

ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN
KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN



BÁO CÁO CUỐI KÌ
ĐỒ ÁN MÔN HỌC: LẬP TRÌNH CHO KHOA HỌC DỮ LIỆU

Giảng viên hướng dẫn: Phạm Trọng Nghĩa

Lê Nhựt Nam

Nguyễn Thanh Tình

Thành viên nhóm: 23120195 – Lê Hà Thanh Chương

23120266 – Võ Trần Duy Hoàng

23120359 – Trần Đình Thi

Thành phố Hồ Chí Minh, tháng 12 năm 2025

MỤC LỤC

A. TỔNG QUAN ĐỒ ÁN.....	3
I. GIỚI THIỆU ĐỒ ÁN	3
II. BỐI CẢNH ĐỒ ÁN VÀ TÓM TẮT NỘI DUNG.....	3
III. DỮ LIỆU VÀ MIỀN BÀI TOÁN	3
IV. KHUNG PHÂN TÍCH VÀ CÂU HỎI NGHIÊN CỨU	4
V. Ý NGHĨA VÀ ỨNG DỤNG THỰC TIỄN	4
B. CƠ CẤU NHÓM VÀ PHÂN CÔNG VAI TRÒ	5
I. TRIẾT LÝ VẬN HÀNH NHÓM.....	5
II. PHÂN CÔNG TRÁCH NHIỆM CHI TIẾT THEO THÀNH VIÊN.....	6
C. KẾ HOẠCH THỰC HIỆN	9
I. TỔNG QUAN KẾ HOẠCH.....	9
II. CÁC MỐC TIẾN ĐỘ CHÍNH.....	9
III. PHÂN CÔNG CÔNG VIỆC THEO TỪNG GIAI ĐOẠN	9
D. TỶ LỆ ĐÓNG GÓP	12

A. TỔNG QUAN ĐỒ ÁN

I. GIỚI THIỆU ĐỒ ÁN

Tên đồ án: Phân tích cơ chế hình thành mưa tại Úc và bài toán dự báo thời tiết: từ động lực học khí quyển đến mô hình hóa dữ liệu.

Mục tiêu đồ án:

Đồ án hướng tới việc xây dựng một quy trình khoa học dữ liệu hoàn chỉnh nhằm:

- Giải mã các cơ chế vật lý khí quyển cốt lõi chi phối khả năng xảy ra mưa, bao gồm động lực học gió, biến thiên áp suất và trạng thái nhiệt – ẩm.
- Phát triển các mô hình học máy có hiệu năng cao và khả năng diễn giải tốt cho bài toán dự báo mưa ngắn hạn (RainTomorrow).

Phương pháp tiếp cận:

Đồ án tuân thủ chặt chẽ quy trình khoa học dữ liệu tiêu chuẩn, bao gồm:

Khám phá dữ liệu → Tiền xử lý → Kiểm định giả thuyết → Mô hình hóa → Đánh giá.

Trong đó trọng tâm là cách tiếp cận kiểm định giả thuyết dựa trên cơ chế vật lý (Mechanistic Hypothesis Testing), thay vì chỉ tối ưu hóa mô hình một cách thuần túy.

II. BỐI CẢNH ĐỒ ÁN VÀ TÓM TẮT NỘI DUNG

Đồ án tập trung giải quyết bài toán dự báo mưa tại Úc – một trong những khu vực có mức độ đa dạng khí hậu cao nhất thế giới, nơi các quy luật khí tượng mang tính “phổ quát” thường không đủ để giải thích các biến động cục bộ. Thay vì tiếp cận theo hướng tối ưu hóa tham số mô hình một cách máy móc, nhóm nghiên cứu triển khai chiến lược phân tích đa tầng (Multi-layered Analysis).

Bằng cách kết hợp kiến thức miền trong khí tượng – thủy văn với các kỹ thuật phân tích dữ liệu hiện đại, bài làm chỉ ra rằng: Các tiền tố gây mưa không tồn tại dưới dạng quy luật đồng nhất, mà phụ thuộc mạnh và phi tuyến vào bối cảnh nhiệt – ẩm cũng như đặc thù địa lý (khu vực ven biển so với nội địa). Phát hiện này đặt nền móng cho các hệ thống dự báo mang tính thích ứng theo vùng, thay vì áp dụng một mô hình duy nhất cho toàn lãnh thổ.

