

# **Atomerőmű a Duna mellett**

**Józsa János**

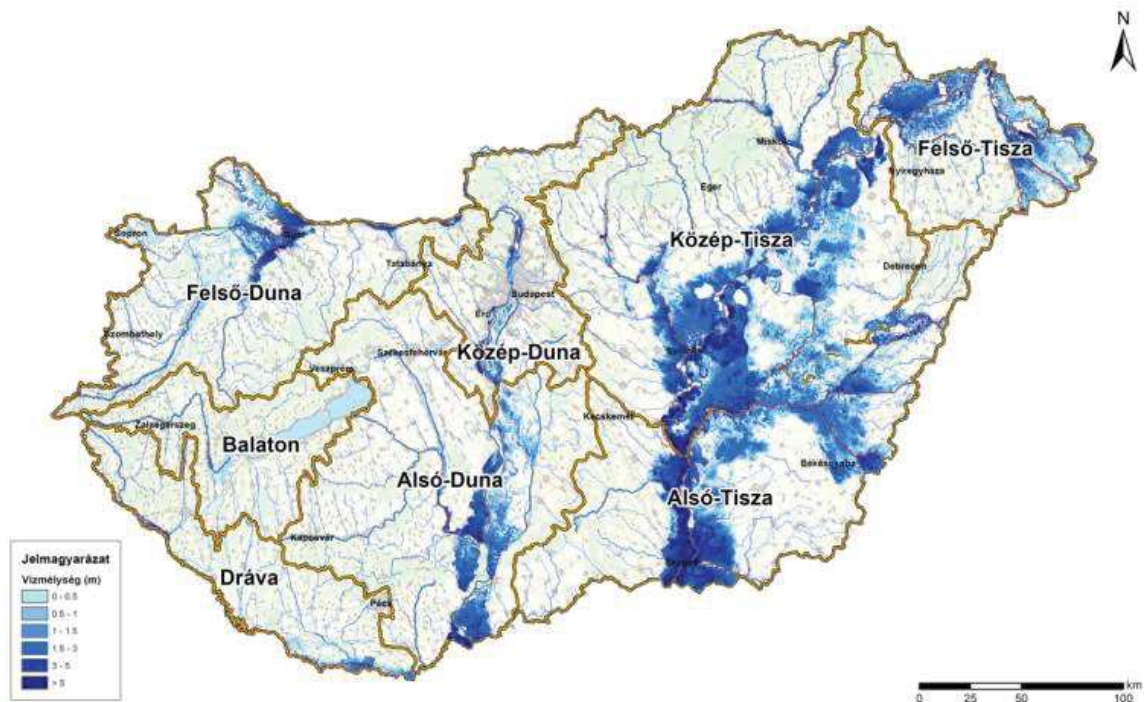
rektor, MTA 1. tagja

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

**Kezdeként:**

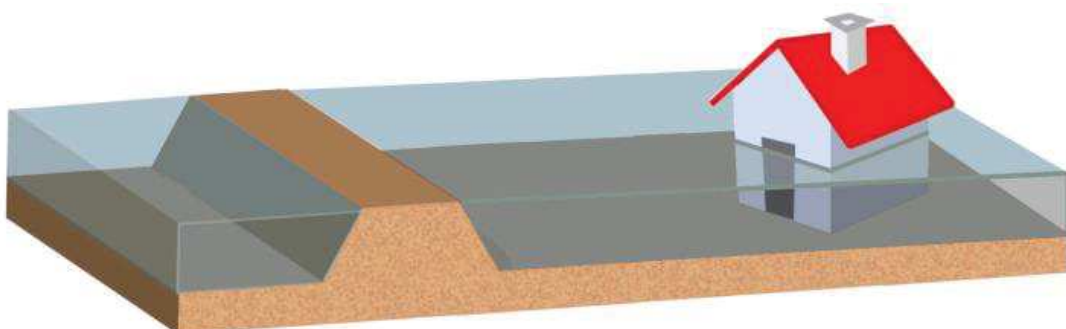
**MÁSZ és további szélsőségesen kis valószínűségű  
árvízszintek meghatározása a Paks II-höz hasonló  
kockázatot jelentő létesítmények tervezéséhez**

# Magyarország: területének egyötöde valaha hullámtér volt



## Árvízi kockázat kezelése

- Nem ismert  $Q$  ésszerű felső határa → nincs abszolút árvízi biztonság az ártereken
  - Magasabb töltések → súlyosabb következmények, ha mégis átszakad
- Elfogadható szintű biztonságra kell törekednünk!



# Új MÁSZ módszertan: paradigmaváltás

- Szigyártó Z. (2009): Mi legyen a valószínűségi változó?  $NV$ , mert  $NQ \rightarrow NV$  nem egyértelmű
- Numerikus folyómodellel viszont modellezhető  $Q(t) \rightarrow z(t)$
- Legyen a MÁSZ az  $NQ_{1\%}$ -hoz tartozó  $z$  !
  - $Q$  váltja ki az árhullámot
  - $Q$  kevésbé függ a mederváltozástól
  - Árvízi szükségtározásnak  $Q$ -ra közvetlen hatása

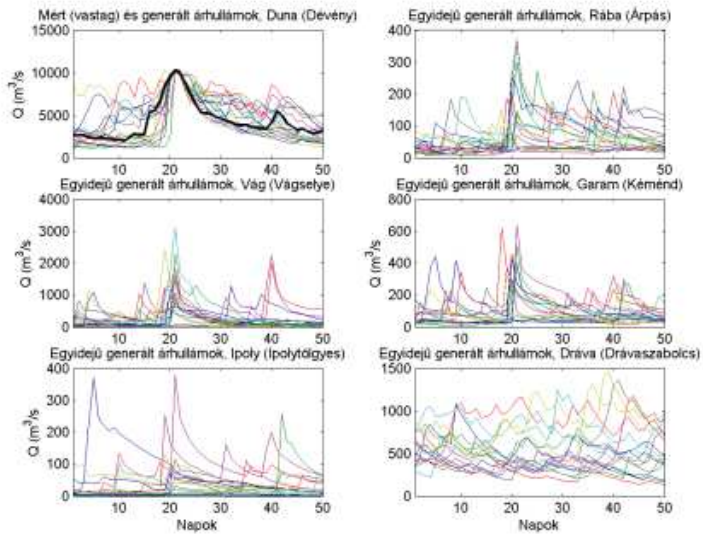
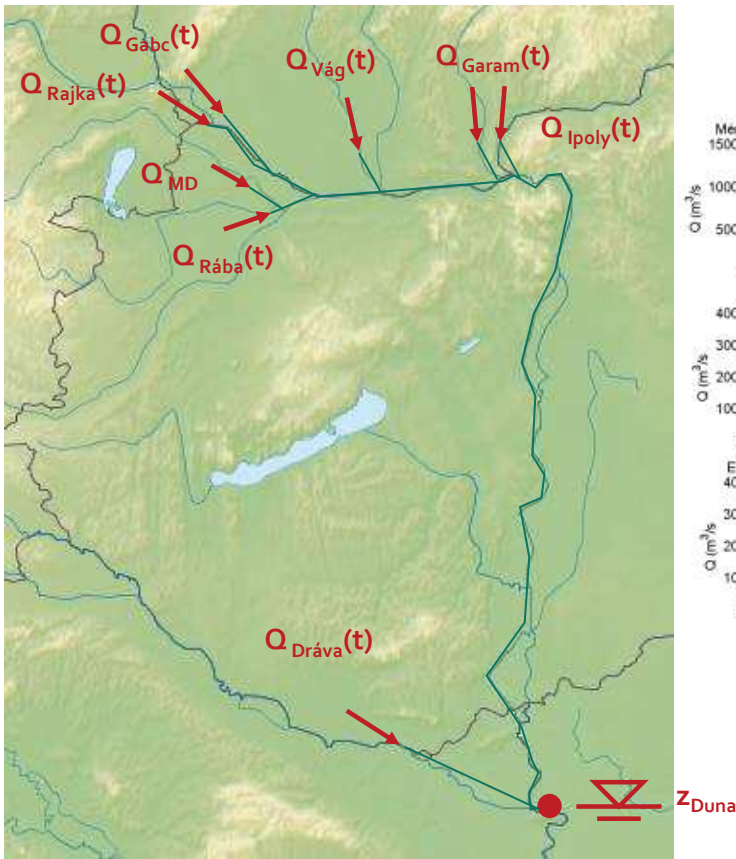
## MÁSZ valószínűségi HD modellezéssel

MÁSZ =  $NQ_{1\%}$ -hoz tartozó vízszint

Monte Carlo szimuláció

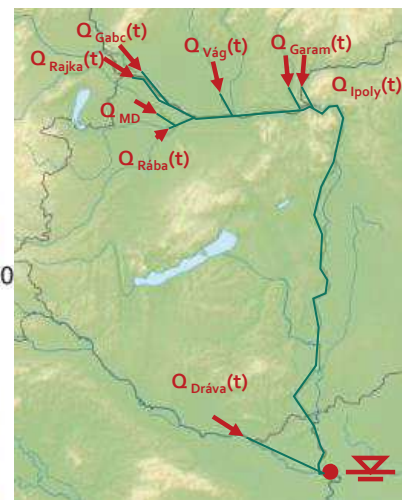
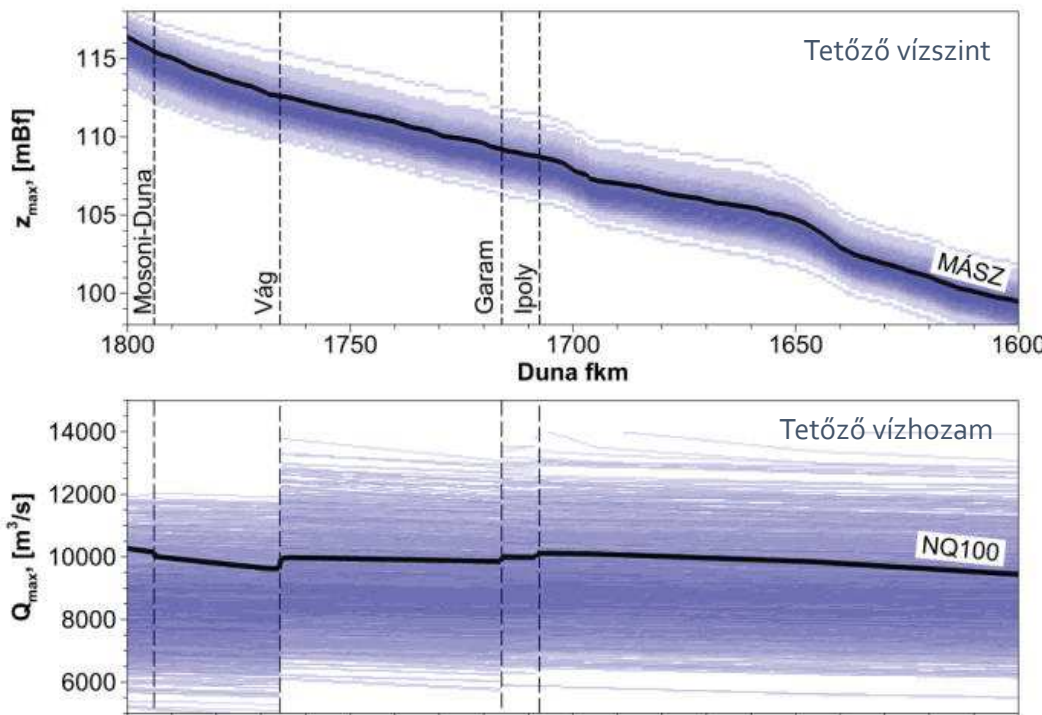
- 1) Több ezer évnyi, 6-24 órás időközű  $Q(t)$  generálása minden befolyási szelvénybe
- 2) Árhullám levonulásának számítása 1D folyómodellel (*töltések között!*)
- 3) MÁSZ kiszámítása minden modellezett folyószelvényben  $NQ_{1\%}$  alapján

