

A víztartó-vízvezető földtani képződmények és paramétereik megismerése (földtan, geofizika), részvételük a hidrológiai ciklusban

Tóth György
(MÁFI-MFGI-MBFSZ)

Felszín Alatti Vizekért Alapítvány
XXV. jubileumi Almássy Endre konferencia a felszín alatti vizekről 2018. április 17-18.
Siófok

Előzmények:

- Felkérés áttekintő előadásra, fókusz az elmúlt 25 év a FAVÁ-n
- Cím és tartalom adott
- Absztrakt ennek megfelelően készült
- Előadások sorrendje, koncepció megváltozott
- Cím és tartalom maradt
- Új koncepció: cím és tartalom marad, főleg saját (MÁFI-MFGI-MBFSz) tapasztalatok alapján
- **Nem** egyetemi jegyzet-szerűen

Vázlat, tartalom

Hazai vízföldtani helyzetek széles térbeli és időbeli skálákon

Feladatok és vizsgálatok széles térbeli és időbeli skálákon, felbontásban, és ezekben, hogy jelennek meg

- A vízföldtani egységek és paramétereik
- Szivárgási paraméterek meghatározása
- Talaj nedvesség zónája
- Freatikus zóna, „unconfined” zóna, szabadtükrű karszt és repedésvizek zónája, talajvizek
- Rétegvizek, és félig-áteresztő környezetű rétegvizek zónája
- Karszt és repedésvizek (EPM, DFN, kettős porozitás)
- Oldott anyag-transzport paraméterek
- Hő-transzport paraméterek

Hazai vízföldtani helyzetek széles térbeli és időbeli skálákon

A hazai ivóvízellátás 90%-a felszín alatti vizekből származik

Fő formái:

karsztvizek

rétegvizek

talajvizek és

parti-szűrésű vizek

Magyarországi különlegességek:

Termális karszt és porózus rétegvizek

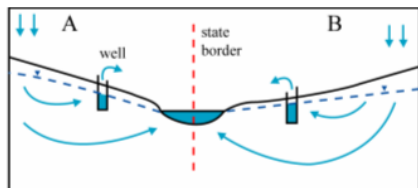
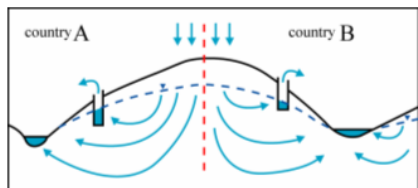
Nagymélységig lehatoló áramlások

Nagyszámú országhatárral osztott vízadó rendszer

Utánpótlás hazai területekről és határon túlról egyaránt, változatos formában

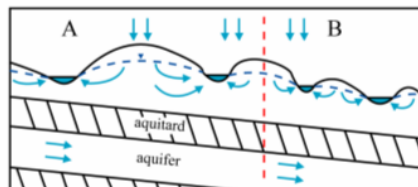
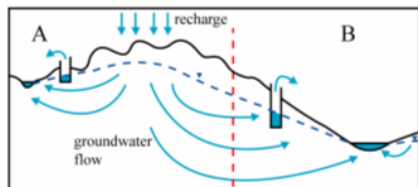
A, SK, UA -- HU

HR, SK, SLO -- HU



(1) state border follows surface water catchment and groundwater divide, little transboundary groundwater flow.

(3) state border follows major river or lake, alluvial aquifer connected to river, little transboundary flow.



(2) Surface water and groundwater divides separate from state border, recharge in one country, discharge in adjacent.

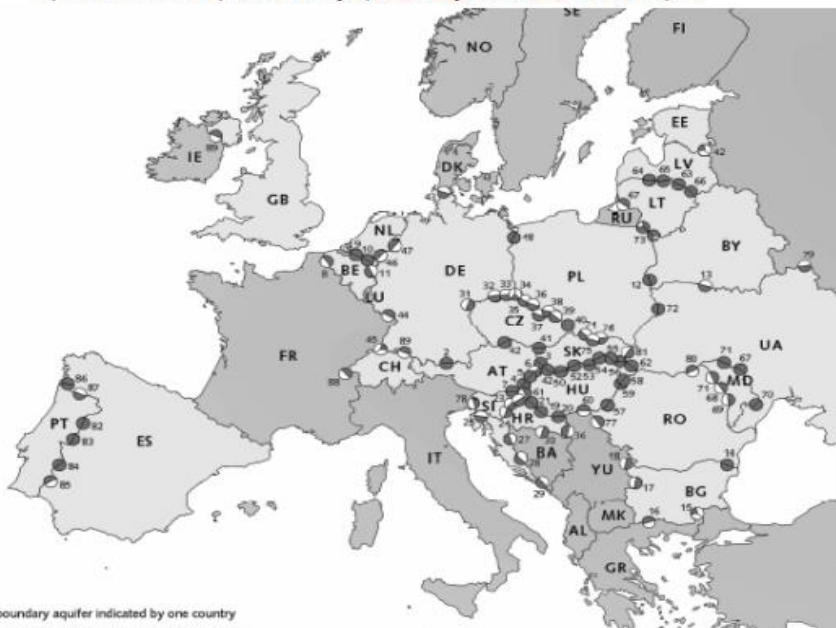
(4) Large deep aquifer, recharged far from border, not connected to local surface water and groundwater.

A, SK, UA, RO -- HU

RO -- HU

HU -- RO, SRB, HR

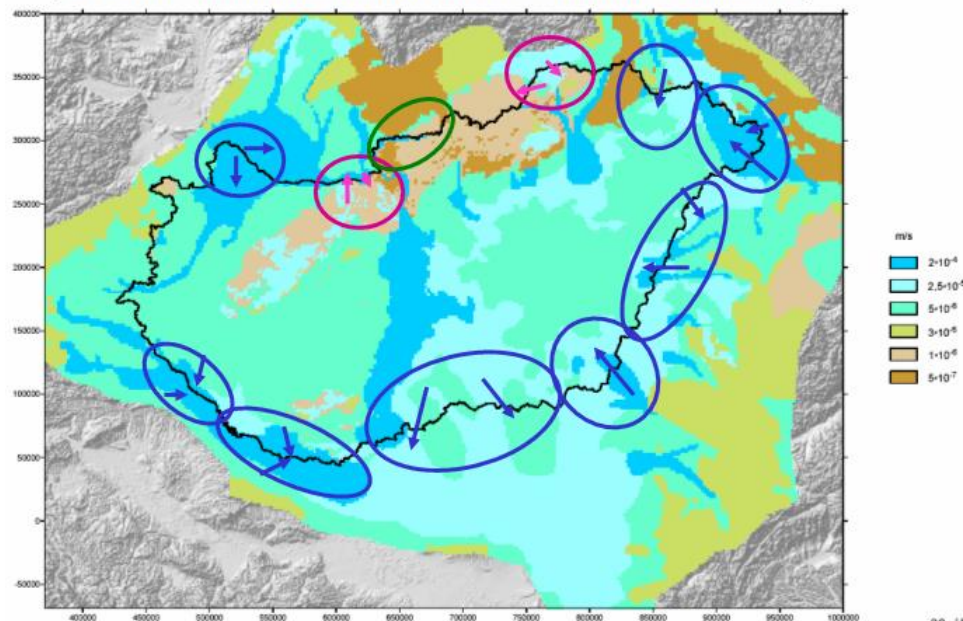
Jó hír : „Guidelines for the Monitoring and Assessment of Transboundary Groundwaters (UNECE 2000) Inventory (Almássy and Buzás 1999)”;



