



# **FREEWAT**

Free and Open Source Software Tools for Water Resource Management

**EU HORIZON 2020 Project**

## **Вільні та відкриті програмні інструменти для управління водними ресурсами**

Дар'я Свідзінська

Дослідницько-освітня лабораторія OSGeo КНУТШ

<http://lab.osgeo.org.ua/>

ГИС-Форум «Образование · Наука · Производство»

15-18 марта 2016 | Харьков, Украина



Цей проект отримав фінансування за програмою наукових досліджень та інновацій Європейського Союзу Горизонт 2020 грантова угода № 642224

**[www.freewat.eu](http://www.freewat.eu)**



# Зміст

**FREEWAT**

1. Загальна інформація
2. Огляд програмних інструментів
3. Очікувані результати

**FREEWAT: вільні та відкриті програмні інструменти для управління водними ресурсами**

Цей проект отримав фінансування за програмою наукових досліджень та інновацій  
Європейського Союзу Горизонт 2020 грантова угода № 642224



# 1. Загальна інформація



# Що таке FREEWAT

Поєднане з ГІС середовище моделювання  
з відкритим вихідним кодом, яке  
поширюється як суспільне надбання,  
для симуляції кількості та якості  
поверхневих і підземних вод,  
об'єднане з модулями інтегрованого  
планування та управління водними  
ресурсами.

**FREEWAT: вільні та відкриті програмні інструменти для управління водними ресурсами**

Цей проект отримав фінансування за програмою наукових досліджень та інновацій  
Європейського Союзу Горизонт 2020 грантова угода № 642224





# Мета — удосконалення управління водними ресурсами

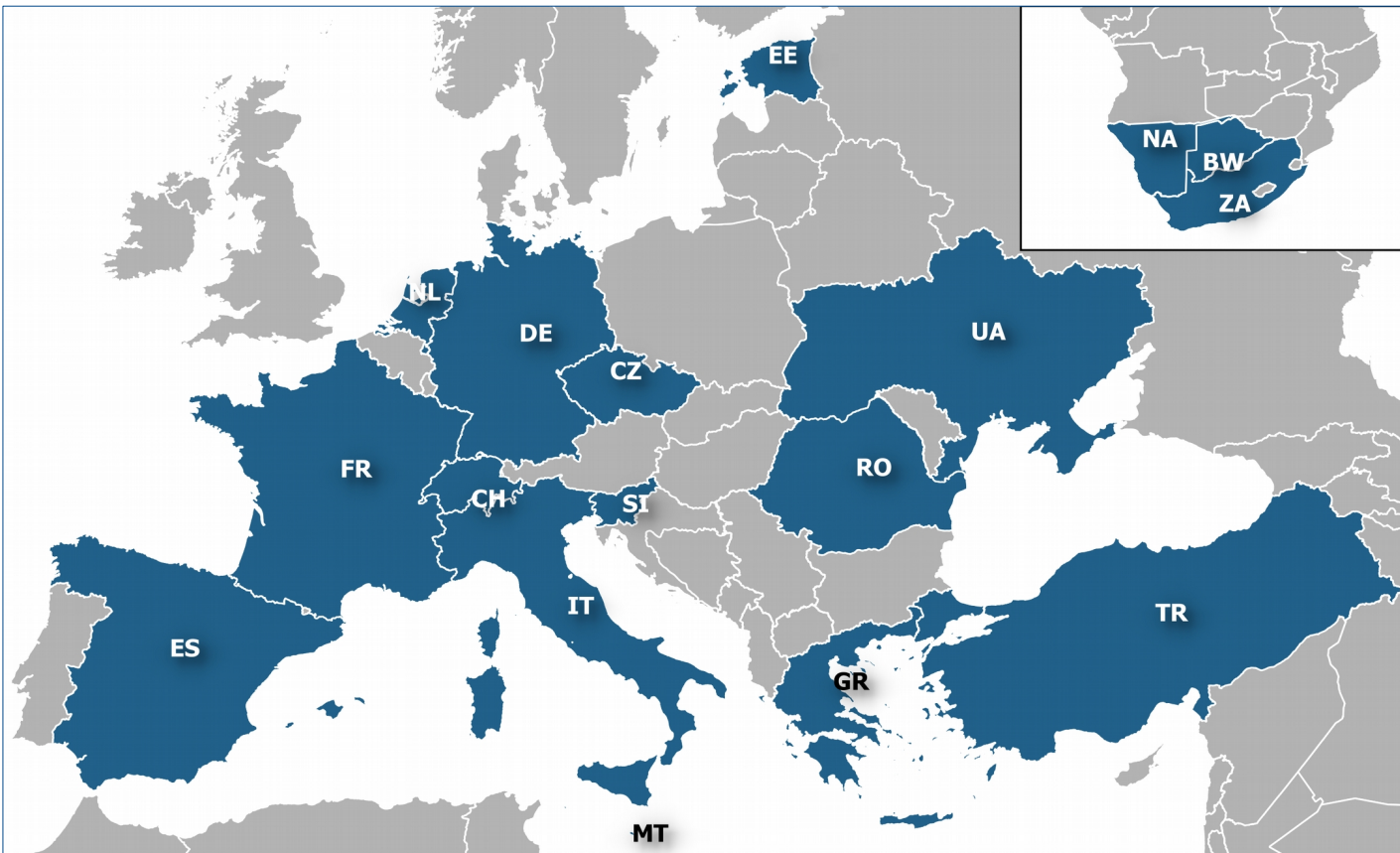
## Завдання:

- узгодити результати попередніх досліджень для інтеграції наявних програмних модулів до єдиної ГІС-платформи
- забезпечити застосування інструментів FREEWAT зацікавленими сторонами (технічний персонал та управлінці)
- подолати розрив між ЄС та США в галузі інструментів моделювання та управління водними ресурсами

**FREEWAT: вільні та відкриті програмні інструменти для управління водними ресурсами**

Цей проект отримав фінансування за програмою наукових досліджень та інновацій  
Європейського Союзу Горизонт 2020 грантова угода № 642224





- Координатор:
  - Scuola Superiore Sant'Anna SSSA (м. Піза, Італія)
- Керівна група:
  - SSSA (Італія)
  - TEA-Sistemi (Італія)
  - TU Darmstadt (Німеччина)
  - IDAEA-CSIC (Іспанія)
- 01.04.15 — 30.09.17  
30 місяців
- 19 партнерів
- 13 тематичних досліджень



# Наша роль

**FREEWAT**

1. Технічне та адміністративне координування проекту в Україні
2. Навчання технічного персоналу для нарощування потенціалу
3. Апробація інструментів FREEWAT в дослідженні, спрямованому на покращення та розробку сценаріїв управління водними ресурсами
4. Забезпечення залучення зацікавлених сторін, зокрема управлінців
5. Підготовка рекомендацій щодо «найкращих практик» застосування ГІС-інструментів для моделювання з метою планування управління водними ресурсами
6. Поширення інформації та комунікація

**FREEWAT: вільні та відкриті програмні інструменти для управління водними ресурсами**

Цей проект отримав фінансування за програмою наукових досліджень та інновацій  
Європейського Союзу Горизонт 2020 грантова угода № 642224



## **2. Огляд програмних інструментів FREEWAT**





# Відкриті та вільні інструменти

- відкритий вихідний код
- безкоштовне поширення
- безкоштовне навчання
- можливість долучитись
- потенціал для розширення

**FREEWAT: вільні та відкриті програмні інструменти для управління водними ресурсами**

Цей проект отримав фінансування за програмою наукових досліджень та інновацій  
Європейського Союзу Горизонт 2020 грантова угода № 642224