# Több ezer évnyi $Q(t)$ generálása adatvezérelt módszerrel



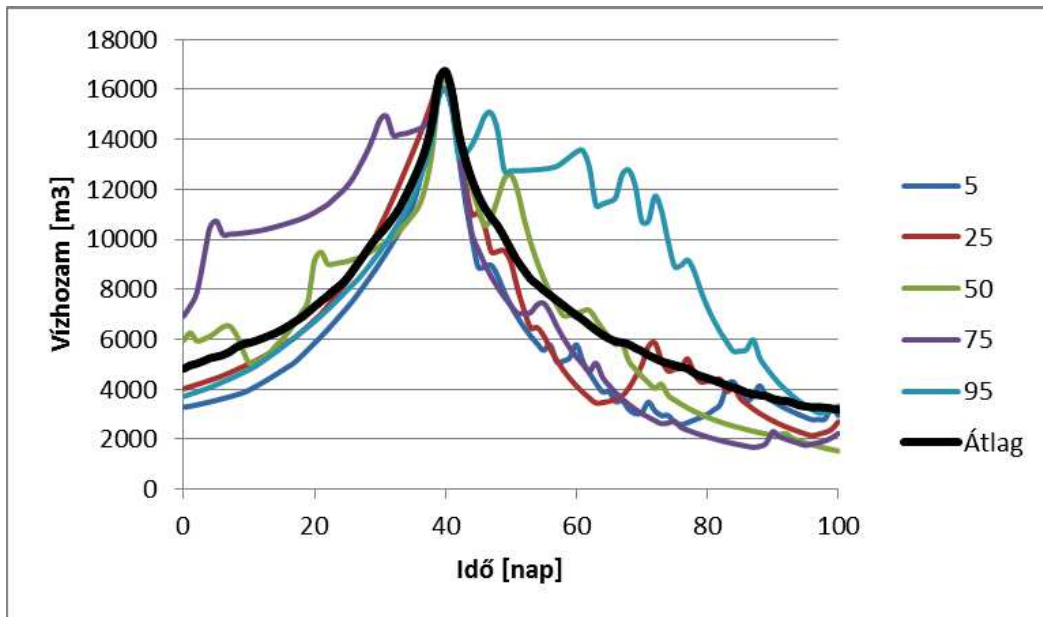
Szezonális változások  
Keresztkorreláció  
Csapadék ismerete nélkül

## HD modellel több ezer évre számított $z(NQ)$ és $NQ$ hossz-szelvénye





# Tervezés szélsőséges ( $p = 10^{-5}$ ) árvizekre

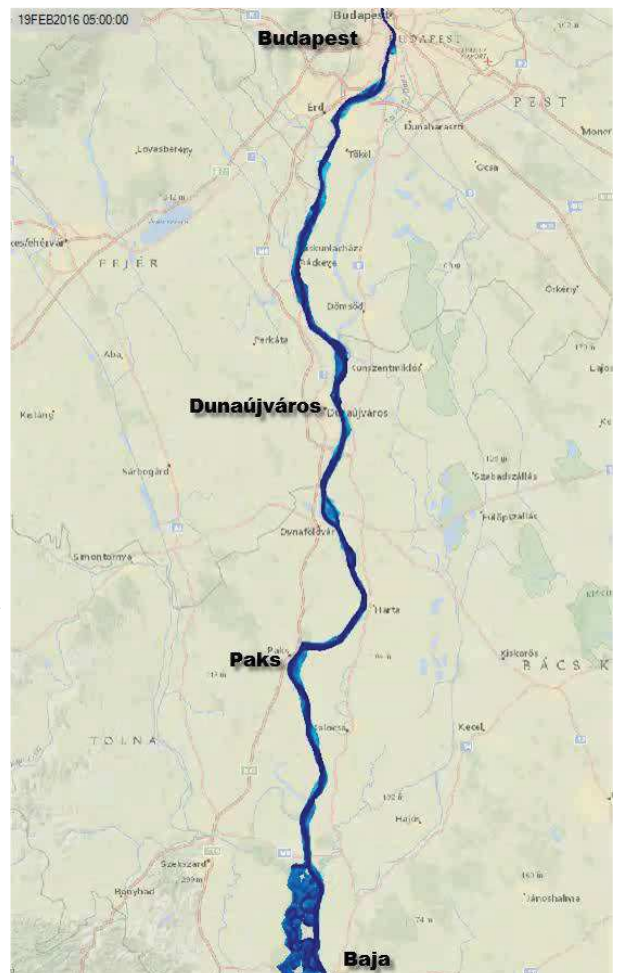


Budapesti mérceszelvénybe generált árhullámok

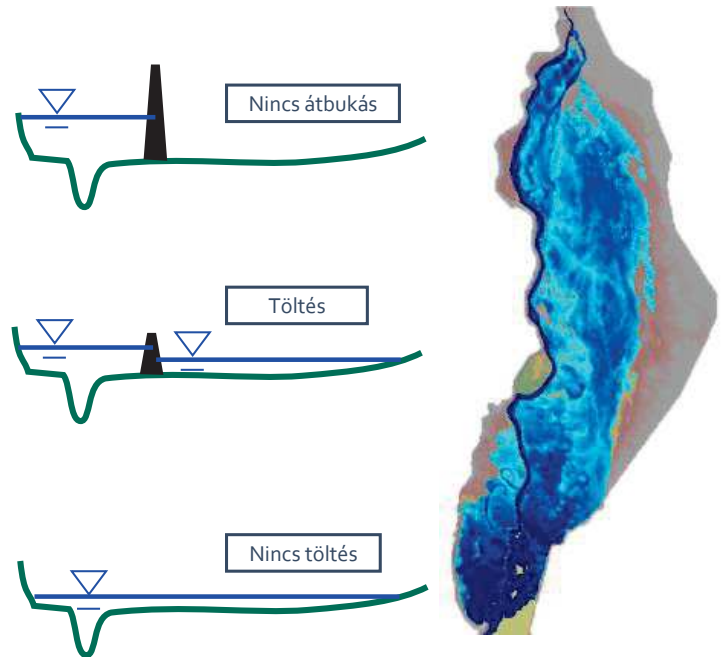
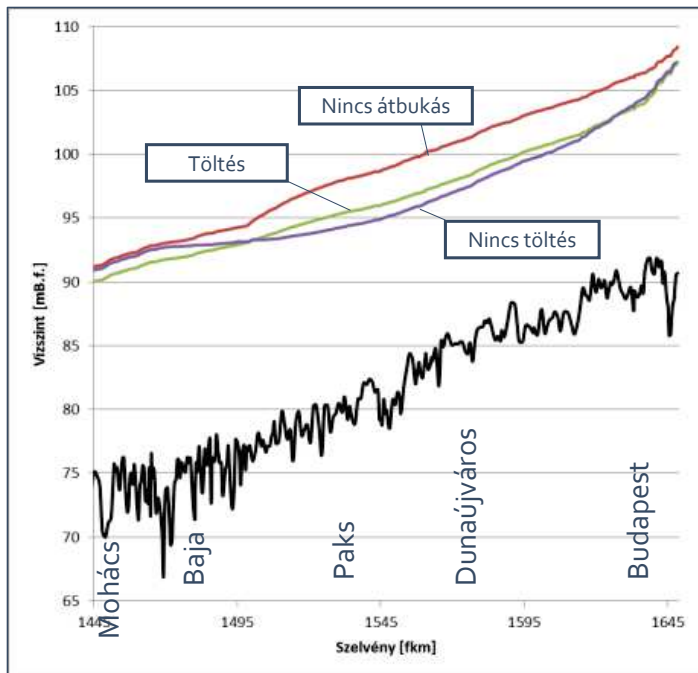
## $p = 10^{-5}$ árhullám modellezett levonulása