Fontosabb határokkal osztott felszín alatti vízadóink

- **Szigetköz-Csallóköz természetes parti szűrésű rendszer, (vízlépcsővel)**
- **Dunántúli KH ÉK-i része—hideg és termálkarszt (bányászati víztermelési hatásaival)**
- **Ipoly-völgyi sérülékeny alluviális vízadó rendszer, vízhiányos vízgyűjtőkkel**
- **Aggteleki-Szlovák karszt Nemzeti Park, sérülékeny vízbázisokkal, forrásokkal**
- **Bodrogközi természet-közeli ökoszisztémás felszín alatti vízrendszer**
- **Szamos hordalékkúp—Felső Tisza vidék; potenciális távlati vízbázisokkal**
- **Berettyó-Körösök hordalékkúpjai, medence-felé arzénos, bóros, ammóniás vizekkel, Termálkarszt (Bihar-Nagyvárad)**
- **Maros hordalékkúp, medence-felé arzénos, bóros, ammóniás vizekkel**
- **Dunai-ősdunai hordalékkúp-rendszer, túltermelés okozta vízszintsüllyedéssel, arzénos vizekkel**
- **Dráva-völgy K-i része, arzénos vizekkel, termálkarszt**
- **Dráva-völgy Ny-i része, távlati partiszűrésű vízbázisokkal, (vízlépcső?)**
- **Pannon-medence porózus termálrendszere**

Jelentősebb határokkal osztott felszín alatti vízadóink



→ → Jellemző természetes felszín alatti áramlási irányok

Modell alapok: 3D geológia- hidrosztratigráfia Kalibrációhoz

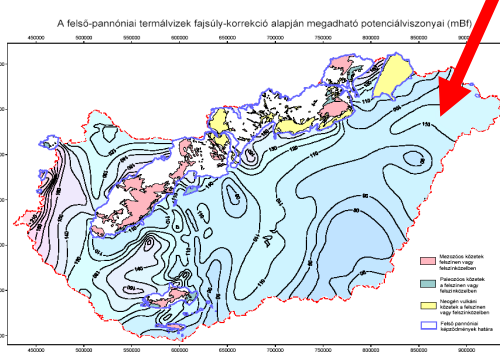
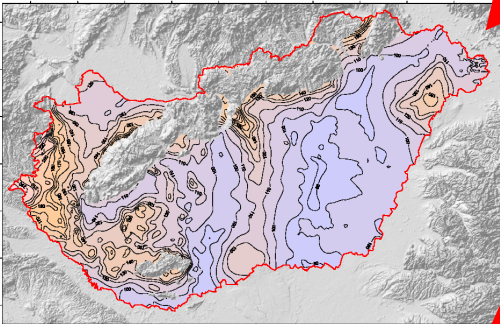
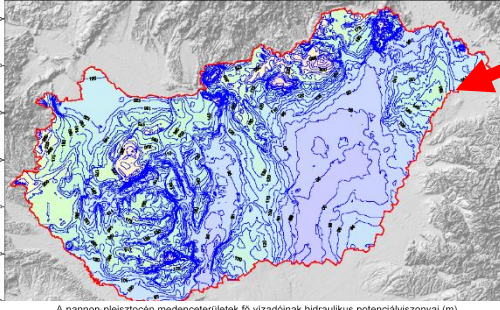
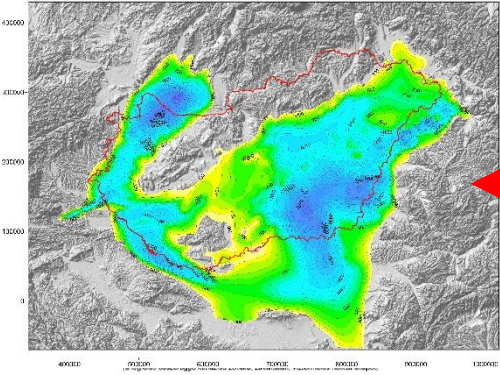
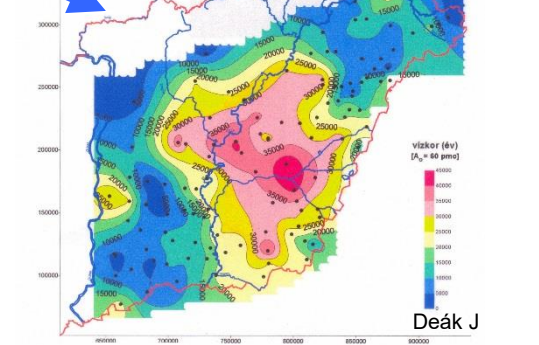
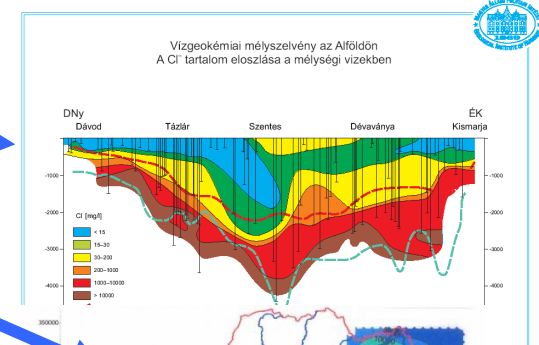
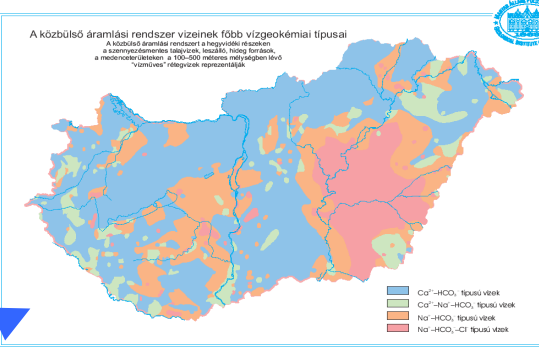
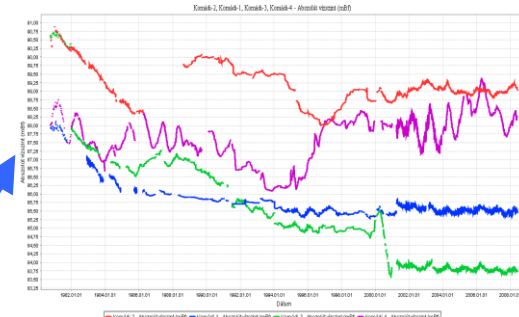
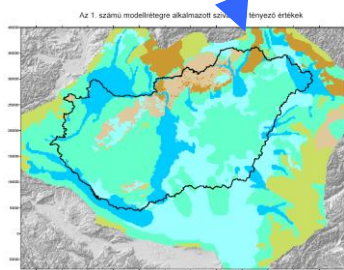
Mért talajvíz-szintek,
„hideg” rétegvíz
potenciálok,
Korrigált termákvíz
potenciálok

