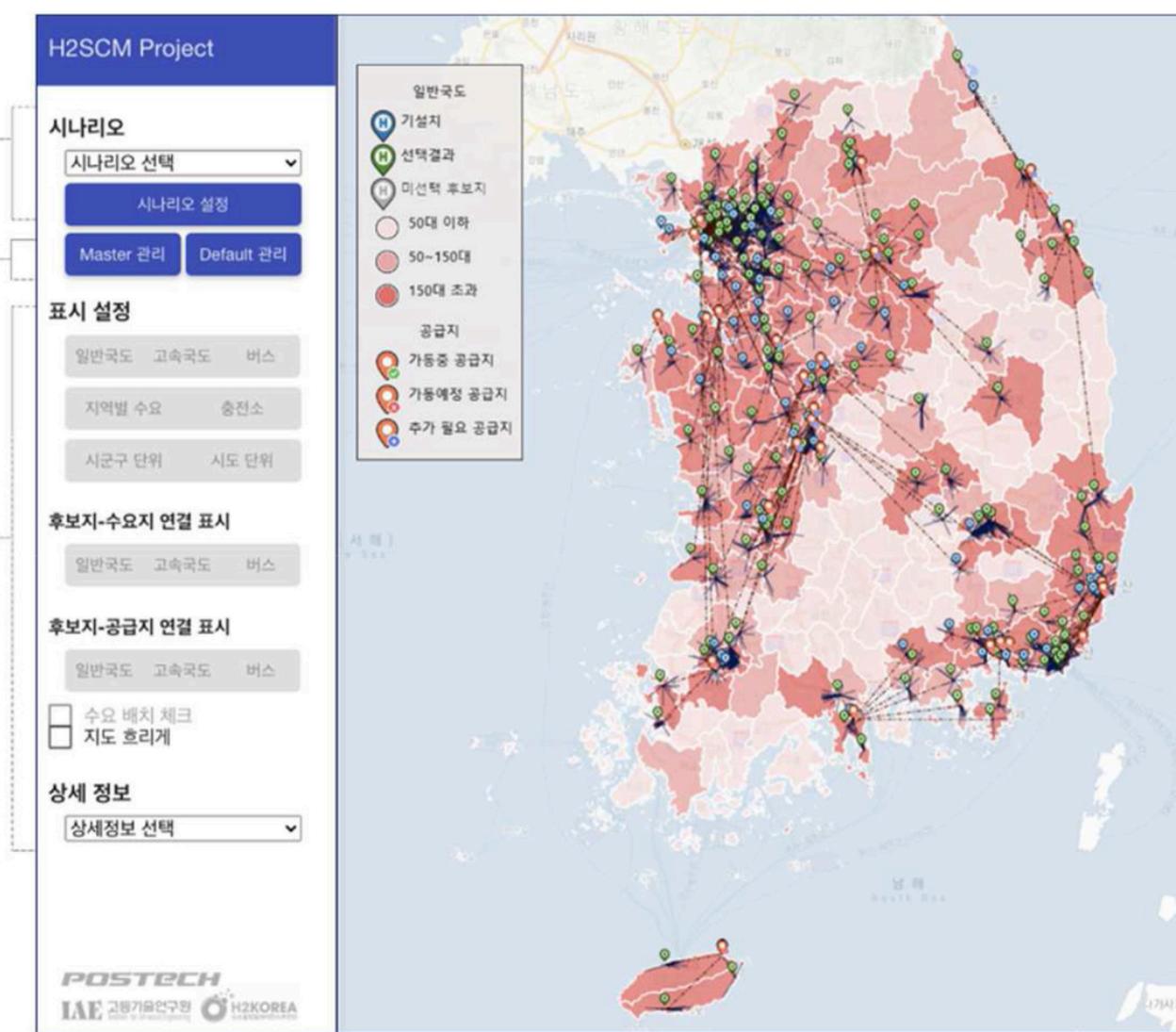
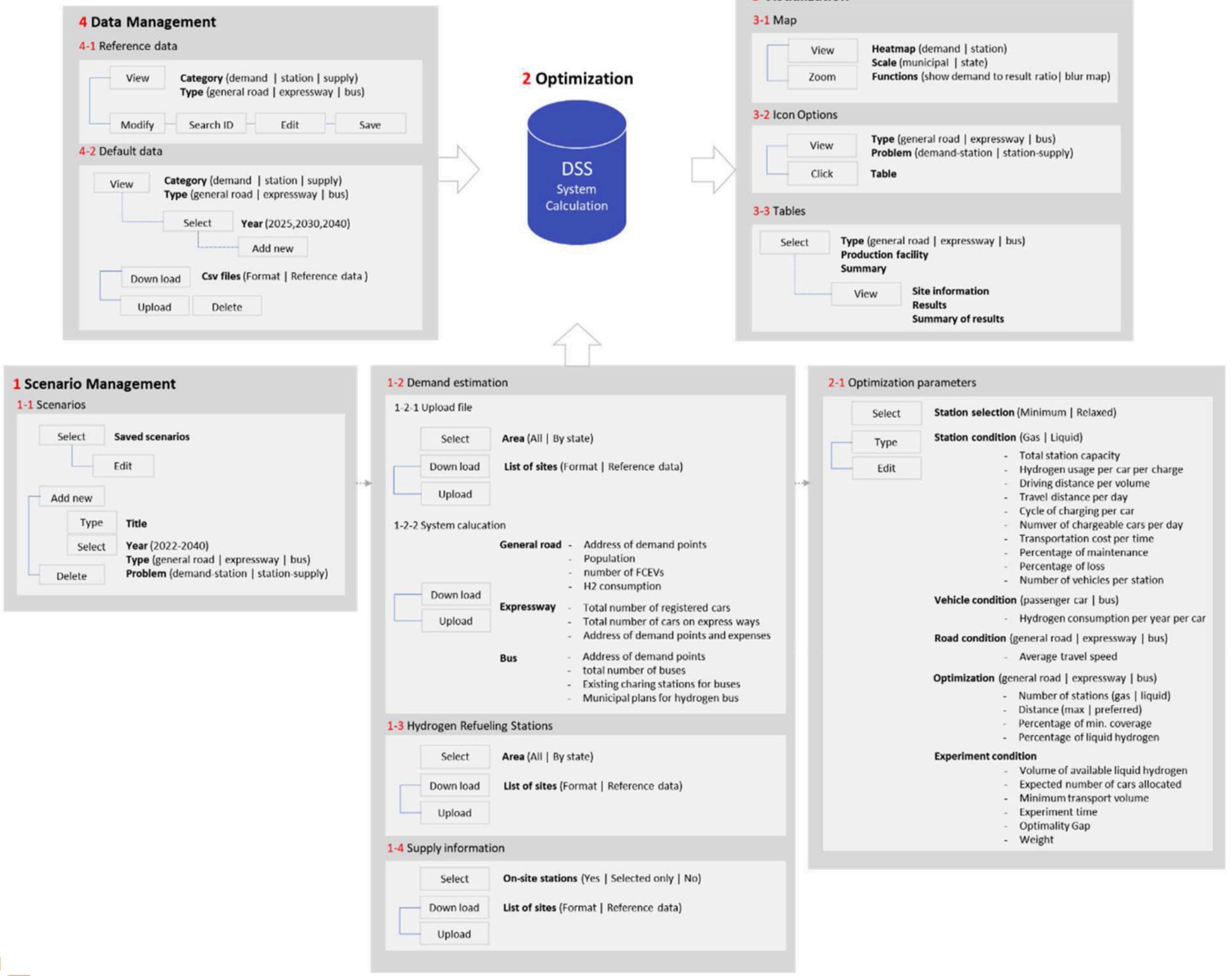