A tetőzés körüli 30 napos időszak animációja

Fővédvonalak MÁSZ+ 1 m-es szinten



# A Duna $p = 10^{-5}$ éves tetőző vízszintjei



## Kis kitekintés:

### Mi várható vizeinkben a klímaváltozás hatására?

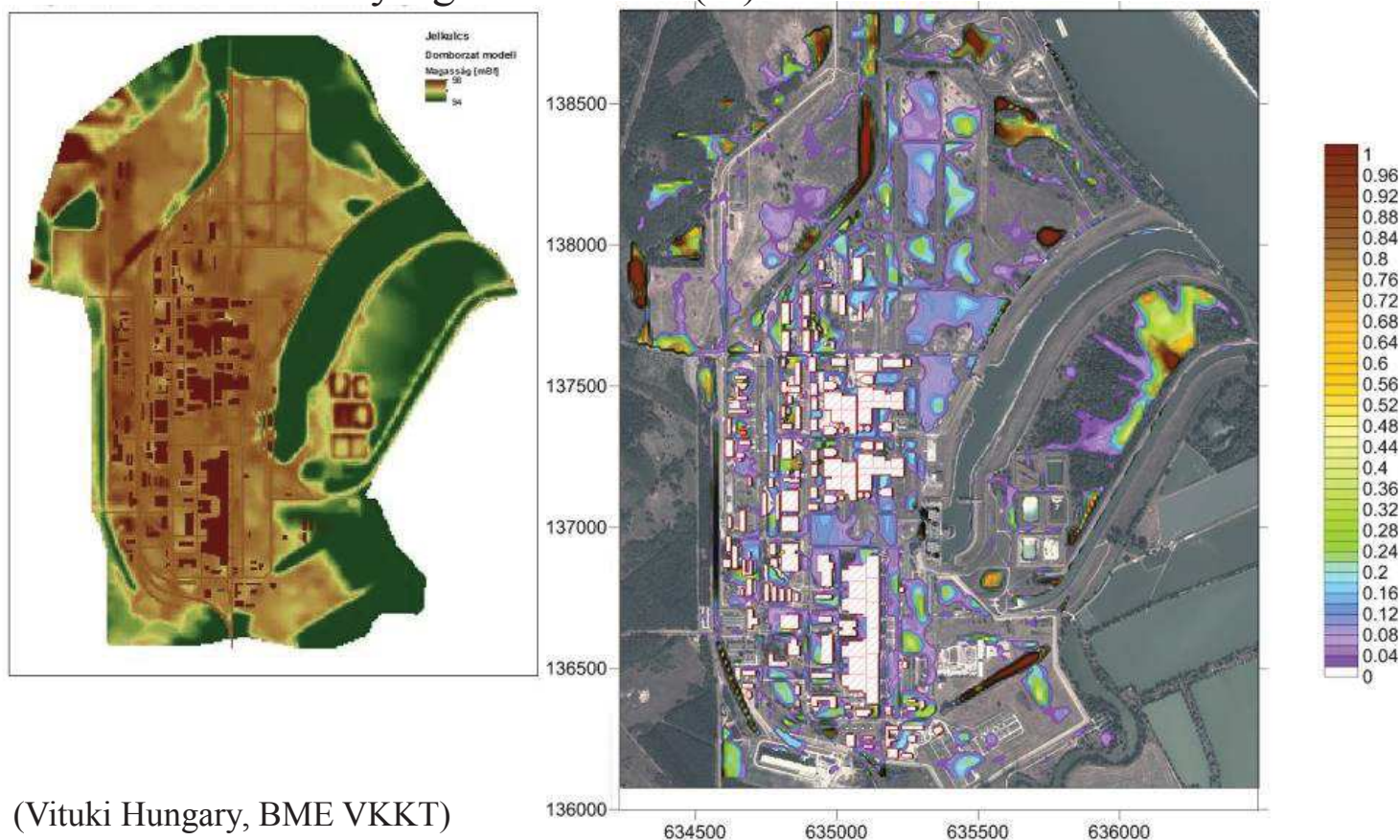
Növekvő árvizek és árvízkarok

- **Villámárvizek**, városi árvizek
- Olvadási árvizek bizonytalanok

Csökkenő vízkészlet, vízhiányból eredő stressz növekedése

- Csökkenő hasznosítható vízkészlet és növekvő vízigény – növekvő versengés a vízért, növekvő konfliktusok (öntözés, vízellátás)
- Kedvezőtlen vízminőségi hatások – csökkenő öntisztuló képesség és terhelhetőség, növekvő vízminőségi kockázat
- Kedvezőtlen ökológiai hatások - növekvő konfliktusok a természet és a vízhasználók között
- Mederbéli vízhasználat feltételei romlanak – tavak hasznosítása

**Villámárvíz kialakulásához vezető 180 l/s/ha intenzitású 60 perces csapadékesemény hatására a paksi üzemi területen kialakuló maximális vízmélységek eloszlása (m)**

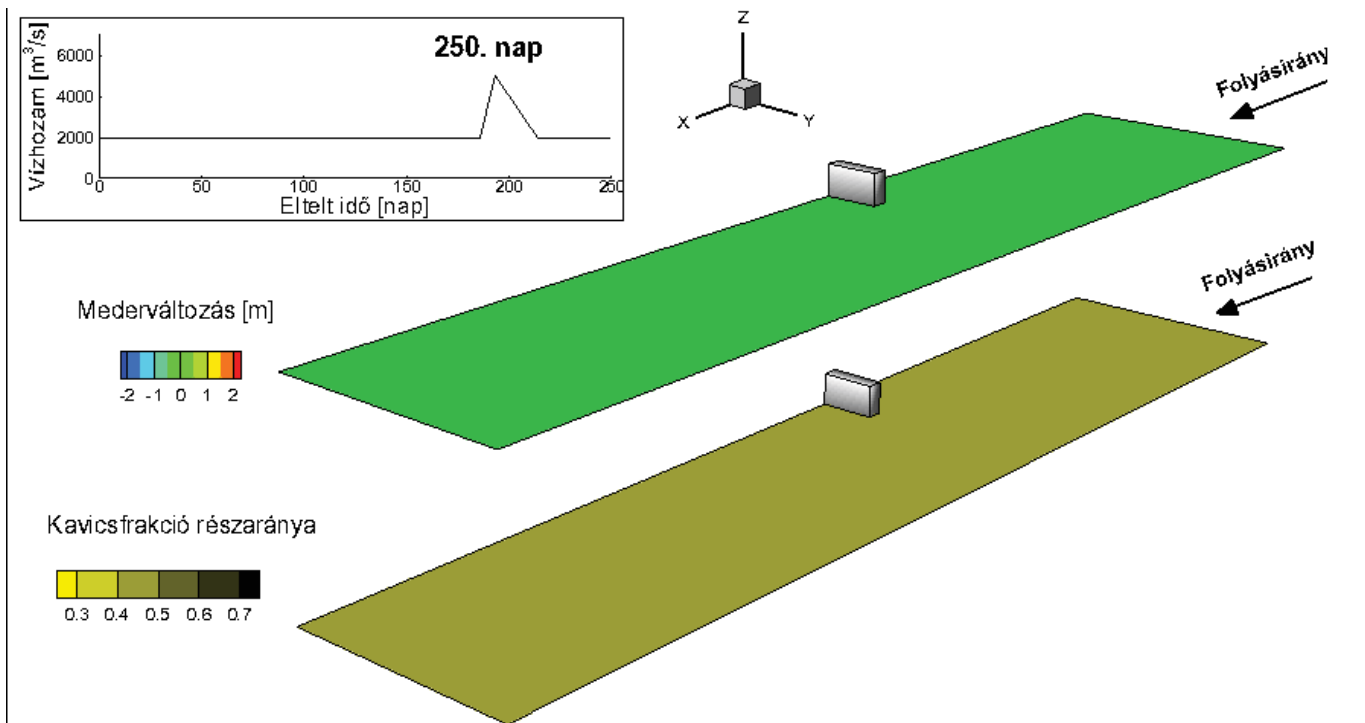


(Vituki Hungary, BME VKKT)

## Árvíz okozta mederváltozás 3D numerikus modellezése

A mederpáncélozódást is figyelembe vevő model (Török, Baranya, BME)

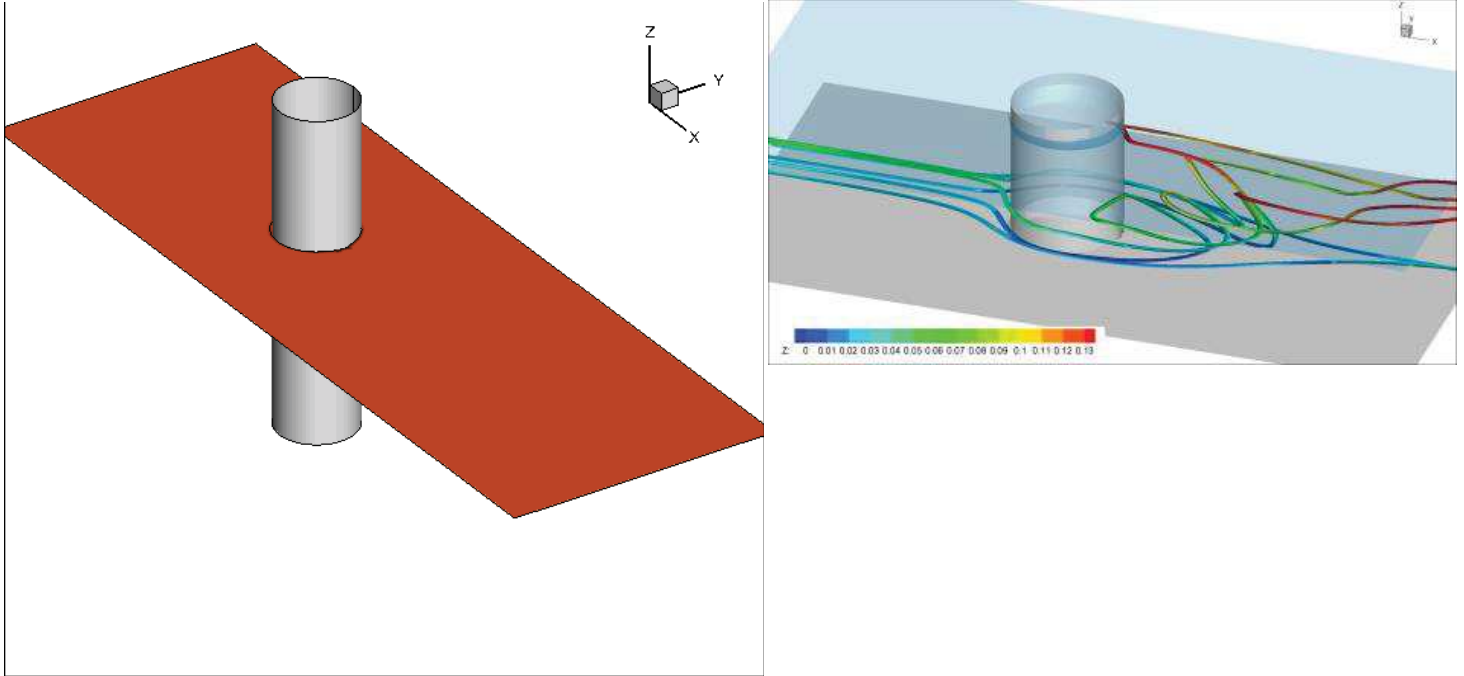
- Sarkantyú fejénél lokális kimélyülés, limányban feltöltődés
- Finom frakció feldúsulása a limányban
- Mederpáncél kialakulása a sodorban, de felszakadása az árhullám érkezésekor



