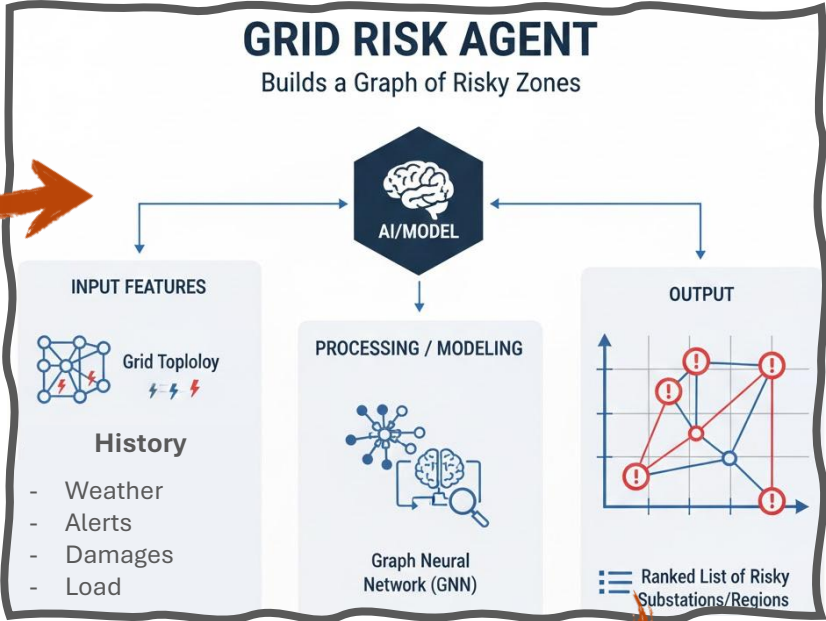
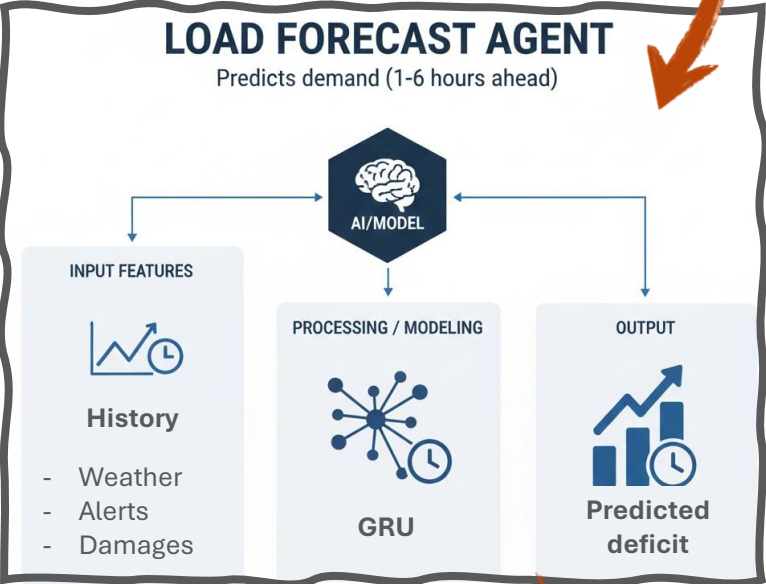


ПРОБЛЕМАТИКА



НАШЕ РІШЕННЯ



LLM-Powered Explanation



ЯК ЦЕ РОБИЛИ ДЛЯ LOAD FORECAST AGENT

Взято дані штатів США щодо попиту та генерації енергії, доповнені історією погоди за вказані дати

	Region	timestamp_utc	Demand	Net generation	date	temperature	humidity	precipitation	snowfall	cloud_cover	wind_speed	wind_gusts	surface_pressure
0	CAL	2024-01-01 00:00:00+00:00	28114.0	22806.0	2024-01-01	12.995500	85.358521	0.0	0.0	100.0	2.741678	6.120000	1007.463684
1	CAL	2024-01-01 01:00:00+00:00	28262.0	22782.0	2024-01-01	12.195499	76.033638	0.0	0.0	100.0	5.400000	5.760000	1006.740051
2	CAL	2024-01-01 02:00:00+00:00	29413.0	23672.0	2024-01-01	10.445499	82.799507	0.0	0.0	98.0	6.120000	9.000000	1006.374207
3	CAL	2024-01-01 03:00:00+00:00	31224.0	25599.0	2024-01-01	9.995500	84.457153	0.0	0.0	67.0	4.024922	9.720000	1006.455383
4	CAL	2024-01-01 04:00:00+00:00	30872.0	24453.0	2024-01-01	9.295500	89.123924	0.0	0.0	83.0	12.261158	21.959999	1006.822815

