

**Raab Flood 4cast**  
Projektzáró jelentés  
2020. június



# Új módszerek és azok műszaki megoldásai az előrejelző rendszerben, eredmények Magyarországon

Dr. Krámer Tamás – Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Somogyi Péter – Nyugat-dunántúli Vízügyi Igazgatóság  
Kerék Gábor – Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóság



**Raab Flood 4cast**  
Projektzáró jelentés  
2020. június



**Interreg**

**Austria-Hungary**

European Union – European Regional Development Fund

**Raab Flood 4cast**



# Új módszerek és azok műszaki megoldásai az előrejelző rendszerben

Dr. Krámer Tamás – Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem



## Bevezetés

A Raab Flood 4cast projekt célja az árvízi előrejelző és figyelmeztető rendszer frissítése és előntéstérképezéssel való kiegészítése.

Ennek az informatikai fejlesztéseit a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem koordinálta, a hidrológiai és hidrodinamikai modelleket az egyetem kutatói dolgozták ki 2018-2020 között.

Az operatív keretrendszer és a weblapot a DHI Hungary Kft. fejlesztette ki a modellek köré.

Az előadásban a hidroinformatikai megoldásokat tekintjük át.



## Árvízi előrejelzés a magyarországi Rába-völgyben

### Fejlődő technika, bővülő szolgáltatási szintek

A Rába-völgy jelenlegi árvízi előrejelző rendszere egydimenziós (1D) áramlástanai modellezésen alapul, a vízmércék szelvényében ad előrejelzést a vízállás és a vízhozam alakulására.

Egy évtized alatt számottevően javultak a műszaki lehetőségek:

Pontosabb időjárás-előrejelzés

Bővülő automatikus vízmércehálózat, pontos domborzati felmérések

Gyorsabb számítási eljárások és okosabb szoftverek

És ezzel párhuzamosan a védekezés irányítói is több információt kérnek:

**Mely területek kerülnek víz alá a nyílt ártéren?**

**Milyen magas az árvíz a töltések, a településhatárok és az közlekedési utak mentén?**

## Terepi lefolyás modellezése és térképezése

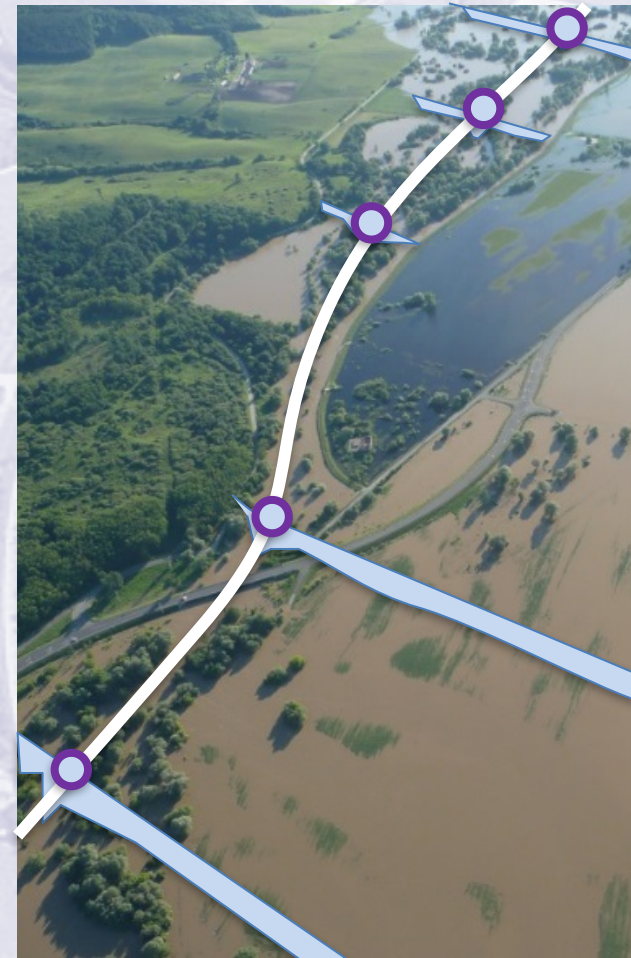
### Az 1D modellezés bevált, folytatjuk

Valós időnél sokkal gyorsabban számítható óránként új előrejelzés adható a teljes folyóhálózatra  
Közvetlenül az árhullám hossz menti dinamikáját szolgáltatja, ami az elsődleges igény

De:

**1D-ben a terepi lefolyást csak erős közelítésekkel lehet leírni** keresztmetszvények sorozatával.

Ráadásul a kapott vízszintekből csak a szűk hullámtereken lehet pontosan kiterjeszteni a vízfelszínt a terep fölé.



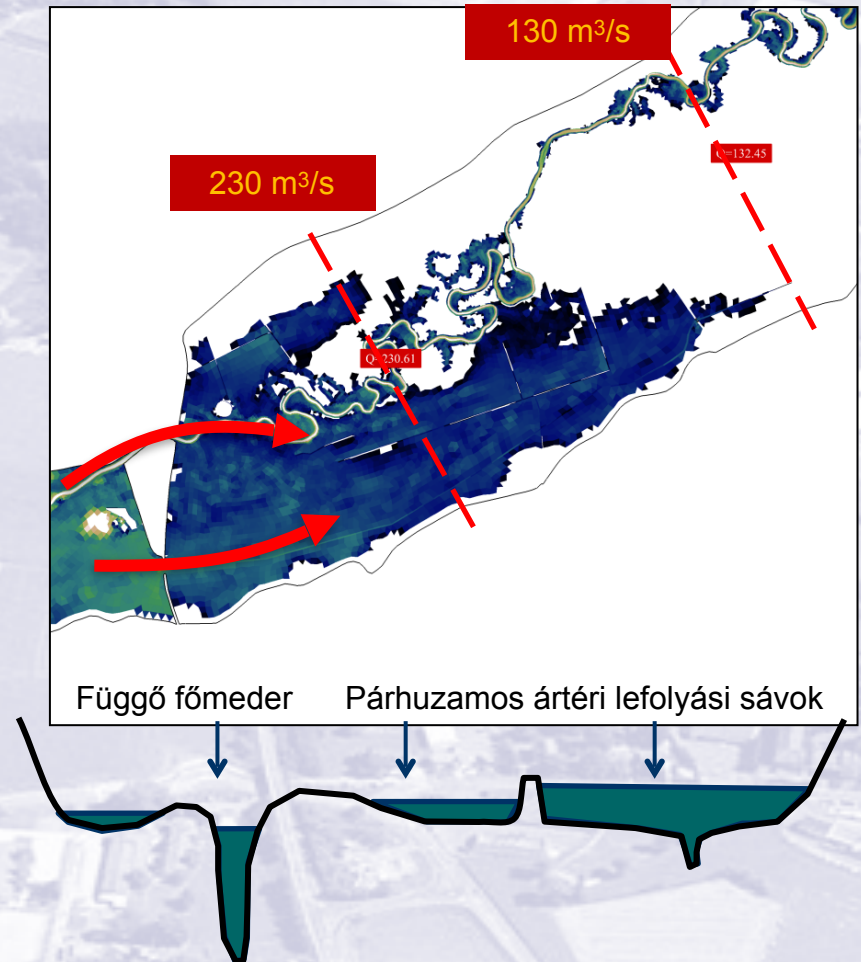
## Elöntéstérképezés nyílt ártereken

A Rába, a Répce és a Marcal nyílt árterein a terepre kilépő árvíz a mederrel párhuzamos sávokban folyik le.