# A 3D numerikus morfológiai modellezéstovábbi lehetőségei

Lokális morfodinamikai folyamatok részletes leírása

pl. pillér körül árvízkor kialakuló kimélyülés



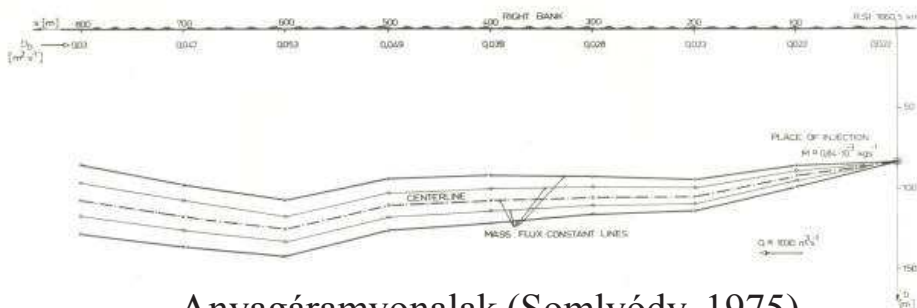
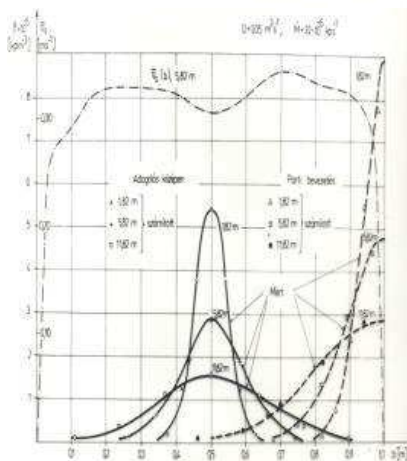
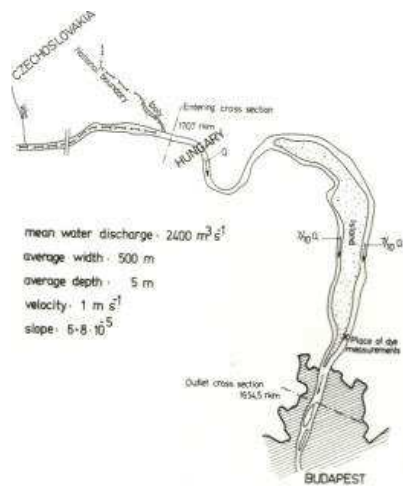
(S. Baranya, N. R. B. Olsen, T. Stoesser, T. W. Sturm 2012, 2013)

**A dunai szennyezések – beleértve a hőcsóvákat is –  
elkeveredésének alapja a turbulens áramlási viszonyok  
kellő ismerete**

**Úgy az elkeveredés-beclés szinte melléktermékként adódik  
(Somlyódy, Szolnoki, Kontur, hetvenes évek végétől)**



# Dunai elkeveredés-vizsgálatok (Somlyódy, VITUKI, 1975)



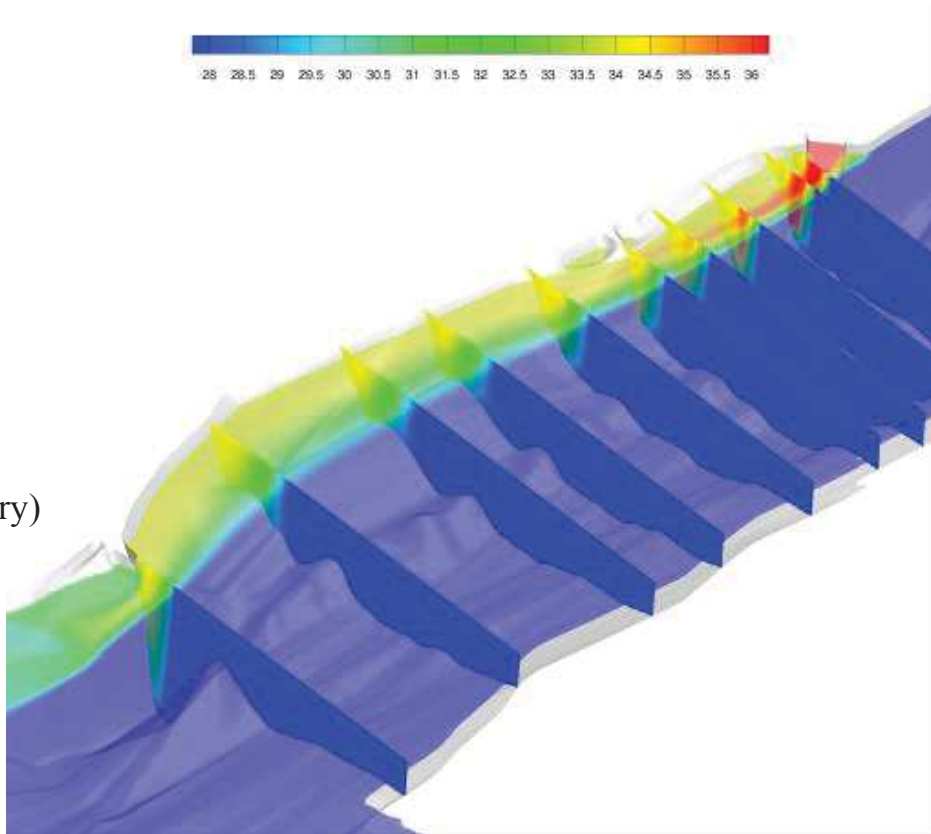
Anyagáramvonalak (Somlyódy, 1975)

# Paksi nyomjelzős vizsgálatok (Somlyódy-Koncsos, BME, 2000-es évek)

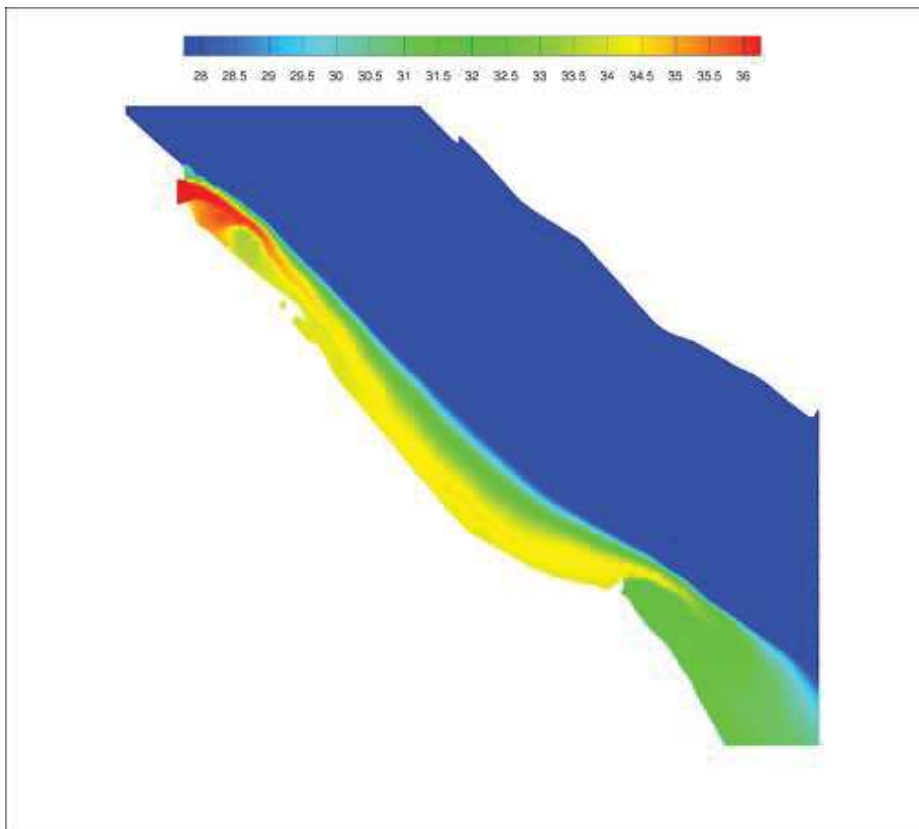


## 3D hidro-termodinamikai modellezések a hűtővíz visszavezetési változataira

(VITUKI Hungary)

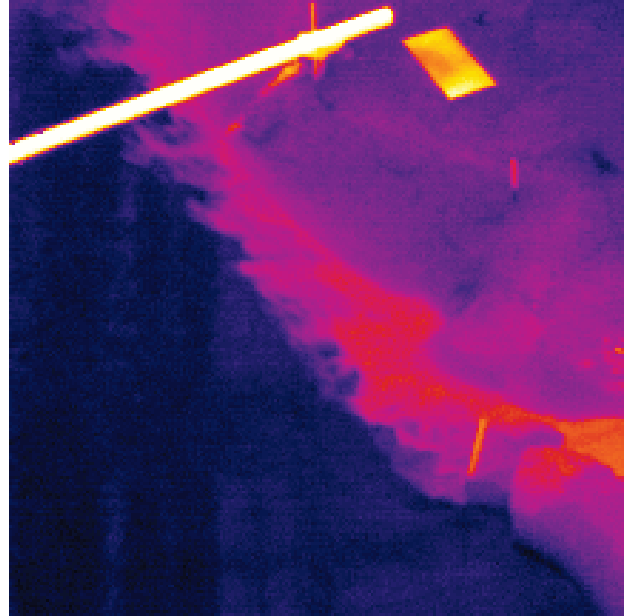
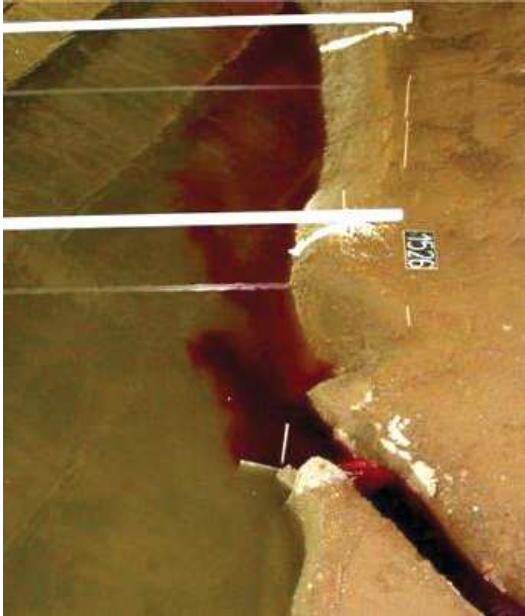


## 3D hidro-termodinamikai modellezések a hűtővíz visszavezetési változataira



## A hűtővízcsóva hidraulikai kisminta-vizsgálata

Esetleges jégterelő gát hatására kialakuló koherens örvények okozta hőmérséklet-eloszlás jelzőanyagos/hőkamerás kimutatása