Перетворені із штатів США до українських регіонів, з масштабуванням навантаження

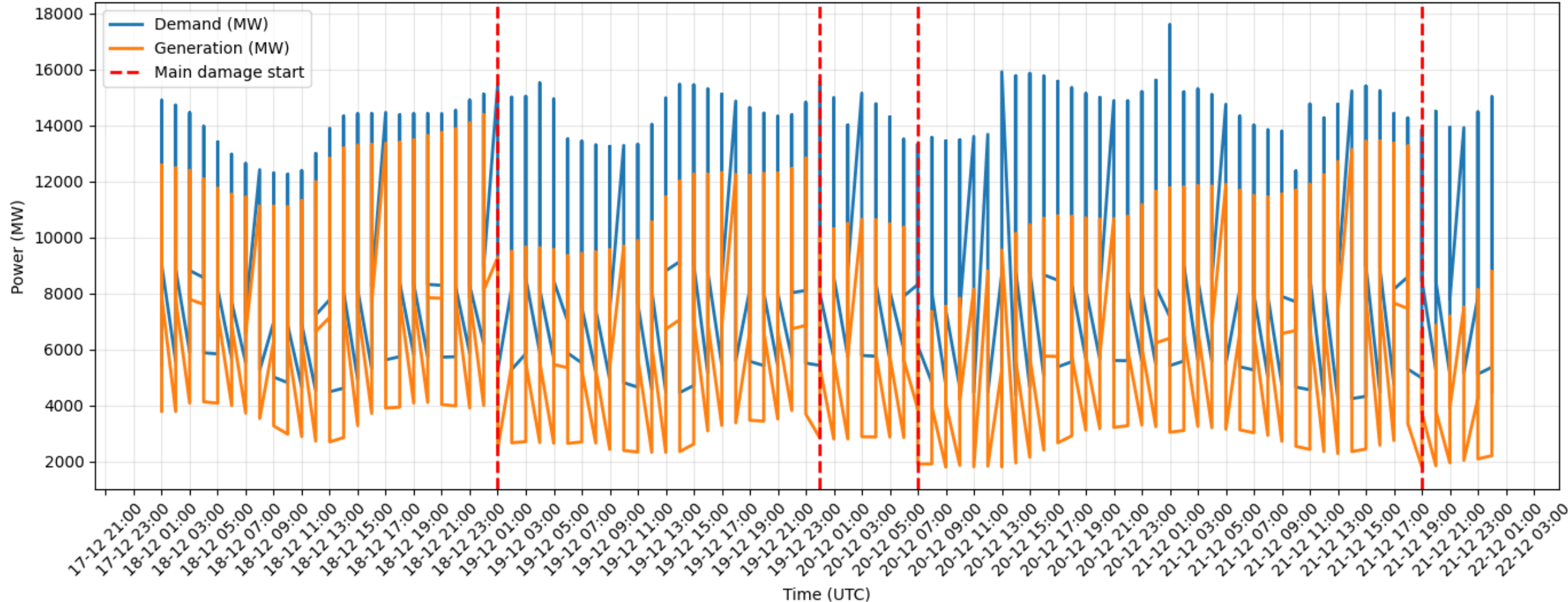
	ua_region	demand_ua	generation_ua	temperature	humidity	precipitation	snowfall	cloud_cover	wind_speed	wind_gusts	surface_pressure	alert_active	isDamaged
1776	Івано-Франківська	638.368182	651.572727	13.157001	80.938629	0.0	0.00	100.0	21.578989	41.039997	983.504517	1	True
1777	Івано-Франківська	629.968182	638.845455	20.706501	94.297844	0.6	0.00	100.0	15.986593	38.160000	1004.066895	1	True
1778	Івано-Франківська	354.677273	281.240909	-4.196500	97.036186	0.2	0.14	100.0	24.840000	65.879997	929.331421	1	True
1779	Івано-Франківська	1629.663636	1451.800000	-31.029999	67.470268	0.0	0.00	40.0	7.145796	13.679999	965.687439	1	True
1780	Івано-Франківська	454.809091	402.500000	2.286500	95.809456	2.4	1.47	100.0	27.887802	62.279995	976.246399	1	True

Після накладання тривоги, накладаємо синтетичний вплив тривоги на навантаження:

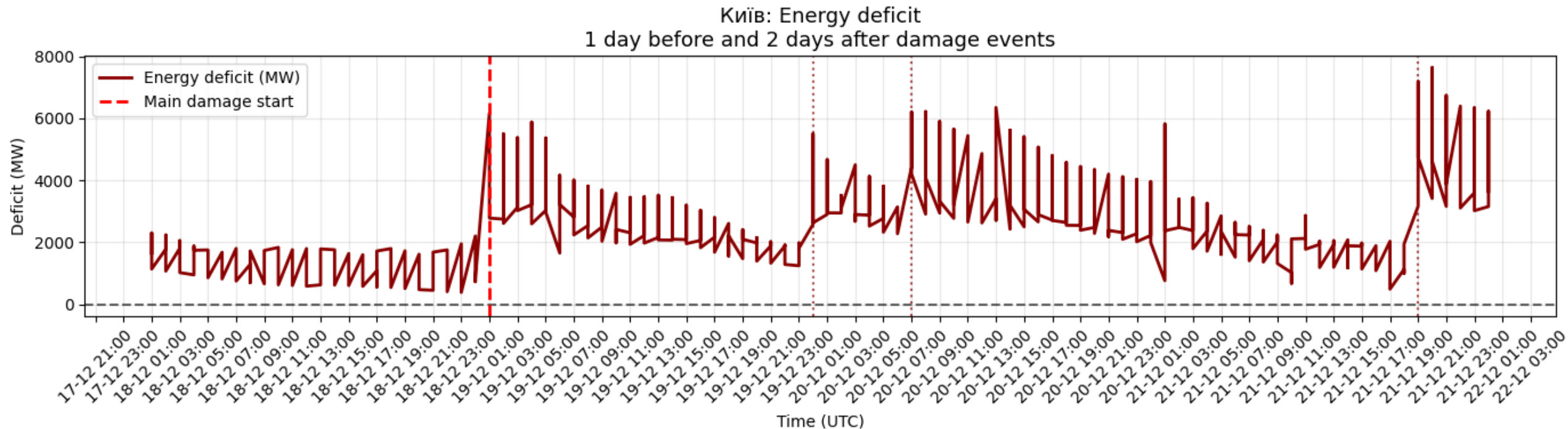
- +/- 5% шум попиту під час тривоги
- 1% втрати генерації під час тривоги
- Від 20% до 45% втрати генерації під час враження та 24 години відновлення