III. DỮ LIỆU VÀ MIỀN BÀI TOÁN

Nguồn dữ liệu: Tập dữ liệu *Rain in Australia*, do Cục Khí tượng Úc (Bureau of Meteorology – BOM) cung cấp.

Quy mô và phạm vi:

- Dữ liệu quan trắc khí tượng hằng ngày từ mạng lưới các trạm đo trên toàn lãnh thổ Úc.

- Thời gian thu thập: giai đoạn 2007 – 2017.

Các nhóm biến chính:

- Biến nhiệt động lực học: Nhiệt độ, độ ẩm, áp suất.
- Biến động lực học: Hướng gió, tốc độ gió, gió giật.
- Biến trạng thái bầu trời: Mây, số giờ nắng.

Loại bài toán: Phân loại nhị phân có giám sát (*Supervised Binary Classification*).

Biến mục tiêu: Dự báo khả năng xảy ra mưa vào ngày hôm sau (*RainTomorrow*), được định nghĩa là lượng mưa ≥ 1 mm.

Thách thức kỹ thuật: Dữ liệu thực tế chứa nhiều nhiễu, tỷ lệ giá trị thiếu cao, mất cân bằng lớp nghiêm trọng và các mối quan hệ phi tuyến phức tạp có nguồn gốc vật lý, đòi hỏi chiến lược xử lý và mô hình hóa cẩn trọng.

IV. KHUNG PHÂN TÍCH VÀ CÂU HỎI NGHIÊN CỨU

Toàn bộ đồ án được xây dựng xoay quanh hai trụ cột nghiên cứu chính, nhằm trả lời sáu câu hỏi nghiên cứu trọng tâm (RQ1 – RQ6):

Trụ Cột 1: Giải Mã Cơ Chế Vật Lý Khí Quyển

Trụ cột này tập trung làm rõ các quá trình vật lý chi phối sự hình thành mưa, bao gồm:

- Động lực học áp suất (RQ1).
- Tính mùa vụ và chu kỳ khí hậu (RQ2).
- Tương tác nhiệt – ẩm (RQ3).
- Vai trò của các tín hiệu động lực học gió (RQ4).

Mục tiêu là chuyển đổi các quan sát thô thành những hiểu biết có khả năng giải thích và liên hệ trực tiếp với cơ chế khí tượng thực tế.

Trụ Cột 2: Tối Ưu Hóa Kỹ Thuật Dữ Liệu Và Mô Hình Hóa

Trụ cột này tập trung vào tính bền vững và khả năng ứng dụng của mô hình, thông qua:

- Xây dựng và đánh giá các chiến lược xử lý dữ liệu thiếu nâng cao (RQ5).
- So sánh hiệu năng các kiến trúc học máy khác nhau trong bối cảnh dữ liệu mất cân bằng, với ưu tiên tối ưu hóa độ nhạy (*Recall*) cho các sự kiện rủi ro (RQ6).

V. Ý NGHĨA VÀ ỨNG DỤNG THỰC TIỄN

Các kết quả của đồ án không chỉ đóng góp về mặt phương pháp và học thuật, mà còn mang lại giá trị ứng dụng trực tiếp trong bối cảnh dự báo thời tiết và thích ứng với biến đổi khí hậu tại Úc.

Nâng cao độ tin cậy của dự báo mưa: Đồ án giúp phân biệt các kịch bản *giảm áp nhưng không mưa*, đặc biệt tại các vùng nội địa khô hạn, thông qua việc làm rõ vai trò điều kiện của độ ẩm và khác biệt vùng địa lý. Điều này cho phép chuyển từ các quy tắc dự báo đơn biến sang các tiêu chí đa điều kiện có ý nghĩa vật lý, góp phần giảm báo động giả và các quyết định vận hành sai lệch.