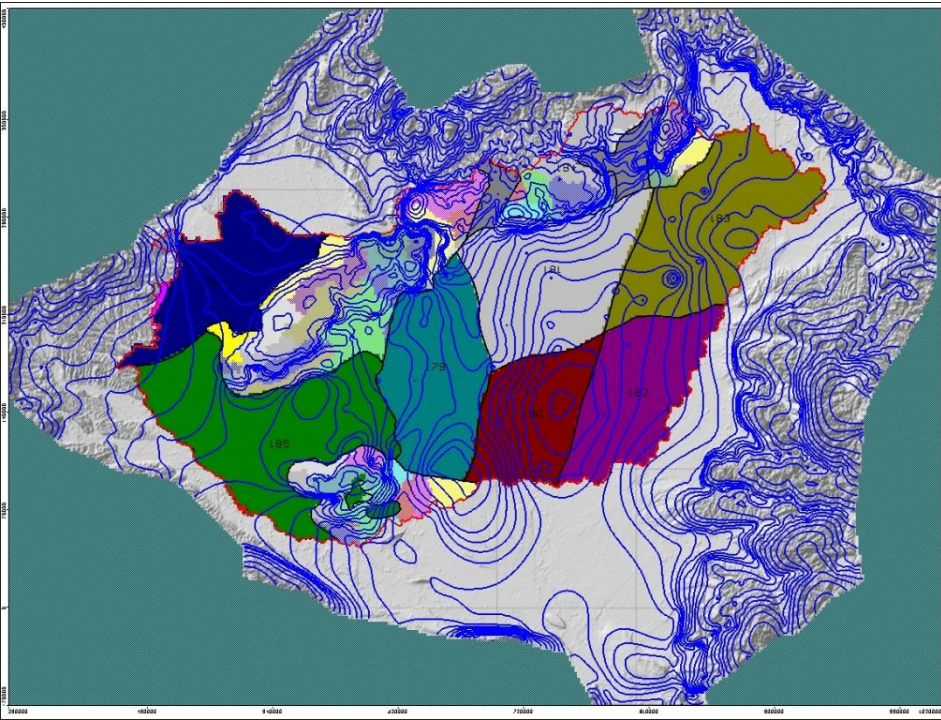
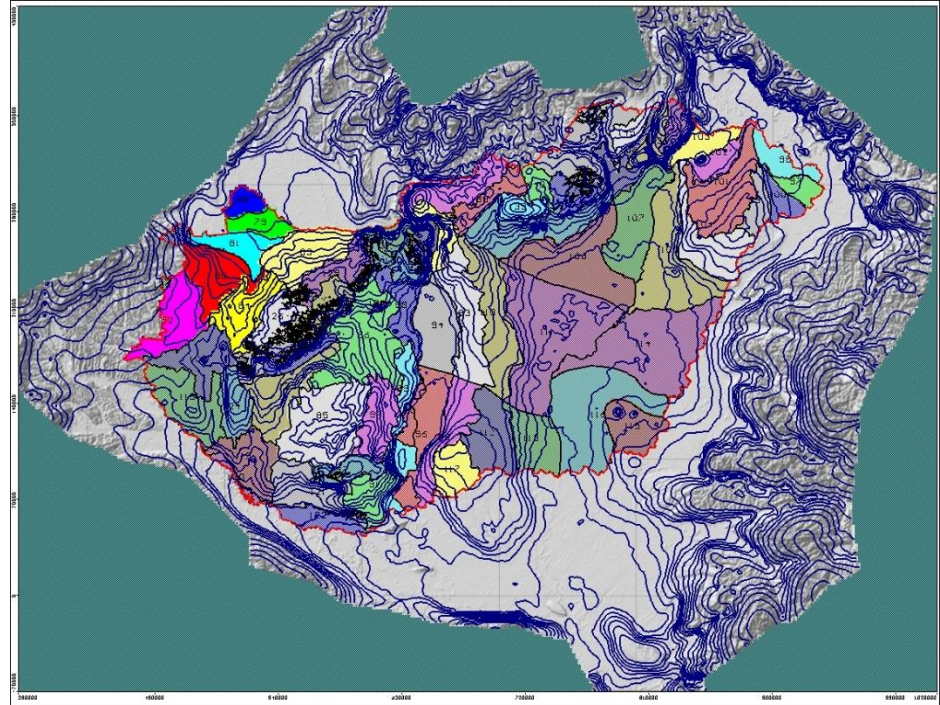
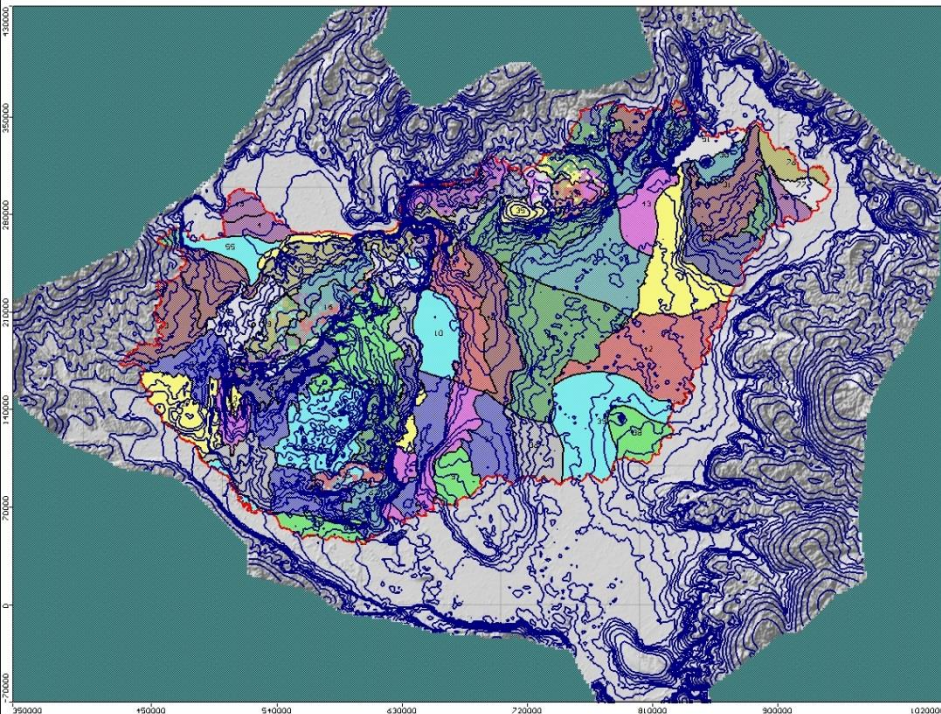
Vízszint-idősorok,
monitoring-adatok