(5) Phát triển Hệ thống

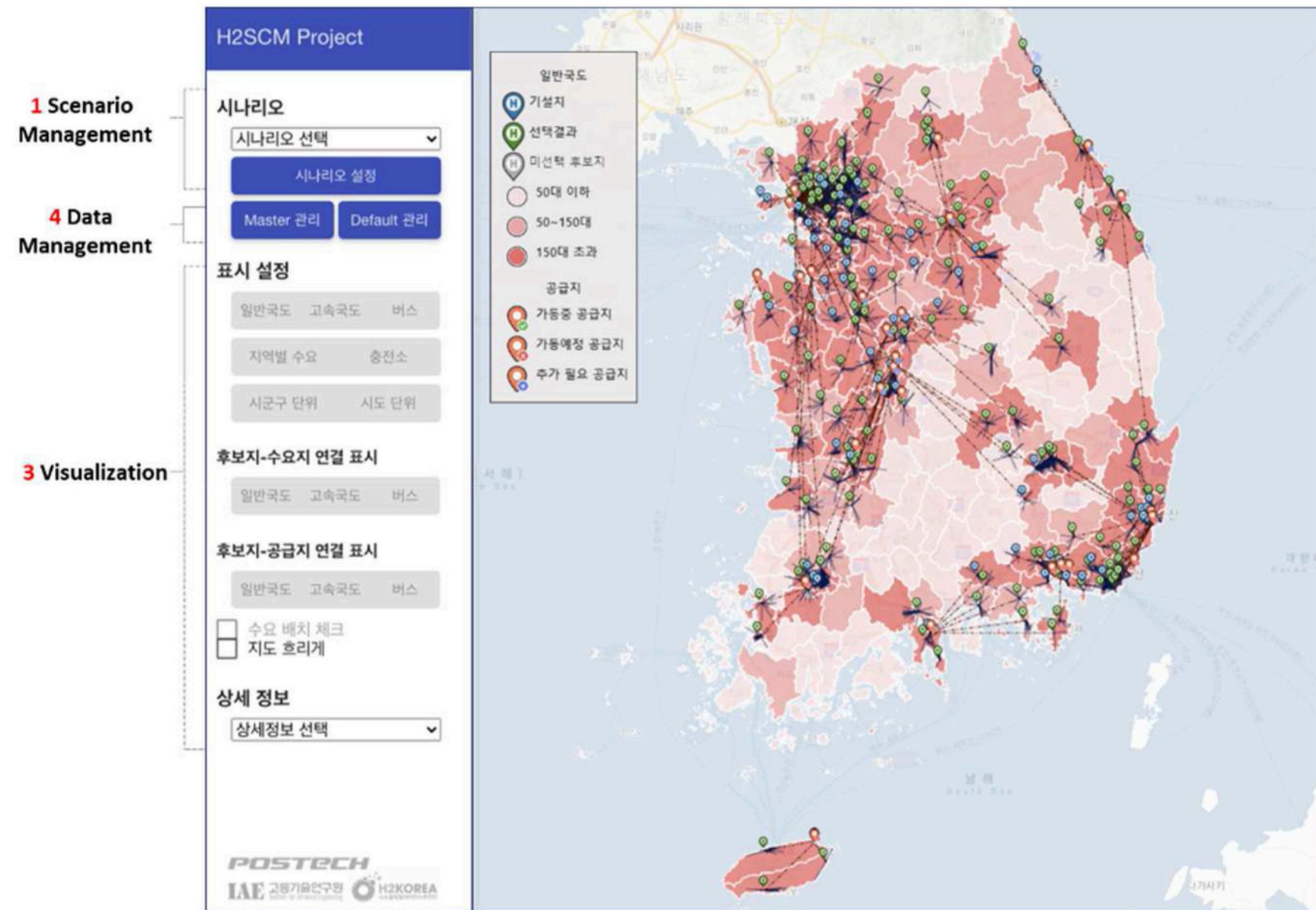
User interface and functions



(5) Phát triển Hệ thống



(5) Phát triển Hệ thống

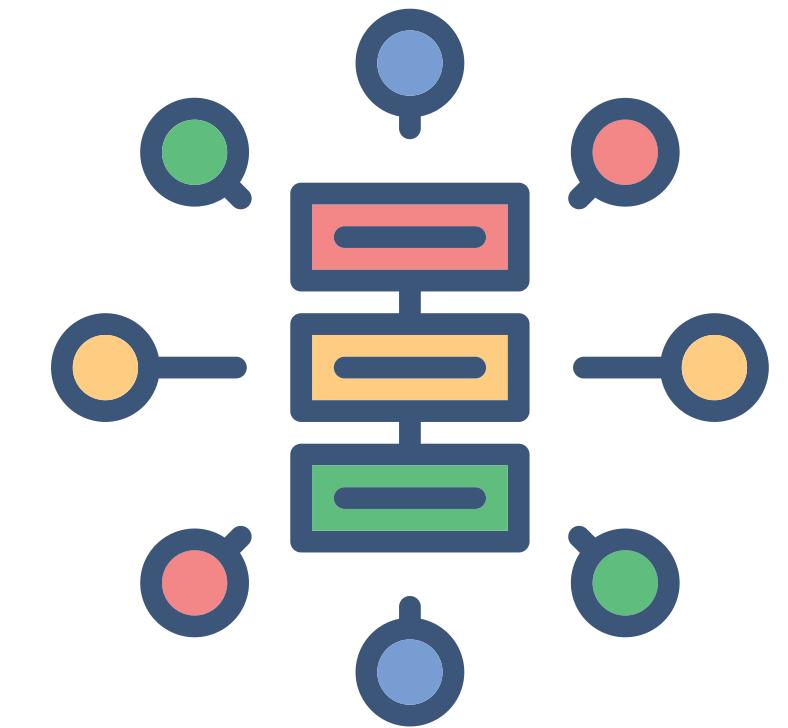


04

Đánh Giá Thực Nghiệm

Thiết lập kịch bản

Đánh giá của người dùng cho Kết quả thu được



4.1 Thiết lập kịch bản



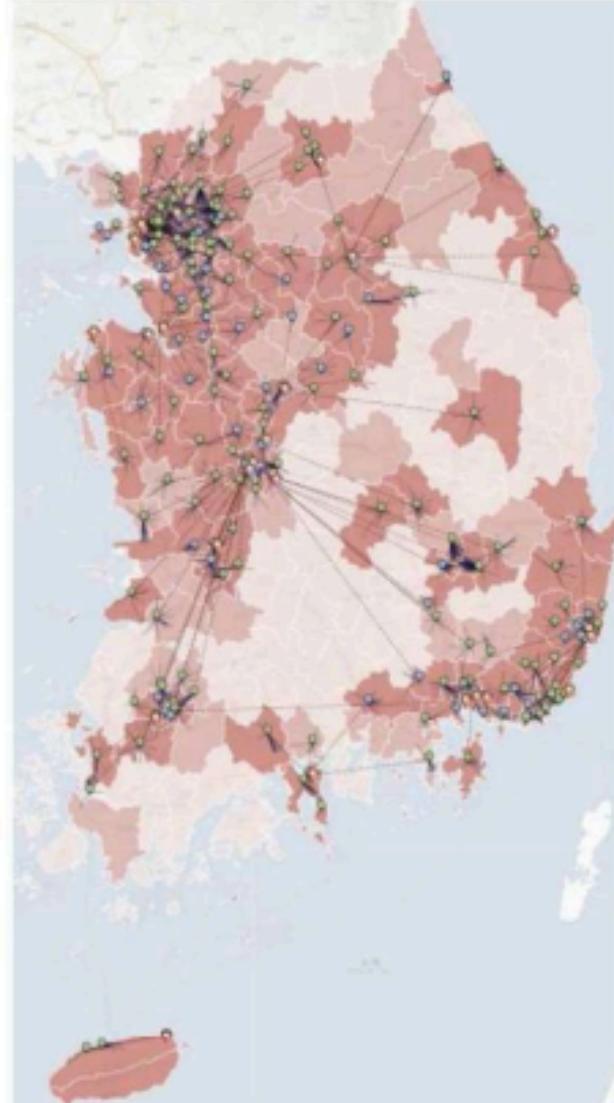
Table 1 – Test scenarios.