Hỗ trợ nông nghiệp và quản lý tài nguyên nước: Các kết quả hỗ trợ tối ưu hóa lịch trình tưới tiêu dựa trên xác suất mưa cục bộ và cải thiện dự báo hạn hán. Việc xử lý chính xác dữ liệu bốc hơi (Evaporation) cung cấp cơ sở định lượng cho cân bằng nước, vận hành hồ chứa và phân bổ tài nguyên nước tại các khu vực khô hạn.

Cải thiện hệ thống cảnh báo sớm và quản lý rủi ro: Việc xác định các điều kiện mà tại đó tín hiệu gió và áp suất thực sự mang giá trị dự báo giúp gỡ cảnh hóa cảnh báo theo trạng thái nhiệt – ẩm và đặc điểm vùng miền, qua đó nâng cao hiệu quả cảnh báo lũ lụt, dông bão và gió mạnh.

Ứng dụng trong quản lý đô thị và hạ tầng: Kết quả phân tích từ câu hỏi hỗ trợ ra quyết định về vận hành hệ thống thoát nước, quản lý năng lượng đô thị và tối ưu hóa vận hành điện gió bằng cách phân biệt các trạng thái gió nguy hiểm với các đợt gió không gây rủi ro.

Định hướng thích ứng dài hạn với biến đổi khí hậu: Đồ án cung cấp đường cơ sở khoa học để theo dõi sự thay đổi cấu trúc khí hậu, hỗ trợ các nhà hoạch định chính sách và quản lý hạ tầng xây dựng chiến lược giảm thiểu rủi ro dựa trên bằng chứng định lượng.

Hướng tới hệ thống dự báo có trách nhiệm: Đồ án nhấn mạnh việc ưu tiên chỉ số Recall nhằm giảm thiểu bỏ sót các sự kiện thời tiết nguy hiểm, phản ánh cách tiếp cận lấy giá trị thực tiễn và an toàn xã hội làm trung tâm thay vì chỉ tối ưu độ chính xác tổng thể.

B. CƠ CẤU NHÓM VÀ PHÂN CÔNG VAI TRÒ

I. TRIẾT LÝ VẬN HÀNH NHÓM

Nhóm đồ án được tổ chức theo mô hình nhóm Agile liên chức năng (Cross-functional Agile Team), trong đó mỗi thành viên đảm nhiệm một vai trò chuyên môn chính nhưng vẫn duy trì khả năng hỗ trợ chéo khi cần thiết. Cách tiếp cận này đặc biệt phù hợp với giai đoạn tiền xử lý dữ liệu (Preprocessing) – khâu chiếm tỷ trọng lớn nhất và có mức độ phụ thuộc lẫn nhau cao trong toàn bộ dự án.

Vai trò lãnh đạo không mang tính hành chính đơn thuần mà tập trung vào định hướng kỹ thuật, kiểm soát chất lượng và đảm bảo tính nhất quán khoa học, từ giai đoạn thu thập dữ liệu, phân tích, mô hình hóa cho đến biên soạn báo cáo cuối cùng. Cấu trúc vận hành này cho phép nhóm vừa duy trì chiều sâu chuyên môn, vừa đảm bảo tiến độ và tính tích hợp của toàn bộ hệ thống phân tích.

Tên đề án: Phân tích cơ chế hình thành mưa tại Úc và bài toán dự báo thời tiết: từ động lực học khí quyển đến mô hình hóa dữ liệu.

II. PHÂN CÔNG TRÁCH NHIỆM CHI TIẾT THEO THÀNH VIÊN

1. Thành viên 1: Lê Hà Thanh Chương

Vai trò: *Project Manager And Principal Data Architect*

Mô tả vai trò tổng quát: Thanh Chương chịu trách nhiệm về tính đúng đắn khoa học, tính nhất quán kỹ thuật và tính tích hợp hệ thống của dự án. Bên cạnh vai trò điều phối và quản trị tiến độ, thành viên này trực tiếp thiết lập nền tảng phương pháp luận cho toàn bộ dự án thông qua việc thẩm định dữ liệu đầu vào, xác định đúng bản chất thống kê – vật lý của dữ liệu khí tượng, và từ đó xây dựng “Preprocessing Blueprint”. Blueprint này đóng vai trò như một kỹ thuật bắt buộc, định hướng toàn bộ hoạt động tiền xử lý, mô hình hóa và phân tích của các thành viên còn lại, đảm bảo dự án không rơi vào các sai lầm phổ biến như data leakage, xử lý sai cơ chế thiếu hay làm méo tín hiệu vật lý.

