

A klímaváltozás árvízi lefolyásra gyakorolt hatásának integrált modellalapú elemzése a Felső-Tisza vízgyűjtőjére

**SZABÓ János Adolf⁽¹⁾ - RÉTI Gábor⁽¹⁾ -
BARTHOLY Judit⁽²⁾ - PONGRÁCZ Rita⁽²⁾**

⁽¹⁾ **HYDROInform**, Hidroinformatikai kutató, rendszerfejlesztő, tanácsadó Bt.

⁽²⁾ **Eötvös Loránd Tudományegyetem**, Meteorológiai Tanszék

Az elemzés célterülete:

Klimatikus jellemzők (kontinentális):

- sokévi területi középhőmérséklet: 6-10 °C
- sokévi területi csapadékatlag: 500 - 1400 mm

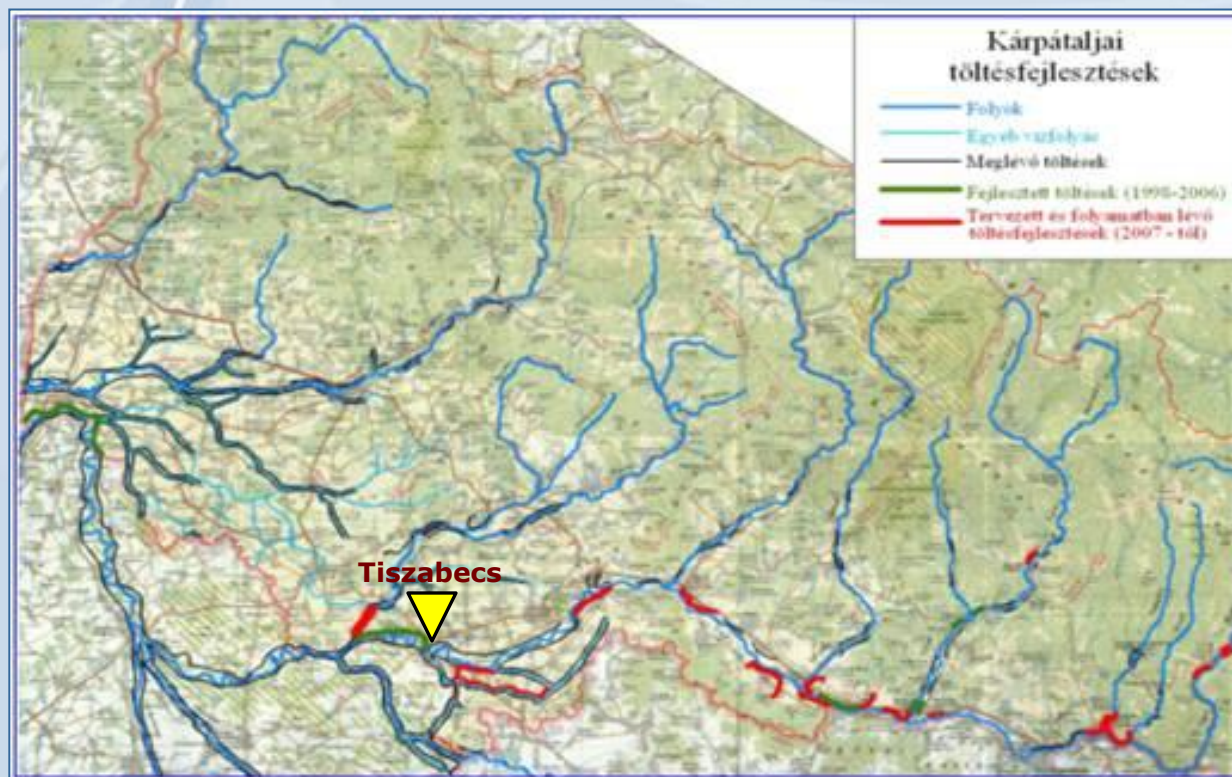
Árvizek: (az elmúlt 30 évben > 100 árvízi esemény)

- meglehetősen gyakori
- leginkább eső által, hóolvadásból, avagy mindkettő



A projekt háttere (I.):

Jelentős strukturális beavatkozások a vízhálózat kárpátaljai szakaszain.



Következmények:

- Az extrém nagy értékek statisztikáinak megváltozása
- Kockázat-transzport

A projekt háttere (I.):

Jelentős strukturális beavatkozások a vízhálózat kárpátaljai szakaszain.



1. Hogyan változott meg az árvízi lefolyás?

2. Milyen hatással lehet az árvízi lefolyásra a klímaváltozás

Következmények:

- Az extrém nagy értékek statisztikáinak megváltozása
- Kockázat-transzport

A projekt háttere (II.):

A kérdéskör tudományosan megalapozott elemzése érdekében a **FETIVIZIG** 2011-ben Svájci-Magyar Együttműködési Program keretében pályázott és nyert:

„Az árvízvédelmi információs rendszer fejlesztése a Felső-Tisza vízgyűjtőjén”

címmel, amelynek egyik alprogramja:

„Az árvízi lefolyás elemzése”

A nyílt közbeszerzési pályázaton a feladat kidolgozását a **HYDROInform** nyerte el, amelyet sikerrel zárt le.

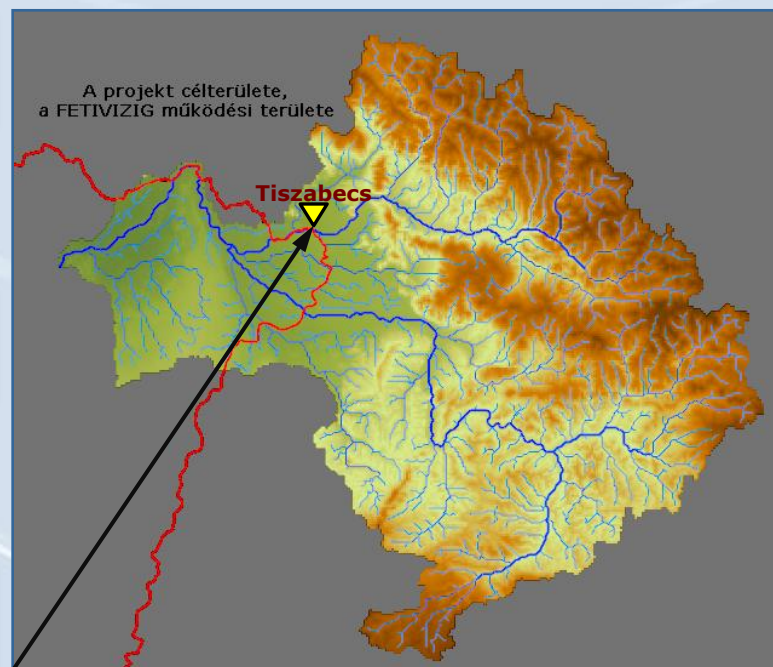
A projekt célkitűzései:

Az árvízi lefolyás elemzése, a mértékadó árvízi felszín görbe meghatározásának módszertani újragondolása, tudományosan is megalapozott irányú fejlesztése, és számítások végzése a **100 és a 200 év visszatérésű gyakoriságok**-hoz tartozó mértékadó árvízi felszín görbék alakulására a Tisza magyar-ukrán határvízi szakaszán az alábbi forgatókönyvek szerint:

I. A jelenlegi állapotokhoz tartozó forgatókönyv

II. Az erdősültség-változás figyelembevétele 2050-re

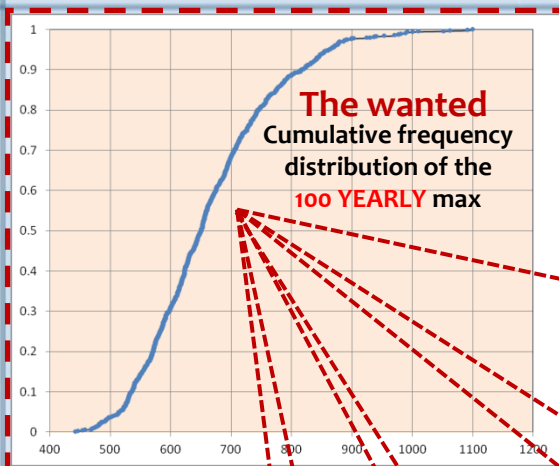
III. A klímaváltozás hatásának elemzése 2050-ig



Az előadás célkitűzései:

az **I.** és a **III.** eredményeinek bemutatása a Tisza, tiszabecsi vízmércére vonatkozóan

