

Fluid Atlas для геотермальних флюїдів і критичної сировини

Онлайн-Атлас «Fluid Atlas» - це веб-платформа з інтерактивними картами, яка відображає геотермальні флюїди та пов'язану з ними критичну мінеральну сировину (CRMs) у просторово інтегрованому вигляді на території Європи та Східної Африки. Головна мета Атласу - зробити складну геотермальну, геохімічну та геологічну інформацію доступною, та прозорою, розмістивши її в чіткому географічному контексті.

Ця платформа дозволяє користувачам вивчати просторовий розподіл геотермальних свердловин, досліджувати зміни хімічного складу рідин та визначати регіони, в яких спостерігається підвищений вміст елементів, що вважаються критично важливими для сучасних технологій. Завдяки прив'язці аналітичних даних до їхнього географічного розташування та геологічних умов «Fluid Atlas» сприяє як науковій інтерпретації, так і практичній оцінці геотермальних систем.

Атлас об'єднує кілька типів даних, зокрема про геотермальні свердловини, зразки рідин, зразки гірських порід, склад газу, а також розміри мінералів або осади. Ці набори даних походять із раніше опублікованих джерел, зокрема з наукової літератури та попередніх дослідницьких проектів, а також із нещодавно зібраних польових проб та результатів лабораторних аналізів. Усі дані уніфіковано за допомогою єдиної структури та прив'язано до географічних координат, що забезпечує можливість послідовного порівняння інформації з різних регіонів та джерел.

Кожна точка на карті позначає геотермальну свердловину або ділянку. За цими точками на карті користувачі можуть отримати доступ до детальної інформації про хімічний склад рідини, склад гірських порід, вміст газу або поклади корисних копалин. Результати аналізів супроводжуються метаданими, що містять опис умов відбору проб, методів аналізу та посилань, що дозволяє користувачам зрозуміти походження та надійність даних.

Основним принципом Fluid Atlas є відкритість та можливість повторного використання. Платформа дотримується принципів FAIR щодо даних, які передбачають, що набори даних структуровані таким чином, щоб їх можна було легко знайти, отримати відкритий доступ до них, об'єднати з іншими джерелами даних та повторно використовувати в майбутніх дослідженнях. Веб-інтерфейс доступний за адресою: <https://crmgeothermal.iit.uni-miskolc.hu>.

Для перегляду, візуалізації або завантаження опублікованих наборів даних реєстрація не потрібна. Fluid Atlas повністю побудований на компонентах програмного забезпечення з відкритим кодом. База даних використовує MySQL і розміщена на серверах установ, а не на комерційних хмарних платформах. Обмін даними здійснюється за допомогою стандартних відкритих форматів, таких як JSON та GeoJSON, а інтерактивна візуалізація на карті реалізована за допомогою бібліотеки Leaflet з відкритим кодом у веб-інтерфейсі (рис. 1). Для роботи з платформою або доступу до неї не потрібне комерційне програмне забезпечення, платні API, ліцензії або послуги на основі передплати, що забезпечує довгострокову стійкість, прозорість та незалежність.