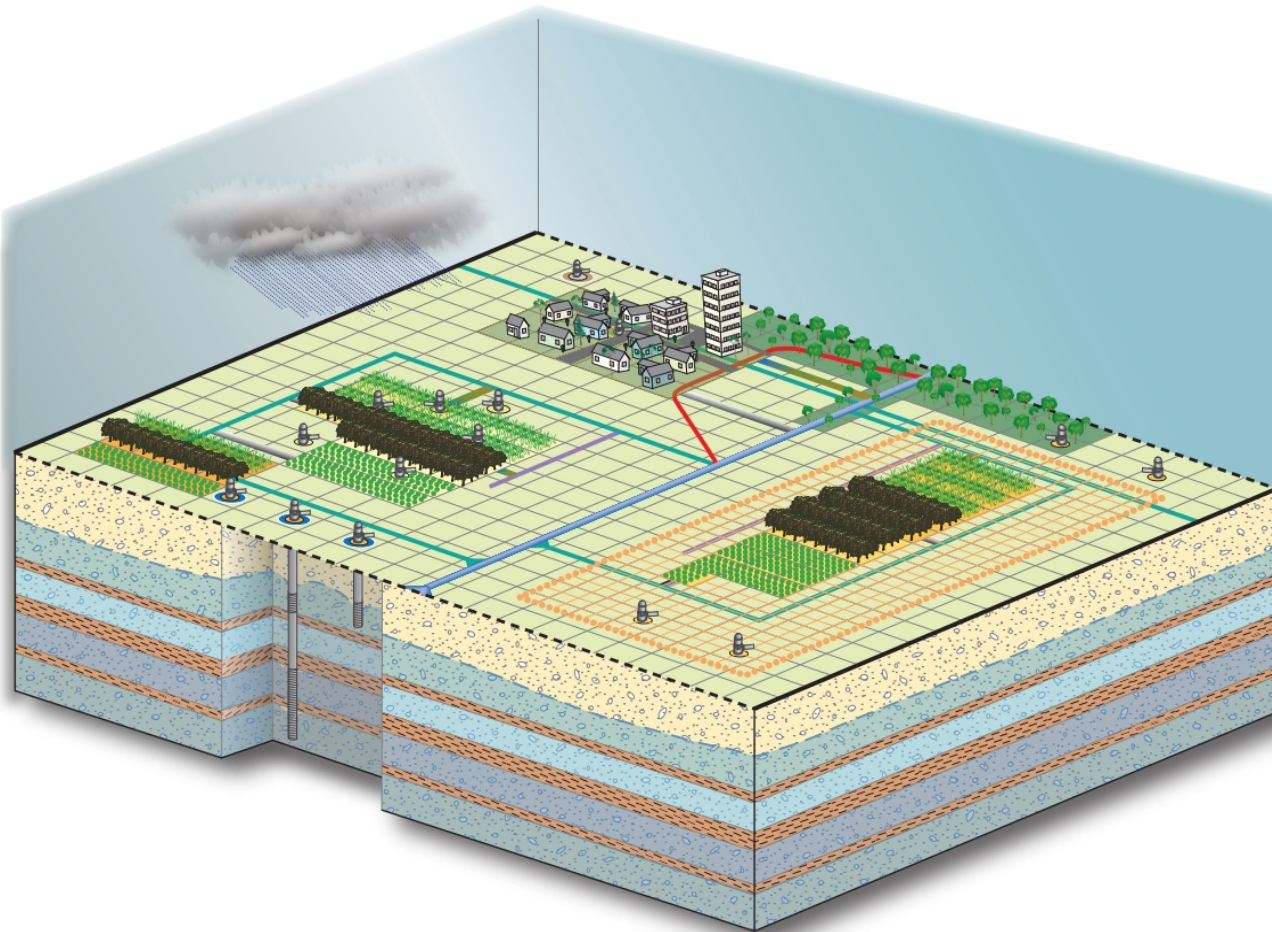


# ГІС для інтеграції — QGIS



- відкрита та вільна ГІС
- розвинений функціонал
- інтероперабельність
- динамічний розвиток
- \* досвід розробників
- \* тестування та апробація