СТВОРЕНИЙ ДАТАСЕТ ДЛЯ LOAD FORECAST AGENT

Київ: Demand vs Generation
1 day before and 2 days after damage events

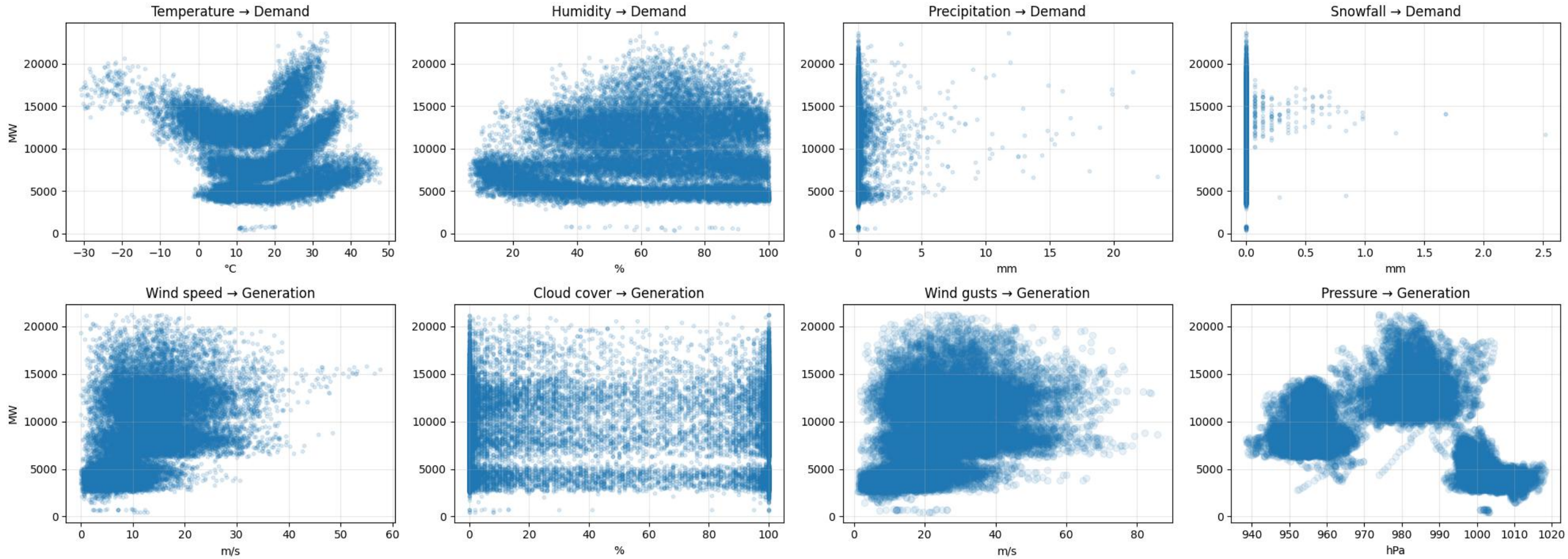


СТВОРЕНИЙ ДАТАСЕТ ДЛЯ LOAD FORECAST AGENT



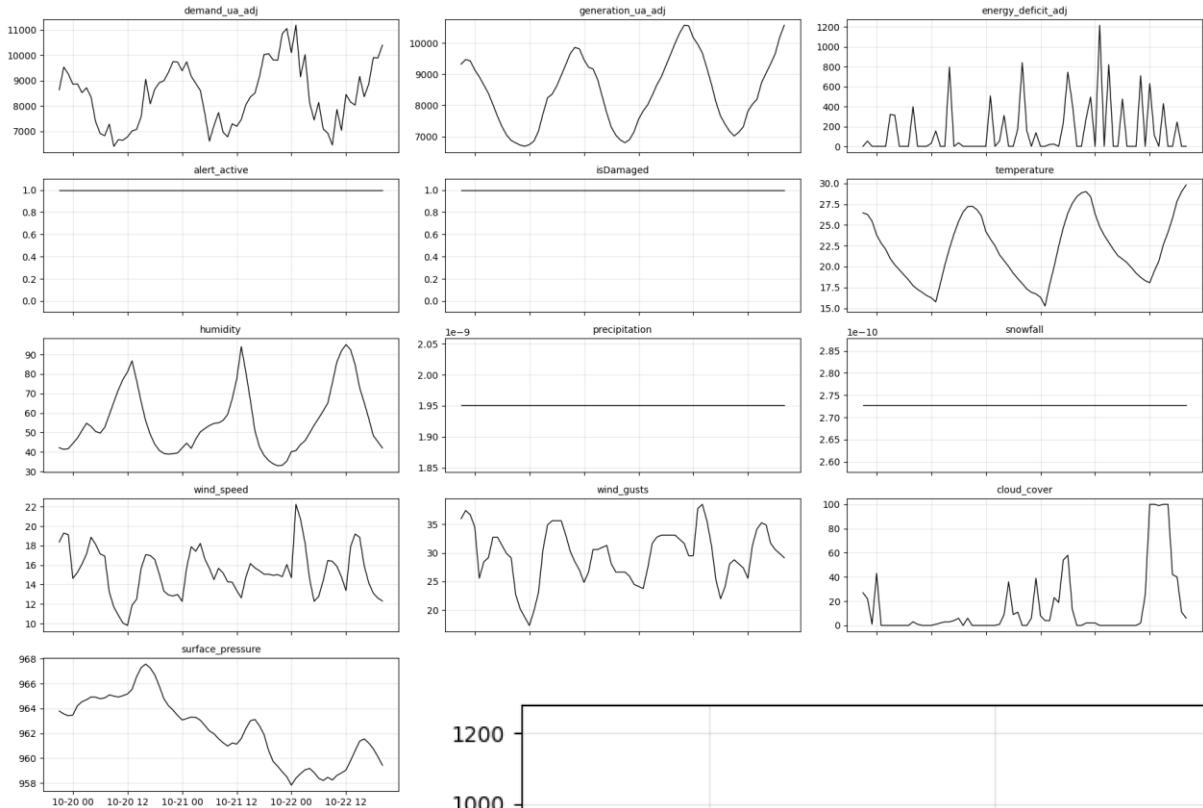
СТВОРЕНИЙ ДАТАСЕТ ДЛЯ LOAD FORECAST AGENT

Київ: Weather impact on Demand, Generation and Damage



ВИХІД МОДЕЛІ

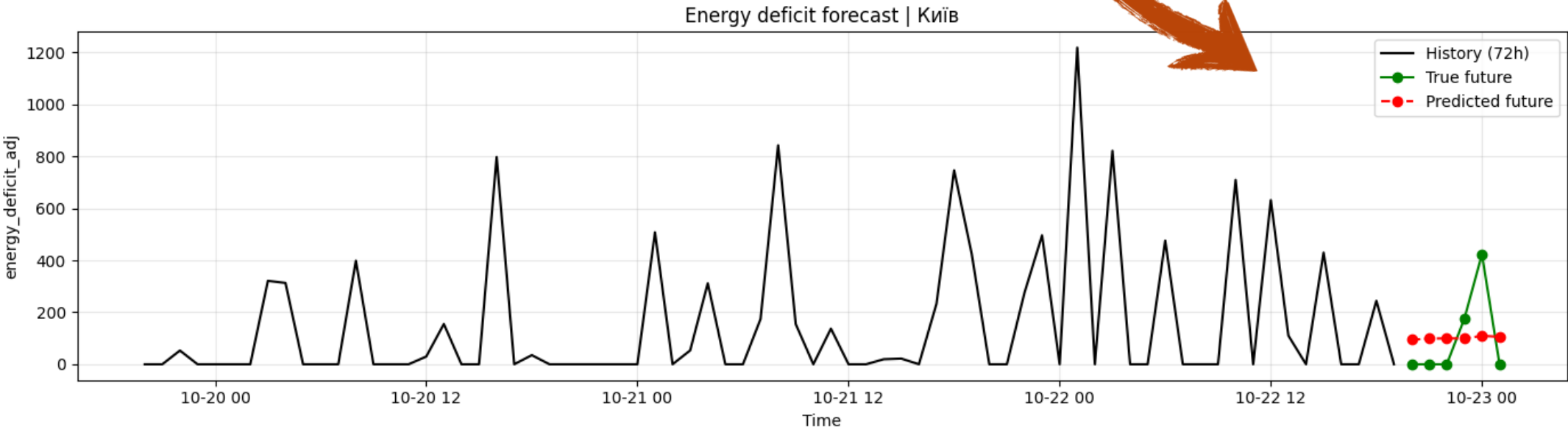
History (72h) | Київ



Історичні
дані



Underfitting або Data
Saturation



ЯК ЦЕ РОБИЛИ ДЛЯ RISK GRAPH AGENT