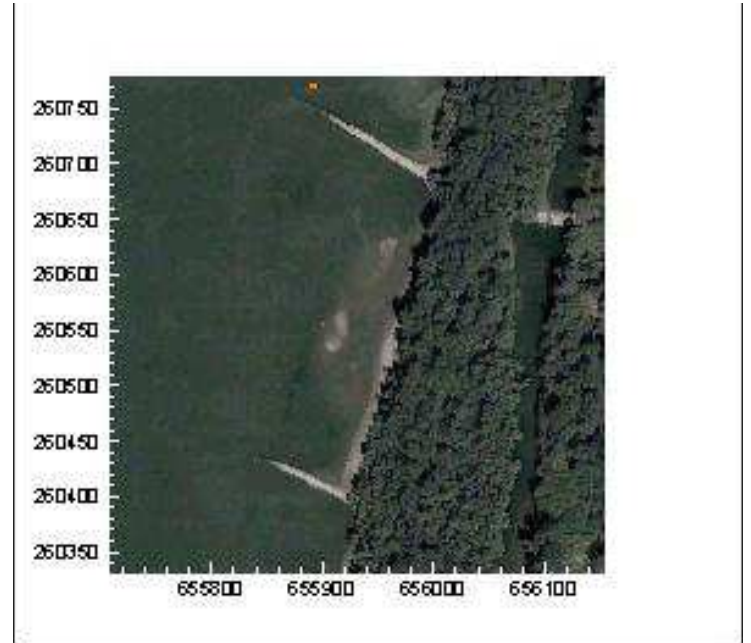
(ÉDUVÍZIG Láng M., BME)

**Kaotikus elkeveredés és fraktálmintázatok Lagrange-rendszerű feltárása folyami sarkantyús környezetben**

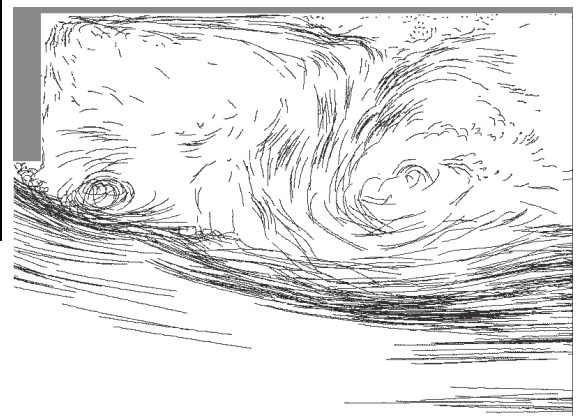
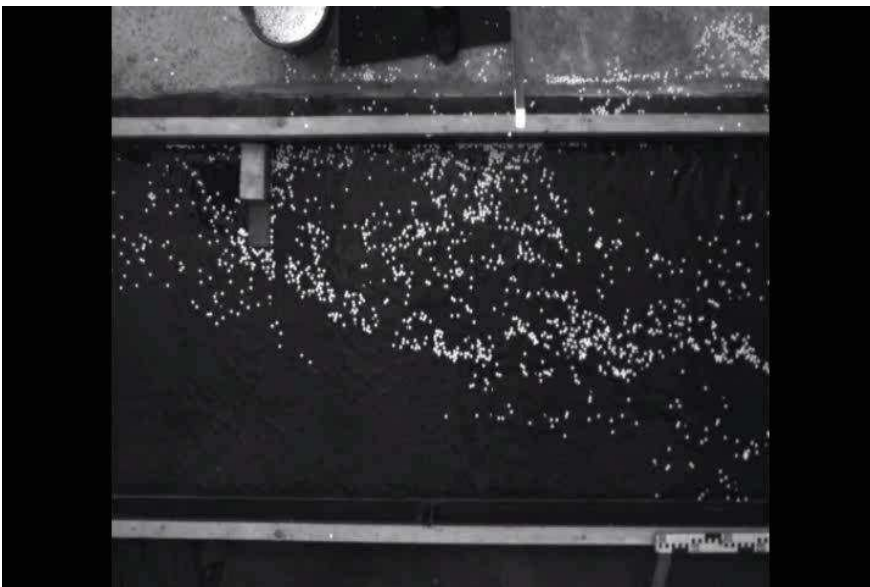


## További különös transzportjelenségek:

### Örvénydinamika és elkeveredés Dunai sarkantyúk környezetében

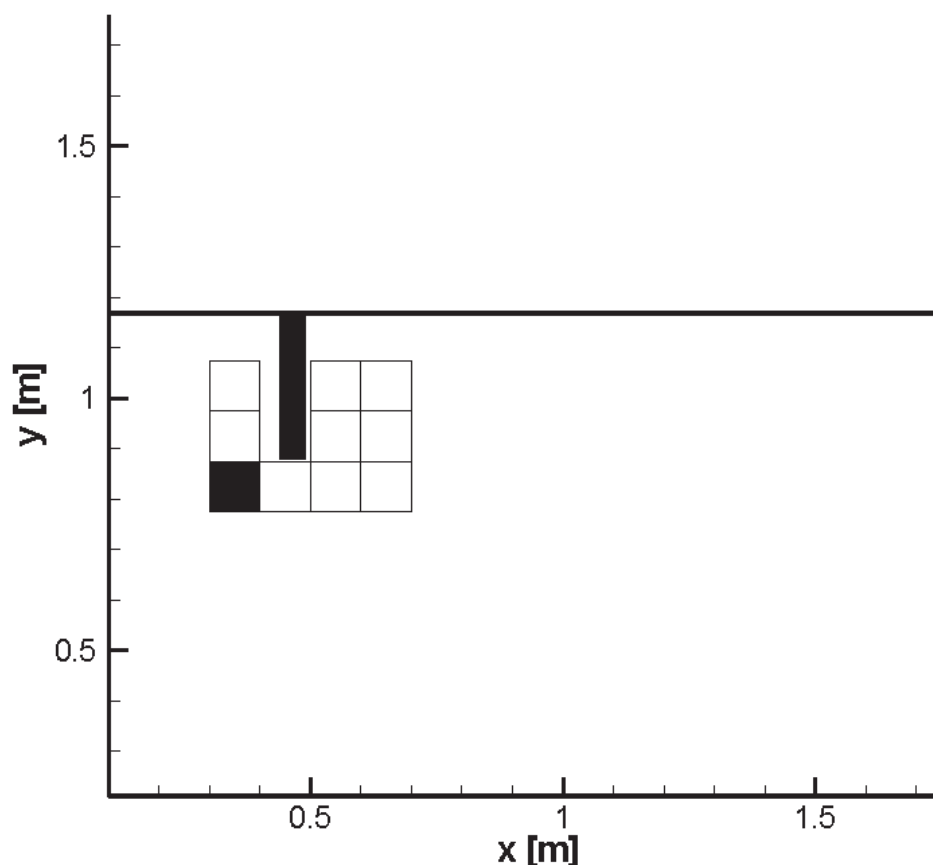
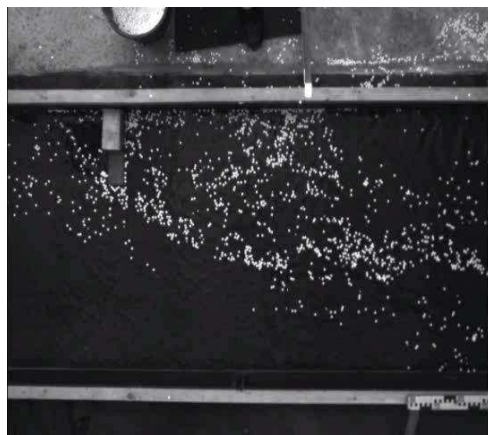


**A jelenség laborméretekben való vizsgálata:  
PTV részecskekövetéses sebességmező-rekonstrukcióval  
és Lagrange-féle numerikus részecskepálya-szimulációval**