Vízgeokémiai térképek
szelvények,

Vízkorok, izotópeloszlások

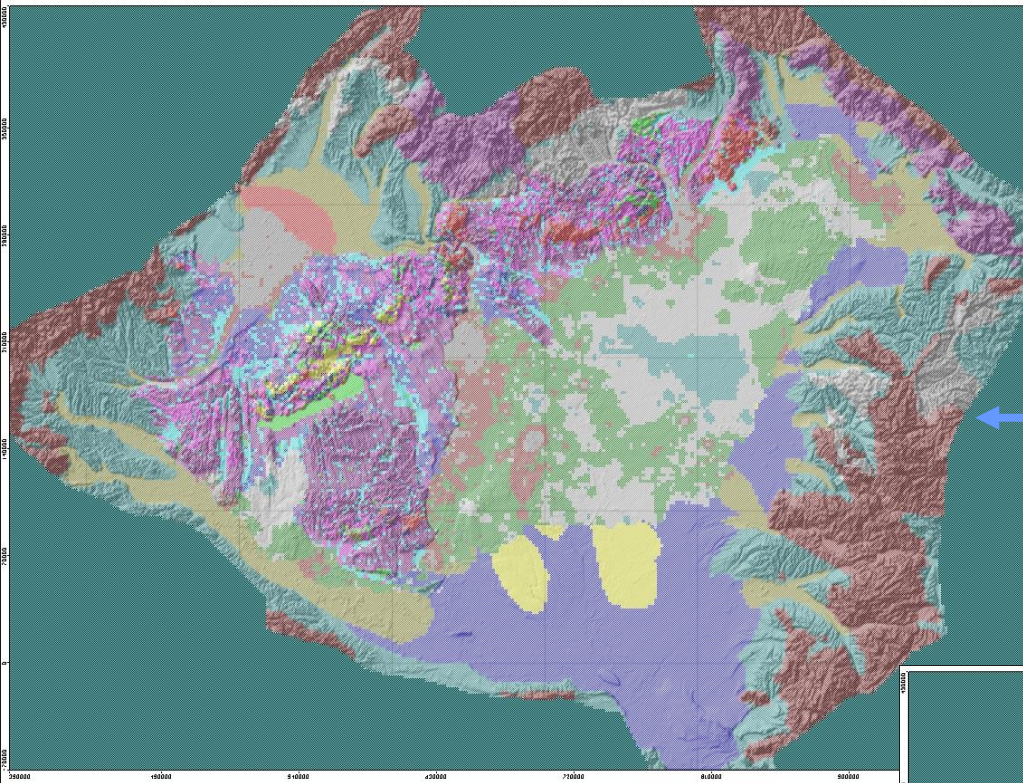
Plusz: paraméterek,
peremfeltételek, terhelések





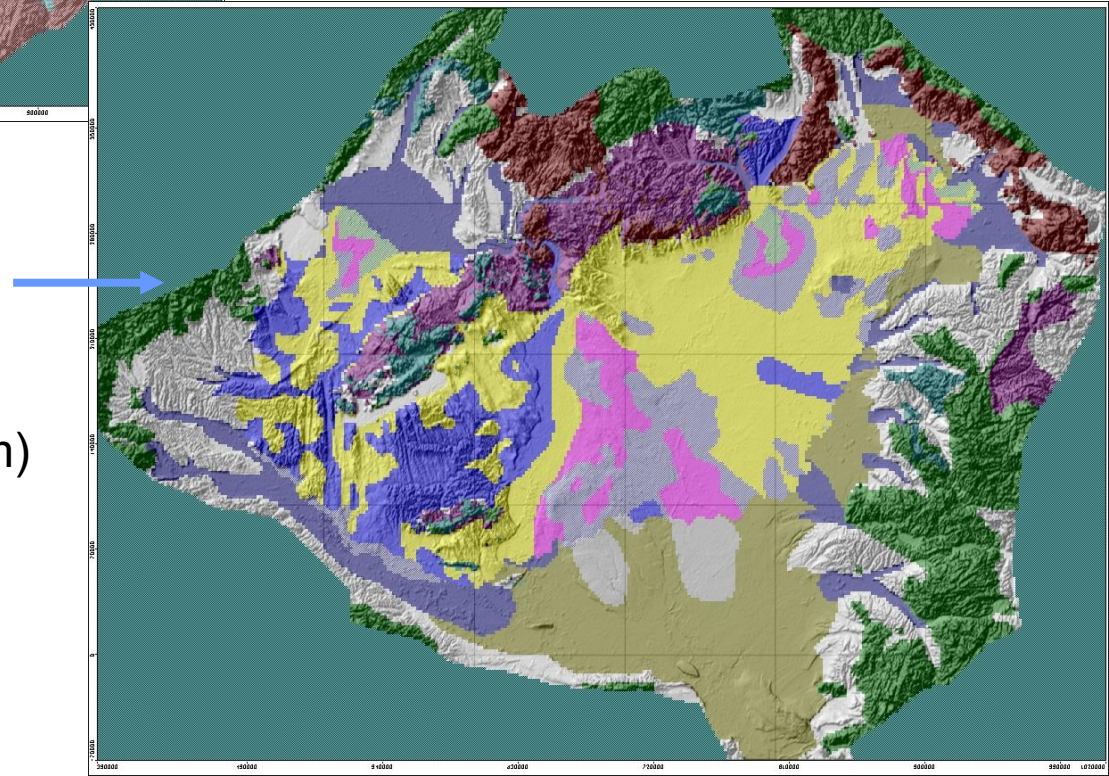
Számított talajvízdomborzat az 1. modellrétegben, (balra fent), hidraulikus potenciál-eloszlások az 5. modellrétegben (medenceterületeken a p. víztesteket tartalmazza), és a 10. modellrétegben, (medenceterületeken ez a pt. víztesteket mutatja).