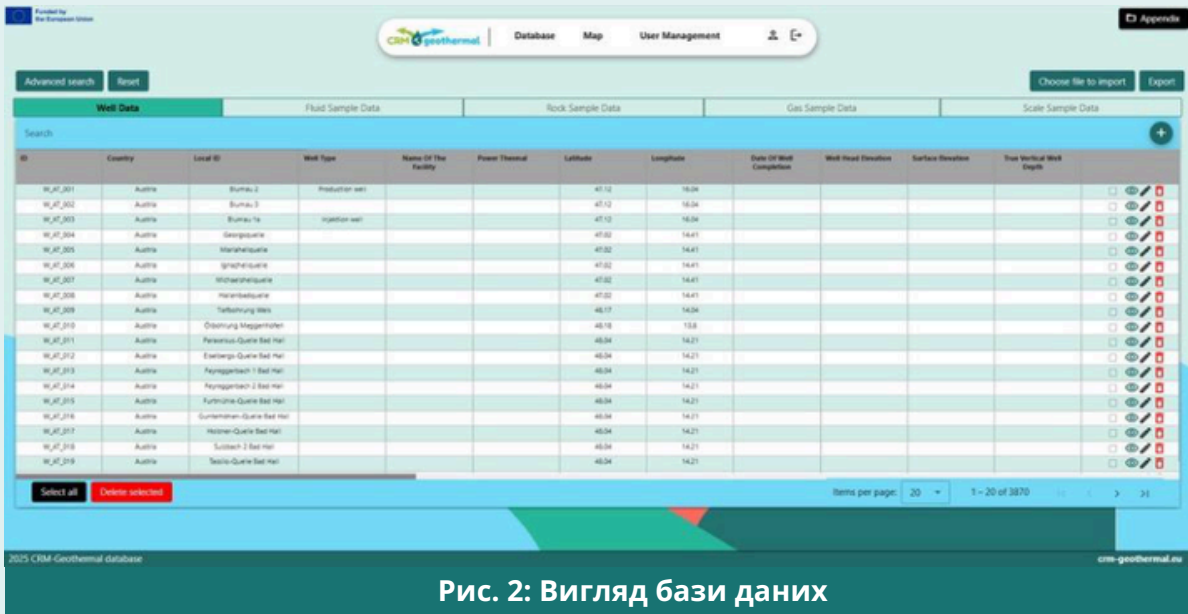
Рис.1 - Схема функціонування (Workflow) платформи Fluid Atlas



Fluid Atlas для геотермальних флюїдів і критичної сировини

«Fluid Atlas» дотримується чіткого та прозорого алгоритму обробки даних. Історичні та новоотримані дані про геотермальні свердловини, рідини, гірські породи, гази та накипи спочатку проходять процедури перевірки та контролю якості, щоб забезпечити їхню узгодженість, використання уніфікованих одиниць вимірювання та базову достовірність. Перевірені дані зберігаються в центральній базі даних і передаються до веб-інтерфейсу через серверну програму з використанням стандартних форматів даних. Коли користувачі взаємодіють з картою або інструментами пошуку, відповідна інформація витягується з бази даних і відображається у вигляді інтерактивних карт та таблиць. Нові дані автоматично з'являються в Атласі без необхідності ручного дублювання або повторного завантаження.

Платформа пропонує два взаємодоповнюючих режими перегляду: режим «База даних» (рис. 2), де користувачі можуть переглядати та здійснювати запити до вихідної бази даних за допомогою простого пошуку за ключовими словами або розширених фільтрів на основі атрибутів, та режим «Карта» (рис. 3), де можна досліджувати просторові взаємозв'язки між точками даних за допомогою інтерактивних карт, а також перевіряти вибрані дані з використанням різноманітних опцій пошуку та фільтрування. Інтерфейс користувача розроблений таким чином, щоб бути інтуїтивно зрозумілим та доступним навіть для нефхівців. Користувачі можуть масштабувати та переміщатися по карті, вибирати окремі об'єкти та відкривати вікна з детальними даними. Функції пошуку та фільтрації дозволяють звужувати набір даних на основі таких параметрів, як діапазони температур, хімічний склад або наявність конкретних елементів CRM. Вибрані набори даних можна експортувати у стандартний формат електронної таблиці для подальшого аналізу.



The screenshot shows the CRM Geothermal database interface. At the top, there is a navigation bar with 'Database', 'Map', and 'User Management' options. Below this is a search bar and a table of well data. The table has columns for ID, Country, Local ID, Well Type, Name Of The Facility, Power Thermal, Latitude, Longitude, Date Of Well Completion, Well Head Elevation, Surface Elevation, and True Vertical Well Depth. The data rows list various wells in Austria, such as Bumbau 1, Bumbau 2, Bumbau 3, Gersgrotte, and many others. At the bottom of the table, there are controls for 'Select all', 'Delete selected', and pagination information showing 'Items per page: 20' and '1 - 20 of 3870'.