# Інструменти, що інтегруються: MODFLOW



- тривимірне моделювання підземних вод та водоносних горизонтів
- Геологічна служба США публікує код 1984 р.
- де факто, стандарт
- модульна структура
  - об'єднані системи поверхневих | підземних вод
  - перенесення розчинених речовин
  - взаємодія різнорідних потоків
  - компоненти забезпеченість-попит водного бюджету
- SID&GRID (Regione Toscana):
  - поверхневий та підземний стік
  - процеси в зоні аерації
  - інтеграція до QGIS

<http://water.usgs.gov/ogw/modflow/>

**FREEWAT: вільні та відкриті програмні інструменти для управління водними ресурсами**

Цей проект отримав фінансування за програмою наукових досліджень та інновацій Європейського Союзу Горизонт 2020 грантова угода № 642224





# Інструменти та досвід попередніх проектів

**FREEWAT**

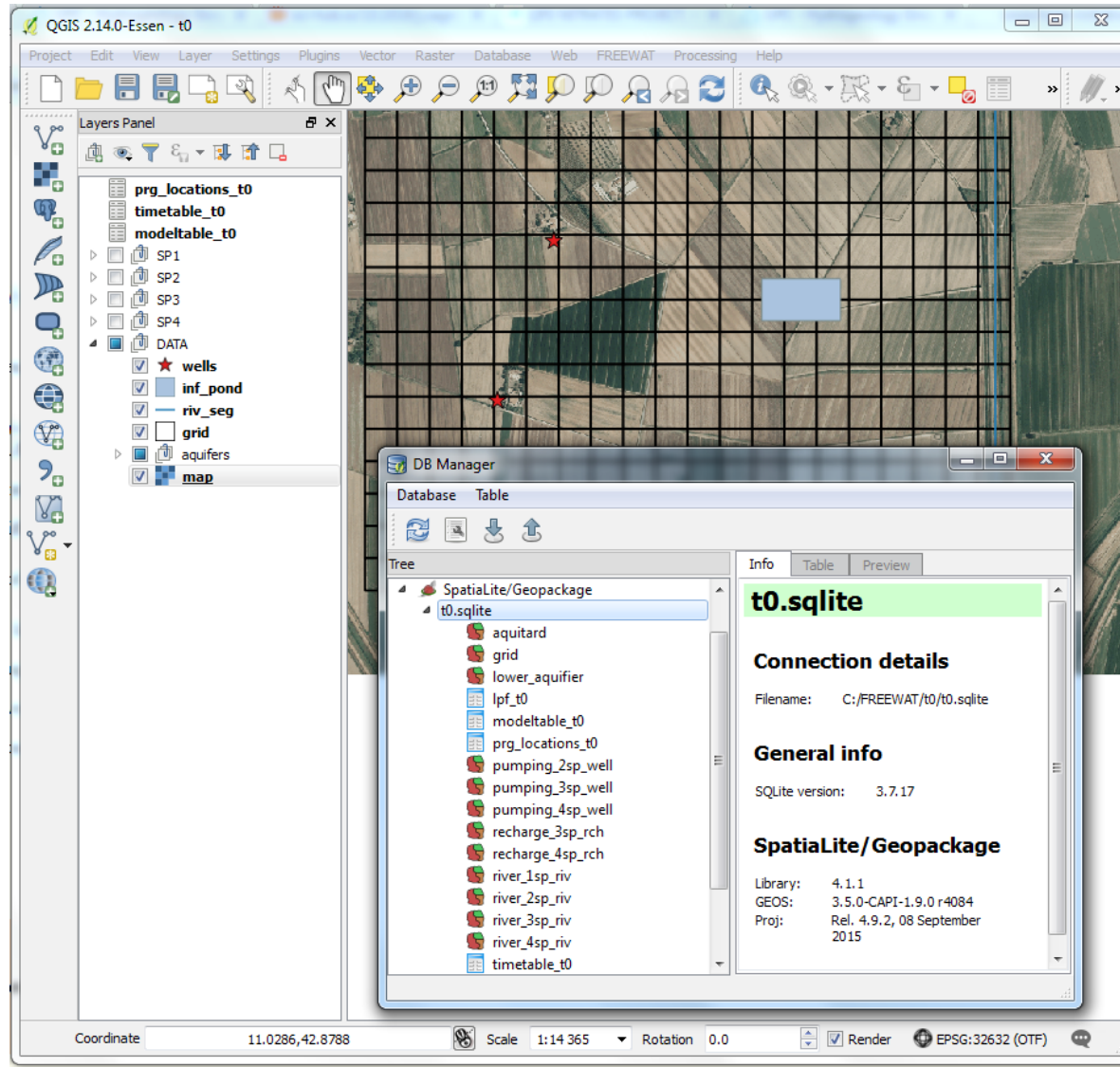
- **MARSOL** (Demonstrating Managed Aquifer Recharge as a Solution to Water Scarcity and Drought): транспорт розчинених речовин в підземні води  
<http://www.marsol.eu/>
- **QUIMET** (GIS-based Hydrogeochemical Analysis Tools): ГІС-інструменти для збереження, аналізу та візуалізації гідрогеохімічних даних
- **LIFE Nitrates** (Repercussions of Agricultural Practices on the Nitrate Pollution of Inland Waters): імітаційне моделювання для кількісної оцінки забруднення ґрунтових вод нітратами з сільськогосподарських джерел  
<http://www.life-nitratos.eu/>
- **HOPE** (UNESCO's Hydro Free and/ or Free and FOSS Platform of Experts Initiative): застосування відкритих інструментів для управління водними ресурсами в країнах Африки  
<http://www.hope-initiative.net/>