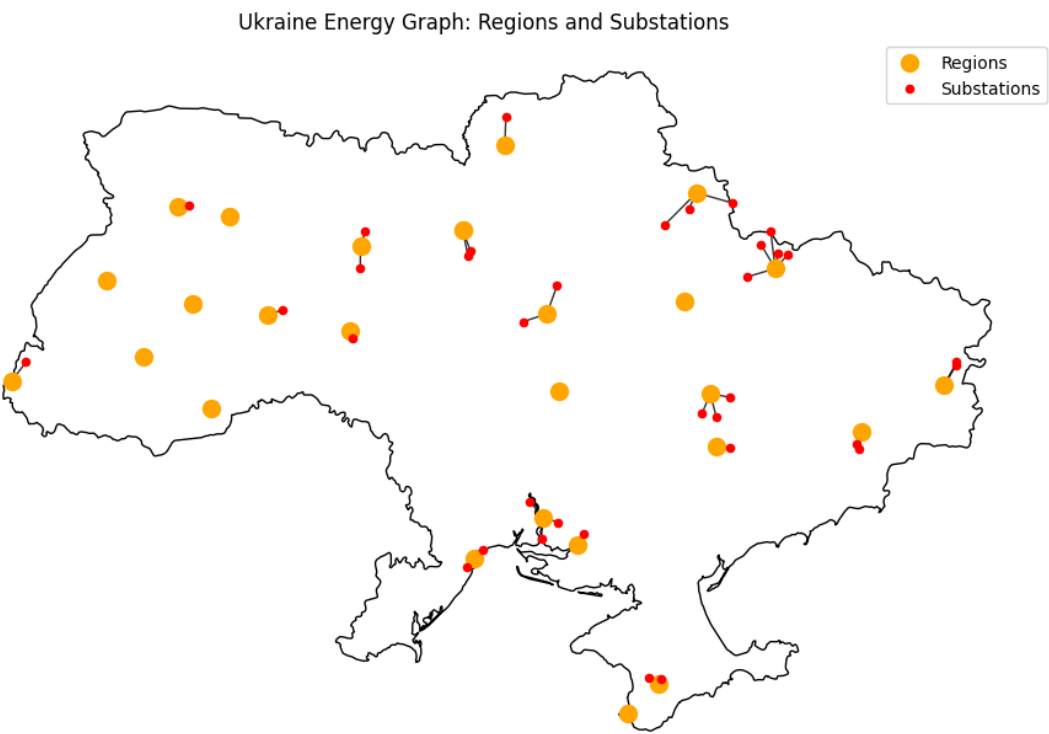
Взято датасет: «Кількість споживачів без електропостачання через бойові дії у розрізі областей (за даними ОСР та ОВА)». Очищено та підготовлено:

	date	region	number_blackout_consumers
34393	2025-10-12	Хмельницька	0
34394	2025-10-12	Черкаська	50
34395	2025-10-12	Чернівецька	0
34396	2025-10-12	Чернігівська	1797
34397	2025-10-12	м. Севастополь	0

number_blackout_settlements	Alerts	isDamaged
0	0	False
72	5	True
0	0	False
32	15	True
0	0	False

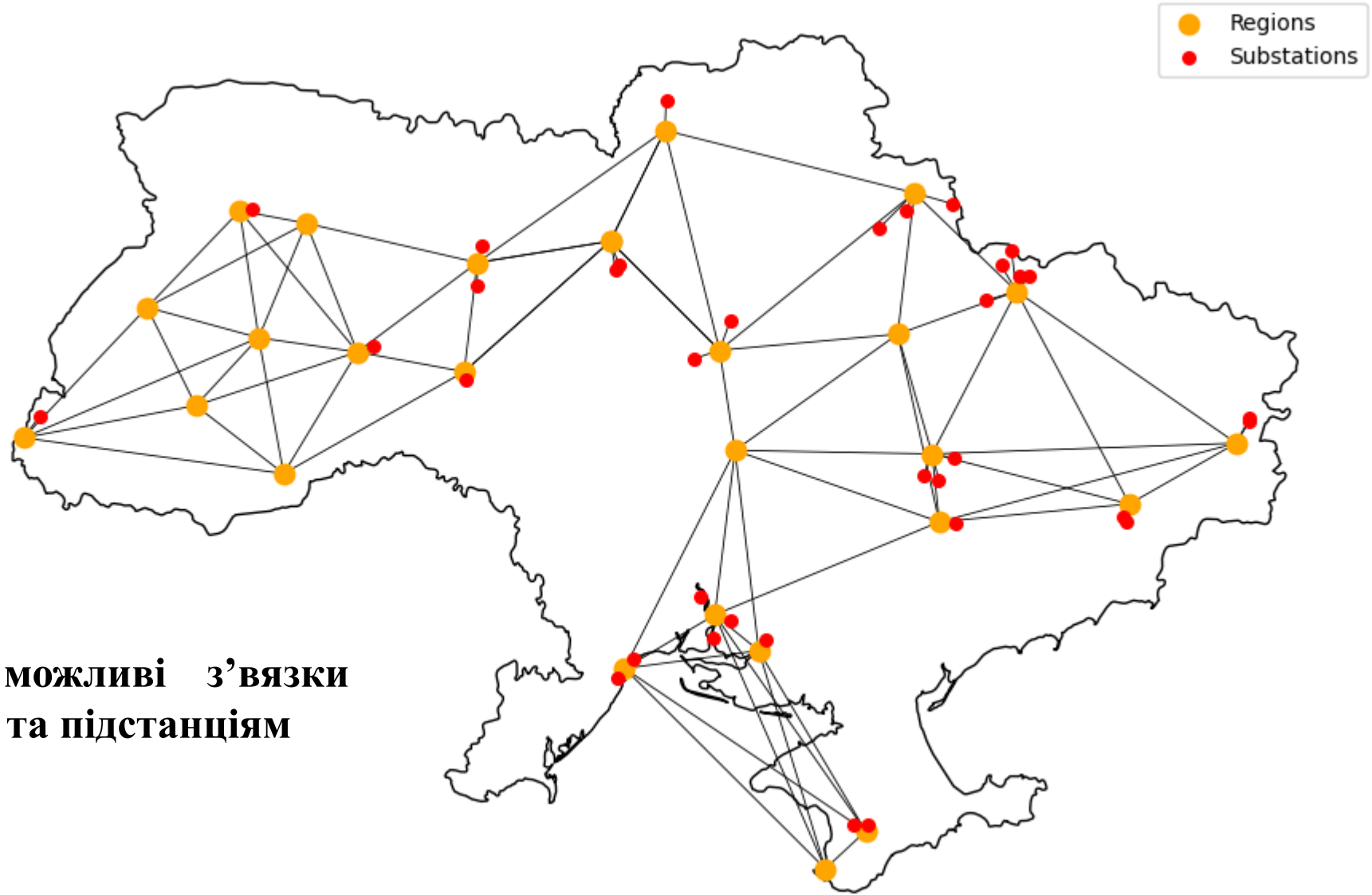
	date	region	temperature_mean	precipitation	snowfall	wind_speed_max	wind_gusts_max	cloud_cover_mean	surface_pressure_mean
0	2022-02-24	Івано-Франківська	2.144333	0.9	0.0	21.422270	39.960000	61.791668	991.7183
1	2022-02-24	АР Крим	4.978667	3.3	0.0	28.008370	48.600000	99.958336	987.5805
2	2022-02-24	Волинська	2.568000	0.3	0.0	17.377226	30.599998	85.291664	999.9108
3	2022-02-24	Вінницька	2.574750	0.0	0.0	9.693296	21.240000	86.958336	990.0869
4	2022-02-24	Дніпропетровська	2.237417	0.0	0.0	14.345898	25.560000	66.333336	1013.5393