Trách nhiệm cụ thể:

1. Quản trị dự án và kỹ thuật

- Thiết kế kiến trúc mã nguồn theo mô hình module hóa, đảm bảo các phần việc của ba thành viên có thể tích hợp và chạy đồng thời không phát sinh lỗi.
- Thiết lập và quản lý môi trường phát triển (venv/conda), kiểm soát phụ thuộc thư viện thông qua requirements.txt.
- Xây dựng và quản lý quy trình làm việc trên GitHub, là người thực hiện merge và xử lý xung đột mã nguồn phát sinh trong quá trình tích hợp.
- Thực hiện quản lý rủi ro dữ liệu, nhận diện sớm các vấn đề nghiêm trọng (ví dụ: tỷ lệ thiếu quá cao của biến Sunshine) và đưa ra các quyết định chiến lược về phương pháp xử lý.

2. Thu thập và khám phá dữ liệu

- Xác minh nguồn gốc dữ liệu từ Cục Khí tượng Úc (BOM), kiểm tra giấy phép sử dụng và đánh giá tính đại diện của mẫu (49 trạm đo, 10 năm quan sát, ~145.000 bản ghi) nhằm đảm bảo độ tin cậy khoa học và khả năng suy luận.
- Phân tích và gán ý nghĩa vật lý cho toàn bộ 23 biến đầu vào, phân loại thành các nhóm ngữ nghĩa (Nhiệt động lực học, Thủy văn, Trạng thái bầu trời, Động lực học gió). Trên cơ sở đó, xác định đơn vị quan sát của dữ liệu là Panel Data không gian – thời gian, từ đó đưa ra quy tắc cấm xáo trộn ngẫu nhiên khi chia tập dữ liệu, nhằm ngăn chặn rò rỉ thông tin tương lai.

- Thực hiện kiểm toán toàn vẹn dữ liệu, phát hiện các sai lệch mang tính hệ thống trong dữ liệu quan trắc. Phân tích cơ chế gây thiếu dữ liệu và thực hiện kiểm định giả thuyết để xác định bản chất của hiện tượng thiếu dữ liệu, từ đó thiết kế chiến lược điền khuyết phù hợp.
- Kết hợp phân tích chi tiết phân phối và phân tích ngoại lai của 16 biến số chính để chỉ định chiến lược xử lý phù hợp. Phân tích nhóm biến phân loại để đánh giá rủi ro của các biến có cardinality cao và biến chu kỳ để đề xuất chiến lược xử lý phù hợp.

3. Phân tích cơ chế vật lý chuyên sâu

- **RQ1 – Động lực học áp suất theo không gian:**
 - Thực hiện geocoding thủ công để gán vùng khí hậu cho 49 trạm đo do dữ liệu gốc không chứa tọa độ.
 - Xây dựng và kiểm định mối quan hệ phi tuyến giữa áp suất và độ ẩm, chứng minh vai trò điều kiện của độ ẩm trong cơ chế gây mưa.
- **RQ4 – Động lực học gió phức tạp:**
 - Xử lý bài toán thống kê trên đường tròn, tính toán độ lệch hướng gió bằng phương pháp vector nhằm tránh lỗi logic.
 - Thiết kế biến tương tác động lực học ($\text{Dynamic_Signal} = \text{Gust} \times \text{Shift}$) và áp dụng chuẩn hóa robust để xử lý các sự kiện gió cực đoan.

4. Tổng hợp khoa học & biên soạn báo cáo

- Chịu trách nhiệm chính trong việc xây dựng mạch lập luận khoa học, viết phần Project Summary và Scientific Interpretation dựa trên kết quả phân tích của các thành viên khác.
- Đảm nhiệm vai trò phản biện nội bộ, viết phần Limitations & Future Directions, chỉ ra các hạn chế về dữ liệu, không gian, độ trễ và phương pháp mô hình hóa, đồng thời đề xuất các hướng mở rộng nghiên cứu trong tương lai.