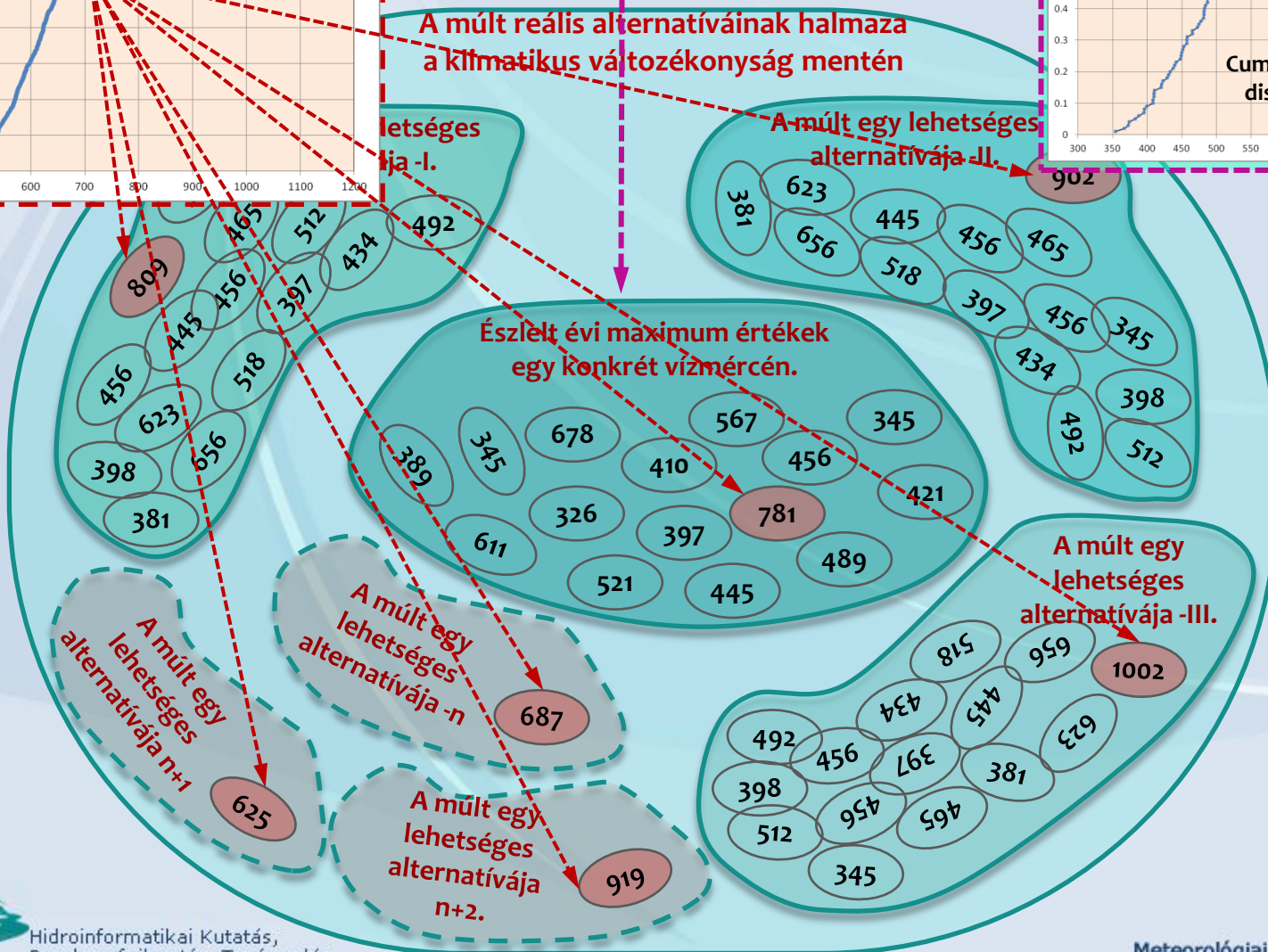
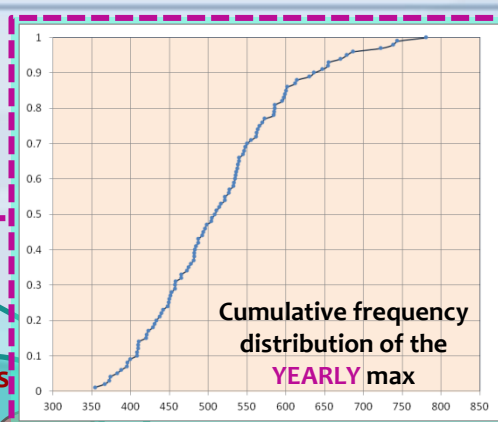
A probléma szemléltetése: 100 éves visszatérésű árvízi gyakoriság



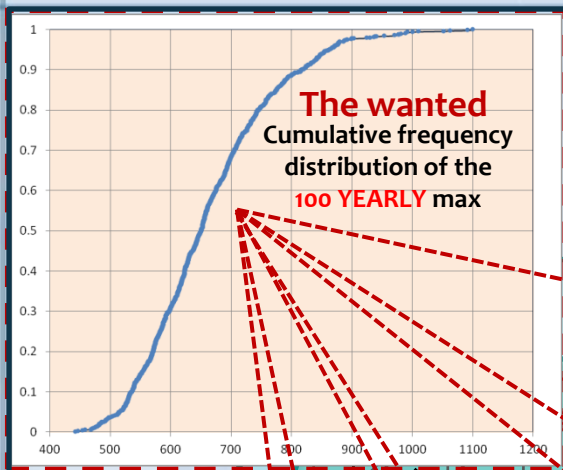
A múltban a nagyvizeket előidéző események történhetek volna másképpen is!

Hagyományos megközelítés

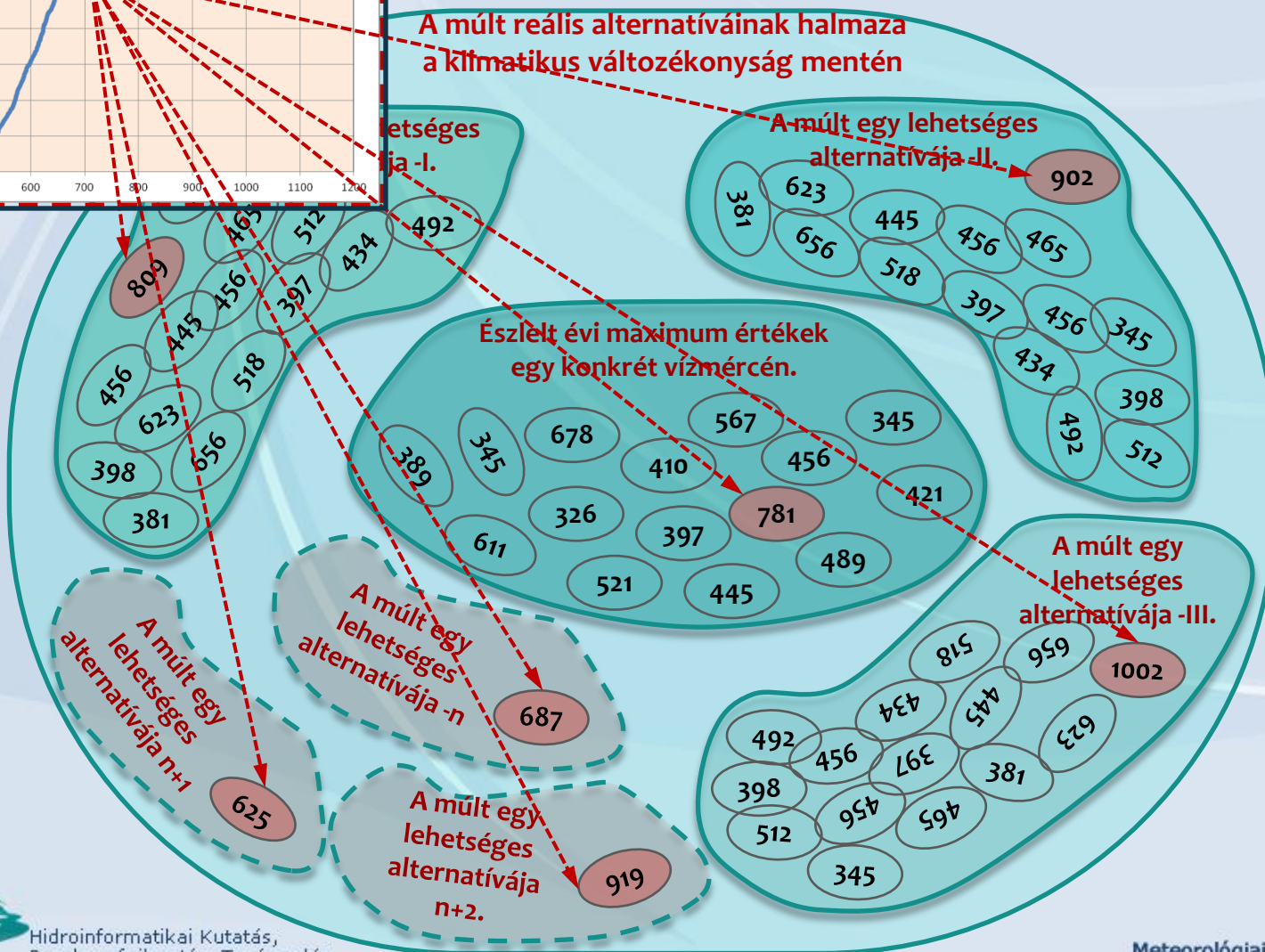
A múlt reális alternatíváinak halmaza a klimatikus változékonyság mentén