A sávok közötti szaggatott a keresztirányú kapcsolat, függ a vízborítottságtól, a vízfelszín pedig lépcsőzetesen változik a magaslatok két oldala között. A kapcsolatok az árhullám során folyamatosan átalakulnak.

→ Az ártéri elöntéseket ezekben a széles hazai völgyekben 2D modellezéssel kell számolni.

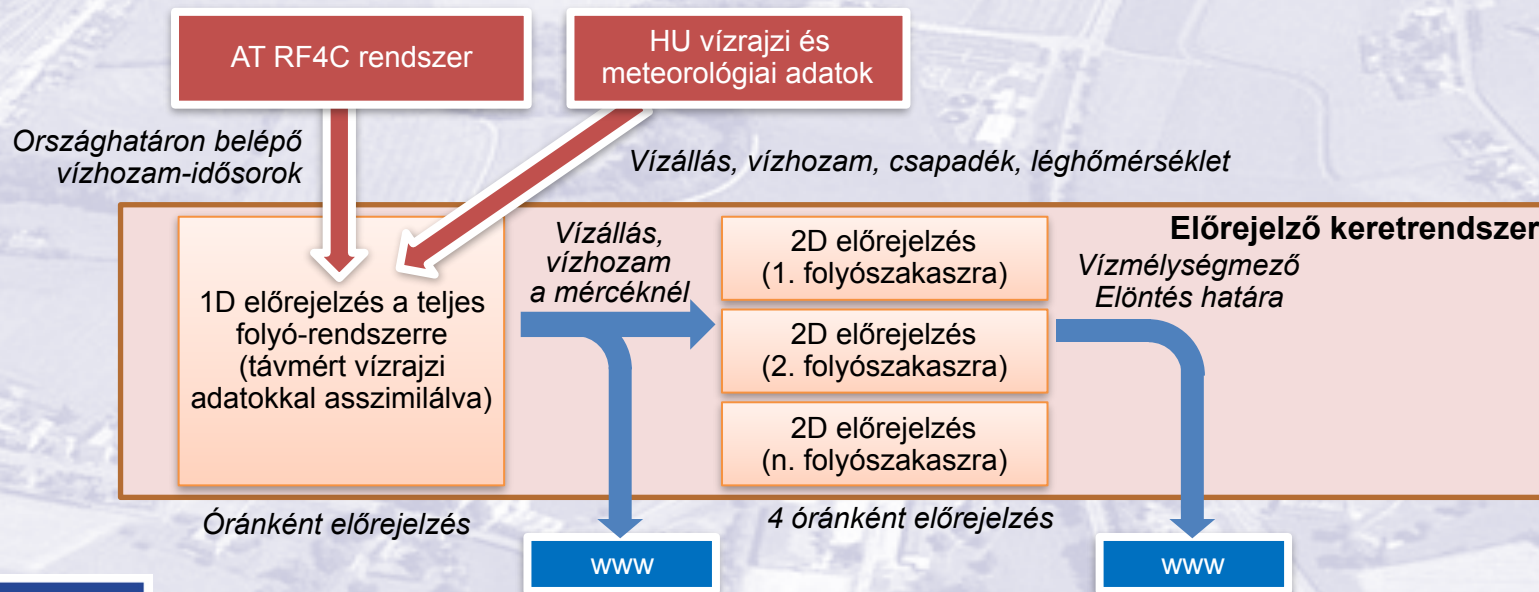
A kihívás a **2D modellezést operatív üzemben** megvalósítani.



## A Rába árvízi modellrendszerének új koncepciója a magyar oldalon

A magyar és az osztrák hidroinformatikai rendszer különálló, az országhatáron átlépő vízhozamokkal kommunikálnak.

Egy előrejelző keretrendszer vezérli az 1D és a 2D számításokat, és teszi közzé az eredményeket a weben, jogosultsági szinttől függő tartalommal.

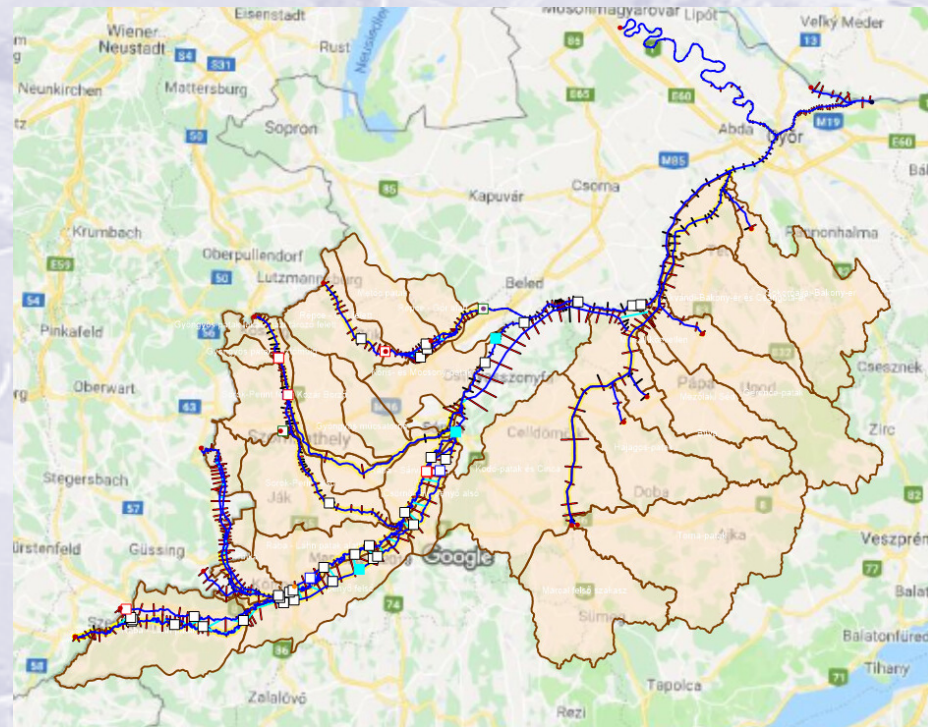


## Csapadék-lefolyás modellek a hazai vízgyűjtőkön

A csapadék lefolyását a csak a meredekebb hazai vízgyűjtőkön modellezzük, mégpedig összevont paraméterű modellekkel.

A vízgyűjtő kifolyási szelvényében a vízhozam a folyóhálózatba lép át, onnantól a lefolyást már az 1D hidrodinamikai modellel számoljuk tovább.

Az osztrák csapadék lefolyása pedig már a mederben érkezik hozzánk.