Знайдено у відкритому доступі перелік підстанцій із їх приблизним розташуванням та параметрами:



СТВОРЕНИЙ ДАТАСЕТ ДЛЯ RISK GRAPH AGENT

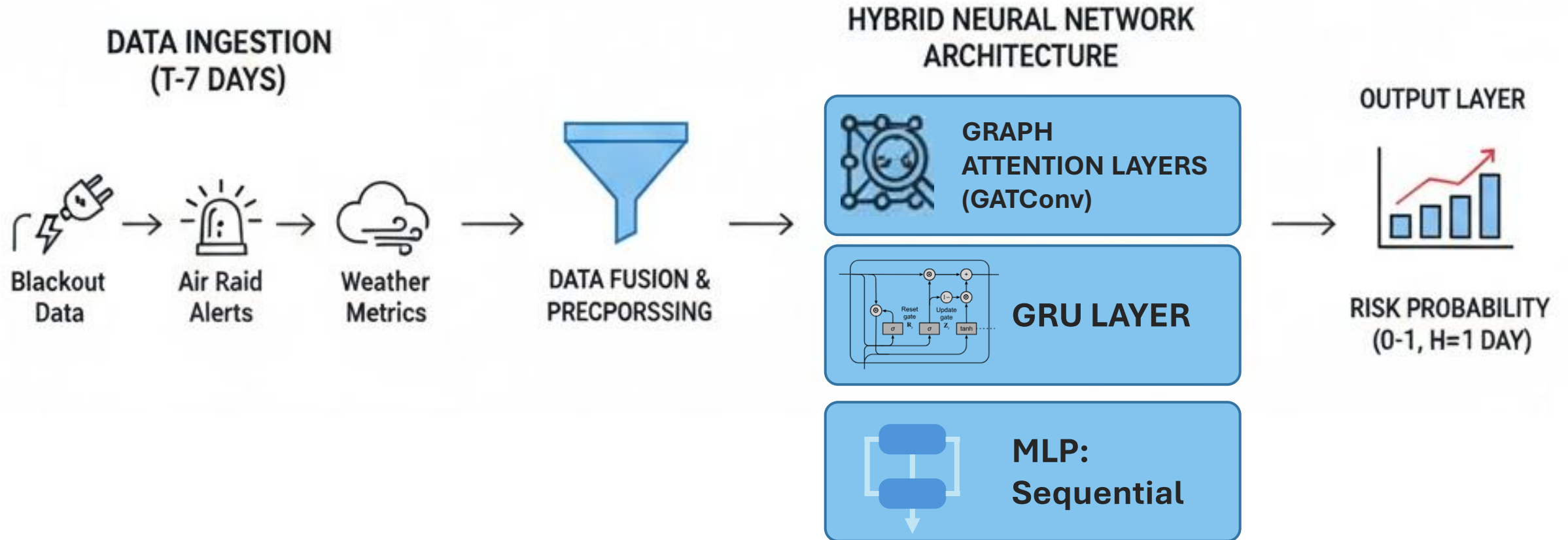
Ukraine Energy Risk Graph (Regions + Substations)