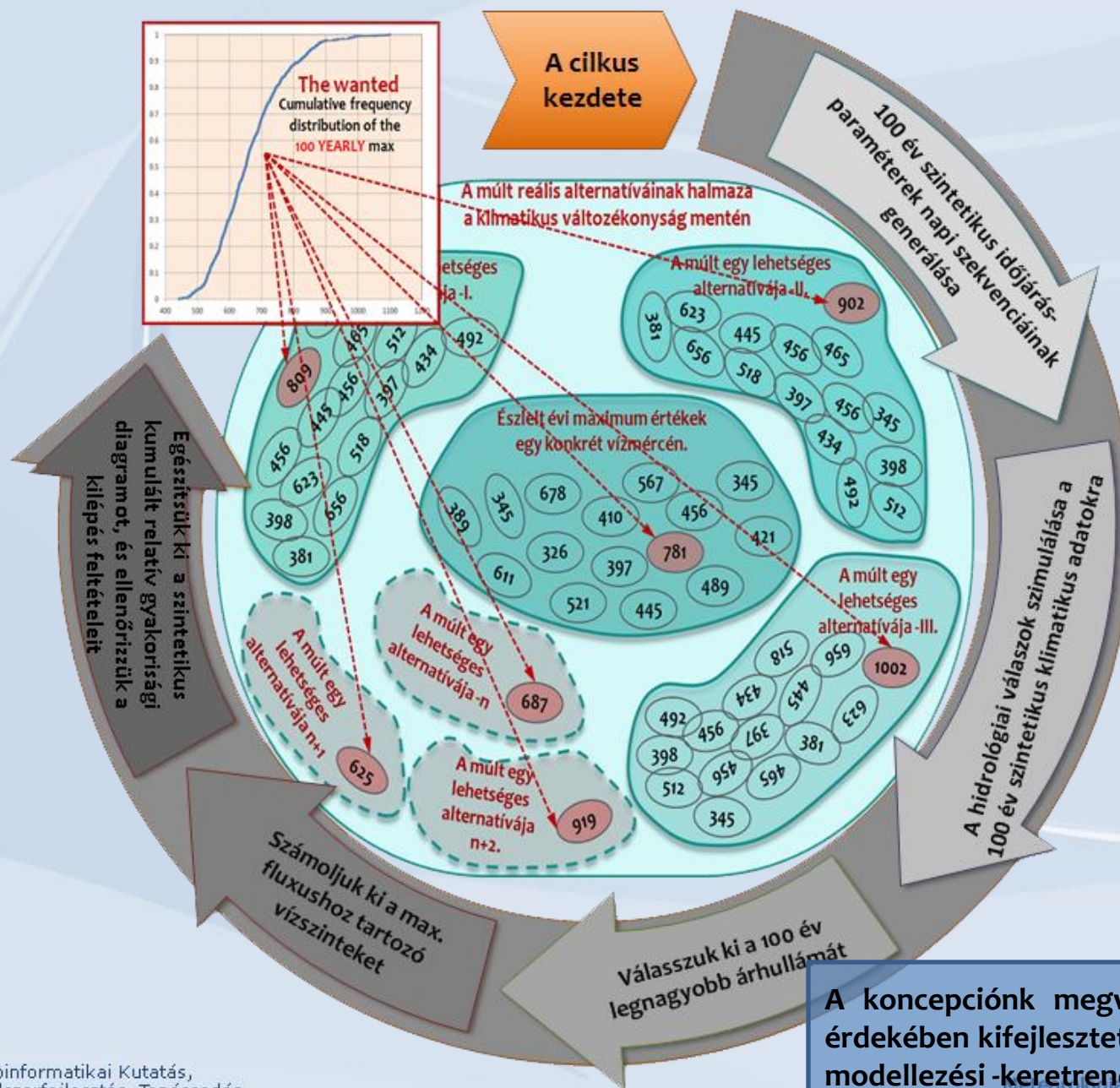
A probléma szemléltetése: 100 éves visszatérésű árvízi gyakoriság



Hogyan becsülhető ez az eloszlás?

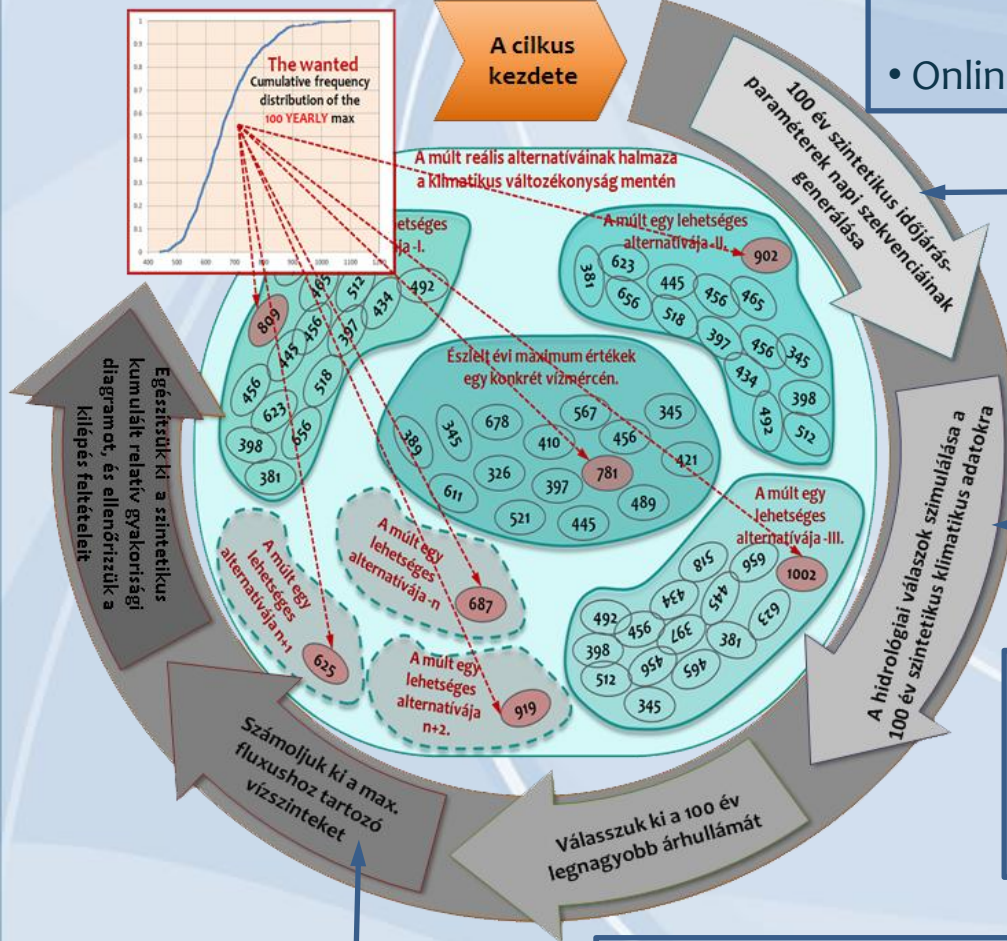


A kifejlesztett Monte Carlo mintavételezési algoritmus



A modellezési keretrendszerünk alappillérei

- Fejlett geostatistikai alapokon nyugvó meteorológiai térképezés;
- Online időjárás-generátor-parametrizálás