**FREEWAT: вільні та відкриті програмні інструменти для управління водними ресурсами**

Цей проект отримав фінансування за програмою наукових досліджень та інновацій  
Європейського Союзу Горизонт 2020 грантова угода № 642224



# Збереження та управління даними: SpatiaLite та QGIS



**FREEWAT: вільні та відкриті програмні інструменти для управління водними ресурсами**

Цей проект отримав фінансування за програмою наукових досліджень та інновацій  
Європейського Союзу Горизонт 2020 грантова угода № 642224





# Моделювання: підземний стік

**Run Model**

Model Name:

Groundwater Flow   Solute Transport   Water Management and Crop Modeling   Model Calibration

☐ CHD     
☐ WEL     
☐ RIV     
☐ DRN     
☐ GHB     
☐ MNW     
☐ RCH     
☐ EVT  

☐ UZF (Unsaturated Zone)  
 UZF Layer:   
 Surface Layer:   
 Recharge Option:   
☒ Simulate Evapotranspiration  
☐ Use SFR Package  
 Rch Option:   
 Evt Option:

☐ SFR2 (Stream Flow Routing)  
 SFR Layer:   
 SFR Table:   
☐ Simulate Unsaturated Zone  
 Conversion Factor (CONSTANT)    Weighting Factor (WEIGHT)   
 Tolerance Level (DLEAK)    Num. of Sub-Time Steps (NUMTIM)   
 Streamflow Tolerance (FLWTOL)

☐ Activate Link with MT3DMS (LMT Package)

**OBSERVATIONS**  
☐ HOB  

**Rewetting Parameters**  
 WETFACT    IHDWET   
 IWETIT

**PCG Solver parameters**  
 Outer Iteration    Inner Iteration   
  
 HCLOSE    IPRPCG   
 RCLOSE    DAMP   
 RELAX   
 MUTPCG

☐ Only Write Input Files        

**FREEWAT: вільні та відкриті програмні інструменти для управління водними ресурсами**

Цей проект отримав фінансування за програмою наукових досліджень та інновацій  
 Європейського Союзу Горизонт 2020 грантова угода № 642224



# Моделювання: перенесення розчинених речовин

Run Model

Model Name: t0

Groundwater Flow | Solute Transport | Water Management and Crop Modeling | Model Calibration

Transport Model: [v]

**ADVECTION Package**

Solution Option (MIXELM): Standard Finite-Difference Courant number (PERCEL): 0.75

Particle Tracking Algorithm: First-order Eulerian MXPART: 800000

☐ Dispersion is Active

☐ **Reaction Layer** [v]