Options	Year	Scenario A		Scenario B	
		2025	2030		
Demand Estimation	Passenger Cars	200,000 (car)	30,000 (ton)	835,000 (car)	125,250 (ton)
	Bus	4600 (car)	44,620 (ton)	20,000 (car)	194,000 (ton)
	Taxi	100 (car)	81 (ton)	10,000 (car)	8100 (ton)
	Truck	900 (car)	4500 (ton)	10,000 (car)	50,000 (ton)
	Total	79,201 (ton)		377,350 (ton)	
Hydrogen Supply Chain (HSC)	Production method	By-product/Steam reforming		By-product/Steam reforming	
	Production facility (PF)	20		21	
	Possible on-site HRSs	750		750	
	Hydrogen type	Gas	Liquid	Gas	Liquid
	Transportation mode	Tube trailer	Tank truck	Tube trailer	Tank truck
	Transportation cost	1 (KRW)	1.527 (KRW)	1 (KRW)	1.527 (KRW)
Hydrogen Refueling Station (HRS)	Max. Number of stations by type	450	170	660	70
	Default capacity per station	0.5 (ton/day)	0.5 (ton/day)	0.5 (ton/day)	0.5 (ton/day)
	Total number of stations	450		660	

Kết quả



Scenario A



General road

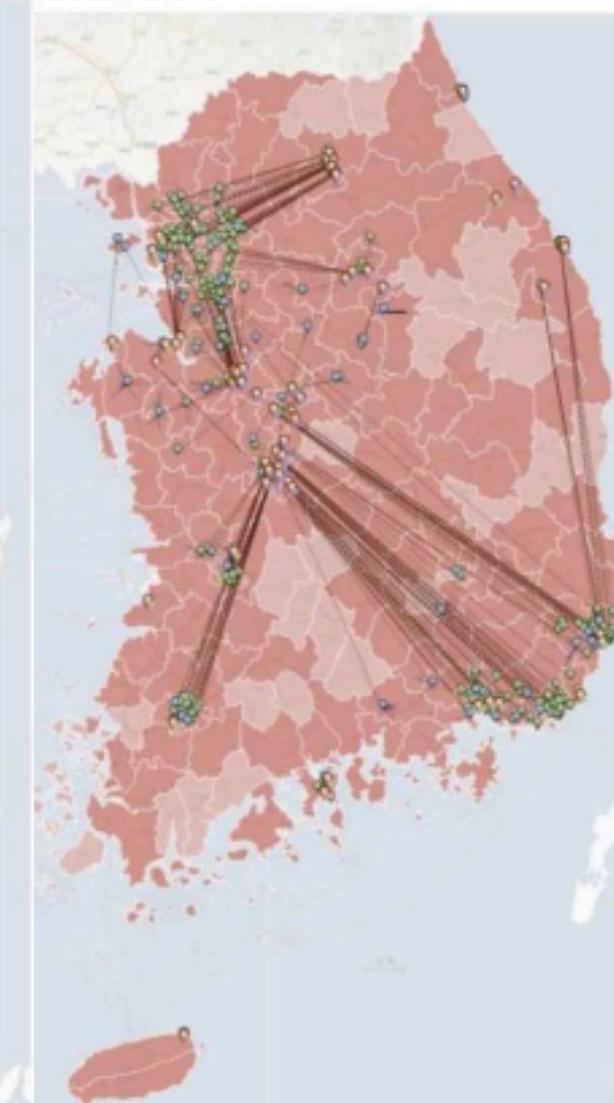


Expressway



Bus

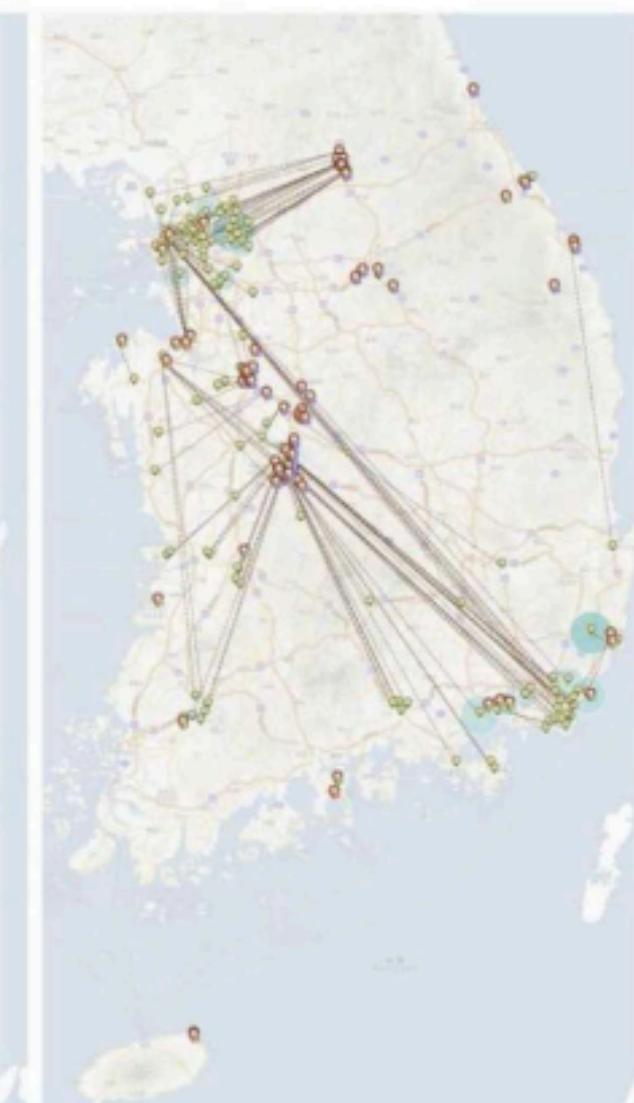
Scenario B



General road



Expressway



Bus

Kết quả của Kịch bản A và B, các địa điểm ứng cử viên được chọn
và nguồn cung cấp hydro cho các trạm.

Kết quả

(Scenario A) HRS deployment and HSC optimization in 2025, national-level

	General road	Expressway	Bus	Production facility
No. of demand points	3,434	206	352	-
No. of candidate sites	7,599	206	416	8 (onsite)
No. of production facility	-	-	-	20
Total no. of charging facility		450		-
Total no. of selected stations		450		-
No. of selected stations	224	128	98	-
No. of gas stations	157	128	80	-
No. of liquid stations	67	0	18	-
Total no. of cars allocated	230,199	89,745	4,600	324,544
No. of covered demand (cars)	226,586	89,426	4,400	320,412
Ratio of covered demand	98.4%	99.6%	95.7%	98.7%
Total hydrogen transported (ton/day)	34	13.4	42.2	245
Travel time per car (min)	13.24	11.93	5.03	29.3
Travel distance per car (km)	9.13	11.93	3.84	48.9

(Scenario B) HRS deployment and HSC optimization in 2030, national-level

	General road	Expressway	Bus	Production facility
No. of demand points	3,452	210	368	-
No. of candidate sites	7,615	210	425	57 (onsite)
No. of production facility	-	-	-	21
Total no. of charging facility		660		-
Total no. of selected stations		660		-
No. of selected stations	326	188	146	-
No. of gas stations	315	188	97	-
No. of liquid stations	11	0	49	-
Total no. of cars allocated	1,220,720	476,171	20,000	1,716,891
No. of covered demand (cars)	828,675	368,927	8,102	1,205,704
Ratio of covered demand	67.9%	77.5%	40.5%	70.2%
Total hydrogen transported (ton/day)	124.3	55.3	77.8	703.7
Travel time per car (min)	2.9	3.66	0	50.4
Travel distance per car (km)	2.35	3.66	0	84