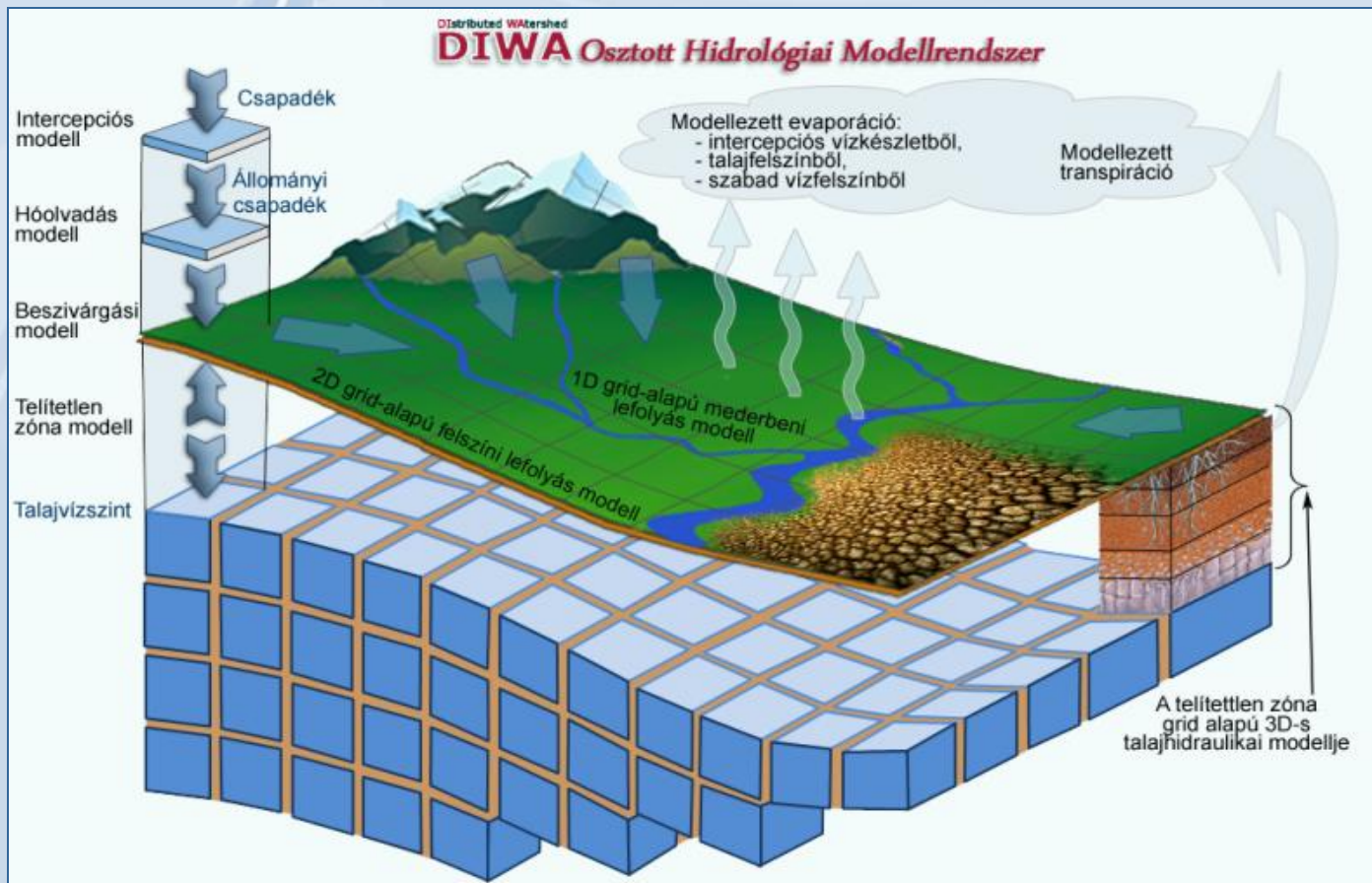


Sztochasztikus időjárásgenerátor a klimatikus paraméterek napi (vagy órás) szekvenciáinak előállítására.

Fizikailag megalapozott osztott hidrológiai modell az összes lényeges hidrológiai részfolyamat vízgyűjtő szintű szimulálására.

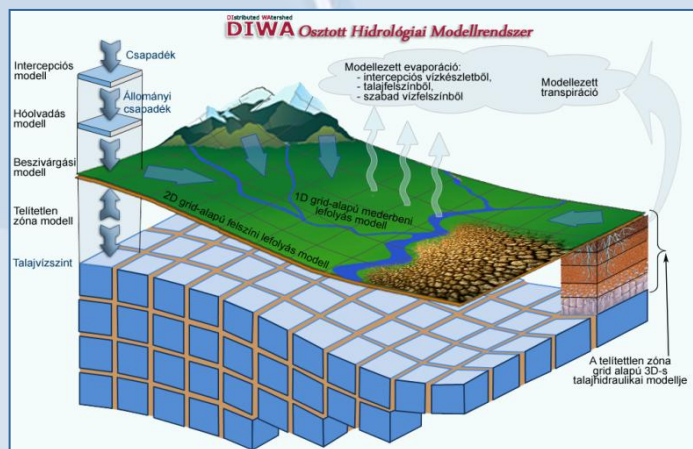
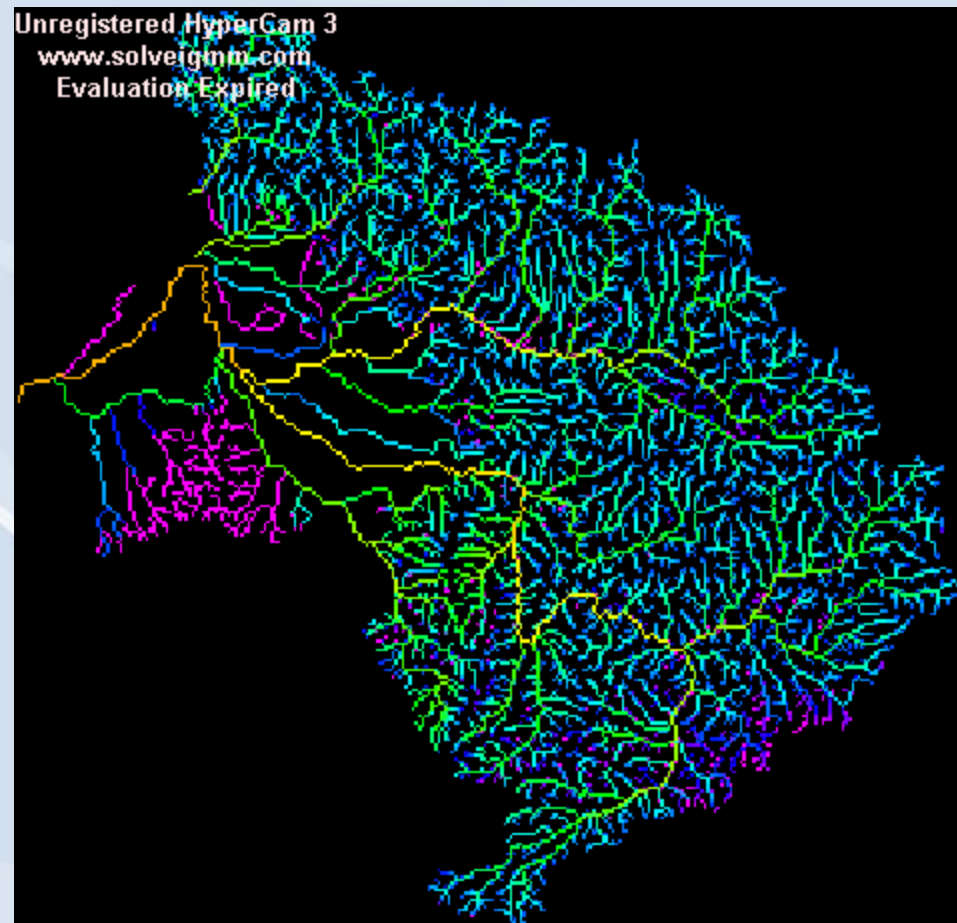
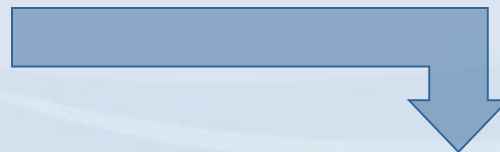
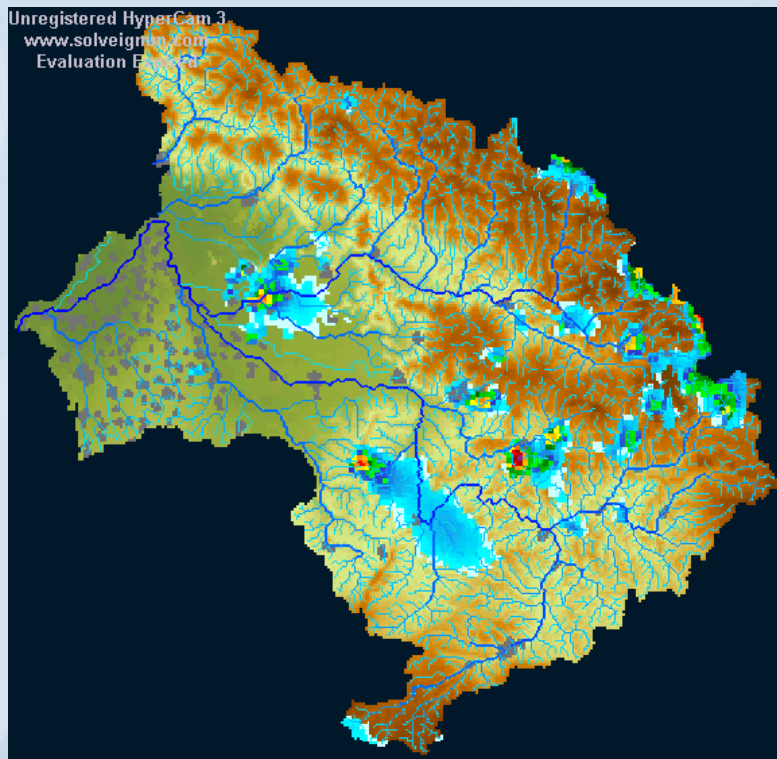
Optionálisan: Integrált 1D hidraulikai modell a síkvidéki lefolyások modellezésére.