## Árhullámok levonulásának számítása 1D-ben

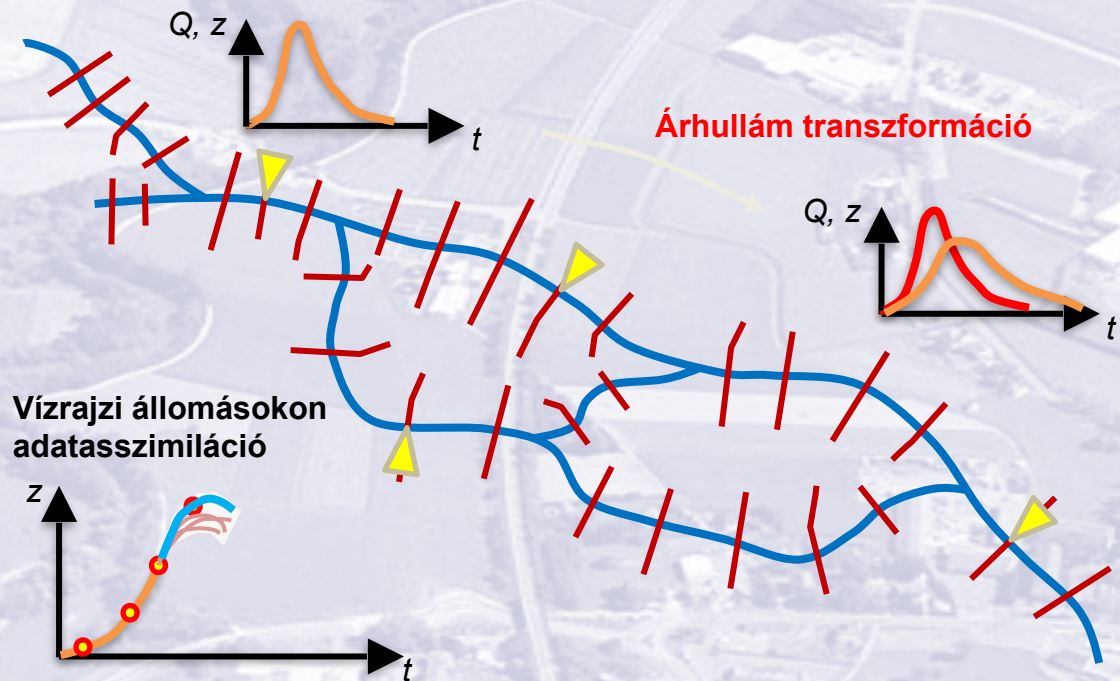
A vízmércéknél várjuk el a pontosságot az árhullámkép alakjában.

9 forgatókönyvi változattal jellemezzük a bizonytalanságot:

Meteorológiai (ECMWF determinisztikus, ill. 5 ún. ensemble-tag)

Mérési adatok asszimilációját ki-be kapcsoljuk  
→ hatásvizsgálat

2 érdekességi forgatókönyv az évszakos változás követésére

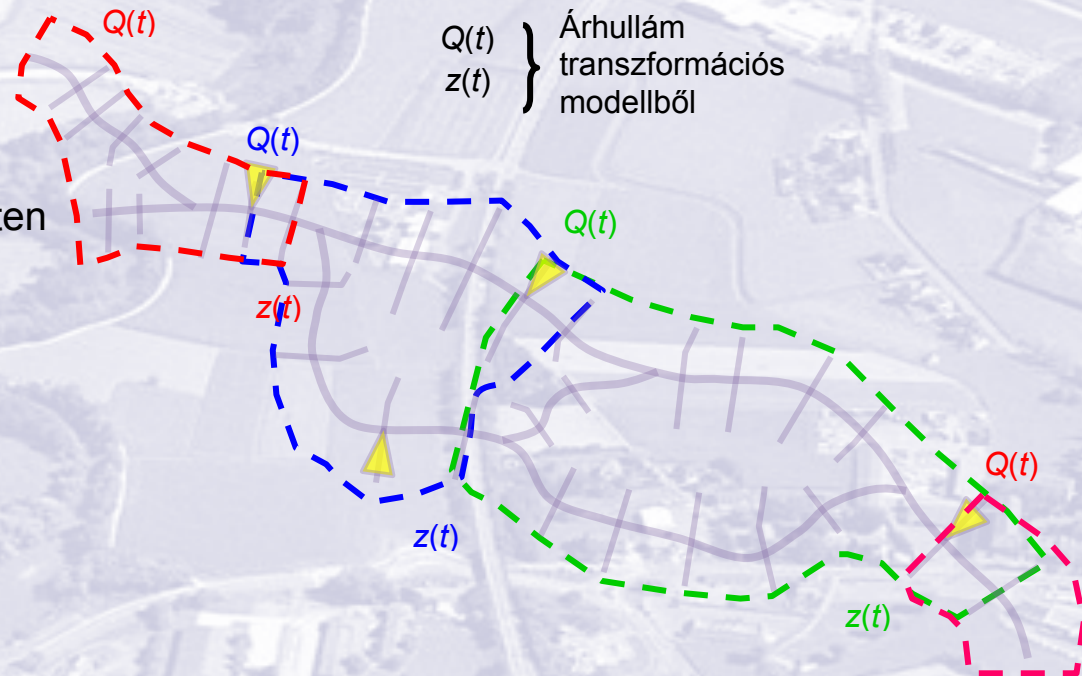


## A terepi kiöntések számítása 2D-ben

27 db átlapoló szakaszra bontottuk a völgyet, és ezekre különálló 2D modelleket építettünk fel.

A szakaszra belépő vízszinteket és a kilépő vízhozamokat az 1D modell előrejelzése szolgáltatja → közvetetten a 2D is asszimilálja a méréseket.

A 2D leírásmód pontosabb, de az eredményei nem hatnak vissza az 1D-re. A sűrű tagolással tartható szorosan az 1D és a 2D kapcsolódása.



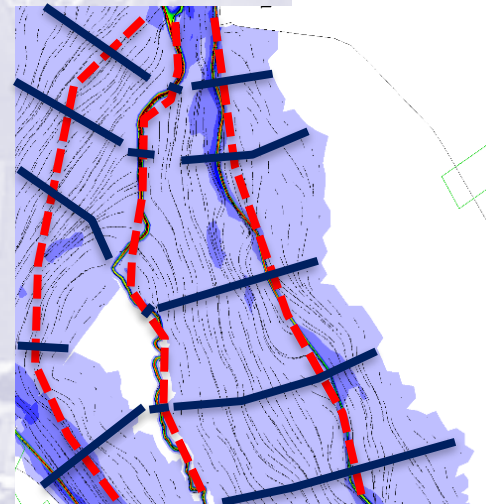
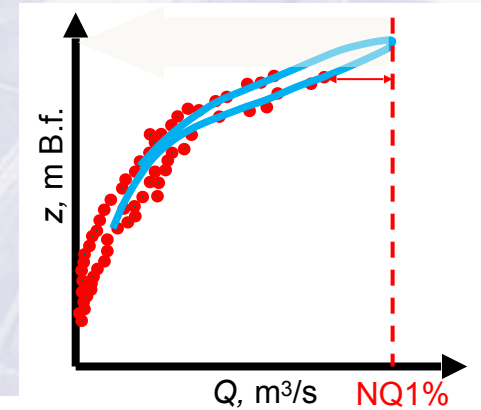
## A modellfejlesztés alapelvei

A modellrendszernek a rendkívüli (50-100 éves) árvizekre kell legpontosabbnak lennie, és őrizze meg ekkor is a gyorsaságát és stabilitását.