Kết quả tối ưu hóa chi tiết xuất hiện trong bảng tóm tắt

Kết quả



Scenario A

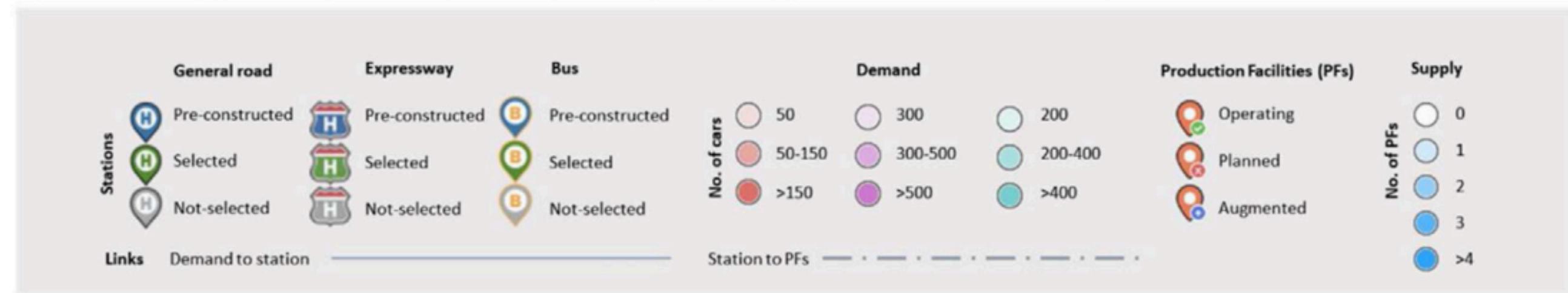
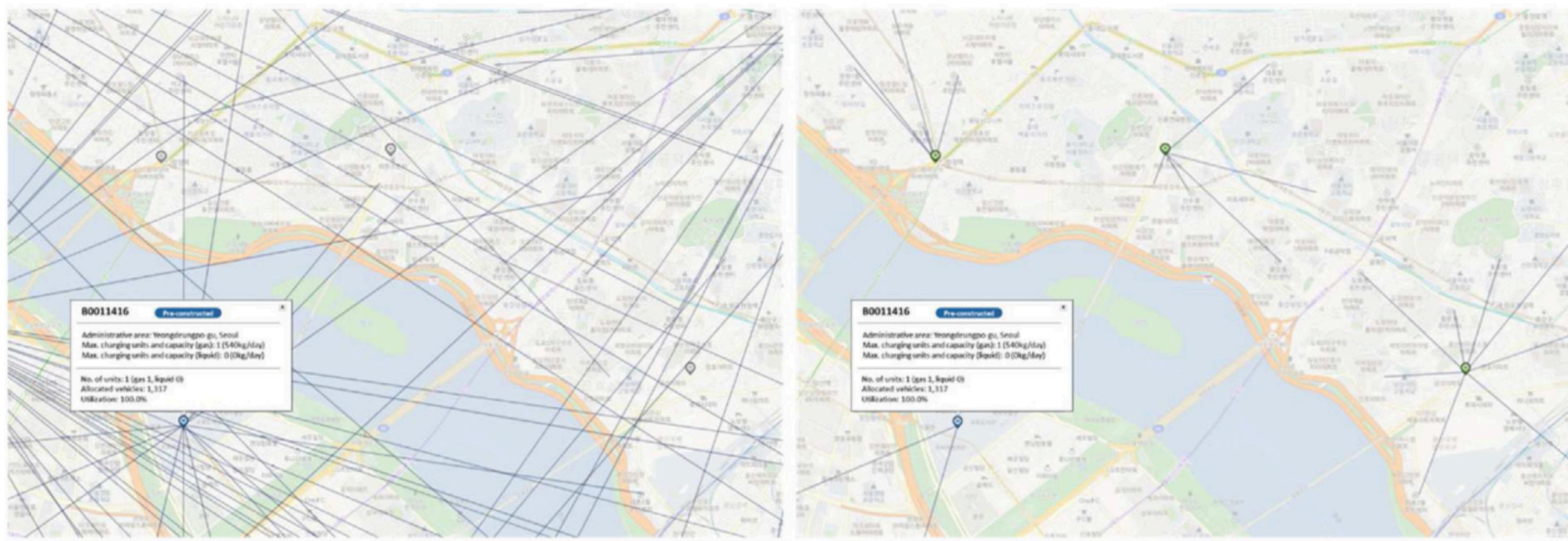


Scenario B



Minh họa sự khác biệt về điểm cầu tối các trạm giữa hai kịch bản trong khu vực đô thị Seoul

Kết quả

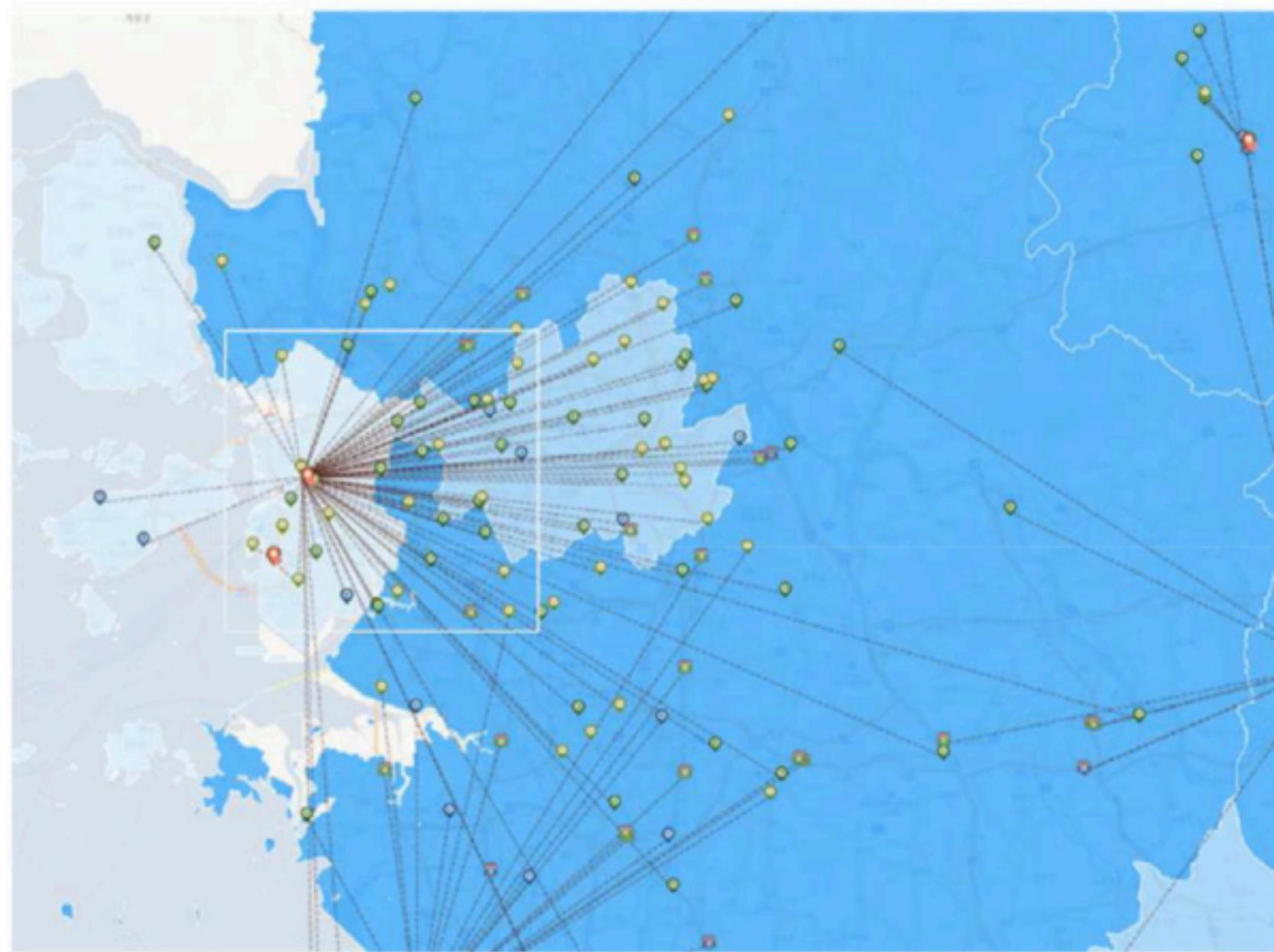


Minh họa sự khác biệt về điểm cầu tới các trạm giữa hai kịch bản trong khu vực đô thị Seoul