ID	Country	Local ID	Well Type	Name Of The Facility	Power Thermal	Latitude	Longitude	Date Of Well Completion	Well Head Elevation	Surface Elevation	True Vertical Well Depth
WAT_001	Austria	Bumbau 1	Production well			47.72	16.24				
WAT_002	Austria	Bumbau 2				47.72	16.24				
WAT_003	Austria	Bumbau 3	Injection well			47.72	16.24				
WAT_004	Austria	Gersgrotte				47.82	14.41				
WAT_005	Austria	Marzthalquart				47.82	14.41				
WAT_006	Austria	Spitzthalquart				47.82	14.41				
WAT_007	Austria	Michaelsthalquart				47.82	14.41				
WAT_008	Austria	Hinterbühlquart				47.82	14.41				
WAT_009	Austria	Tabbingung West				48.17	14.34				
WAT_010	Austria	Oberrung Magermatten				48.18	13.8				
WAT_011	Austria	Peissenau-Quart Bed Hot				48.24	14.21				
WAT_012	Austria	Eberlegg-Quart Bed Hot				48.24	14.21				
WAT_013	Austria	Reuggersbach 1 Bed Hot				48.24	14.21				
WAT_014	Austria	Reuggersbach 2 Bed Hot				48.24	14.21				
WAT_015	Austria	Kurtzthal-Quart Bed Hot				48.24	14.21				
WAT_016	Austria	Gurtenham-Quart Bed Hot				48.24	14.21				
WAT_017	Austria	Hörsner-Quart Bed Hot				48.24	14.21				
WAT_018	Austria	Luttsch 2 Bed Hot				48.24	14.21				
WAT_019	Austria	Tschirn-Quart Bed Hot				48.24	14.21				