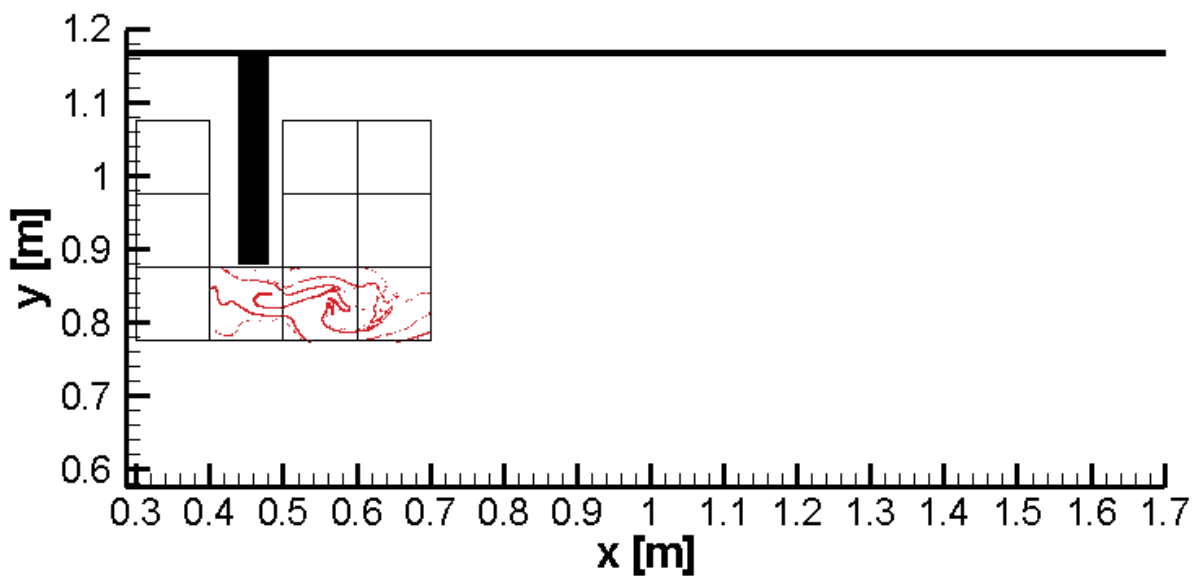


# Fraktálstruktúrák és tranziens káosz jellemzők kimutatása



Zsugyel, Tél, Józsa 2013

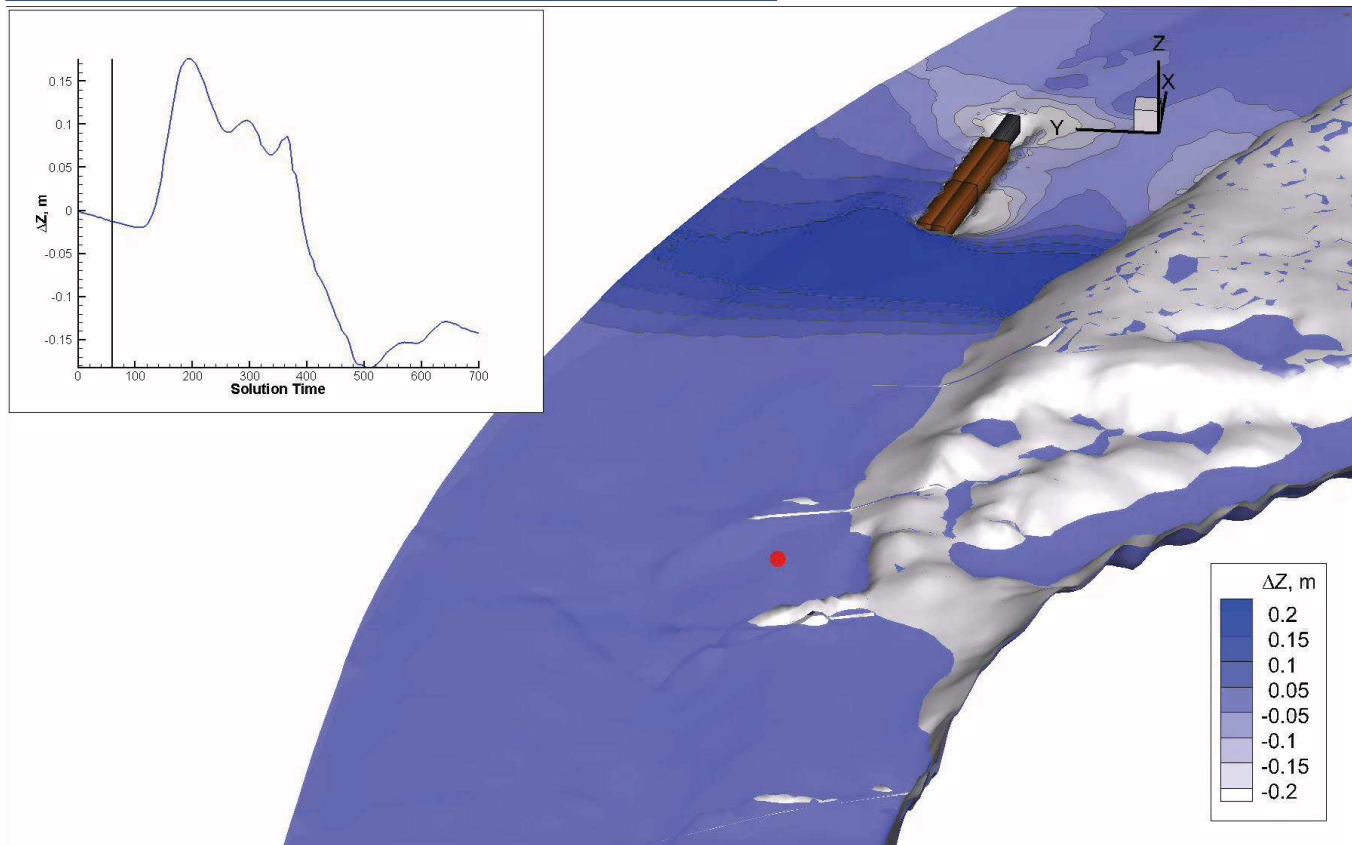
# Fraktálstruktúrák és tranziens káosz jellemzők kimutatása



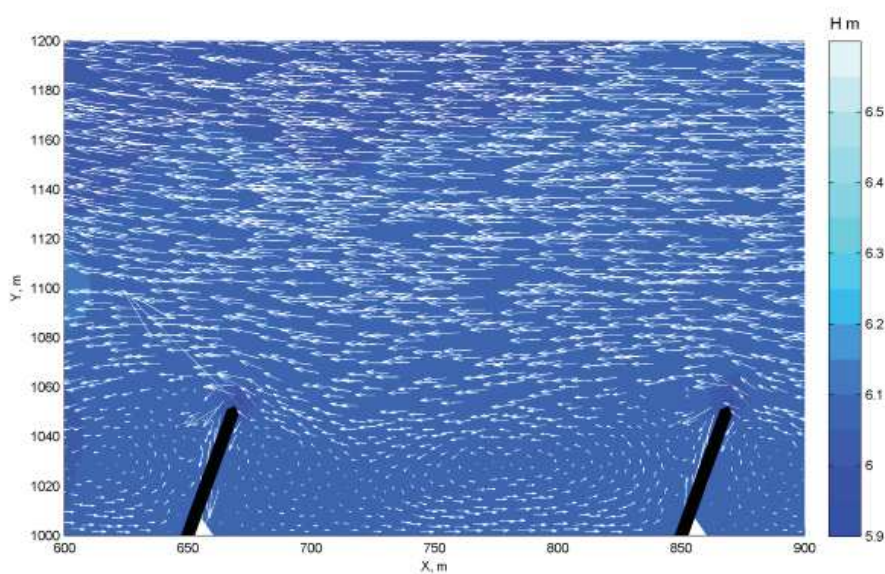
## További hatások:

# Hajóforgalom hidrodinamikai hatásának 2D modellezése

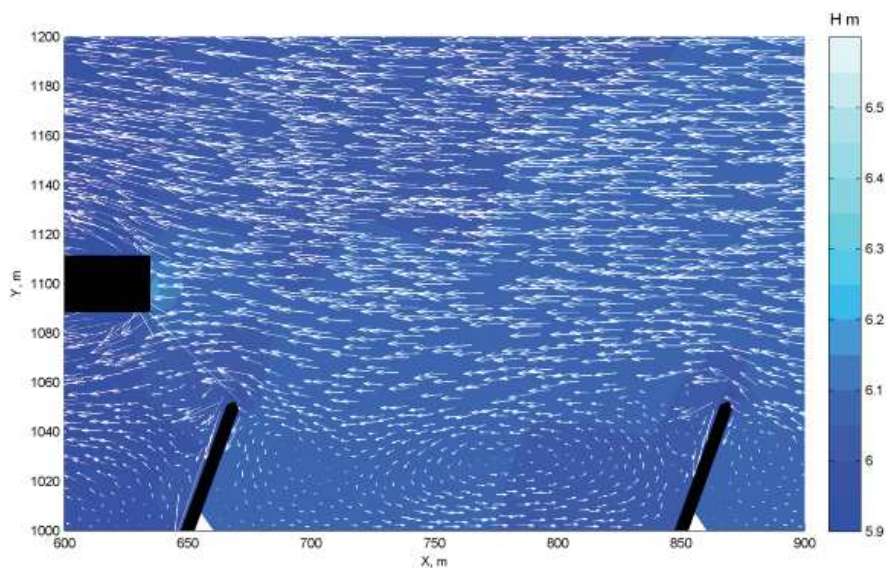
Szabó-Mészáros Marcell TDK-dolgozatából, 2012



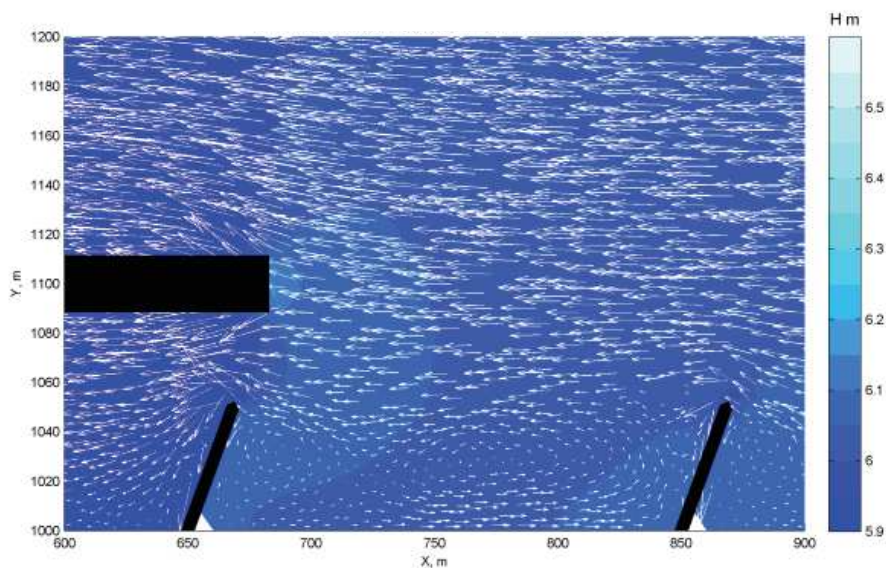
## Hajó tranziens áramlási hatása sarkantyúk környezetében