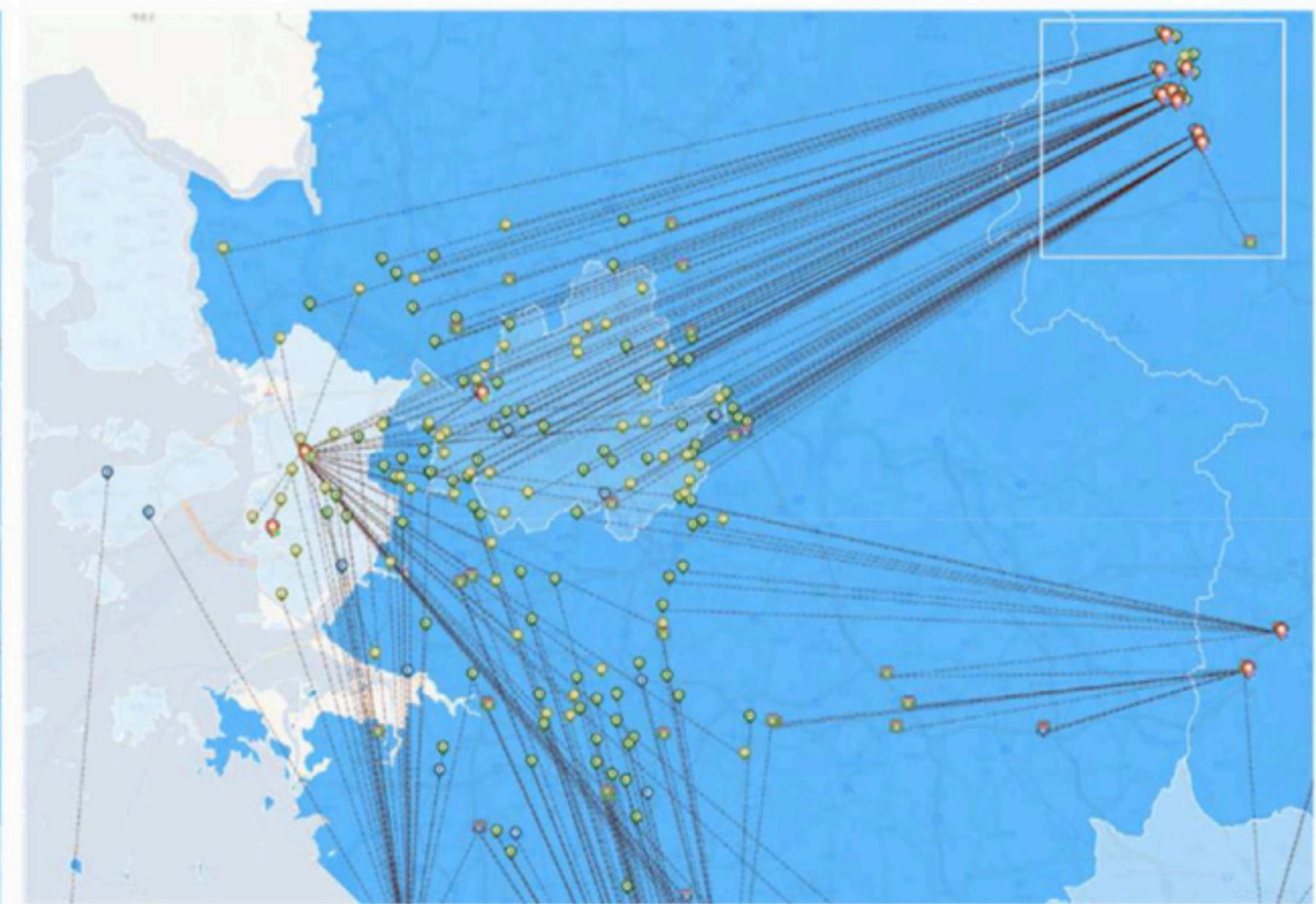
Kết quả



Scenario A



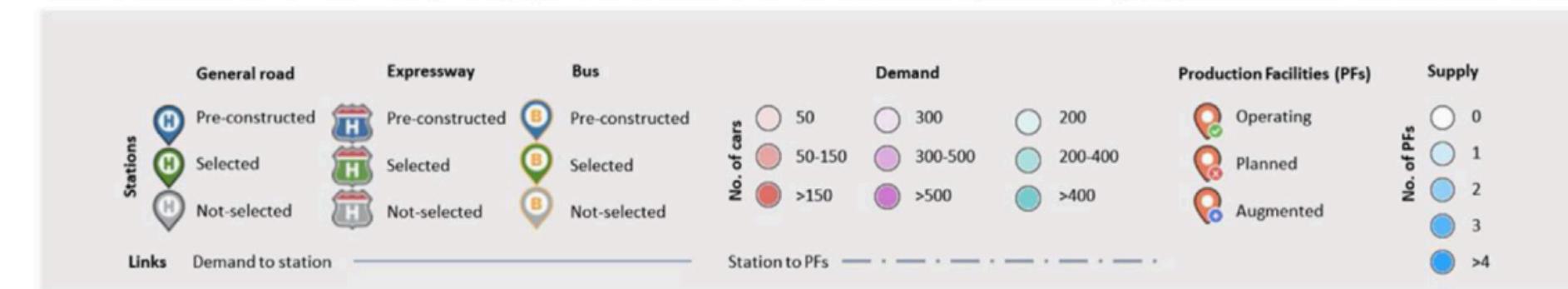
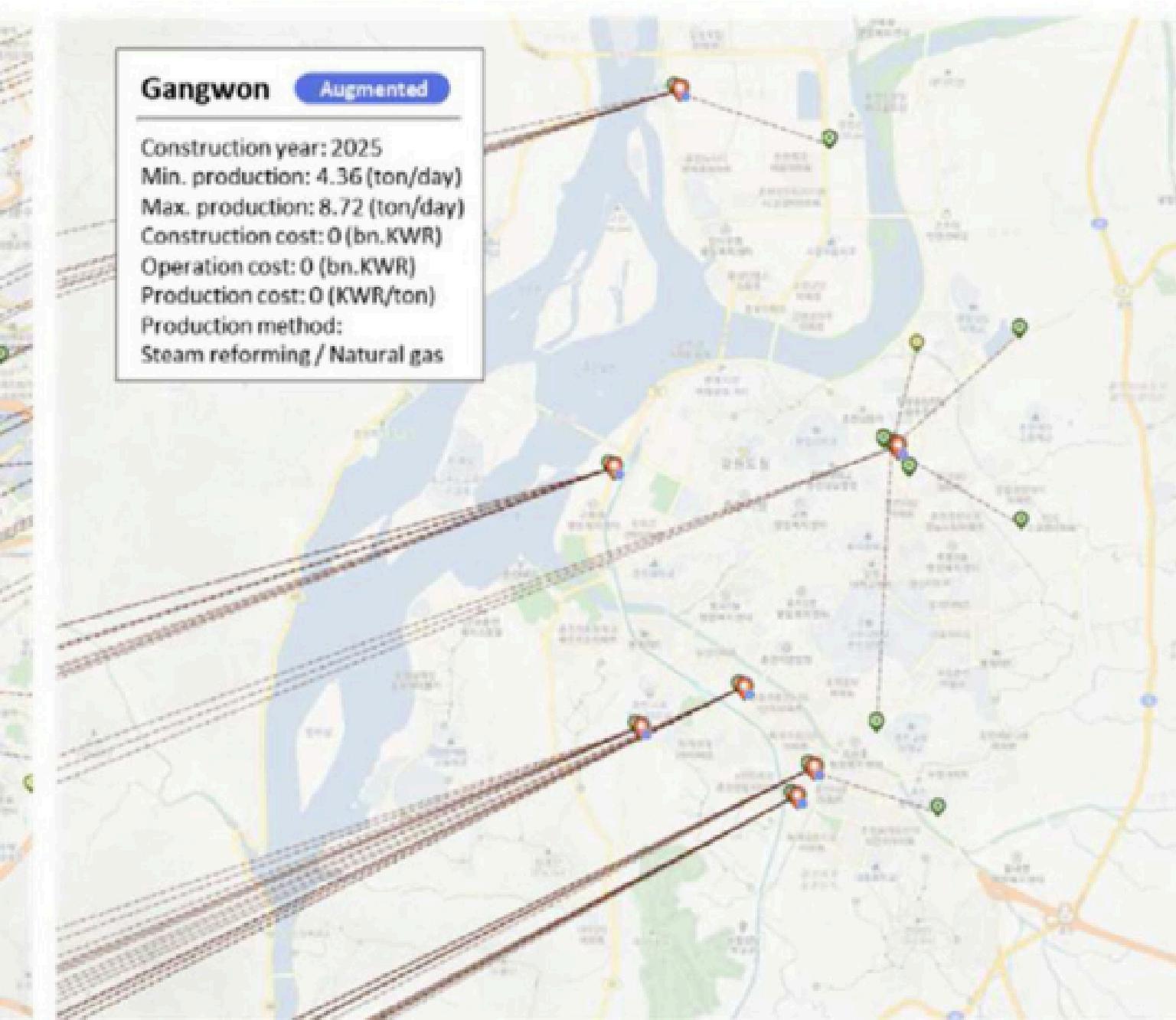
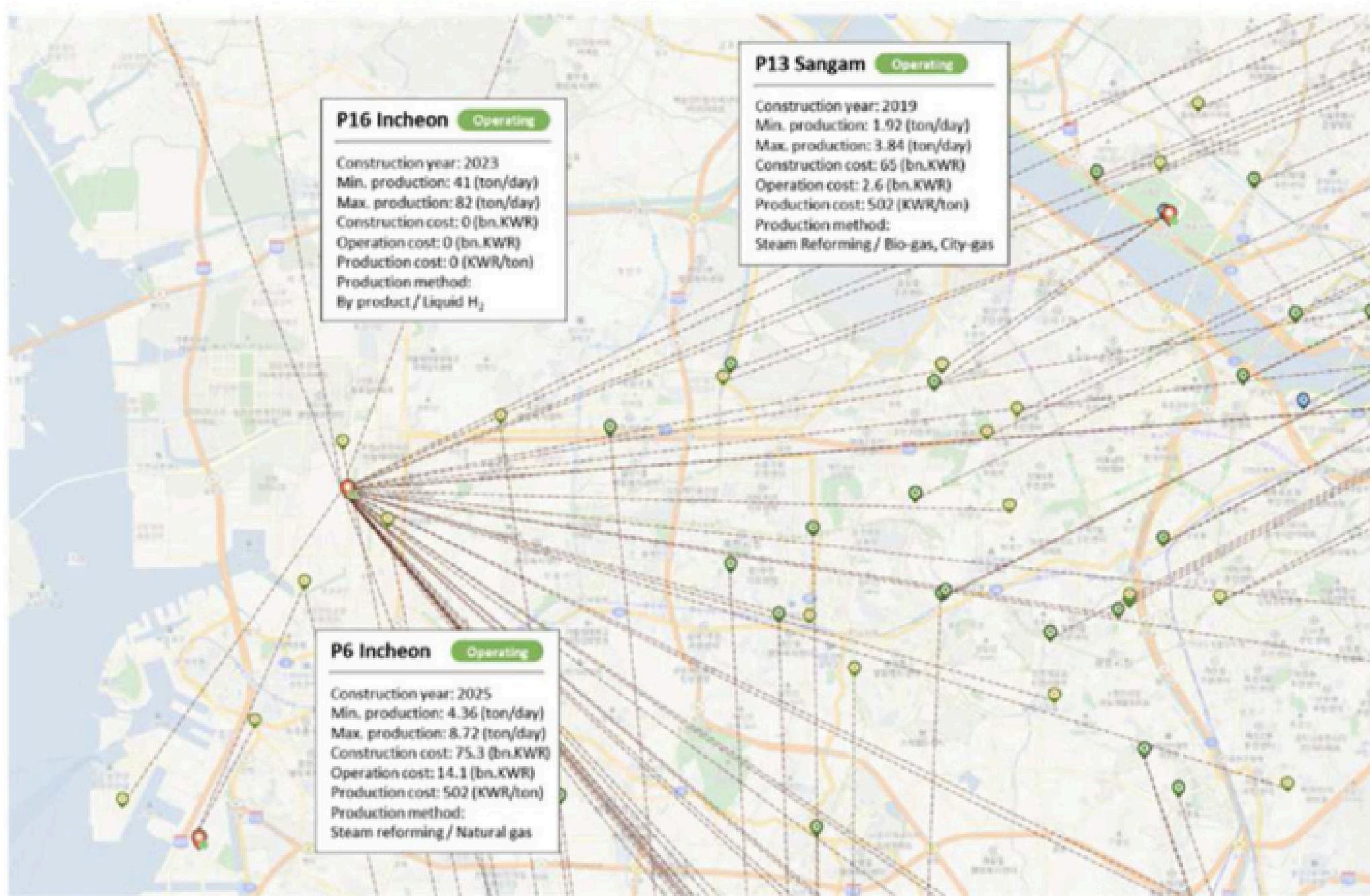
Scenario B