Type of Sorption: No sorption

Type of Kinetic Rate Reaction: No kinetic rate reaction

**SINK and SOURCE Package**

☐ CHD [v] ☐ Distributed Sink/Source (RCH or EVT) [v]

☐ WEL pumping\_2sp\_well ☐ Mass Loading [v]

☐ RIV river\_1sp\_riv ☐ Constant Conc. [v]

☐ GHB [v]

☐ **Density Dependent Flow**

Method for Mass Conservation (MFNADVPD) Central-in-space

Reference Density: 1000 Slope coefficient for EoS: 0.7

☐ **Viscosity Dependent Flow**

☐ Simulate effect of Temperature as representing Temperature: [v]

Reference Viscosity: 0.00089 Slope Coefficient (DML) 0.00000192

**GCG SolverParameters**

Outer Iteration (MXITER): 1 Inner Iteration (ITER1): 50

Preconditioner (ISOLVE): Jacobi Dispersion Tensor Term (NCRS): Lumped

Relaxation Factor (ACCL): 1.0 CCLOSE: 0.0001 IPRGCG: 0

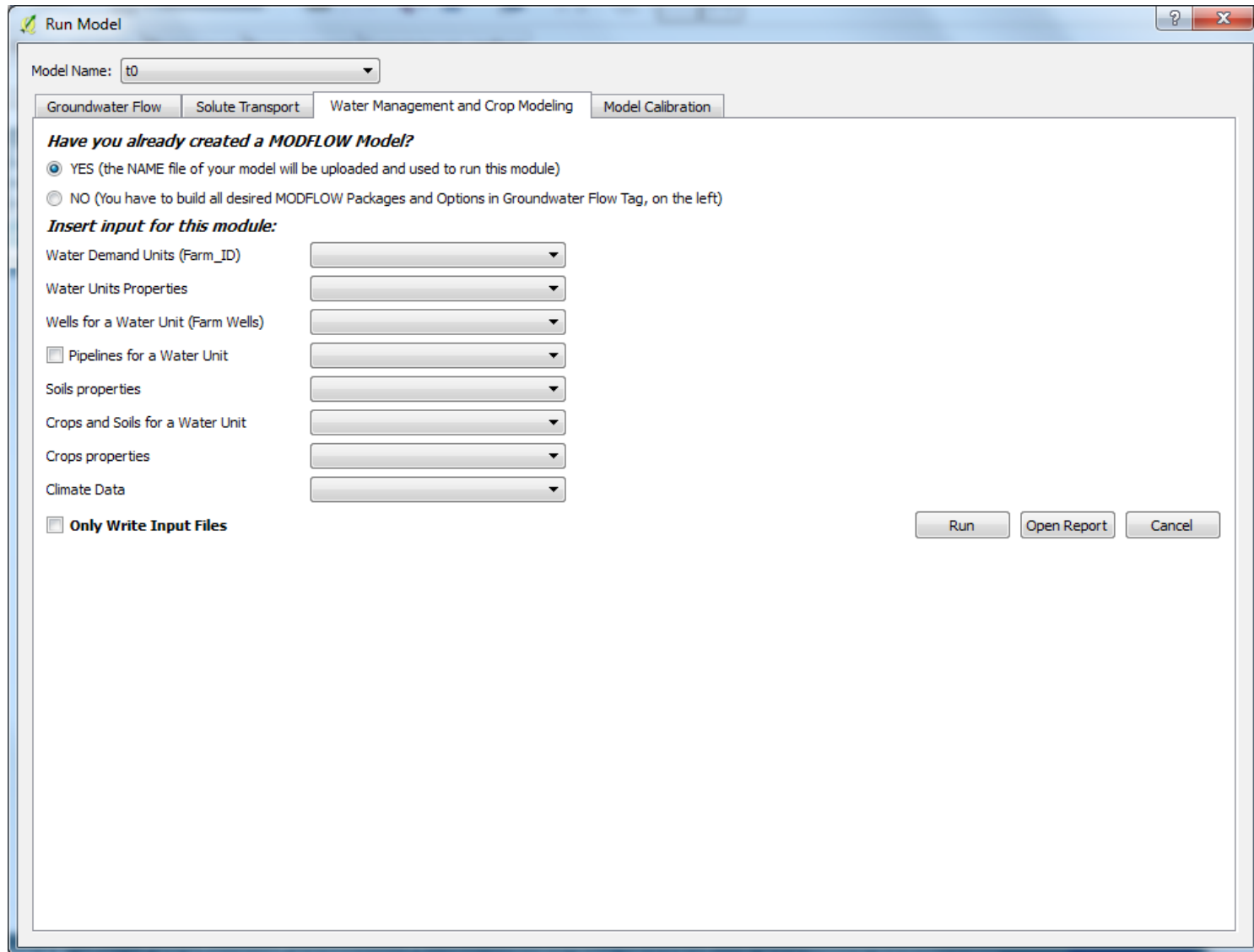
☐ Only Write Input Files Run Open Report Cancel