# Hajó tranziens áramlási hatása sarkantyúk környezetében

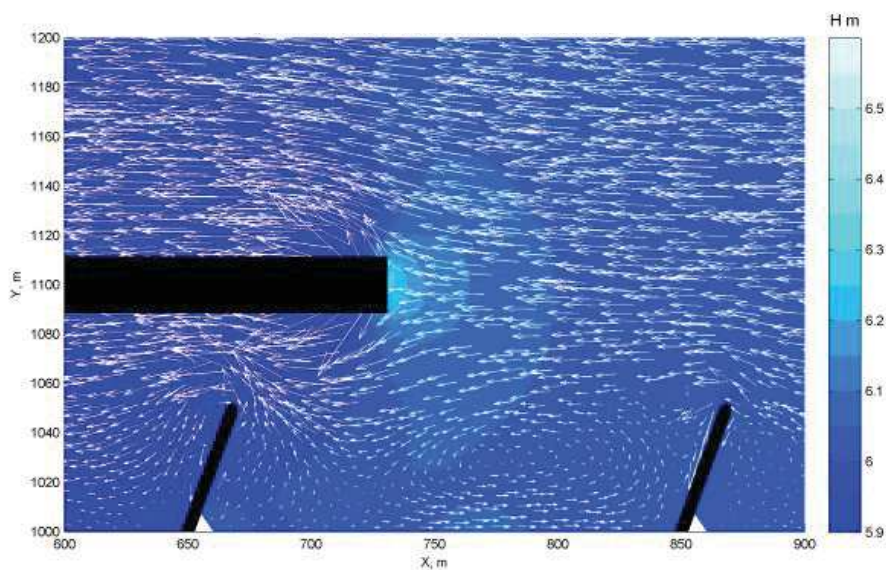


# Hajó tranziens áramlási hatása sarkantyúk környezetében

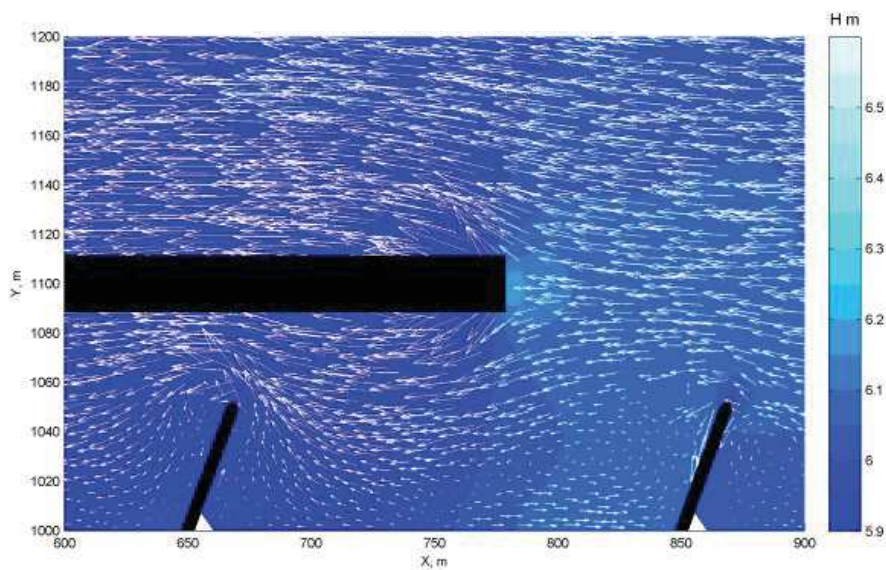




# Hajó tranziens áramlási hatása sarkantyúk környezetében

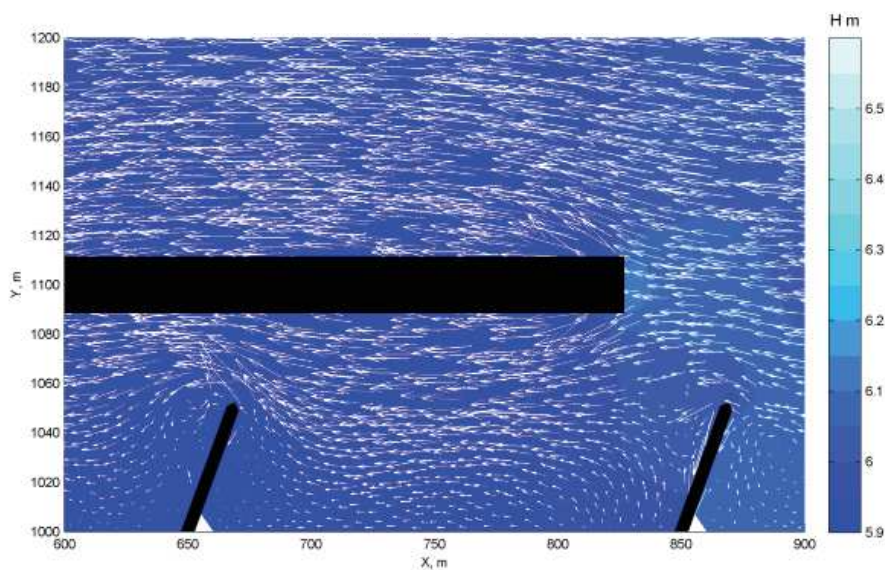


# Hajó tranziens áramlási hatása sarkantyúk környezetében

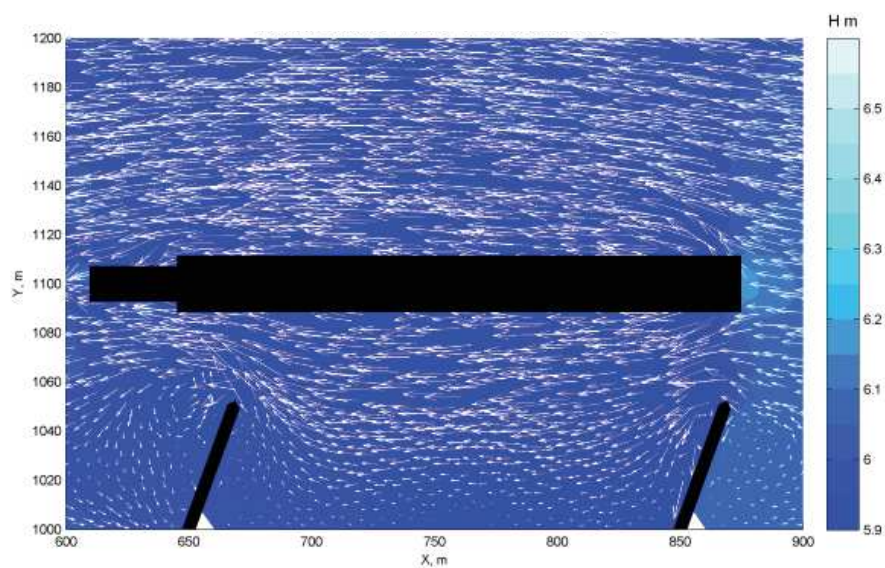




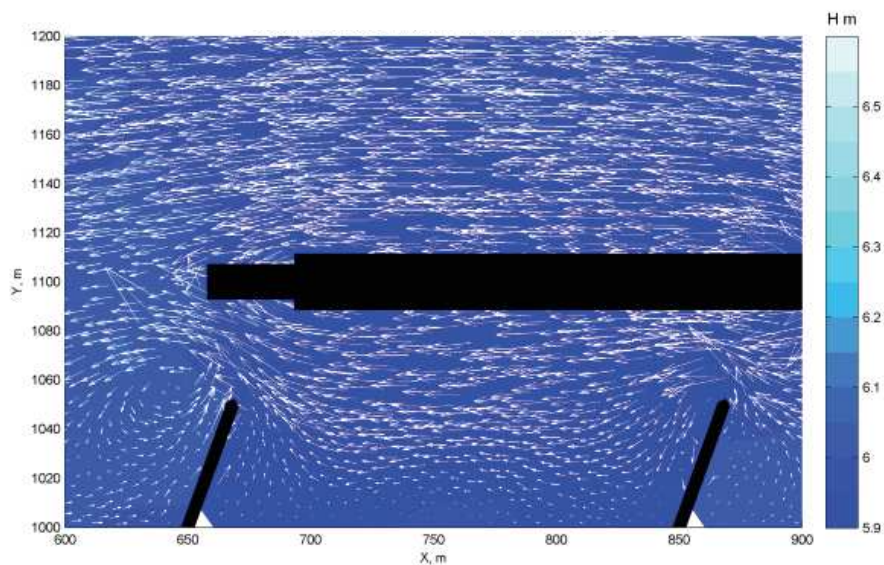
# Hajó tranziens áramlási hatása sarkantyúk környezetében



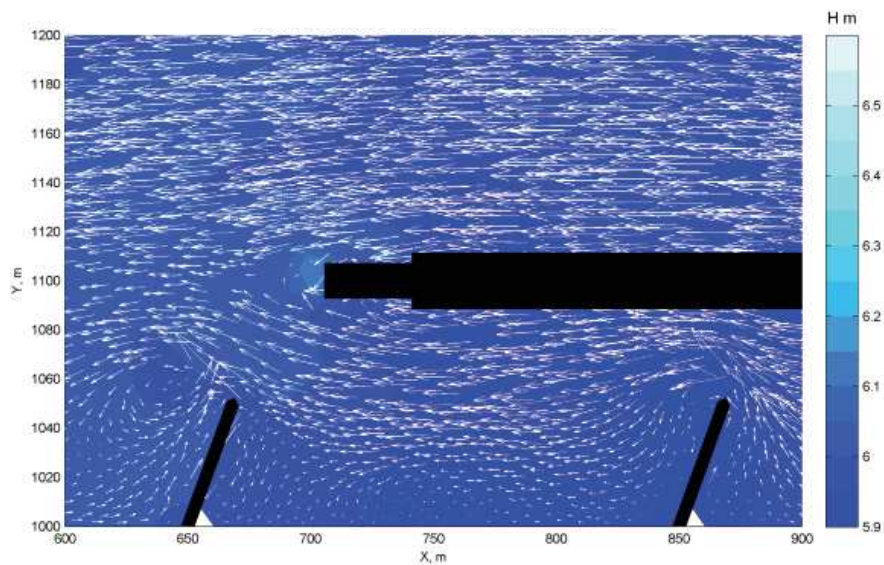
# Hajó tranziens áramlási hatása sarkantyúk környezetében