Kết quả của HRSs đối với PFs trong khu vực đô thị Seoul

Kết quả

Kết quả của HRSs đối với PFs trong khu vực đô thị Seoul



4.2 Đánh giá của người dùng



Design Requirements	Design Features	Scenario management	Optimization	Visualization	Data management
DR1 Enable country level long-term planning	Spatial scope > National and local	<input checked="" type="checkbox"/> Designed to select scope of regions for problem solving		<input checked="" type="checkbox"/> Offered regional level heatmap and zoom in functions	<input checked="" type="checkbox"/> Included categories of the region based on the address
	Temporal scope > Diversified	<input checked="" type="checkbox"/> Offered default target years between 2020-2040 and options to type in values		<input checked="" type="checkbox"/> Offered default data by year	
DR2 Consider both demand and supply aspects of HRS location problem	Demand > Forecasting	<input checked="" type="checkbox"/> Included demand calculation module and estimated values	<input checked="" type="checkbox"/> Considered estimated demand as an input for HRS model	<input checked="" type="checkbox"/> Showed heatmap for demand	
	Supply > Hydrogen supply chain (HSC) design	<input checked="" type="checkbox"/> Included location and information of production facilities	<input checked="" type="checkbox"/> Considered stations to HSC model	<input checked="" type="checkbox"/> Showed heatmap for station deployment	
	Two-step model HRS: Demand site - Refueling station HSC: Refueling Station – Production	<input checked="" type="checkbox"/> Designed select function for problem solving	<input checked="" type="checkbox"/> Separated two different modules in system	<input checked="" type="checkbox"/> Designed two different linkages for showing result	<input checked="" type="checkbox"/> Managed two data modules for distance calculation
DR3 Reflect domestic context for demand and candidate station site, and supply chain	HRS: Demand points and candidate station sites	<input checked="" type="checkbox"/> Included existing gas stations and CNG supply chain as candidate sites	<input checked="" type="checkbox"/> Divided general road, expressway, bus	<input checked="" type="checkbox"/> Designed icons and functions in each category	<input checked="" type="checkbox"/> Divided pathways and entities in data model
	HSC: Available options on hydrogen production, storage, transportation	<input checked="" type="checkbox"/> Considered on-site station as production facilities and included options to choose in or out		<input checked="" type="checkbox"/> Offered detail information with icon tables	<input checked="" type="checkbox"/> Included production method, type of hydrogen, and capacity
	HSC: Implementation plan from the government and local municipalities				<input checked="" type="checkbox"/> Included construction year of facilities and future options
DR4 Create adequate system environment	Web-based system	<input checked="" type="checkbox"/> Utilized both node.js and python for fast processing in business logic layer	<input checked="" type="checkbox"/> Considered real-time base map and http request in presentation layer	<input checked="" type="checkbox"/> Used MySQL for data storage layer	
DR5 Develop user-centered DSS	Multiple user options	<input checked="" type="checkbox"/> Offered upload and download functions for CSV files for easier user modification		<input checked="" type="checkbox"/> Created various map visualization and selection options	<input checked="" type="checkbox"/> Offered master data management for system managers

Danh sách kết quả kiểm tra đánh giá của người dùng

4.2 Đánh giá của người dùng



Ưu điểm

- ✓ Hệ thống DSS cung cấp tiện ích cho người dùng về các tình huống và đa dạng tham số, cùng với khả năng trực quan dữ liệu.
- ✓ Hệ thống cho phép kiểm tra vị trí HRS, có thể được kiểm tra trực tiếp trên bản đồ thông qua trực quan hóa (đánh giá cao).
- ✓ DSS phù hợp để triển khai HRS, vì người dùng có thể tạo nhiều kịch bản và phản ánh các thông số khác nhau.
Chức năng chọn của các màn hình là tiện lợi và hữu ích.