**FREEWAT: вільні та відкриті програмні інструменти для управління водними ресурсами**

Цей проект отримав фінансування за програмою наукових досліджень та інновацій  
Європейського Союзу Горизонт 2020 грантова угода № 642224



# Моделювання: управління водними ресурсами



Run Model

Model Name: t0

Groundwater Flow | Solute Transport | **Water Management and Crop Modeling** | Model Calibration

**Have you already created a MODFLOW Model?**

☒ YES (the NAME file of your model will be uploaded and used to run this module)

☐ NO (You have to build all desired MODFLOW Packages and Options in Groundwater Flow Tag, on the left)

**Insert input for this module:**

Water Demand Units (Farm\_ID) [dropdown]

Water Units Properties [dropdown]

Wells for a Water Unit (Farm Wells) [dropdown]

☐ Pipelines for a Water Unit [dropdown]

Soils properties [dropdown]

Crops and Soils for a Water Unit [dropdown]

Crops properties [dropdown]

Climate Data [dropdown]

☐ Only Write Input Files

Run Open Report Cancel

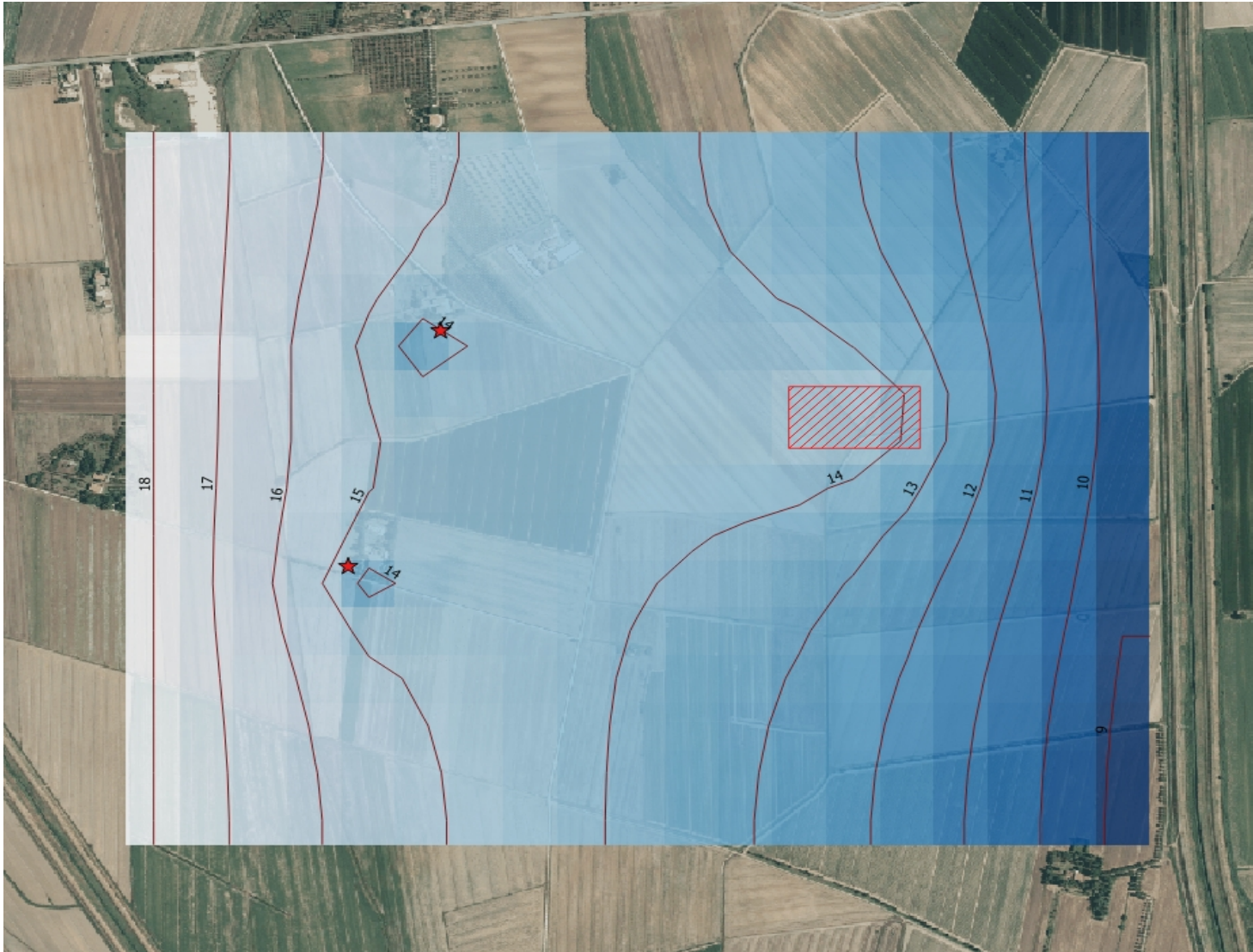
**FREEWAT: вільні та відкриті програмні інструменти для управління водними ресурсами**