A hidrológiai modell, amely a napi meteorológiai adatszekvenciákat leképezi lefolyássá

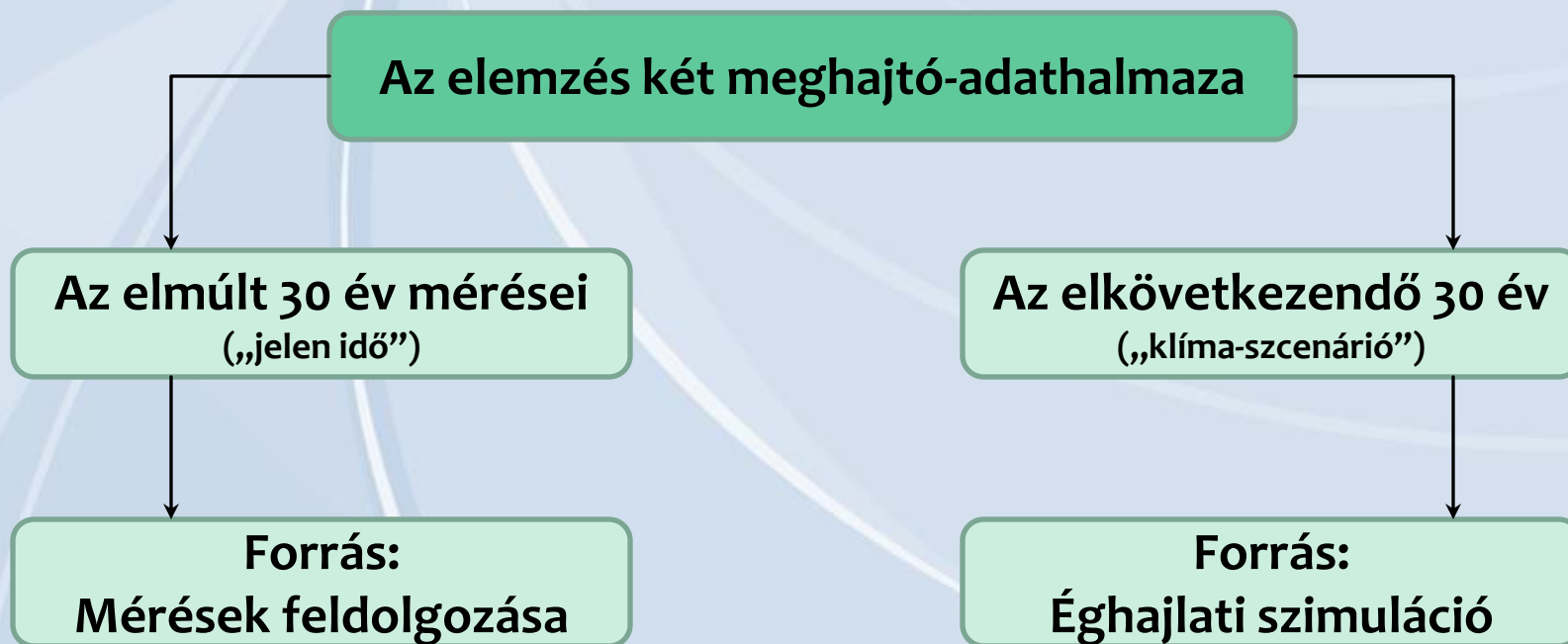


A **DIWA** (**DI**istributed **WA**tershed), kombinált elvek mentén kifejlesztett, döntően fizikai alapokon nyugvó, térben és paramétereiben is osztott dinamikus vízgyűjtő-hidrológiai modell-rendszer sematikus szerkezete

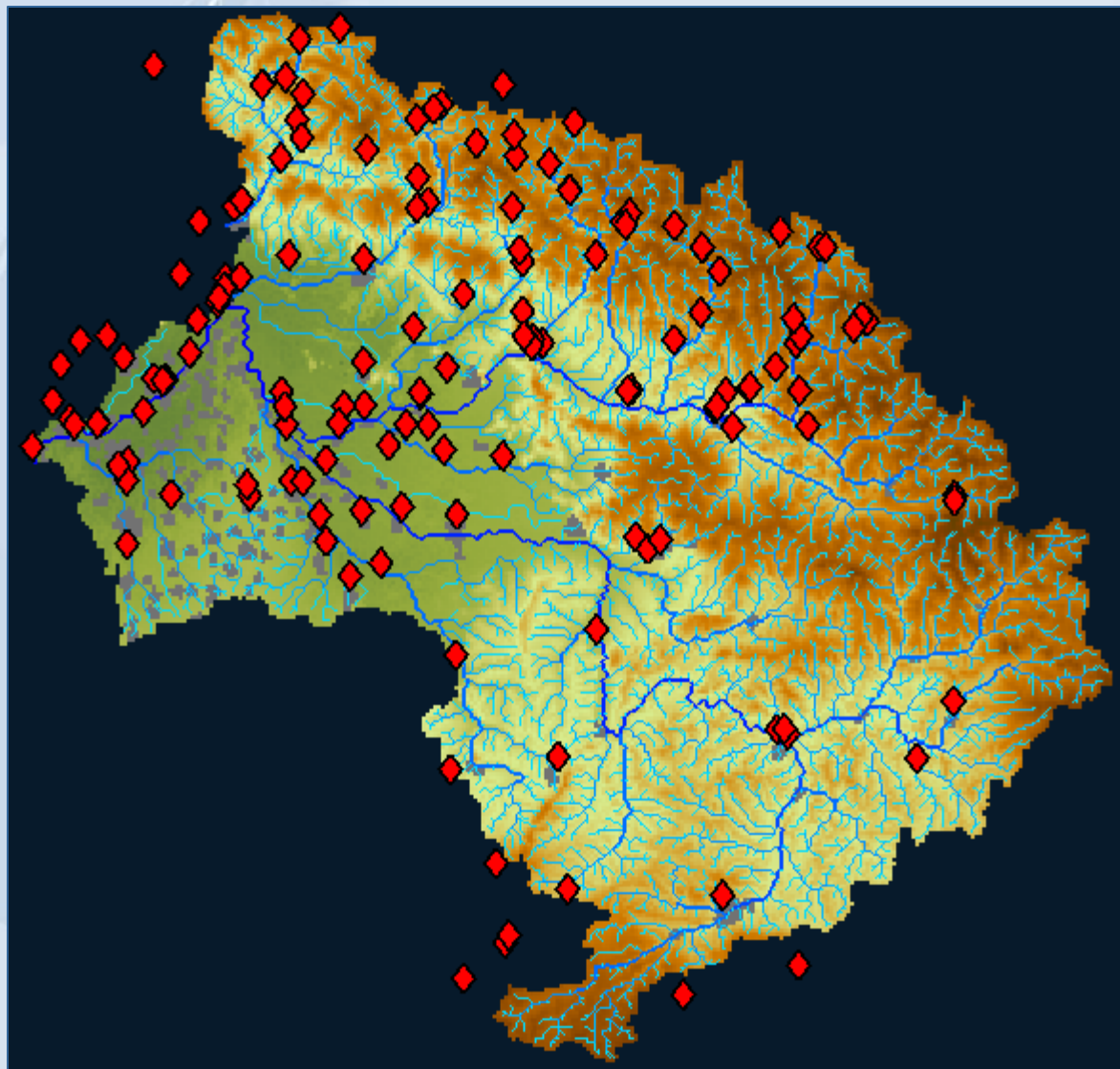
A hidrológiai modell: térben osztott (grid) bemenő adatokat térben osztott lefolyásba képezi



Az elemzéseket meghajtó adathalmazok



Az elemzéseket meghajtó adathalmazok: az elmúlt 30 év mérései



Az elemzéseket meghajtó adathalmazok: Éghajlati szimulációk

- **Felhasznált regionális klímamodell:**
PRECIS 1.8/25 km (UK MetOffice)

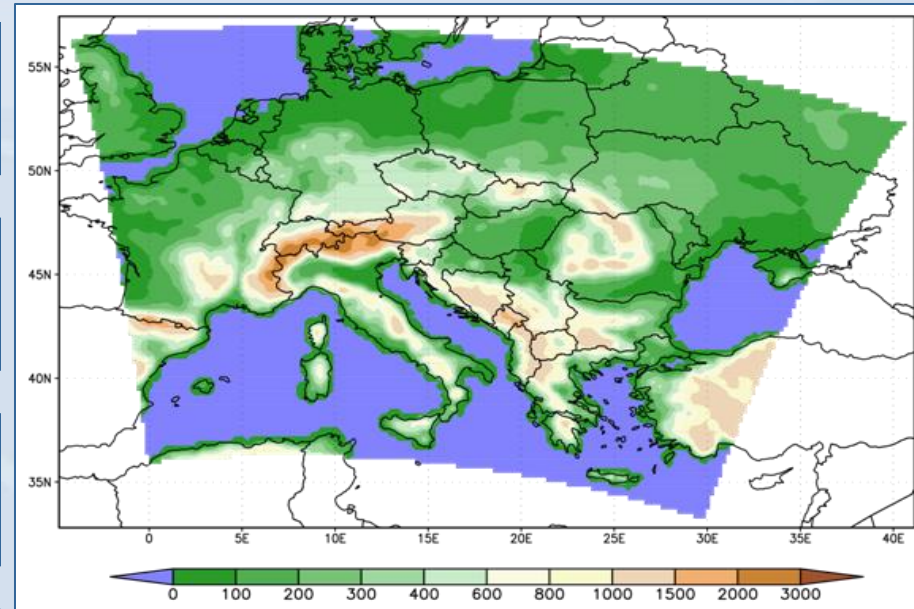
- **Modellszimuláció:**
1951-2100 A1B emisszió-szcenário