Рис. 2: Вигляд бази даних

Fluid Atlas для геотермальних флюїдів і критичної сировини

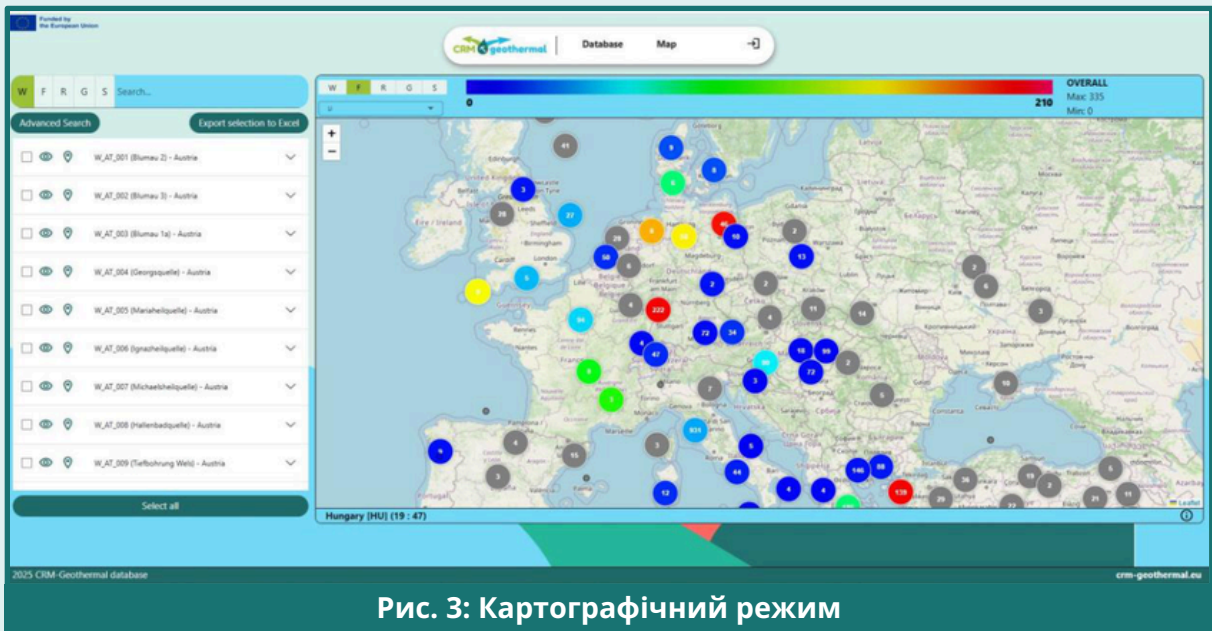


Рис. 3: Картографічний режим

У режимі перегляду карти користувачі можуть вибрати будь-яку числову змінну на панелі керування. Після цього система відображає мінімальне та максимальне значення вибраної змінної як для всієї бази даних, так і для поточної видимої області карти, разом із відповідною кольоровою шкалою. Точки на карті динамічно підсвічуються відповідно до обраної змінної, тоді як цифри всередині точок продовжують вказувати на кількість представлених свердловин. Ця функція дозволяє користувачам швидко оцінити просторовий розподіл будь-якого обраного параметра з першого погляду. Вона підтримує швидке співставлення регіонів, допомагає виявляти просторові тенденції та аномалії, а також забезпечує інтуїтивну основу для інтерпретації даних та прийняття рішень.

Щоб забезпечити якість даних і водночас зберегти відкритість, платформа використовує систему доступу на основі ролей. Зареєстровані користувачі можуть вільно переглядати та завантажувати дані. Зареєстровані автори можуть завантажувати нові набори даних або редагувати власні записи. Адміністративний нагляд забезпечує контроль якості. Подання даних здійснюється відповідно до уніфікованих шаблонів та правил перевірки, зокрема перевірок узгодженості одиниць виміру, точності координат та базової правдоподібності, що сприяє підтримці надійного та узгодженого набору даних.

З географічної точки зору «Fluid Atlas» охоплює широкий спектр природних геотермальних середовищ у Європі та Східній Африці, включаючи вулканічні регіони, осадові басейни та системи, пов'язані з рифтовими зонами. Таке широке географічне охоплення дає змогу порівнювати геотермальні рідини в різних геологічних умовах та сприяє виявленню регіональних тенденцій у хімічному складі флюїдів та збагаченні CRM.

Fluid Atlas для геотермальних флюїдів і критичної сировини

Окрім застосування в наукових дослідженнях, «Fluid Atlas» підтримує практичні сценарії використання. Ця платформа забезпечує прозору базу знань для оцінки потенціалу геотермальних флюїдів як джерел критично важливих матеріалів, сприяє оцінці ресурсів на ранніх етапах та сприяє проведенню обґрунтованих дискусій щодо сталого використання ресурсів. Платформа також підходить для освіти та навчання, пропонуючи зрозумілий та інтерактивний спосіб демонстрації геотермальних процесів та аналізу на основі даних.

Довгострокове функціонування «Fluid Atlas» забезпечується завдяки розміщенню на захищених серверах, регулярному резервному копіюванню даних, шифрованому зв'язку та контрольованим оновленням. Модульна архітектура системи дозволяє з часом додавати нові регіони, набори даних або аналітичні функції без необхідності її реструктуризації. Це робить «Fluid Atlas» надійною цифровою інфраструктурою, яка може постійно розвиватися та залишатися актуальною у разі появи нових даних про геотермальні ресурси та CRM.

Загалом, «Fluid Atlas» є відкритим, надійним та зручним у користуванні ресурсом, що надає доступ до узгоджених даних про геотермальні ресурси та критичну мінеральну сировину (CRM). Завдяки поєднанню просторової візуалізації, наборів даних, що пройшли контроль якості, та технологій з відкритим кодом, цей ресурс сприяє проведенню досліджень, інновацій та прийняттю обґрунтованих рішень у сфері геотермальних ресурсів.

Переглянути Fluid Atlas:

<https://crm-geothermal.eu/go/crm-geothermal-database>

Додаткові ресурси:

- [Керівництво користувача для CRM-geothermal Database та Fluid Atlas](#)
- [CRM-geothermal Database – публікація даних \(D1.2\)](#)
- [CRM-geothermal Database: геонаукові та геохімічні дані геотермальних систем із акцентом на флюїди та критичну сировину в Європі та Східній Африці. GFZ Data Services](#)
- [Онлайн GIS-базований Fluid Atlas CRM-geothermal для Європи та Східної Африки \(D1.3\)](#)
- [Завантажити Ексел-шаблон для збору даних](#)
- [Рекомендації щодо заповнення шаблону збору даних](#)
- [Надати відгук](#)

Контактна особа:

Anna Seres – University of Miskolc -anna.seres@uni-miskolc.hu