2. Thành viên 2: Võ Trần Duy Hoàng

Vai trò: *Machine Learning Engineer & Quality Control*

Mô tả vai trò tổng quát: Duy Hoàng đóng vai trò là đầu mối tối ưu hóa kỹ thuật, chịu trách nhiệm về thiết kế kiến trúc mô hình, đánh giá chiến lược xử lý dữ liệu và đảm bảo chất lượng toàn bộ pipeline học máy.

Trách nhiệm cụ thể:

1. Phân tích nâng cao và mô hình hóa

- **RQ5 – Chiến lược điền khuyết dữ liệu:**

- Thiết kế và thực hiện thí nghiệm so sánh giữa phương pháp điền khuyết đơn biến và đa biến (MICE) để lựa chọn chiến lược tối ưu.
- **RQ6 – Mô hình dự báo:**
 - Xây dựng, huấn luyện và đánh giá các mô hình Logistic Regression, Random Forest và XGBoost.
 - Tối ưu siêu tham số nhằm cân bằng giữa Recall và F1-score trong bối cảnh dữ liệu mất cân bằng nghiêm trọng.

2. Khám phá dữ liệu và phân tích thống kê

- Tính toán ma trận tương quan, trực quan hóa bằng heatmap và xác định các mối quan hệ tuyến tính/phi tuyến tiềm ẩn.
- Tổng hợp các quan sát ban đầu, phát hiện các “red flags” về chất lượng dữ liệu và cảnh báo cho toàn nhóm.

3. Tối ưu pipeline tiền xử lý cho mô hình

- Xây dựng chiến lược chuẩn hóa phù hợp cho từng nhóm biến (RobustScaler, StandardScaler, MinMaxScaler).
- Thực hiện chia dữ liệu huấn luyện – kiểm thử theo phương pháp phân tầng (Stratified Split).
- Thực hiện chọn lọc đặc trưng và mã hóa biến địa lý bằng Target Encoding.

4. Kiểm soát chất lượng mã nguồn

- Review toàn bộ mã nguồn của nhóm, thực hiện refactoring, chuẩn hóa clean code và bổ sung chú thích cho các đoạn logic phức tạp.
- Đề xuất các hướng phát triển tiếp theo về mô hình và dữ liệu trong phần Future Directions.

3. Thành viên 3: Trần Đình Thi

Vai trò: *Data Engineer & Technical Writer*

Mô tả vai trò tổng quát: Đình Thi chịu trách nhiệm xây dựng nền tảng dữ liệu vận hành, đảm bảo dữ liệu đầu vào sạch, nhất quán và có thể sử dụng cho các phân tích nâng cao, đồng thời chuyển hóa kết quả kỹ thuật thành tri thức dễ tiếp cận.

Trách nhiệm cụ thể:

1. Kỹ thuật dữ liệu cốt lõi:

- Trực tiếp triển khai các chiến lược xử lý giá trị thiếu cho toàn bộ dữ liệu số, phân loại và biến mục tiêu.
- Thực hiện kỹ thuật tạo biến cơ bản mang ý nghĩa vật lý như PressureChange, TempRange, HumidityChange. Đảm bảo tính nhất quán của các biến này trên 145.000 dòng dữ liệu.

- Xử lý các biến thời gian: Chuyển đổi Date sang cấu trúc mùa vụ (Nam Bán Cầu) – xử lý logic tháng 12 là mùa Hè.
- Xử lý biến hướng gió: Thực hiện Label Encoding và ép kiểu dữ liệu (astype) để tối ưu hóa bộ nhớ cho dataframe lớn.

2. Phân tích nhiệt động và thời gian

- **RQ2 – Tính mùa vụ:** Phân tích chuỗi thời gian, trích xuất đặc trưng mùa vụ và xác định các tín hiệu sớm theo mùa.
- **RQ3 – Tương tác Nhiệt – Ẩm:** Phân tích mối tương tác giữa biên độ nhiệt ngày và thời lượng nắng, kiểm định giả thuyết về trạng thái bất ổn định nhiệt – ẩm.