**Встановлено, припущені, можливі зв'язки
(ребра графа) між регіонами та підстанціям**

НАВЧАННЯ МОДЕЛІ

Навчено GNN, з двома GATConv та GRU, Linear, ReLU шарами

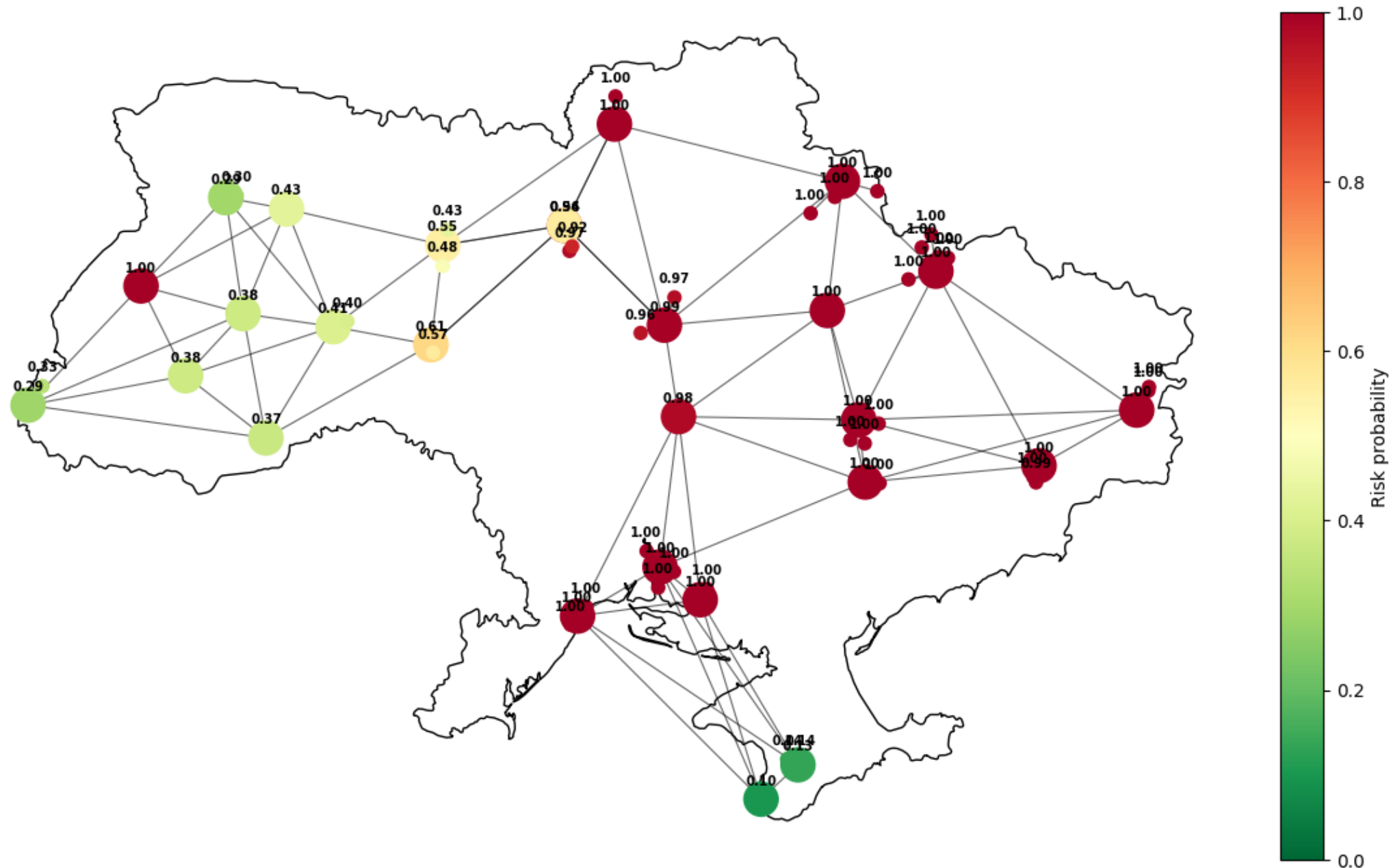


ВИХІД МОДЕЛІ

Energy Risk Graph

Prediction date: 2025-10-12

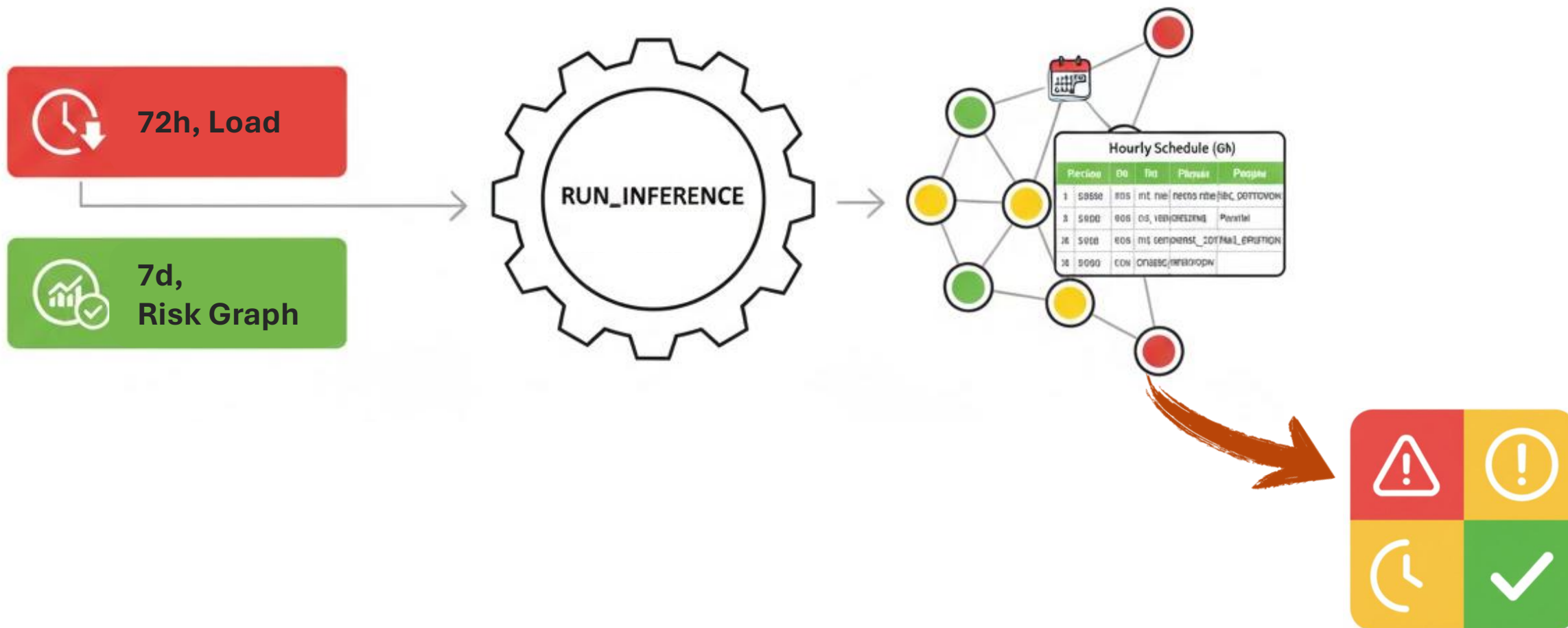
Input window: 2025-10-05 → 2025-10-11 (T_WINDOW=7)



ОРКЕСТРАТОР

Оскільки у нас є графова структура, оркестратор може рекомендувати Cross-Regional Balancing:

- Знайти регіони з профіцитом
- Перевірити через GNN-граф "пропускну здатність" (ваги ребер) між профіцитним та дефіцитним регіонами.
- Якщо ризик вузла-транзитера високий - заборонити перекидання енергії.



DEMO + LLM AGENT

Параметри системи

Останні дані: 2024-12-31
23:00 UTC

Регіон для аналізу
Київ

Симуляція майбутнього (Decoder)

- ☐ Повітряна тривога в прогнозі
- ☐ Ураження об'єктів у прогнозі

Налаштування балансування

Поріг дефіциту (МВт)
5

Міжрегіональне балансування

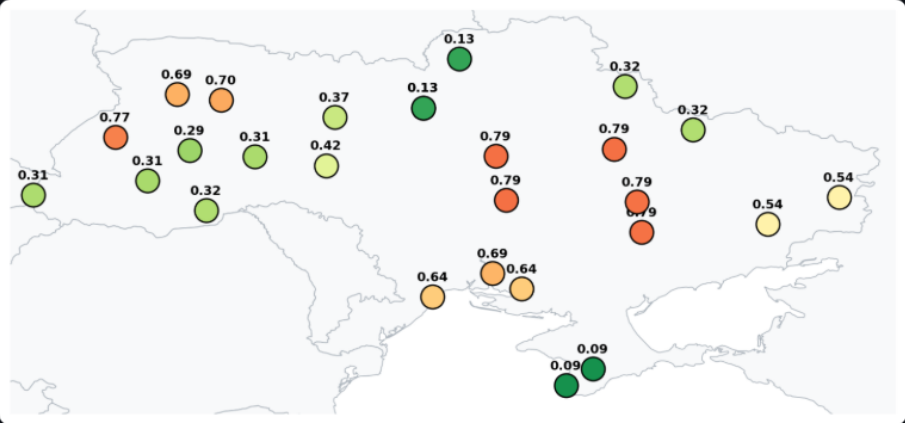
Львівська → Житомирська | Часткове покриття дефіциту (397.4 МВт) за рахунок резерву.

Запорізька → Київська | Часткове покриття дефіциту (264.2 МВт) за рахунок резерву.

AI Uncertainty-Aware Energy Orchestrator

Стан системи на 2024-12-31 23:00 UTC

Карта стратегічних ризиків (GNN)



Регіон: Київ

Strategic Risk Score

13.33%

↑ СТАБІЛЬНО

План дій (6 годин):

H+1 — SCHEDULED_BLACKOUT

Дефіцит: 74.7 МВт

Планові відключення.

AI Диспетчер (LangGraph + RAG)

Отримати аналіз ситуації

Вердикт: На основі поточних даних, прогноз дефіциту електроенергії в Київській області становить 74.67 МВт, що перевищує межу планових відключень (20-100 МВт). Це свідчить про необхідність застосування графіків погодинних відключень, оскільки дефіцит знаходиться в межах 20-100 МВт. Погода, зокрема низька температура (1.19°C), може збільшити споживання електроенергії для опалення, що додатково ускладнює ситуацію. Стратегічний ризик у 13.33% також вказує на можливі коливання в балансуванні системи, тому важливо дотримуватися графіків відключень для забезпечення стабільності енергосистеми.