A számítás a 2008-2013 évek termeléseivel készült

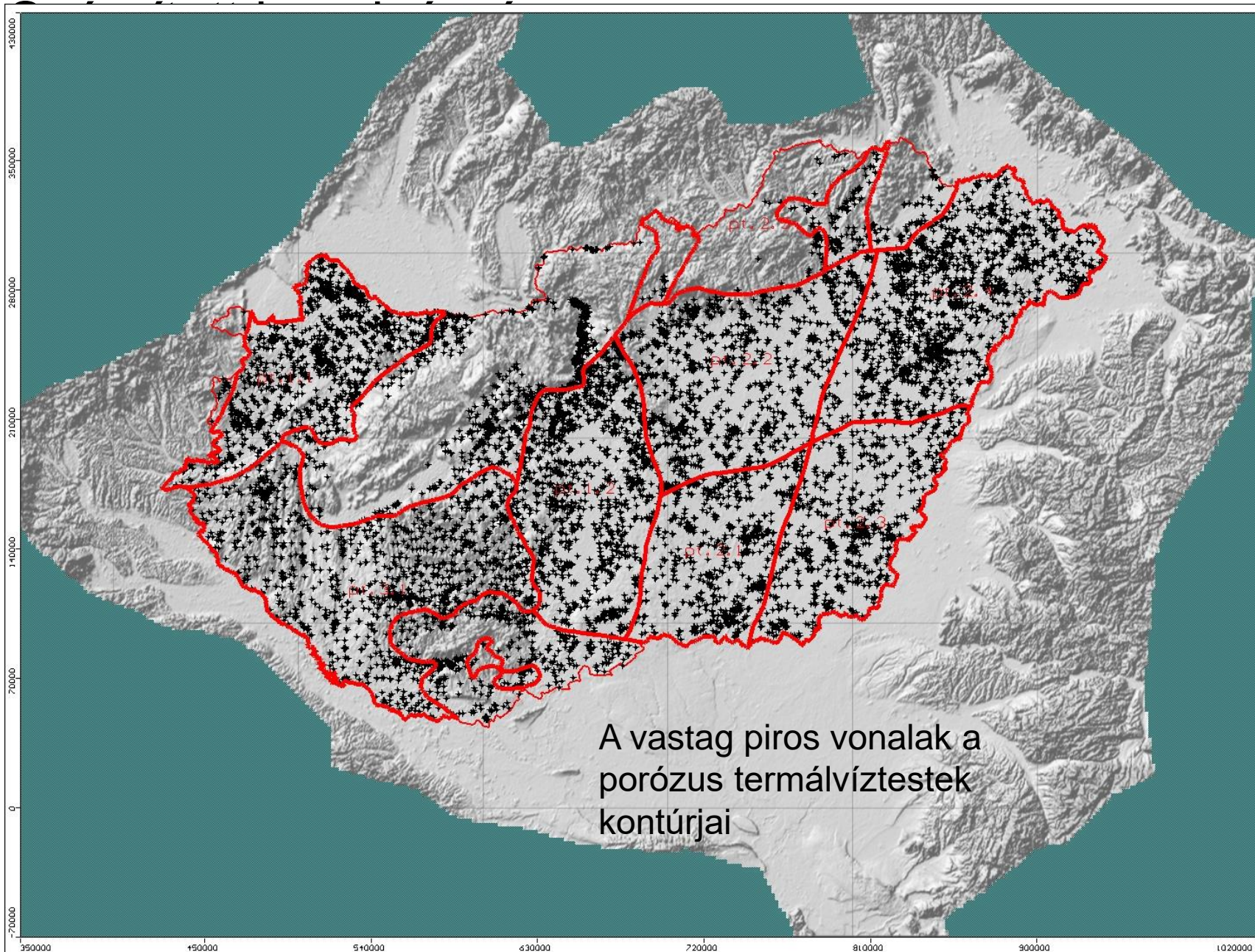


Szivárgási tényező eloszlás,
legfelső modellréteg, határon
belül a talajvízdomborzat-
modellből átvéve

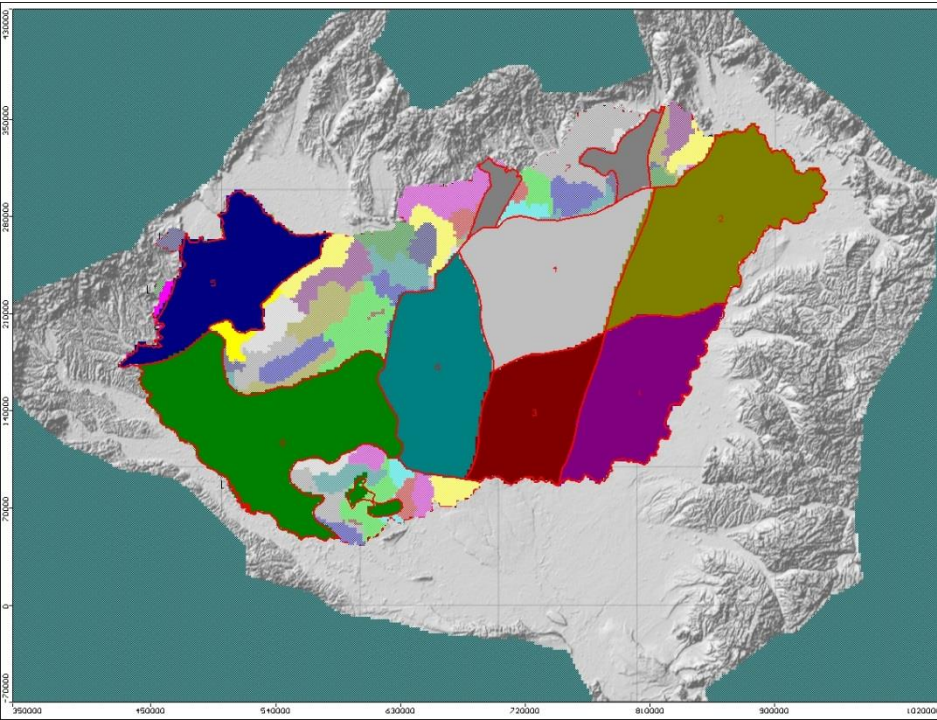
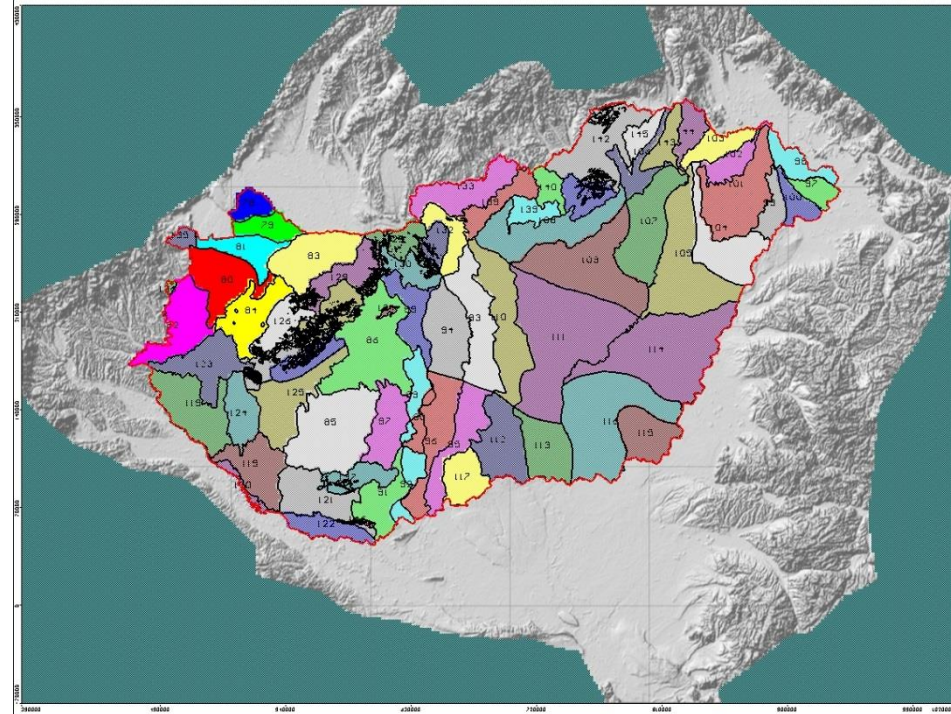
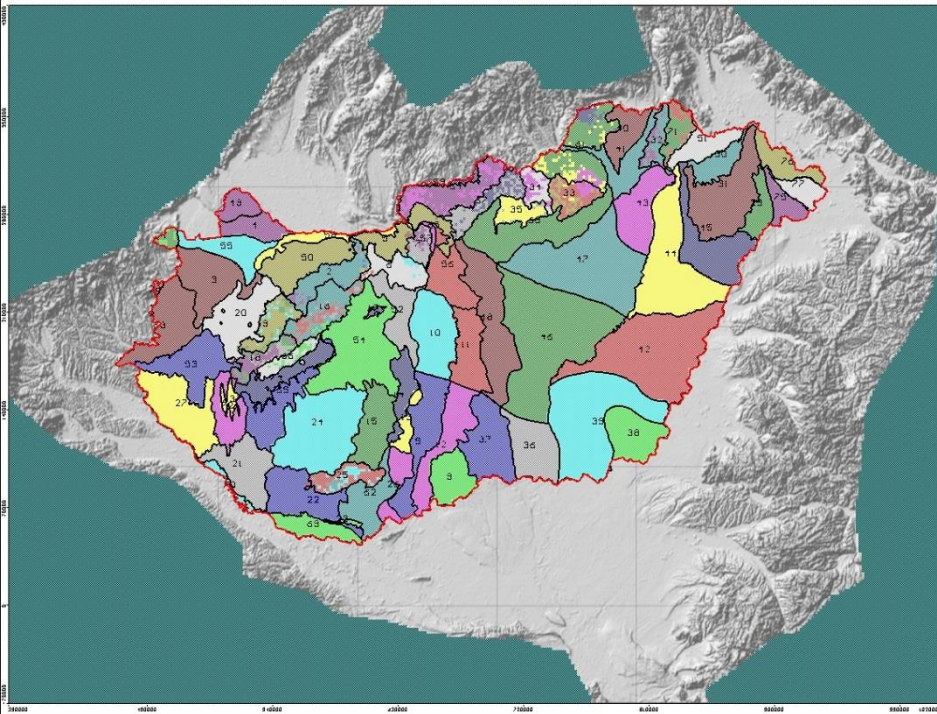
Szivárgási tényező eloszlás, 5.
modellréteg, (az alföldi
medenceterületeken ez az alsó
pleisztocén „fő” vízadó komplexum)