A modellek jelenlegi állapotra való kalibrálásához csak a kisebb, 5-10 éves árvizek adataira támaszkodhatunk.

Az 1D modell optimális átalakítását a mérések mellett a teljes völgyben képzeletbeli 100 éves árvizek részletes 2D modelltanulmányaival is támogattuk.

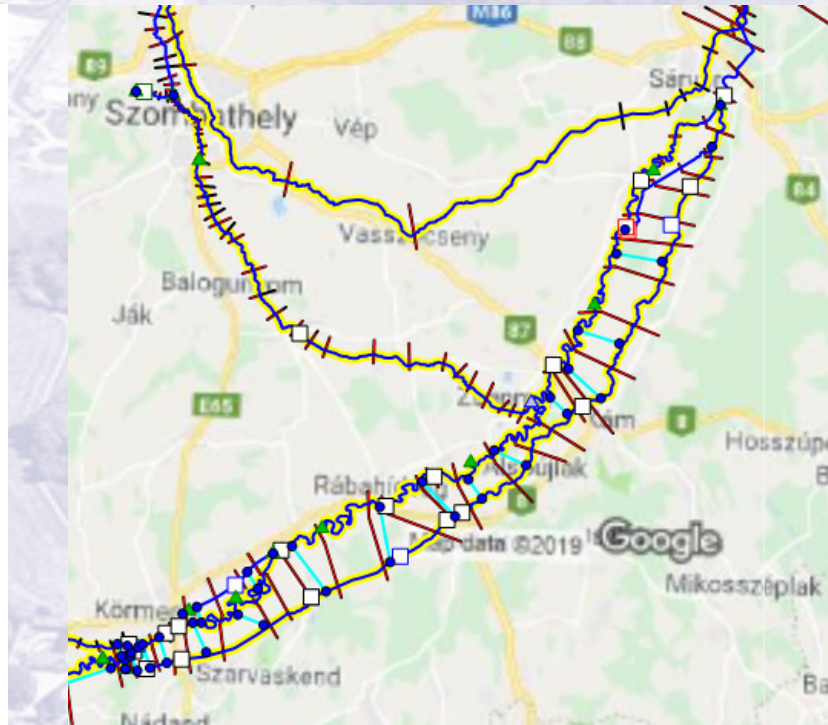
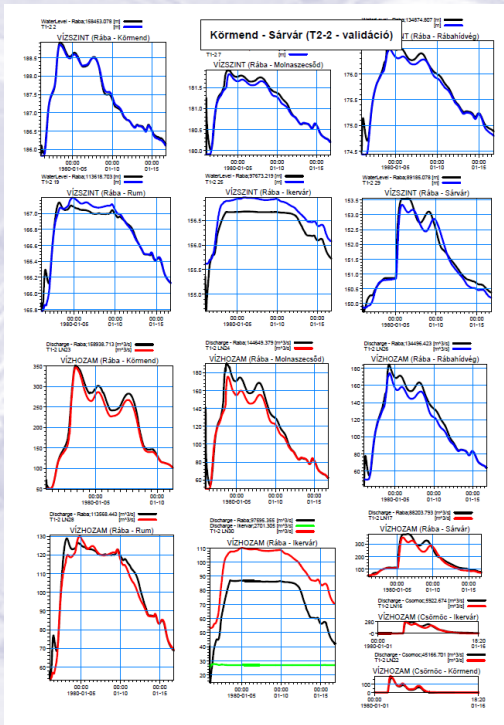
A növényzet hidraulikai ellenállása jelentősen változik az év során → nincs egyetlen univerzálisan jó modellbeállítás, az eredő érdességet éves menetgörbével célszerű leírni.



# Raab Flood 4cast Projektzáró jelentés 2020. június



Az 1D modelleket a legújabb geodéziai felmérésekkel frissítettük fel, és a közelmúlt árvizeinek méréseivel igazoltuk.

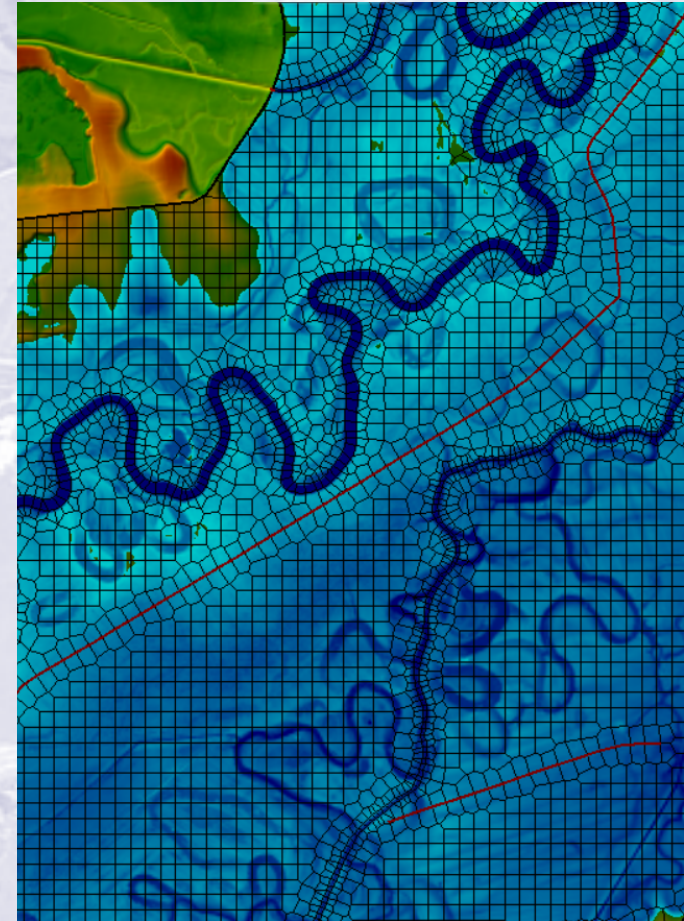


## A 2D lefolyásmodellek

Az 2D lefolyásmodellek fejlesztése során a rugalmas képességű szoftvereknek köszönhetően kevés kompromisszumot kellett kötni. A rácsfelbontás nem éri a nagyvízi mederkezelési modelltanulmányokét, de a terepből sok részletet feltár.

Egy-egy folyószakaszra a 6 napos előrejelzés már 5-10 percnyi számítással adható, ami már megfelel operatív üzemhez.

A 2D modellek egymással párhuzamosan futnak, klaszterszámítógép processzoraira szétosztva.

