# ERD - Hydrological Modeling System (Full Version)

This document describes the full Entity Relationship Diagram (ERD) for a modular hydrological modeling system. It reflects data flow, configurations, spatial-temporal inputs (including rainfall and discharge), model training metadata, and future scalability.

## Configuration

* - config\_id (PK)
* - basin\_name
* - lag\_time
* - training\_start\_date
* - training\_end\_date
* - grid\_type (UGRID / REGULAR)

🔗 Links to Stations, Events, CollocationPoints, Rain, Discharge, Models

## Station

* - station\_id (PK)
* - basin\_name (FK)
* - latitude
* - longitude
* - spatial\_reference (e.g., grid index)

🔗 Observed discharge is collected at stations, and they link to spatial data

## RainObservation

* - obs\_id (PK)
* - time
* - latitude
* - longitude
* - rain
* - source (e.g., observation, forecast, ensemble)

🔗 Interpolated or raw rainfall data. Can be linked to events and ensemble members

## RainEnsembleMember

* - ensemble\_id (PK)
* - member\_number
* - time
* - latitude
* - longitude
* - rain\_value

🔗 Future support for ensemble rainfall forecasts

## DischargeObservation

* - obs\_id (PK)
* - station\_id (FK)
* - time
* - discharge

🔗 Observed discharge (target values) used for model training and evaluation

## SpatialFeature

* - feature\_id (PK)
* - latitude
* - longitude
* - feature\_type (e.g., DEM, SLOPE, ROUGHNESS, CROSS\_SECTION)
* - value

🔗 Static geospatial data joined after interpolation to avoid overloading that step

## CollocationPoint

* - point\_id (PK)
* - lat
* - lon
* - time
* - basin\_name (FK)

🔗 Spatio-temporal points used to enforce physical equations (e.g., PDE residuals)

## Model

* - model\_id (PK)
* - model\_type (PINN / XPINN / CURRICULUM)
* - config\_id (FK)
* - training\_state
* - trained\_weights\_path
* - loss\_type
* - physics\_formulation (e.g., Manning, Kinematic, NSE)

🔗 Trained model output tied to a specific configuration and dataset

## Event

* - event\_id (PK)
* - basin\_name (FK)
* - start\_date
* - end\_date
* - rain\_intensity\_score

🔗 Defines rainfall-runoff events used for curriculum learning or EDA

המסמך מתאר את **מבנה הנתונים הלוגי של מערכת החיזוי ההידרולוגית** שלך.  
כל "ישות" (Entity) מייצגת טבלה או מבנה מידע מרכזי במערכת שלך — למשל: תחנות מדידה, אירועים, קונפיגורציות, נתוני גשם וספיקה, מודלים וכו'.

לכל ישות יש:

* שדות (שורות שמתחילות ב־-)
* הסבר מילולי על תפקידה במערכת

## 🧷 מה זה PK ו־FK?

| **קיצור** | **משמעות** | **תפקיד** |
| --- | --- | --- |
| **PK** = Primary Key | מפתח ראשי | מזהה ייחודי לכל רשומה בטבלה (למשל: station\_id) |
| **FK** = Foreign Key | מפתח זר | מצביע לרשומה בטבלה אחרת (למשל: basin\_name שמצביע על קונפיגורציה מסוימת) |

🔗 **PK** מייחד  
🔗 **FK** מחבר בין ישויות

## 🧩 אילו ישויות מופיעות במסמך?

### 1. Configuration

מכילה את תצורת הריצה: איזה אגן, איזה תאריכים, איזה גריד.

### 2. Station

תחנות מדידה עם מיקום ומזהה.

### 3. RainObservation

נתוני גשם לכל זמן/מקום. יכול להיות תצפיתי או חזוי.

### 4. RainEnsembleMember

תמיכה עתידית בתרחישים מרובי גשם (אנצמבל תחזיות).

### 5. DischargeObservation

הערכי אמת של ספיקה (Q) בתחנות — המטרה של המודל.

### 6. SpatialFeature

מידע גיאוגרפי סטטי: DEM, שיפועים, ROUGHNESS, חתך נחל וכו'.

### 7. CollocationPoint

נקודות מרחביות־זמניות שנמצאות מחוץ לתחנות, ומשמשות לאכיפת הפיזיקה במודלים (PINN/XPINN).

### 8. Model

מייצג מודל מאומן: סוגו, מצב האימון, מיקום קובץ המשקלות, איזו פיזיקה הוא מאכף.

### 9. Event

אירוע גשם-שיטפון: טווח זמן, עוצמת גשם. משמש ללמידה הדרגתית (Curriculum Learning).

## 🎯 למה זה חשוב?

* זו מפת יסוד לכל קוד, דוקומנטציה או DB שתבנה.
* זה מגדיר מה מותר ואיך מחברים בין דברים: תחנות, אירועים, גשם, מודלים וכו’.
* מאפשר **הרחבה מסודרת** בעתיד (כמו הוספת מידע מרחבי חדש או תמיכה ב־Transfer Learning).

## 🔄 Update: SpatialFeature Entity Extension

- equation\_type (e.g., SWE, KW, SCS)  
 - Indicates the governing equation assigned to this spatial cell based on terrain/hydrology.  
 - Used during preprocessing and model physics enforcement.