# Hajó tranziens áramlási hatása sarkantyúk környezetében

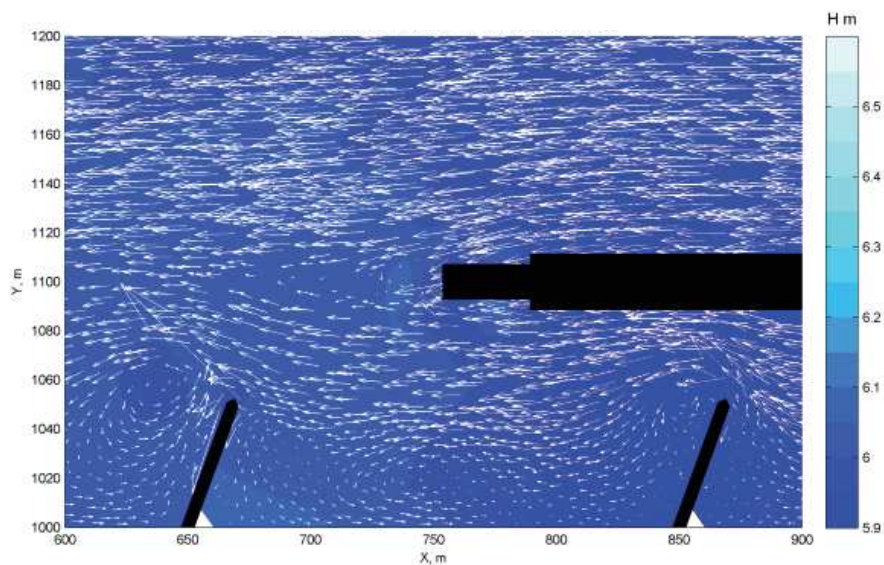


# Hajó tranziens áramlási hatása sarkantyúk környezetében

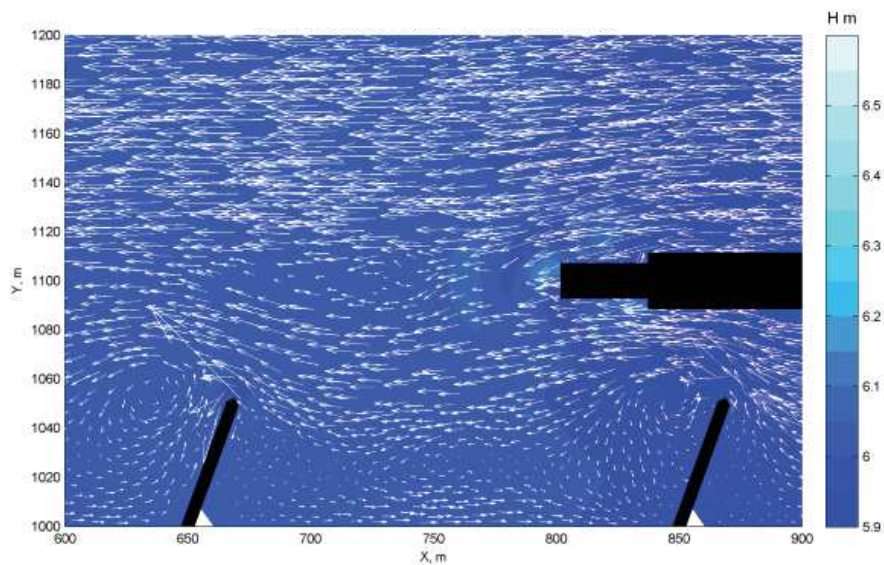




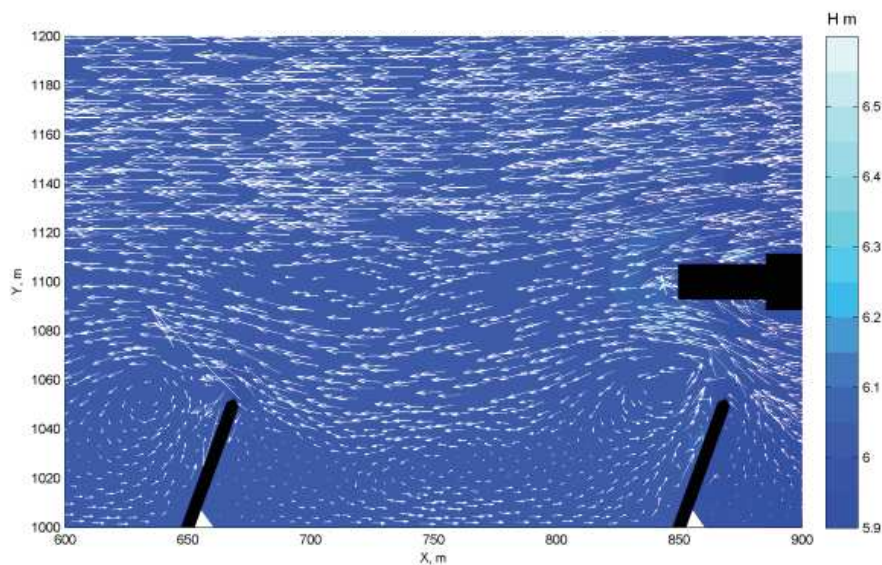
# Hajó tranziens áramlási hatása sarkantyúk környezetében



# Hajó tranziens áramlási hatása sarkantyúk környezetében

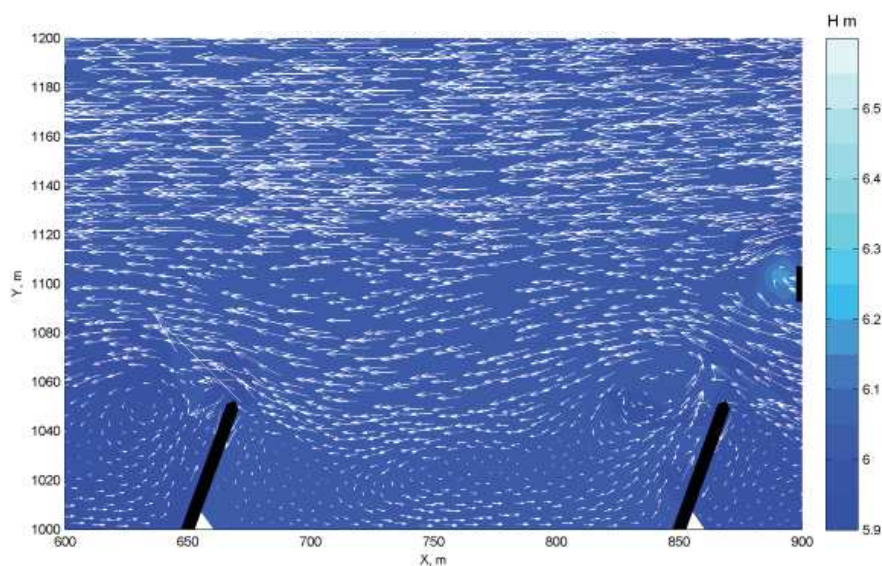


# Hajó tranziens áramlási hatása sarkantyúk környezetében



# Hajó tranziens áramlási hatása sarkantyúk környezetében

## Átöblítés, parterózió, élőhely-viszonyok



Kéri Barbara Mosonyi Emil-diplomadíjas MSc dolgozatából, 2012



## **Jég, jégzajlás, torlódás, jégdugó:**

- Pozitív ellentétes hullám a felvizen
  - Negatív azonos hullám az alvizen
- (Bakonyi, VITUKI, 1985)



Keve G., 2000-es évektől

## **Friss fejlemények:**

### **Nemzeti Víztudományi Program és a Nemzeti Vízstratégia kormányzati szintű összekapcsolása**

A Kormány 1110/2017. (III. 7.) Korm. Határozata:

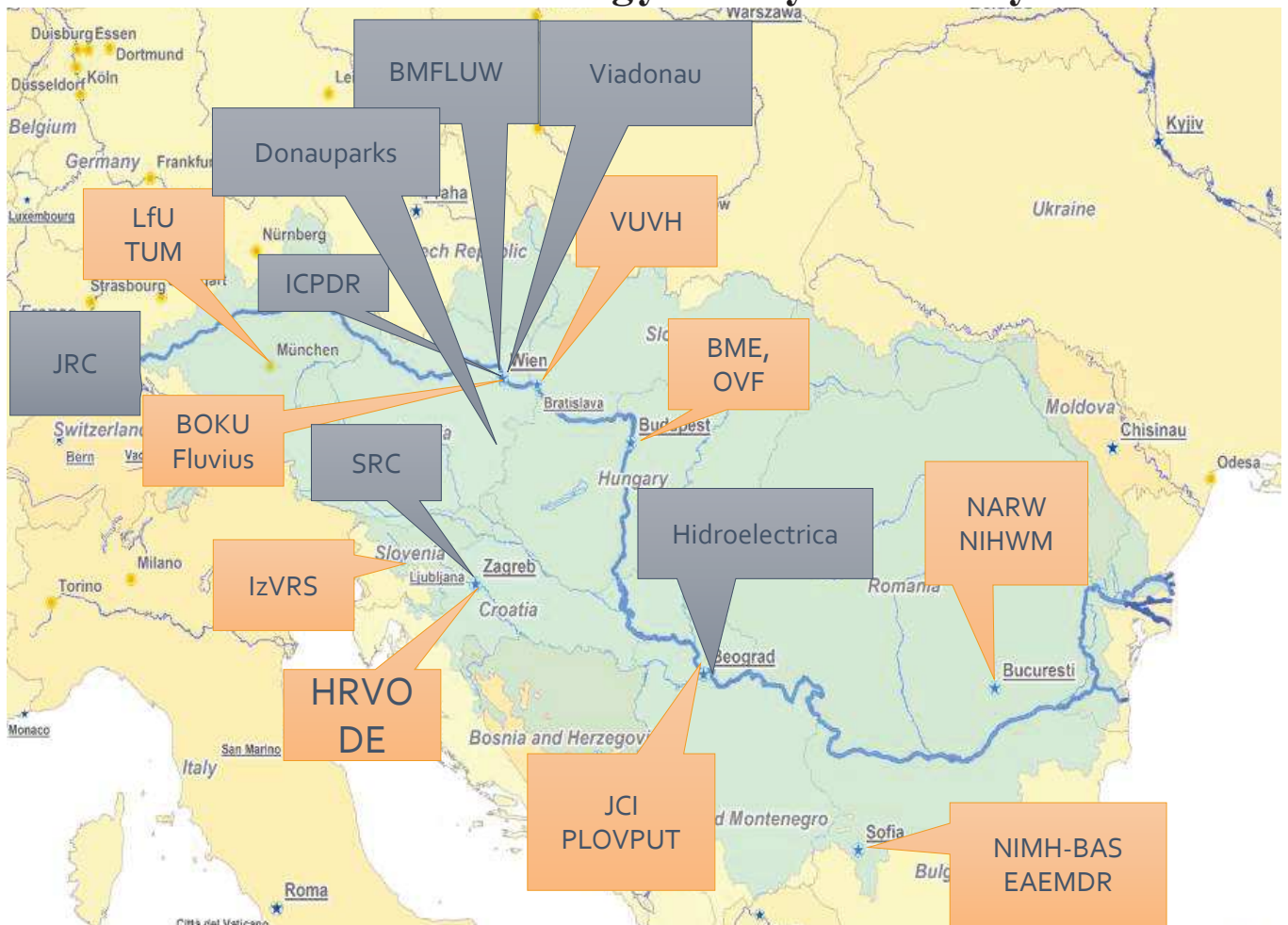
„A Kormány támogatja – a Magyar Tudományos Akadémia koordinálásával – a Nemzeti Víztudományi Kutatási Program létrehozását, amelynek célja a Vízstratégia tudományos alapjainak biztosítása és a víztudományi kutatások nemzetközi élvonalba emelése.”

# Nemzeti Víztudományi Program és a Nemzeti Vízstratégia kormányzati szintű összekapcsolása

A tudományos program 2018. évi időszakában különösen az alábbiak tudományos megalapozására kívánatos:

(ii) Fejlessze tovább vízfolyásaink **szélsőséges árvízi** állapota becslését. A **Duna** hazai szakaszán a **hidrológia, hidrodinamika, morfodinamika és ökológia** átfogó összekapcsolásával tudományosan mélyebben alapozza meg a vízgyűjtőgazdálkodási tervezést.

## Nemzetközi kutatási együttműködés lehetőségei DTP – A Duna hordalékegyensúlyának helyreállítása



# Végül

*Dr. Németh Endre*

*(1891 – 1976)*

*egyetemi tanár*

*az I. Vízépítési Tanszék tanszékvezetője  
az Építőmérnöki Kar dékánja*

*„A víz nem űri a nyers erőszakot,  
de a természetéhez igazodó irányításának enged.*

*Állították:*

*BME Építőmérnöki Kar*

*Magyar Hidrológiai Társaság*