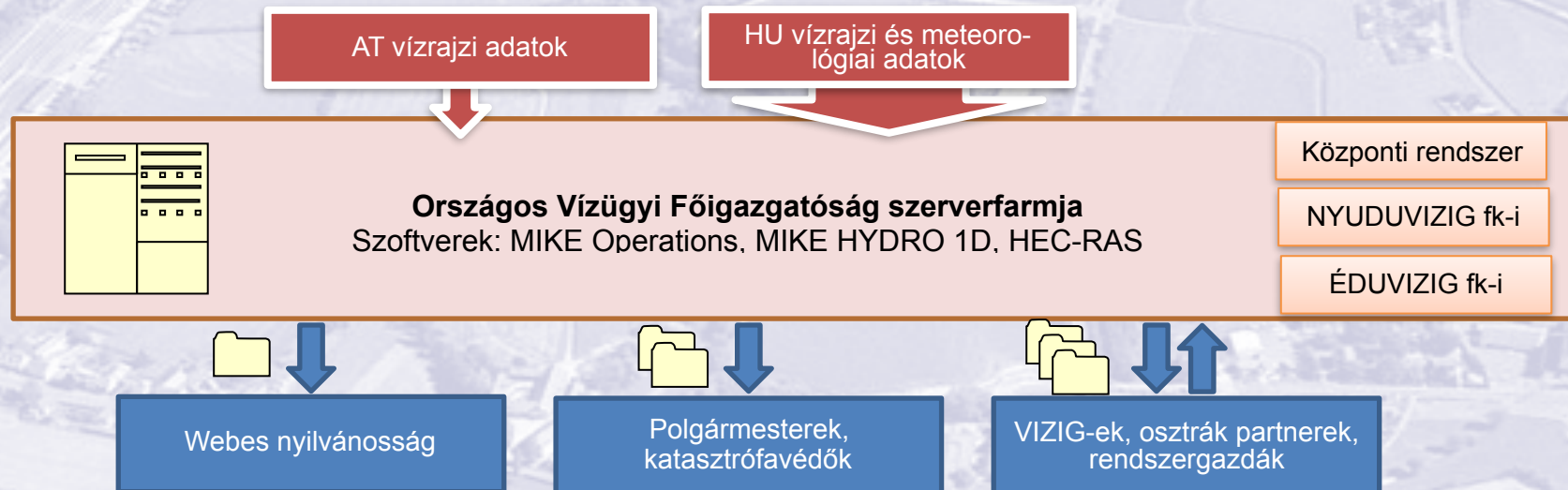


## Az előrejelző keretrendszer felépítése

Az adatcserét, a modellek ütemezett futtatását és az eredmények weblapos közzétételét a DHI célszoftvere (MIKE Operations) vezérli.

A Központi előrejelző rendszer mellett a két Igazgatóság azzal egyenértékű helyi rendszert működtet forgatókönyvek vizsgálatára.

Több hozzáférési szintű tartalom (publikustól a rendszergazdáig).



## Záró gondolatok

**Megvoltak a feltételek** az új koncepció megvalósíthatóságához:

Részletes geodéziai adatellátottság

Lézeres terepszkenelés a teljes ártérről

Projekt során felújított mederfelvétel

Részletes hidrológiai adatok a múltbeli árvizekről

Felszíngörbe-rögzítések

Vízhozammérések

OVF szerverfarmján nagy IT kapacitás és komoly szakértelem.

**Az adatasszimiláció** az előrejelzés alapvető összetevője

Sűrű, automatizált távmérő hálózat látja el naprakész vízállásokkal.

**Bizonytalanság bemutatása**

Forgatókönyvi (ensemble) változatokkal mutatjuk be az előrejelzés bizonytalanságát a döntéshozóknak → egyetlen éles előrejelzés helyett szóró görbesereg és bizonytalansági sávok.

**Raab Flood 4cast**  
Projektzáró jelentés  
2020. június



**Interreg**

**Austria-Hungary**

European Union – European Regional Development Fund

**Raab Flood 4cast**



# Fejlesztési eredmények összefoglalása Magyarországon Munkacsomag 1-2

Somogyi Péter – Nyugat-dunántúli Vízügyi Igazgatóság



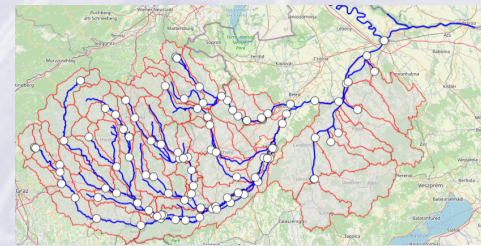
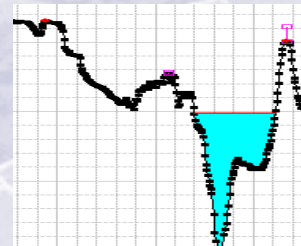
Land  
Burgenland





## 1. Munkacsomag: Adatbázis-fejlesztés és modellfrissítés

*Elért cél:* A magyar hidrodinamikai és hidrológiai modellek frissítése  
Az előrejelző keretrendszer korszerűsítése



*Elvégzett feladatok:*

- A modell geometriai, meteorológiai és hidrológiai adatbázisának felújítása
- A hidrodinamikai és hidrológiai modellek felújítása a felújított adatbázissal
- Modellek kalibrálása, verifikálása
- Az on-line adatellátást biztosító FTP szerver továbbfejlesztése
- Korszerű előrejelző keretrendszer fejlesztése az aktualizált modellel
- Osztrák előrejelző modellel való kapcsolat biztosítása
- Korszerű web-lap fejlesztése a teljes Rába vízgyűjtőre

*Fő kimenet:* Frissített modellek korszerűsített előrejelző keretrendszerben

# Raab Flood 4cast

## Projektzáró jelentés

2020. június



### Korszerűsített előrejelző rendszer főbb elemei:

- Kalibrált hidrodinamikai és hidrológiai modellek
- FTP on-line kapcsolat (input adatok)
- Ütemezett előrejelző modul több változatban, adatasszimilációval
- Web-lap többszintű elérési jogosultsággal
- Szoftver: MIKE HYDRO River, MIKE Operation, HecRas
- Hardver: nagyteljesítményű pengeszerver és keret szerverfarmon, OVF rack



## 2. Munkacsomag: Árvízi előrejelzés – elöntési területek

*Elért cél:* A frissített hidrodinamikai modell előrejelzett vízállás és vízhozamainak felhasználásával valós időben kiszámított elöntési jellemzők.

*Elvégzett feladatok:*

- 2D modellekhez szükséges adatbázis felépítése
- 27 db 2D modell kifejlesztése
- Modellek kalibrálása, verifikálása
- Korszerű előrejelző keretrendszerbe illesztés
- Modellek optimalizált, ütemezett futtatásának megtervezése
- Elöntési területek és vízszintek megjelenítése
- Az előrejelzések megbízhatóságának támogatására regressziós vízmércekapcsolatok kidolgozása