Nhược điểm

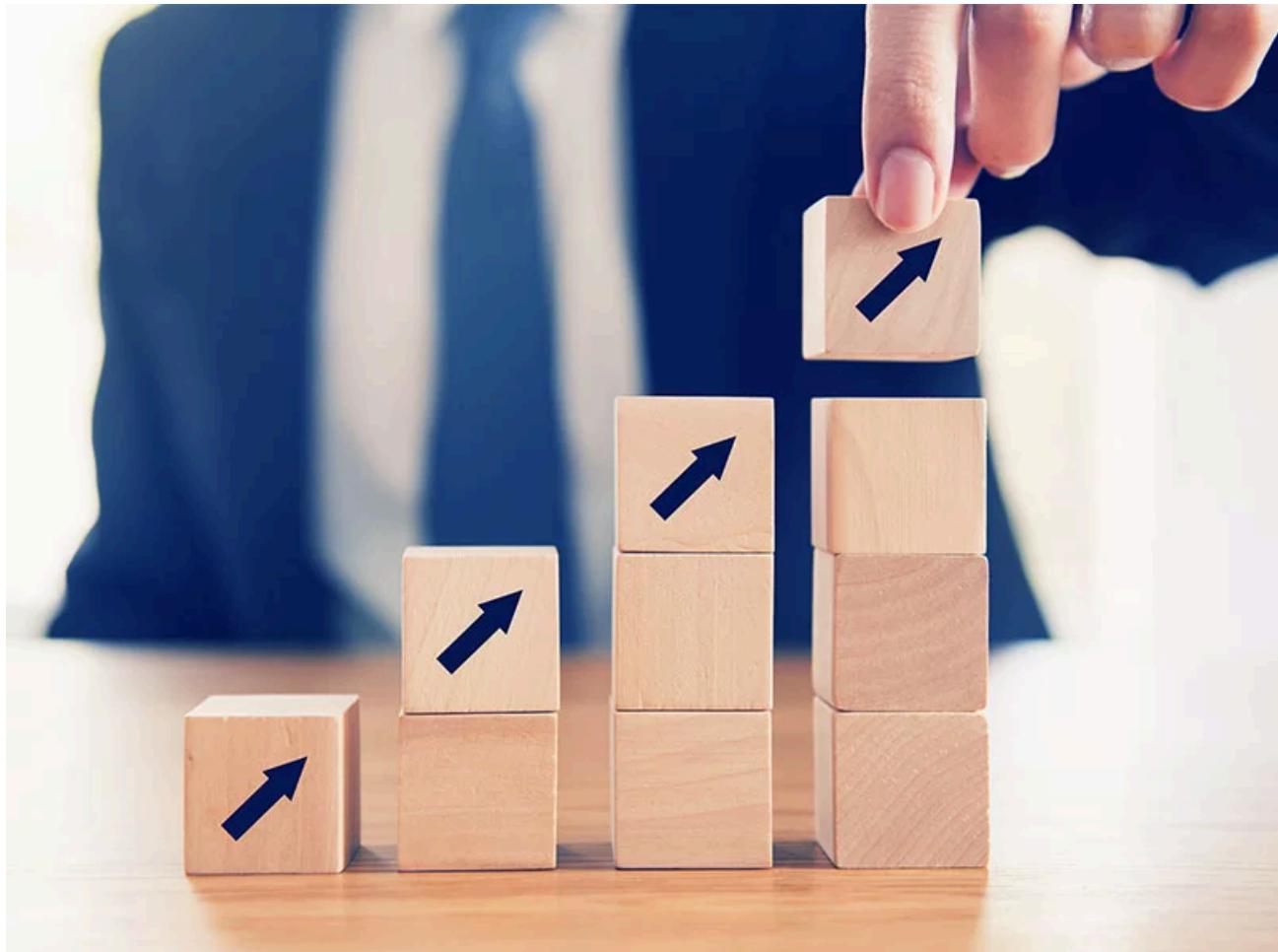
- ✗ Yêu cầu nhiều dữ liệu đầu vào
- ✗ Nhiều tùy chọn, tham số

4.2 Đánh giá của người dùng



Người dùng chỉ ra 5 điểm chính cho việc phát triển DSS trong tương lai:

1. Mở rộng nguồn cung cấp hydro: cải thiện mô hình để phù hợp với công nghệ hóa lỏng và vận chuyển hydro qua đường ống. DSS nên có khả năng tính toán các giải pháp tự cung cấp hydro trong khu vực tại địa phương.
2. Cung cấp thêm thông tin về HRS: bao gồm giá hydro và loại hydro; xem xét các yếu tố ngoài tiêu chí an toàn hiện có khi chọn địa điểm trạm.
3. Quản lý dữ liệu: dữ liệu phải được cập nhật nhanh chóng trong hệ thống DSS thường xuyên để đảm bảo tính chính xác và đồng bộ dữ liệu thời gian thực.



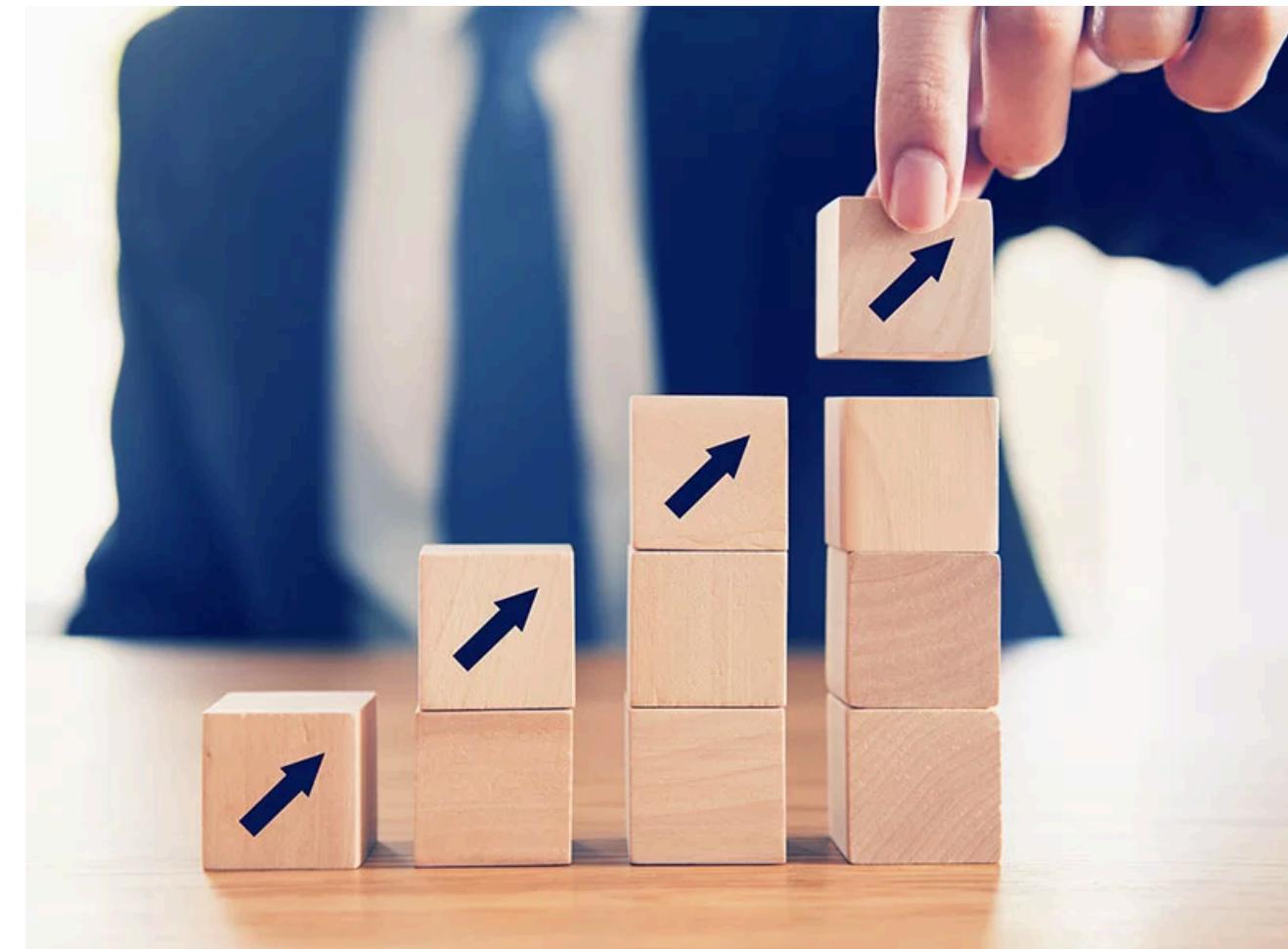
4.2 Đánh giá của người dùng



Người dùng chỉ ra 5 điểm chính cho việc phát triển DSS trong tương lai:

4. Hỗ trợ mô hình kinh doanh: cung cấp bằng chứng thực nghiệm về khả năng tồn tại của doanh nghiệp; thu thập dữ liệu về nhu cầu và lưu lượng truy cập để hỗ trợ ra quyết định; điều chỉnh mức độ công khai thông tin để bảo vệ doanh nghiệp.