Kúthidraulikai vizsgálatok
regionalizálása ->



A vastag piros vonalak a porózus termákvíztestek kontúrjai



A modellben a vízmérleg számítás valamennyi felszín alatti víztestre elkészült. (termeléses, és anélküli változatokra is). A számítások a medenceterületek sekély porózus, (sp) porózus, (p) és porózus termál (pt) víztesteire összpontosítottak.

Az sp víztestek a bal felső, a p víztestek a jobb felső, a pt a bal alsó térképen láthatók, a kapcsolódó egyéb víztestek mellett.

Az XL-modell példáján, annak folyamányaként a szomszéd országok állami földtani intézményeivel **közösen** megkezdtek a határokkal osztott víztestek regionális értékeléseit, a harmonizált vízgazdálkodását és geotermikus energiagazdálkodás megalapozására.

Előzmények

DANREG: (AT-SK-HU) Bécs-Pozsony-Budapest között „csak” térképsorozat ,

ENWAT: (SK-HU) hidrogeológiai modellek: Ipoly, Aggtelek-Szlovák karszt és Bodrog régióra

Új típusú, a harmonizált gazdálkodást támogató modellfejlesztések:

T-JAM: (SLO-HU) Mura-Zala régióra

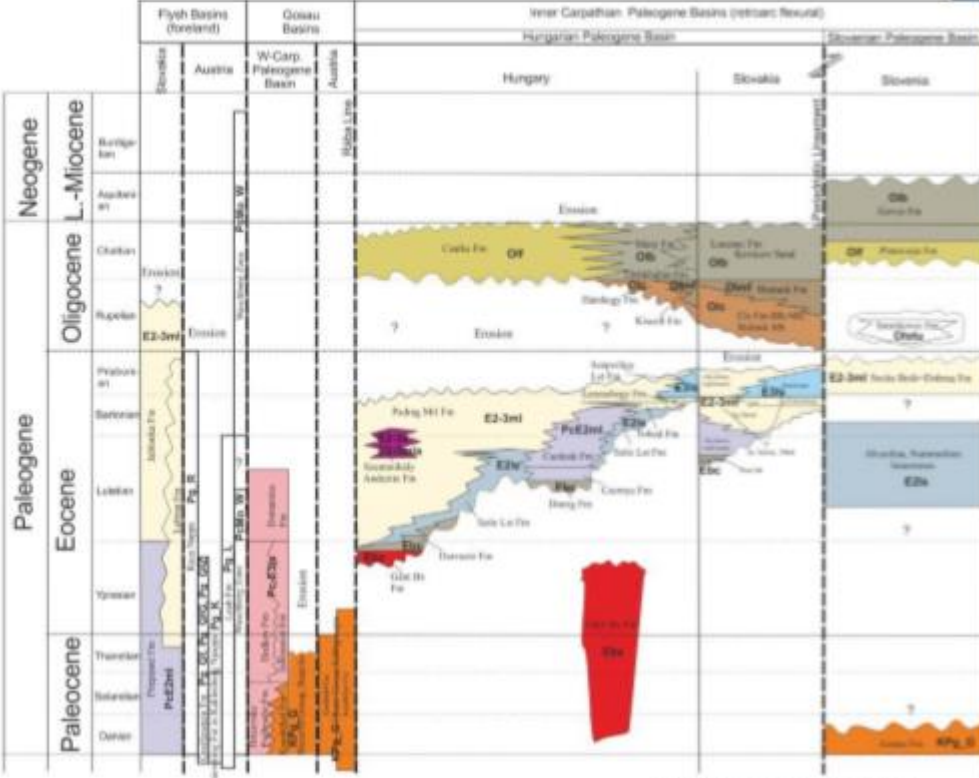
TRANSENERGY (HU-AT-SK-SLO) a Ny-Pannon régióra és a Bécsi-medencére

Legfontosabb eredményei:

Közös adatbázis, közös földtani térmodell, közös geotermikus modell, közös regionális „supra” hidrogeológiai modell és szubregionális pilot modellek.