- **Meghajtó globális modell:**
HadCM3

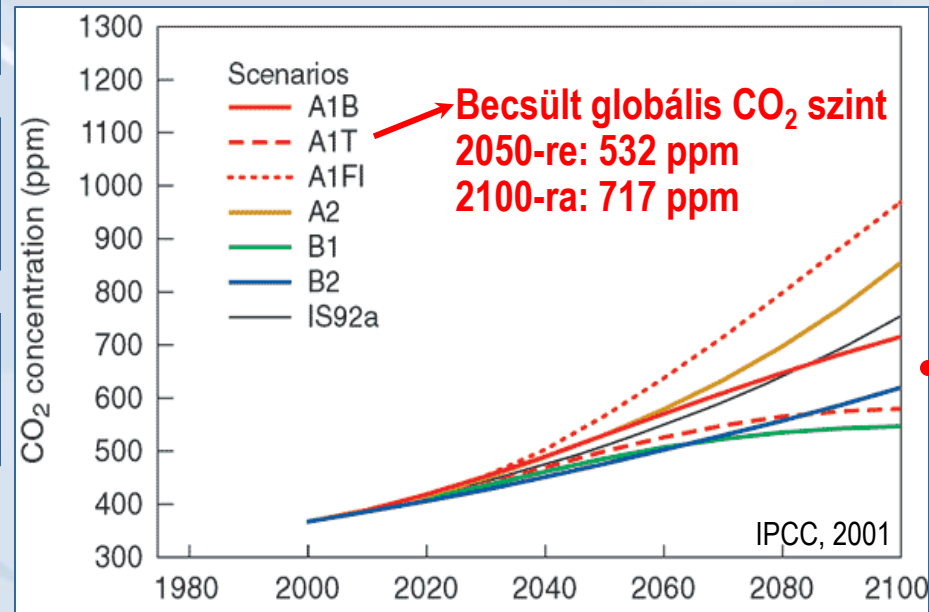
- **Kalibrációs adatbázis:**
1983-2008 (daily: T_{mean} , T_{min} , Precip)