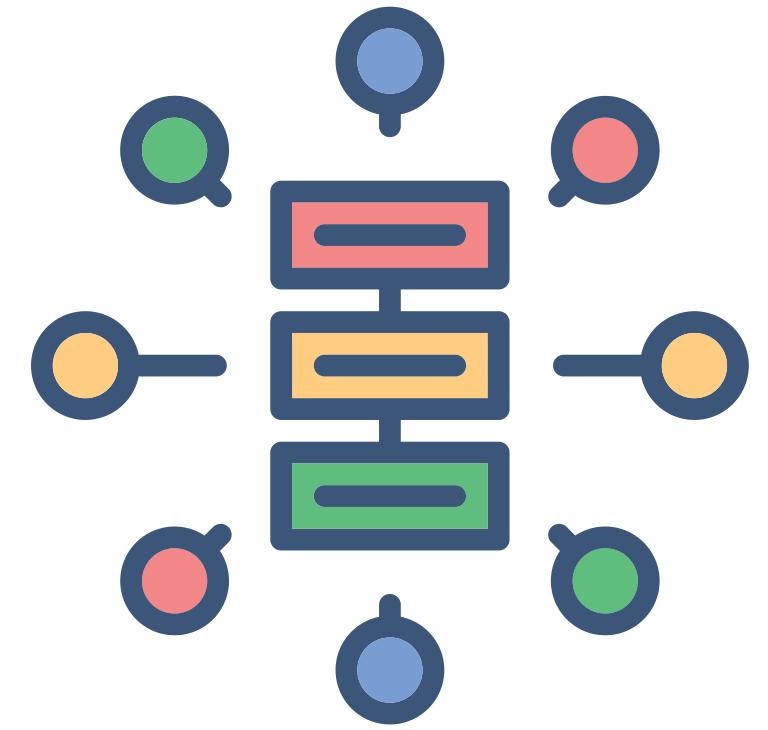
5. Khả năng mở rộng: mở rộng phạm vi thời gian của DSS đến năm 2050 và đề xuất bao gồm khả năng mô phỏng không chỉ cho việc lựa chọn địa điểm HRS mà còn cho cả hoạt động của trạm.



05

Kết luận

Kết quả
Ưu điểm, Hạn chế
Hướng Phát Triển



(5) Kết quả đạt được

- Nghiên cứu này đã phát triển DSS dựa trên web cung cấp giải pháp thuận tiện cho sự phức tạp của các vấn đề HRS và HSC.
- DSS được phát triển cung cấp mô hình giải pháp hai bước để phân tích các vấn đề HRS và HSC dài hạn ở cấp quốc gia.



(5) Ưu và nhược điểm

Ưu điểm

- Khả năng truy cập dễ dàng nhờ hệ thống web
- Dữ liệu mặc định và thông tin thu được từ kế hoạch của chính phủ cho đến năm 2040
- Có thể tùy chỉnh kịch bản với dữ liệu và kế hoạch được cập nhật

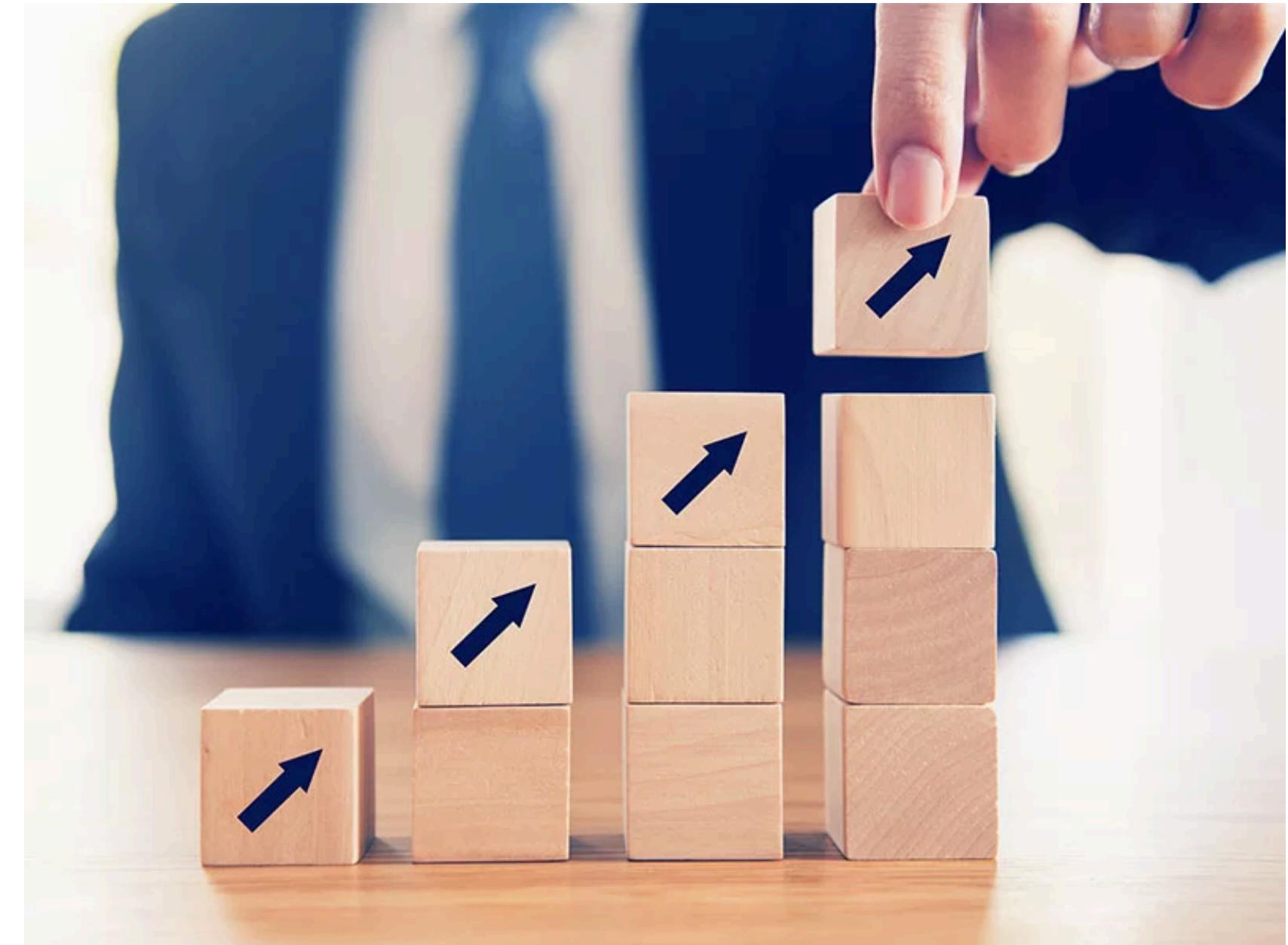
Nhược điểm

- Giao diện của trang web phức tạp do sự phức tạp của DSS.
- Số lượng và tính đa dạng của phản hồi còn hạn chế.
- Các yếu tố tối ưu hóa còn ít.



(5) Hướng phát triển

- Mở rộng cơ sở người dùng của mình để bao gồm nhiều ý kiến đa dạng hơn.
- Đưa vào nhiều yếu tố tối ưu hóa hơn



**CẢM ƠN THẦY VÀ CÁC BẠN
ĐÃ CHÚ Ý LẮNG NGHE**