<http://transenergy-eu.geologie.ac.at>

Földtani modell



Adatharmonizáció:

- Egységes adatbázis létrehozása
- Formációk korrelációja
- Egységes jelkulcs kialakítása

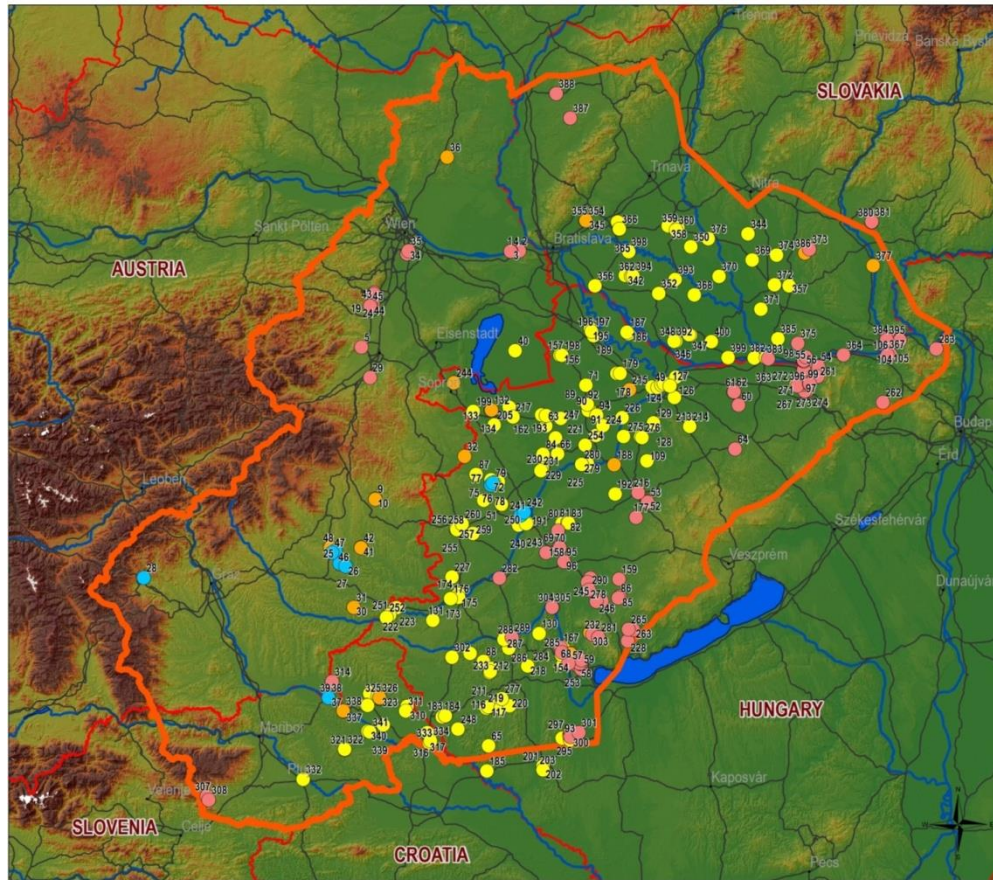


TRANSENERGY
(SLO-AT-SK-HU) és
T-JAM
határral osztott
víztestek

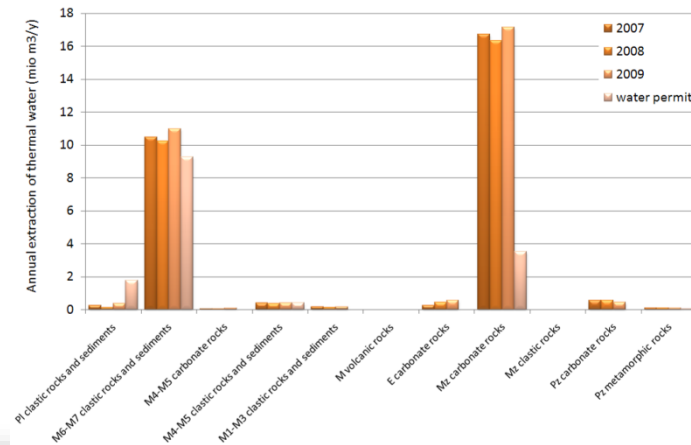
Geol. Surveys

Proposed unit	Number of litho columns (SLO-AT-SK-HU)	Number of litho columns (SLO)	Lithology	Default age	Name of the Hungarian Formation of the unit	Strat. context	Name of the Slovenian Formation	Slovenian context	Slovenian Formation
Mg1f	M1		Clay of lignite or sandstone base, calcareous clay marl, fine grained sand, sil. variegated clay, limestone	Upper Miocene	Mg1f-Görs-Čukva Clay Marl		Iskra Fm., Szeneo Fm.	19	Lendava Fm.
Mg1c	M1		Loessite, siliceous fine sand, gravel, fine gravel, siliceous sandstone, clay marl	Upper Miocene	Mg1c-Zelen-Köls-Döb Gravel				
Mg1e	M1		Upper sandstone, clay marl, sil. calcareous clay	Upper Miocene	Talcahinali Marl		Iskra Fm., Szeneo Fm.		
Mg1b	—		Tuffite	Upper Miocene	Székely-Szentbánya		Iskra Fm., Szeneo Fm.	21	
Mg1f	—(M1)		Limestone calcareous marl – clay marl, sandstone	Upper Miocene	Székely Marl		Iskra Fm., Szeneo Fm.	22	Špilj, Hrasno Fm.
M1a	M1		Calcareous red clay, basaltic clay	Badenian-Lower Sarmatian	Vindob. Formáció				
M1b	M1		Brackish water – marlstone, calcareous sandstone, lignite	Sarmatian	Tányó Formáció		Iskra Fm.	23	Špilj, Hrasno Fm.
Mg1f	—(M1)		Pyroclastic tuff, tuffite of red and calcareous tuff (Sarmatian)	Sarmatian	Székelyi Pyrocl. Tuff				
M1a1d	M1		Brackish water – brackish water, calcareous clay – clay marl, lignite-sandstone, calcareous marl	Sarmatian	Szilágyi Clay Marl, Székely Tuffstone		Iskra Fm., Felső Iskra Fm., Székely Fm.		Špilj, Hrasno Fm.
M1a	M1		Siltstone, marl, calcareous sandstone, calcareous clay	Badenian	Hagyfőcsanak – Dobogó/Iskra				
M1-O	M1		Dark pyroclastic, calcareous tuff, sandstone	Badenian	Hagyfőcsanak – Hódvölgyi Székely Tuff				
M1a	M1		Brackish water, marlstone, red sil. calcareous limestone with pink red, calcareous	Badenian	Isk. Lendava		Iskra Fm., Felső Iskra Fm.	24	Špilj, Hrasno Fm.
M1a	M1		Brackish green red calcareous sandstone	Badenian	Püspökladány Formáció		Iskra Fm., Felső Iskra Fm.	25-26	Isk. Lendava Fm.
M1-b	—(M1)		Calcareous sil. sand clay, clay marl	Lower Sarmatian	Iszópata Formáció		Lendava Fm.	26	Špilj, Hrasno Fm.
M1-O	M1		Pyroclastic tuff, calcareous tuff of pyroclastic	Kapuvár	Tó-Székely Tuff				
M1c	M1		Brackish sand-sandstone, gravel-conglomerate, tuffaceous sand-sandstone with pink red, calcareous clay	Upper Sarmatian	Székelyszepes – Ft. Formáció				Špilj, Hrasno Fm.