- **Célidőszak:**
2021-2050

- **Adatgenerálás:**
Napi rácsponti: T_{mean} , T_{min} , Precip

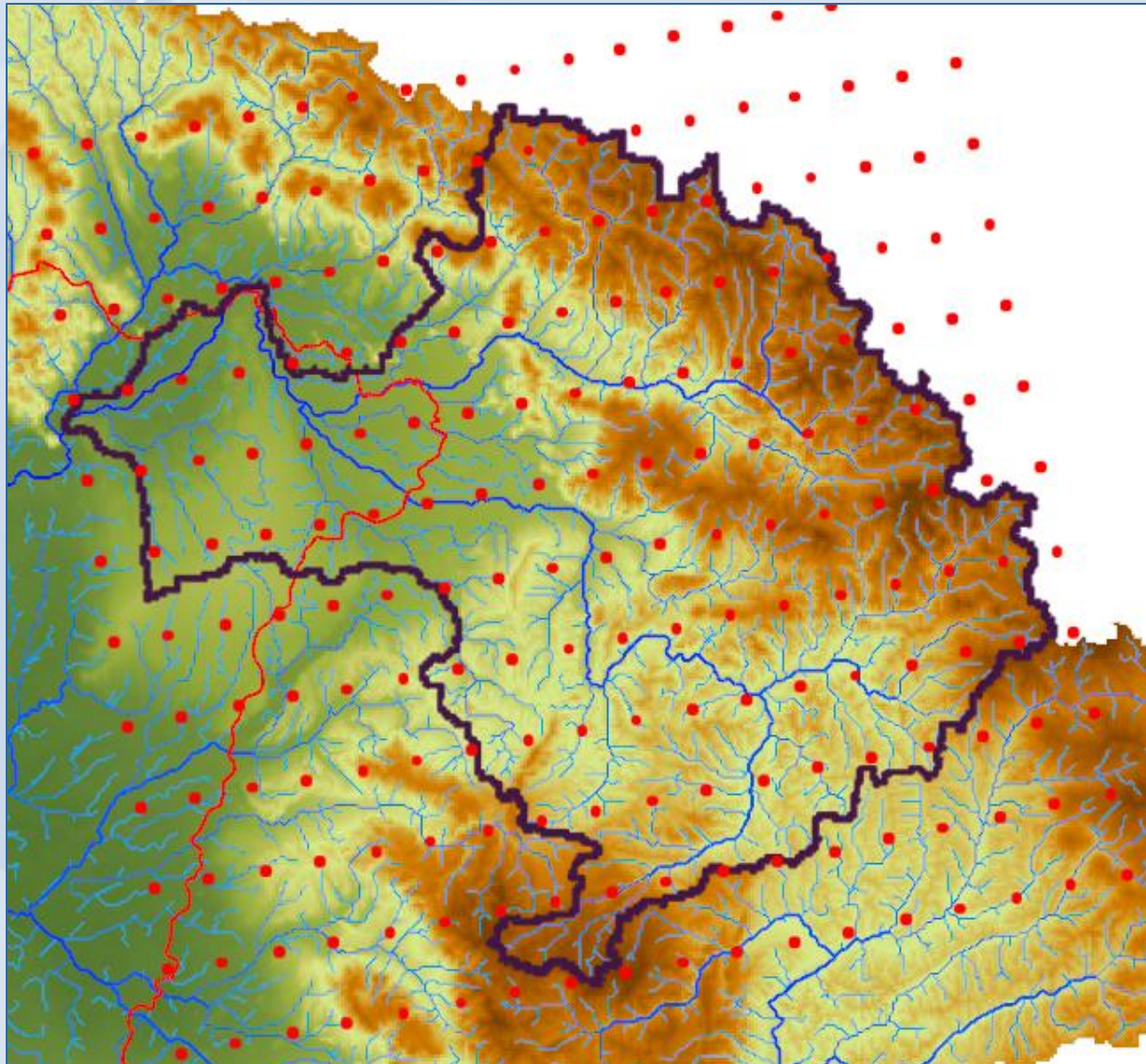


Rácshálózat: 123×96 gridpont

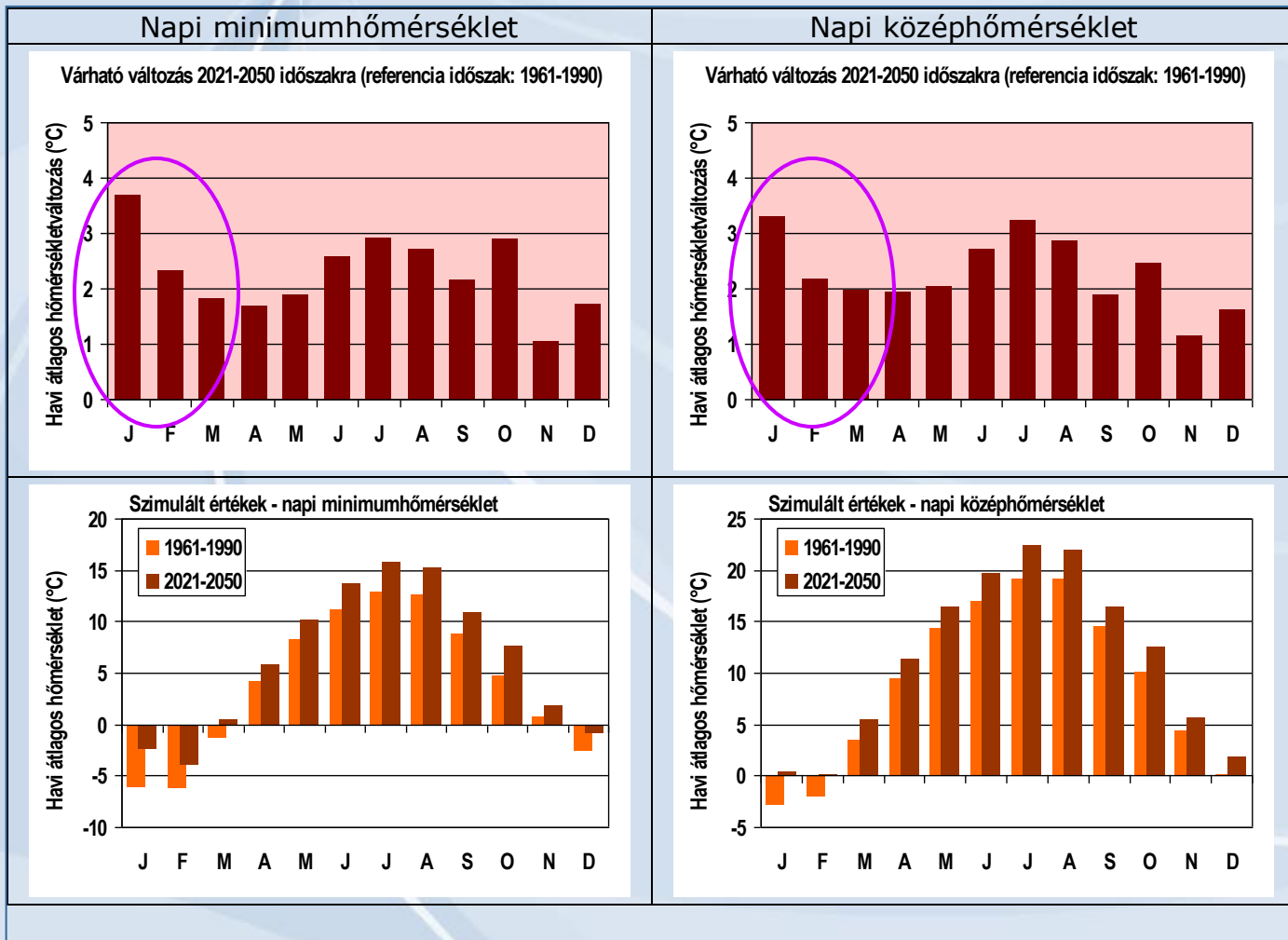


Az elemzések meghajtó adathalmazok: *Éghajlati szimulációk*

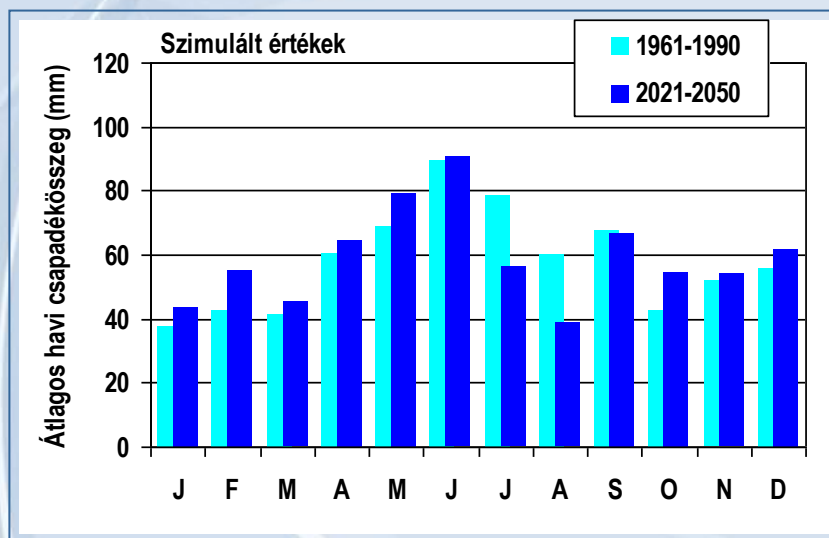
Adatátadás: a PRECIS integrálási tartományán belül 90 rácspontra napi rácsponti:
Tmean, Tmin, Precip



Összehasonlító elemzések: hőmérsékletre

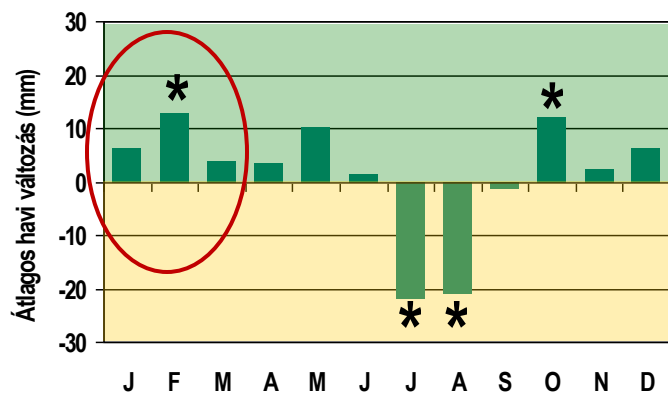


Összehasonlító elemzések: csapadéokra



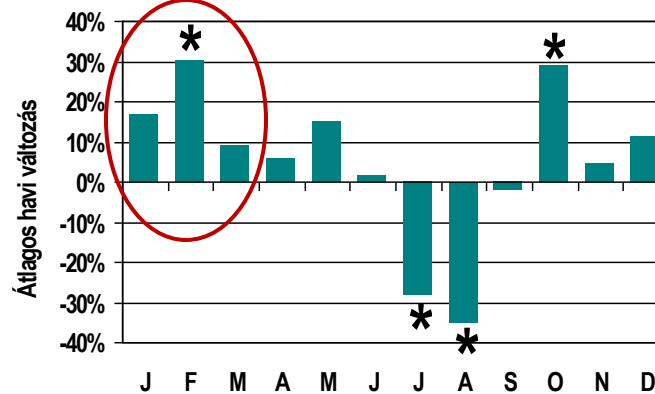
Várható változás mm-ben kifejezve

Várható változás 2021-2050 időszakra (referencia időszak: 1961-1990)



Várható változás százalékban kifejezve

Várható változás 2021-2050 időszakra (referencia időszak: 1961-1990)



Az összehasonlításból levonható következtetések:

- **Jelentős, szignifikáns melegedés várható a régióban**
- **Szignifikánsan szárazabb nyarakra számíthatunk** (elsősorban júliusban és augusztusban)
- **Több téli csapadék várható** (főként februárban)
- **Az intenzív csapadékesemények** (napi csapadékösszeg > 10 mm) **várhatóan gyakrabban fognak előfordulni** (kivéve júliusban és augusztusban)