*Fő kimenet:* Adaptált előrejelző modell



Interreg

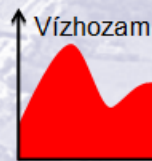
Austria-Hungary

European Union – European Regional Development Fund

Raab Flood 4cast

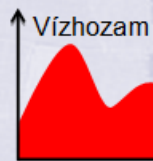


### 1D lefolyás-előrejelzés

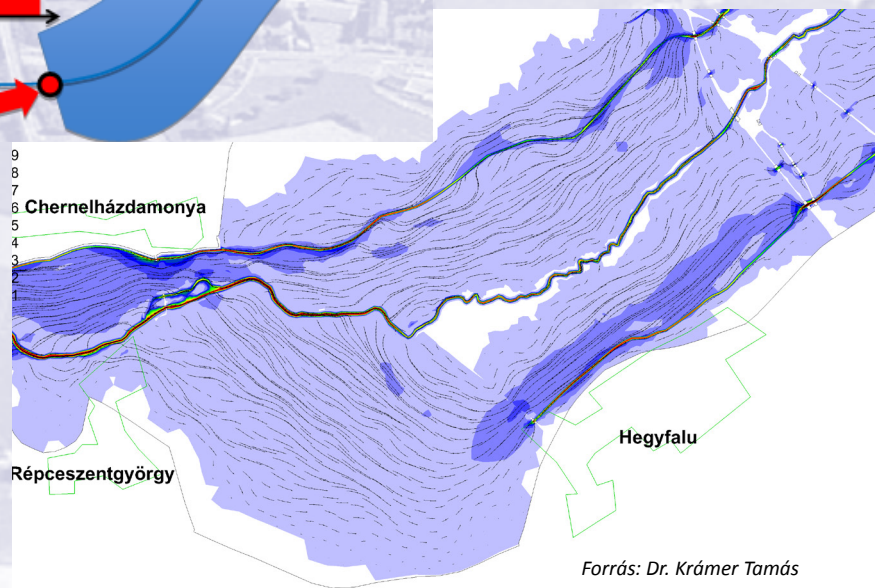


Forrás: Dr. Krámer Tamás

### Valós idejű 2D elöntés-előrejelzés



### Elöntés előrejelzés



Forrás: Dr. Krámer Tamás

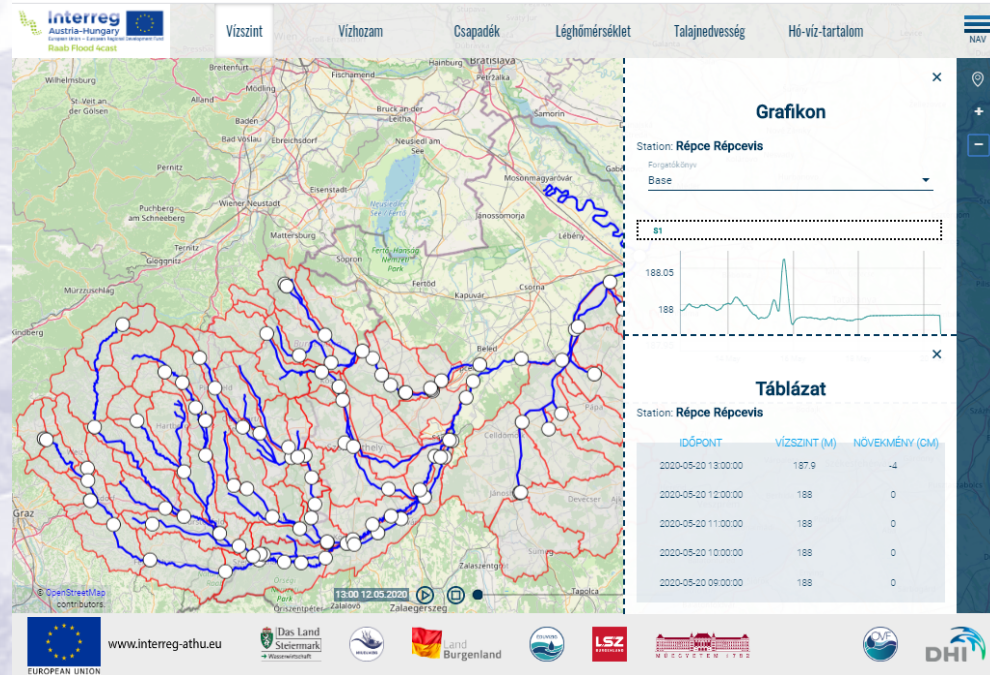


# Raab Flood 4cast Projektzáró jelentés 2020. június



## Előrejelzési eredmények megosztása:

- Korszerű web-lap
- Eredmények strukturált elérése többszintű tartalmi jogosultságokkal
- Hidrológiai előrejelzések több változatban
- Elöntések megjelenítése
- Döntéshozók számára figyelmeztetési támogatás



# Raab Flood 4cast

## Projektzáró jelentés

2020. június

### Alapvető volt a nemzetközi együttműködés:

- Modellfejlesztések folyamatos összehangolása, támogatása
- Modellek határfeltételeinek biztosítása
- Adatcserék FTP szerveren
- Web megjelenítés összehangolása
- Rendszeres szakértői találkozók



**Raab Flood 4cast**  
Projektzáró jelentés  
2020. június



# Regressziós alkalmazás-fejlesztés

Kerék Gábor – Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóság



## Regressziós alkalmazás-fejlesztés

Az árvizek előrejelzésében a HD modelleken túl, történelmi hidrológiai adatok regresszív kapcsolatrendszerén alapuló előrejelzési rendszert is üzemeltet a két vízügyi igazgatóság a Rába vízgyűjtőjén. A projektben a Rábára már felépített vízmércekapcsolati rendszerhez új, felhasználóbarát adatbáziskezelő alkalmazást fejlesztettünk. Az eddig alkalmazott szétagolt, adatletöltés-adatfeldolgozás-paraméterképzés és regresszióanalízis rendszerét egységes adatbázissal és új adatkezelési felülettel vértettük fel. Az új alkalmazás használatával számottevően egyszerűsödik a Rába árhullámainak előrejelzési célú feldolgozása és kezelése, csakúgy, mint az operatív árvízi előrejelzési tevékenység, melyhez a program szintén kínál szolgáltatásokat.



**Raab Flood 4cast**  
Projektzáró jelentés  
2020. június



A fejlesztett alkalmazás, mely a **Regress4** nevet viseli, integráltan tartalmazza a Rába ár hullámainak katalógusát, a hozzájuk kapcsolódó vízrajzi állomások hidrológiai adatait, és az ezekből képzett regresszív paramétereket. A magyarországi felső-Rába kritikus előrejelzési időelőnyének növelése céljából a regressziós adatbázisba beépítettük a vízgyűjtő ausztriai szakaszának néhány fontos vízrajzi állomásának regresszív paramétereit is. Az ehhez szükséges hidrológiai adatokat a projekt során az osztrák projektpartnerek bocsátották a magyar fél rendelkezésére.

Az alkalmazással a Rába-vízgyűjtő operatív árvízi előrejelzéseinek elkészítése egyértelműbbé és átláthatóbbá válik, adatbáziskezelő modulja segítségével pedig az ár hullám-katalógus kezelése egyszerűsödik számottevően.