3. Tổng hợp tri thức & báo cáo

- Chịu trách nhiệm chính biên soạn tài liệu README.md cho dự án.
- Tổng hợp toàn bộ kết quả từ sáu câu hỏi nghiên cứu, viết phần kết luận và rút ra các insight cốt lõi.

C. KẾ HOẠCH THỰC HIỆN

I. TỔNG QUAN KẾ HOẠCH

Đồ án được triển khai trong 05 tuần (20/11/2025 – 25/12/2025):

- Giai đoạn đầu tuân thủ tính tuần tự nghiêm ngặt (dữ liệu và vật lý).
- Giai đoạn sau thực hiện song song (phân tích và mô hình) để tối ưu tiến độ.

II. CÁC MỐC TIẾN ĐỘ CHÍNH

MỐC CÔNG VIỆC	THỜI HẠN	KẾT QUẢ CẦN ĐẠT	PHỤ TRÁCH
Mốc 1	30/11/2025	Dữ liệu đã được thẩm định, tiền xử lý hoàn chỉnh, sẵn sàng cho phân tích	Thanh Chương Đình Thi
Mốc 2	07/12/2025	Hoàn tất phân tích 4 câu hỏi vật lý, khóa chặt các biến động lực học chính	Thanh Chương Đình Thi
Mốc 3	18/12/2025	Hoàn thiện so sánh chiến lược điền khuyết và tối ưu mô hình dự báo	Duy Hoàng
Hoàn tất	25/12/2025	Hoàn thiện báo cáo phân tích, code, repository và README	Toàn nhóm

III. PHÂN CÔNG CÔNG VIỆC THEO TỪNG GIAI ĐOẠN

Giai đoạn 1 – Khởi tạo và thẩm định dữ liệu (Tuần 1)

Xây dựng nền tảng kỹ thuật và logic dữ liệu.

- **Thanh Chương**
 - Thiết kế cấu trúc dự án, thiết lập môi trường làm việc.
 - Thẩm định dữ liệu: nguồn gốc, ý nghĩa biến, quy tắc chia tập.
 - Phân tích cấu trúc thiếu dữ liệu để định hướng tiền xử lý.
- **Duy Hoàng**
 - Khảo sát chất lượng dữ liệu ban đầu (tương quan, bất thường).
 - Rà soát kiến trúc mã nguồn.
- **Đình Thi**
 - Triển khai các xử lý nền tảng theo blueprint đã được thống nhất.
 - Chuẩn hóa thời gian, kiểu dữ liệu.

Giai đoạn này là tiền đề bắt buộc cho toàn bộ các bước sau.

Giai đoạn 2 – Kỹ thuật dữ liệu và xây dựng biến (Tuần 2)

Biến dữ liệu thô thành các tín hiệu có ý nghĩa vật lý.

- **Đình Thi**
 - Triển khai thuật toán điền khuyết đa biến (MICE).
 - Xây dựng các biến dẫn xuất (áp suất, nhiệt độ).
- **Thanh Chương**
 - Thực hiện gán tọa độ không gian cho các trạm quan trắc.
 - Điều phối và kiểm soát hợp nhất mã nguồn.
- **Duy Hoàng**
 - Thiết kế thí nghiệm so sánh các chiến lược điền khuyết.
 - Chuẩn bị pipeline chuẩn hóa dữ liệu.

Giai đoạn 3 – Phân tích cơ chế vật lý (Tuần 3)

Lý giải hiện tượng trước khi dự báo.

- **Thanh Chương**
 - Phân tích quan hệ áp suất – độ ẩm và động lực gió.
 - Xây dựng các chỉ số động lực học tổng hợp.
- **Đình Thi**
 - Phân tích ảnh hưởng mùa vụ và tương tác nhiệt – ẩm.
 - Khởi thảo tài liệu mô tả dự án.
- **Duy Hoàng**
 - Chia tập dữ liệu theo logic không gian – thời gian.

- Mã hóa các biến địa lý.

Kết quả giai đoạn này quyết định cấu trúc mô hình ở bước tiếp theo.