Az elemzések kivitelezése

Az elemzés két meghajtó-adathalmaza

**Az elmúlt 30 év mérései
(„jelen idő”)**

**Az elkövetkezendő 30 év
(„klíma-szcenárió”)**

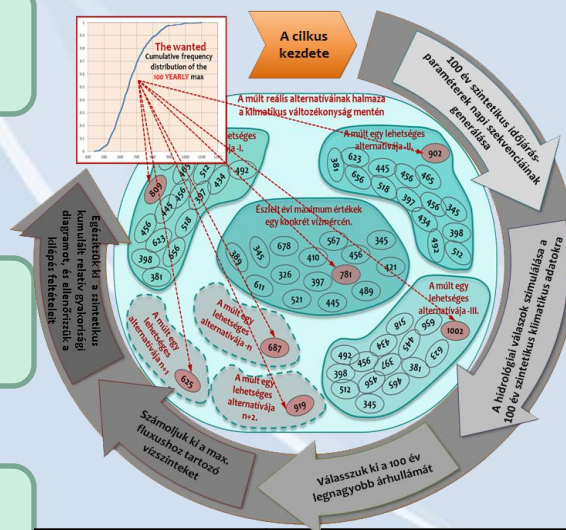
**Forrás:
Mérések feldolgozása**

**Monte-Carlo szimuláció
és gyakoriságelemzés**

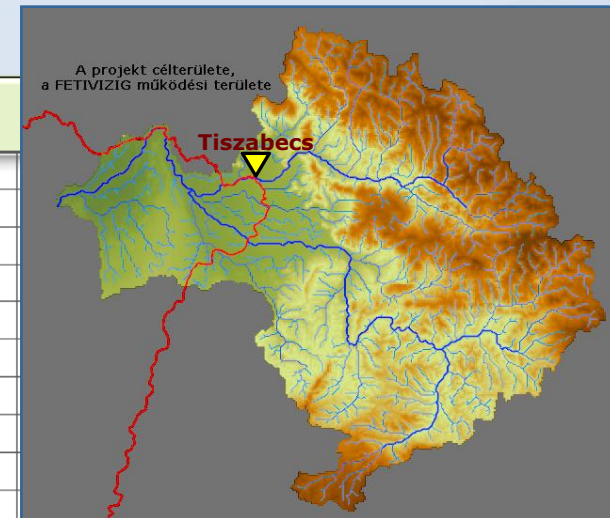
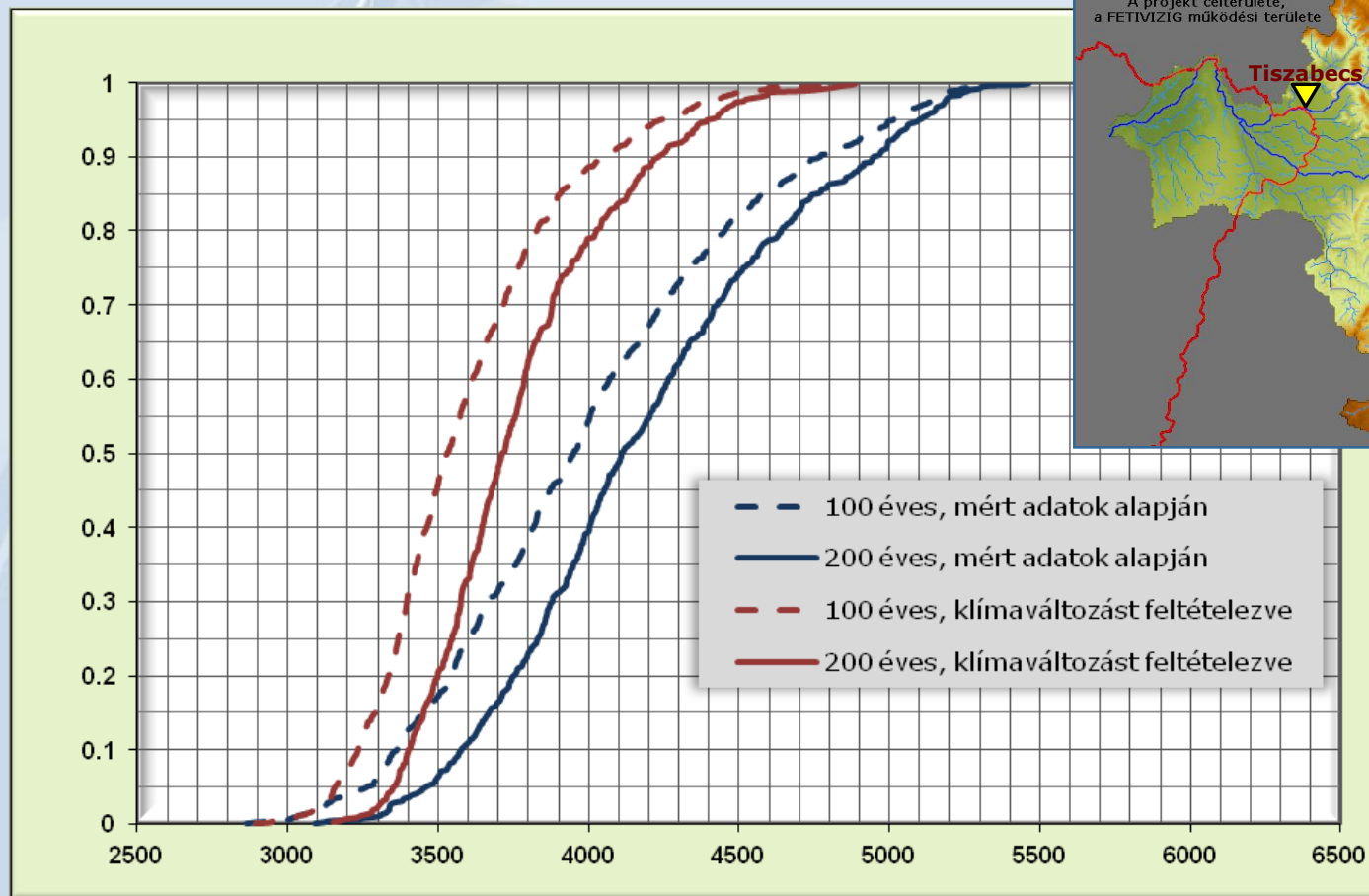
**Forrás:
Éghajlati szimuláció**

**Monte-Carlo szimuláció
és gyakoriságelemzés**

Összehasonlítás, kiértékelés



Az eredmények összehasonlítása, kiértékelése

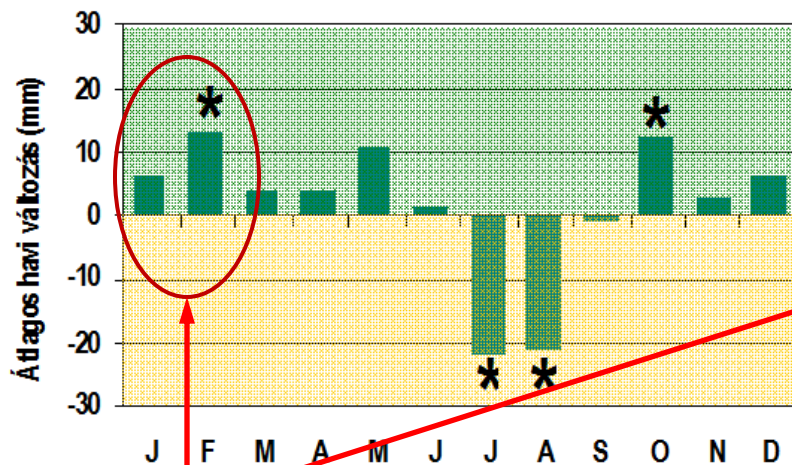


A lefolyás kumulált relatív gyakoriságai **900 darab, 100/200 év** hosszúságú, független szintetikus szekvencia alapján Tiszabecs-nél

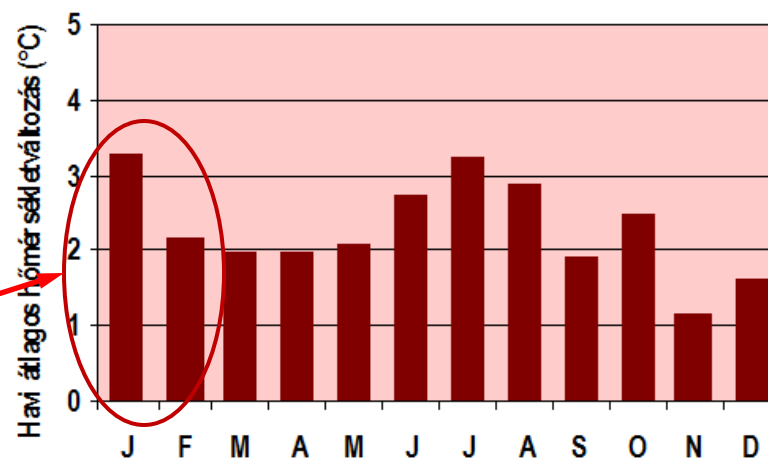
Elemzéseink szerint a tiszabecsi szelvényben (és a Tisza további szakaszán is) szignifikáns csökkenést eredményez az A1B predikció úgy az árvizek mértékében, mint a gyakoriságában!

Összefoglaló értelmezés:

Várható változás 2021-2050 időszakra (referencia időszak: 1961-1990)

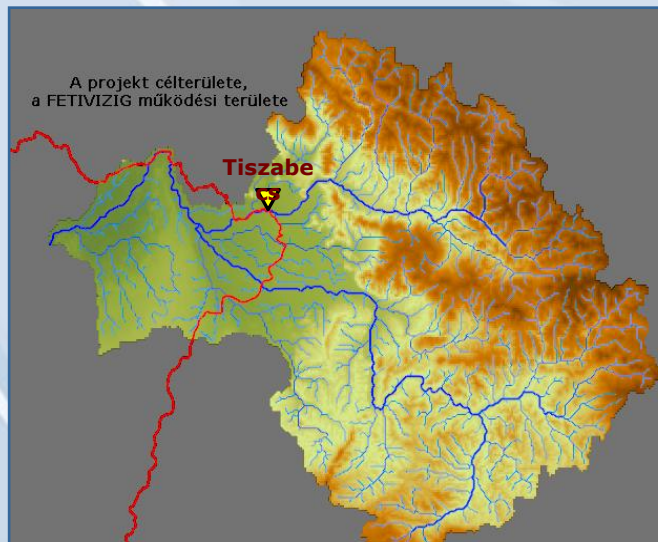


Várható változás 2021-2050 időszakra (referencia időszak: 1961-1990)



I.)

Mivel az amúgy is száraznak mondható tél csapadéknövekménye 2-3 fokos napi középhőmérséklet emelkedése mellett következik be, ezért a téli csapadék egy nem kis része eső formájában fog kihullani, ami ugyan kicsit megnöveli a téli lefolyást, de a hó-felhalmozódás csökkenése miatt jelentősen csökken a tavaszi árvízveszély!



II.)

Elemzéseink során kimutattuk, hogy a csapadék-futamok növekedése mellett a száraz és nedves napok arányának növekedése is szignifikáns, ezért a nagyobb befogadó képességű vízfolyások (pl.: Tisza) a nagyvízi eseményeket kiváltó körülményeket a korábbiakban tapasztalható mederteltségeknél alacsonyabban fogja fogadni, ami azok biztonságos levezetését gyakrabban lesz képes garantálni.

Összegezve: Elemzéseink alapján mondhatjuk, hogy az A1B scenárió szerinti klímaváltozás a célterület nagyobb vízfolyásain szignifikánsan csökkenő, míg a felső szakaszok kisvízfolyásain szignifikánsan növekvő árvízi lefolyást, és gyakoriságot lehet várni.



- 1.)
A klímaváltozás hatása az árvizekre térben jelentősen eltérő mértékű és irányú is lehet.
- 2.)
A hidrológia extrém nagy értékeinek alakulásában jelentős szerepe van az emberi beavatkozásoknak.
- 3.)
Amit a hidrológiai idősoraink mutatnak azok az emberi beavatkozások, a klímaváltozás, és még számos egyéb természeti folyamat eredő hatása, ezért közvetlenül alkalmatlanok az árvizek adekvát gyakoriságelemzésére. Komplex, folyamat-szimulációs modell alapú elemzésekre van szükség.

Köszönjük a megtisztelő figyelmüket!

**SZABÓ János Adolf⁽¹⁾ - RÉTI Gábor⁽¹⁾ -
BARTHOLY Judit⁽²⁾ - PONGRÁCZ Rita⁽²⁾**

(2) **HYDROInform**, Hidroinformatikai kutató, rendszerfejlesztő, tanácsadó Bt.

(1) **Eötvös Loránd Tudományegyetem**, Meteorológiai Tanszék