Цей проект отримав фінансування за програмою наукових досліджень та інновацій  
Європейського Союзу Горизонт 2020 грантова угода № 642224





# Представлення результатів: поле гідродинамічного напору



**FREEWAT: вільні та відкриті програмні інструменти для управління водними ресурсами**

Цей проект отримав фінансування за програмою наукових досліджень та інновацій  
Європейського Союзу Горизонт 2020 грантова угода № 642224



## 3. Очікувані результати



# Модулі та інструменти платформи FREEWAT

- управління водними ресурсами та планування
- інструменти для аналізу даних спостережень
- калібрування, оцінка надійності
- перенесення розчинених речовин в зоні аерації
- оцінка потреб у воді та розвиток с/г культур
- контроль якості підземних вод
- аналіз, інтерпретація та візуалізація гідрогеологічних даних

**FREEWAT: вільні та відкриті програмні інструменти для управління водними ресурсами**

Цей проект отримав фінансування за програмою наукових досліджень та інновацій  
Європейського Союзу Горизонт 2020 грантова угода № 642224



- розробка інструментів, які забезпечать інтегрований підхід до моделювання водних ресурсів
- розробка комплексної методики оцінки водного бюджету території на основі кількісного моделювання
- адаптація міжнародних та європейських методик до національних дослідницьких завдань



# Прикладні результати

**FREEWAT**

- загальнодоступні програмні засоби та ГІС-інструменти
- кваліфікований технічний персонал
- рекомендації щодо застосування «найкращих практик» сценарного моделювання для управління водними ресурсами
- підтримка прийняття обґрунтованих рішень на основі аналізу даних
- спрощення застосування та втілення вимог директив ЄС: водної рамкової 2000/60/ЕС, про підземні води 2006/118/ЕС, про нітрати 91/676/ЕЕС тощо

**FREEWAT: вільні та відкриті програмні інструменти для управління водними ресурсами**

Цей проект отримав фінансування за програмою наукових досліджень та інновацій  
Європейського Союзу Горизонт 2020 грантова угода № 642224



# Дякую за увагу

Дар'я Свідзінська

Дослідницько-освітня лабораторія OSGeo КНУТШ

<http://lab.osgeo.org.ua/>