Giai đoạn 4 – Xây dựng và tối ưu mô hình (Tuần 4)

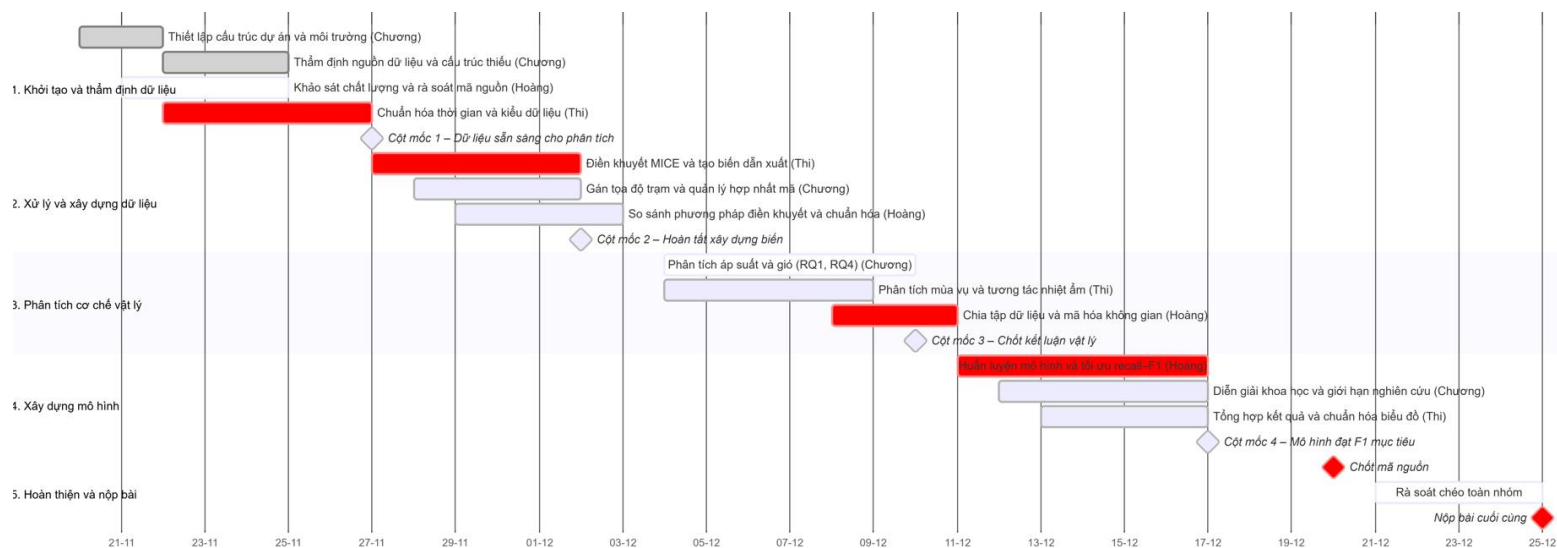
Chuyển hiểu biết vật lý thành mô hình dự báo.

- **Duy Hoàng**
 - Huấn luyện và tối ưu các mô hình dự báo.
 - Tinh chỉnh tham số để đạt cân bằng Recall/F1.
- **Thanh Chương**
 - Tổng hợp kết quả phân tích để diễn giải khoa học.
 - Viết phần giới hạn nghiên cứu và hướng phát triển.
- **Đình Thi**
 - Tổng hợp phát hiện chính.
 - Chuẩn hóa biểu đồ và hình ảnh.

Giai đoạn 5 – Hoàn thiện và nộp bài (Tuần 5)



Đóng gói sản phẩm cuối cùng.

- **Toàn nhóm**
 - 20/12: Chốt mã nguồn.
 - 21 – 24/12: Rà soát chéo (logic – code – trình bày).
 - 25/12: Nộp báo cáo và trình bày.



Biểu đồ Gantt

D. TỶ LỆ ĐÓNG GÓP

MSSV	HỌ VÀ TÊN	TỶ LỆ ĐÓNG GÓP	CHỮ KÝ
23120195	Lê Hà Thanh Chương	100%	
23120266	Võ Trần Duy Hoàng	100%	
23120359	Trần Đình Thi	100%	