Képek az alkalmazásról:



# Raab Flood 4cast Projektzáró jelentés 2020. június



**Interreg**  
Austria-Hungary



European Union – European Regional Development Fund

**Raab Flood 4cast**

Regress

Adatbázis

Regisztráció Adatbázis

### Állomások

Sorsz.	Címke	Adatfajta	Törzsszám	Megjelenés
Klikkeljen ide új sor hozzáadásához				
1	Szentgotthárd	Vizállás	342	#FF1F497D
2	Körmend	Vizállás	343	#FF4F81BD
3	Sárnár	Vizállás	344	#FFC0504D
4	Ragyogóhíd	Vizállás	9	#FF9BB859
5	Vág	Vizállás	10	#FF8064A2
6	Árpás	Vizállás	11	#FF4BACC6
7	Győr	Vizállás	12	#FF79646
8	Mórichida	Vizállás	36	Lila
9	Rábaszentmiklós	Vizállás	37	Sárga
10	Nagybajcs	Vizállás	3	Világoszöld
11	Gönyű	Vizállás	4	Piros
12	Mosonmagyaróvár...	Vizállás	110013	#FFA589C7

### Események

#### Hidrologiai esemény kijelölése

Címke	Kezdet	Vége	Leírás	Kategória1	Kategória2
Klikkeljen ide új sor hozzáadásához					
1	1981. 12. 28.	1982. 01. 12.			
2	1982. 05. 19.	1982. 06. 03.			
3	1982. 08. 04.	1982. 08. 19.			
4	1982. 09. 27.	1982. 10. 12.			
5	1982. 10. 02.	1982. 10. 17.			
6	1982. 10. 09.	1982. 10. 24.			
7	1982. 11. 09.	1982. 11. 24.			
8	1982. 12. 06.	1982. 12. 21.			
9	1982. 12. 14.	1982. 12. 29.			
10	1982. 12. 17.	1983. 01. 01.			
11	1984. 02. 26.	1984. 03. 12.			
12	1984. 03. 30.	1984. 04. 14.			
13	1984. 05. 25.	1984. 06. 09.			
14	1985. 03. 18.	1985. 04. 02.			
15	1985. 05. 03.	1985. 05. 18.			
16	1985. 05. 12.	1985. 05. 27.			
17	1985. 08. 02.	1985. 08. 17.			
18	1985. 12. 25.	1986. 01. 09.			
19	1986. 01. 20.	1986. 02. 04.			
20	1986. 03. 07.	1986. 03. 22.			
21	1986. 03. 12.	1986. 03. 27.			
22	1986. 03. 20.	1986. 04. 04.			
23	1986. 05. 25.	1986. 06. 09.			
24	1986. 06. 15.	1986. 06. 30.			
25	1987. 02. 12.	1987. 02. 27.			
26	1987. 02. 16.	1987. 03. 03.			
27	1987. 03. 24.	1987. 04. 08.			
28	1987. 07. 31.	1987. 08. 15.			
29	1988. 01. 21.	1988. 02. 05.			
30	1988. 02. 08.	1988. 02. 23.			
31	1989. 07. 27.	1989. 08. 11.			
32	1989. 08. 15.	1989. 08. 30.			
33	1989. 08. 23.	1989. 09. 07.			
34	1989. 09. 23.	1989. 10. 08.			
35	1990. 06. 05.	1990. 06. 20.			
36	1990. 10. 28.	1990. 11. 12.			
37	1991. 05. 06.	1991. 05. 21.			
38	1991. 06. 23.	1991. 07. 08.			

Esemény tulajdonságok

Kategória1:

Kategória2:

Adatbázis: E:\Regress\VR\Raab\F4cast.db



Land Burgenland



# Raab Flood 4cast Projektzáró jelentés 2020. június

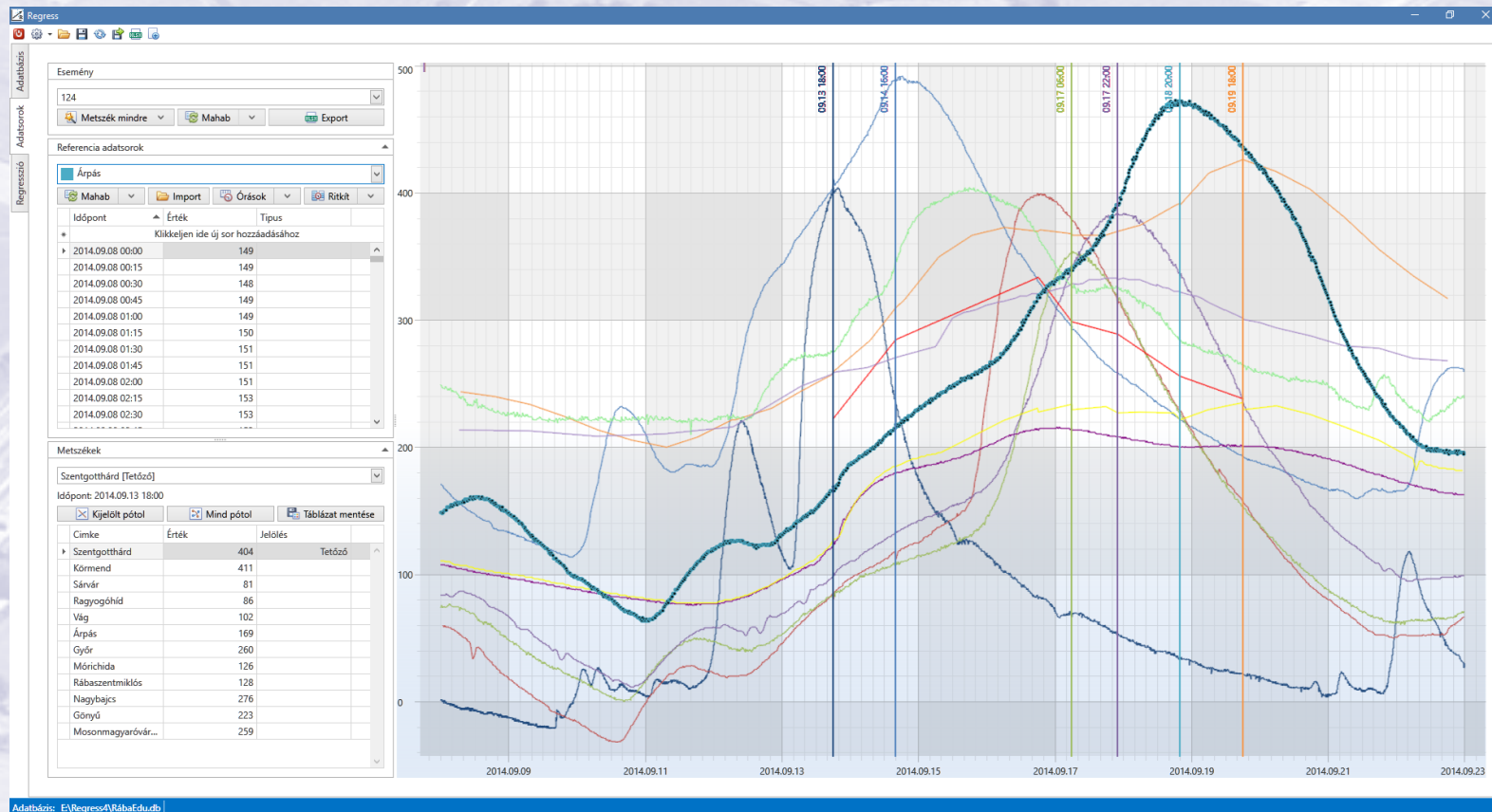


**Interreg**

**Austria-Hungary**

European Union – European Regional Development Fund

**Raab Flood 4cast**



# Raab Flood 4cast Projektzáró jelentés 2020. június

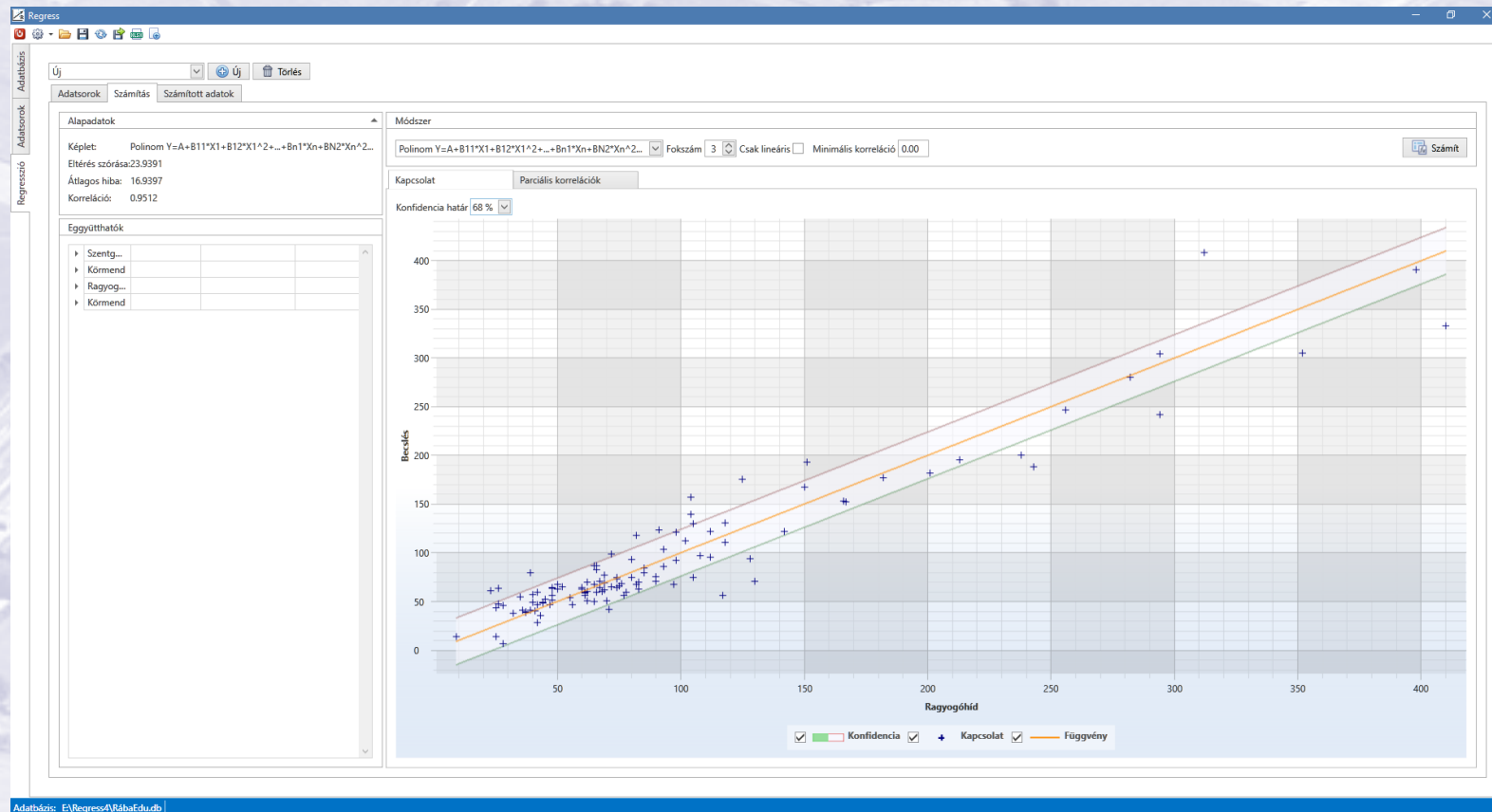


## Interreg

### Austria-Hungary

European Union – European Regional Development Fund

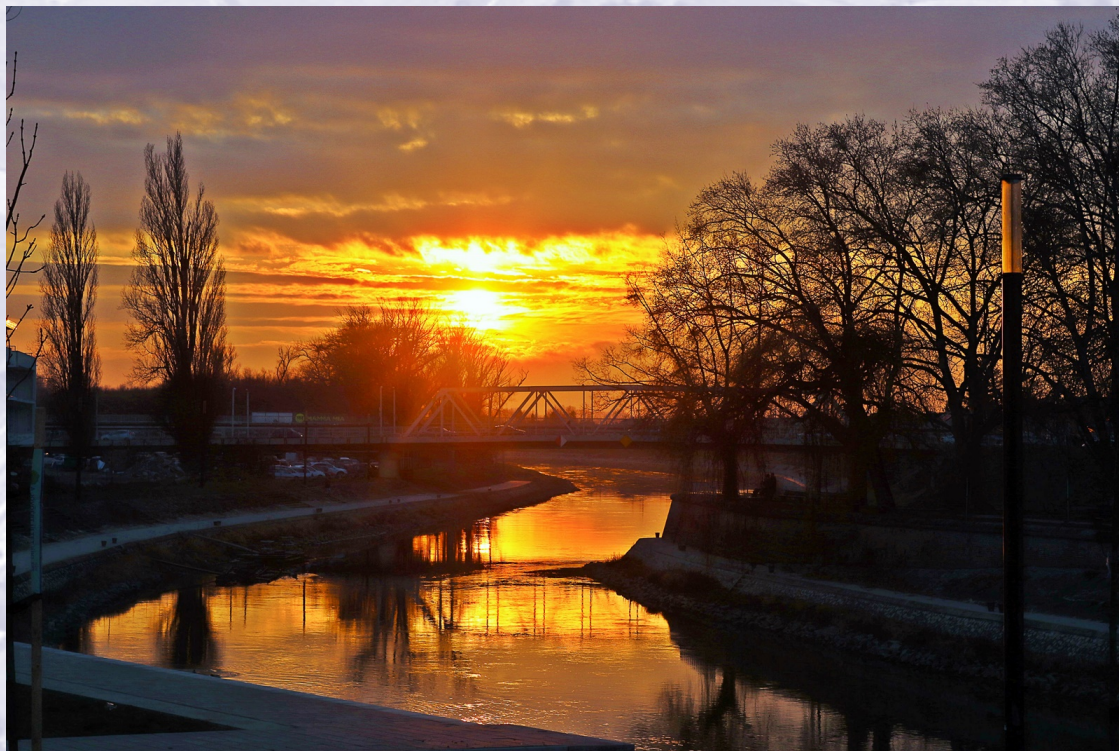
## Raab Flood 4cast



Land  
Burgenland



**Raab Flood 4cast**  
Projektzáró jelentés  
2020. június



**Győr, Rába folyó a Petőfi híddal**

Forrás: <https://ng.hu/foto/onok-kuldtek/2020/02/06/napnyugta-5/>