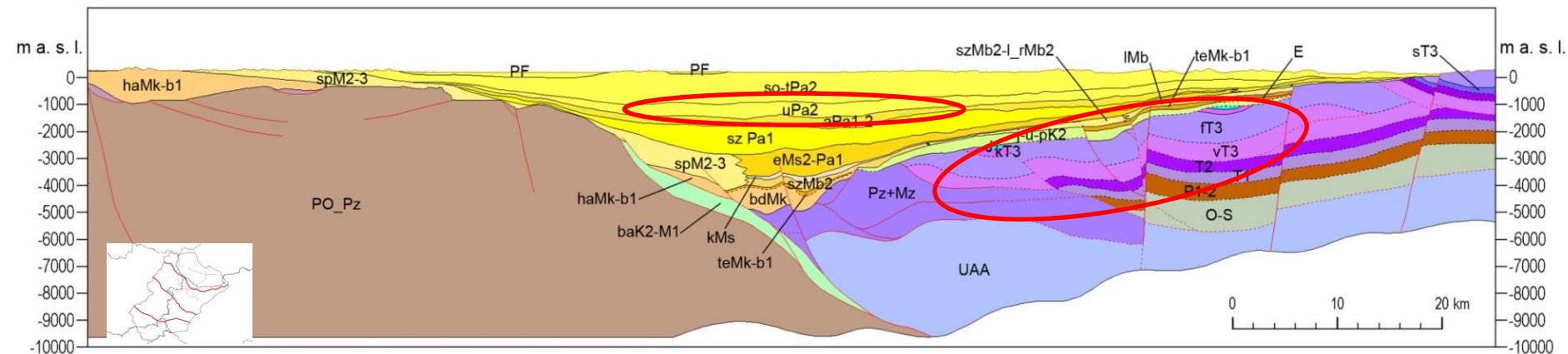
- Felső-pannóniai üledékek
- Miocén üledékek
- Mezozoós karbonátos képződmények
- Paleozoós karbonátos képződmények



Geological cross-section 2, Maribor - Hévíz; M = 1:600 000, vertical exaggeration: 2.5

A

B



A harmonizáció alapja a modellezési rendszer és logisztikája (Kovács Gy. Nyomán)

A rendszer belső működését meghatározó összetevők	Vízföldtanilag egységesen kezelhető összetetek térbeli helyzete	Háromfázisú (telítetlen) zóna térbeli helyzete		domborzat és vízhálózat
				talajvíztükör tszf magassága és felszín alatti mélysége
				horizontális lehatárolás
				talajvízadó fekuje
	Vízföldtanilag egységesen kezelhető összetetek vízföldtani tulajdonságai	Háromfázisú (telítetlen) zóna vízföldtani jellemzői	Vízföldtani jelleg	egymás alatt következő vízadó rétegcsoportok vastagsága ill. fektje
				horizontális lehatárolás
				porózus
			kettős porozitású vagy repedezett	
			homogén vagy inhomogén	
			izotróp vagy anizotróp	
		Kétfázisú (telített) zóna vízföldtani jellemzői	Vízföldtani paraméterek modellekhez	rétegzett vagy rétegzetlen
				járatos
			Vízföldtani paraméterek modellekhez	áramlási: pF , $K(w)$
				transzport: diszperziós tényező
		víz-kőzet kölcsönhatási: ásványos összetétel, adszorpciós tulajdonságok		
		porózus		
		kettős porozitású vagy repedezett		
		homogén vagy inhomogén		
		izotróp vagy anizotróp		
		rétegzett vagy rétegzetlen		
		járatos		
		Vízföldtani paraméterek modellekhez	áramlási: k , n , S , anizotrópia tényező (λ)	
		transzport: diszperzivitások		
		víz-kőzet kölcsönhatási: ásványos összetétel, adszorpciós tulajdonságok		

A rendszer víz- és anyagforgalmát szabályozó külső hatások (természetes folyamatok és beavatkozások)	Utánpótlódási viszonyok	Természetes beszivárgás	áttekintő nagytérési modell
			vízháztartás
			vízhozam (base-flow mérések, archív adatok)
			vízszintidősorok (lefolyás, párolgás szimulációja)
	Mesterséges utánpótlódás	teleptülési szikkadások, elszivárgások, öntözések	
		Eddigi és előrejelezhető változás (legvalószínűbb, legrosszabb, mértékadó): pl. időjárási, fedettségi, emberi tevékenységi helyzetek előrejelzése	
	Megcsapolás	Természetes megcsapolás	források (hozam, szint)
			forrásvízfolyások (hozam, szint)
			párolgó állóvizek: mocsarak, lápok (szintek)
			párolgó talajvizek (értékelés)
Mesterséges megcsapolás	kutak, vízművek		
	lecsapolások, melioráció, csatornázások		
Eddigi és az előre-jelezhető változások és hatások (legvalószínűbb, legrosszabb, mértékadó): pl. a talajvízpárolgás lecsökkenése éghajlati okból			
Transzport-folyamatok anyagutánpótlása	csapadék-minőség		
	természetes és mesterséges alkotók, nyomjelzők: Cl, NO ₃ , K, freon, nehézfémek, izotópok		
	szennyezőforrásokból származó oldott anyagok		
A rendszer környezeti állapotát jellemző adatok (modellek ellenőrzéséhez és igazolásához)	Potenciálviszonyok	talajnedvességi potenciál viszonyai	
		talajvízszint	
		réteg- és repedésvízszint	
	Vízminőségi, hidrogeokémiai, izotóphidrológiai adatok, idősorok	talajnedvesség zónája	
		talajvíz zónája	
		réteg- és egyéb mélyebb vizek zónája	
		felszíni vizek	
	Geotermikus jellemzők	Mélységi hőmérsékleti, adatok, forrás-hőmérsékleti idősorok	
	Talajokban és kőzetekben a vízáramlási, transzport- és víz-közet kölcsönhatási folyamatok során észlelhető változások	kilúgozás	
		felhalmozódási jelenségek	
kicsapódási jelenségek			
megkötődési jelenségek			

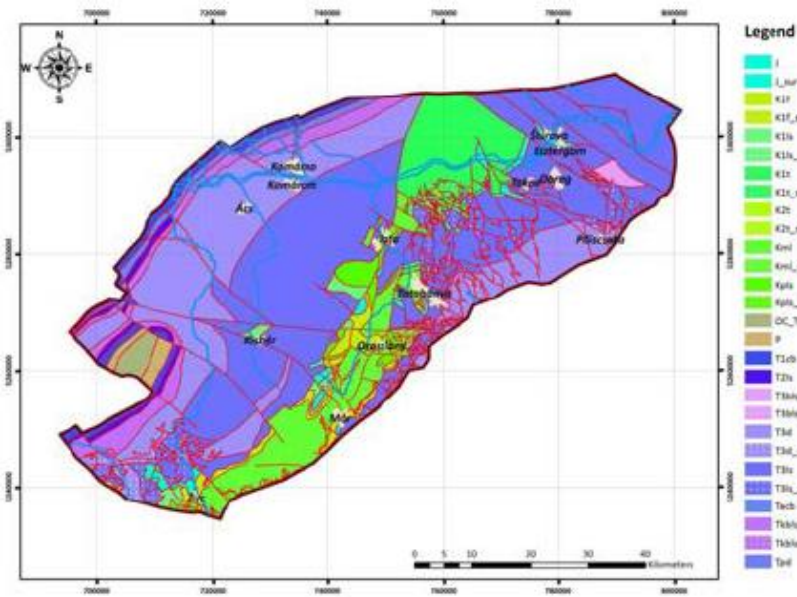


Figure 2. The geology of the Mesozoic basement of the pilot model

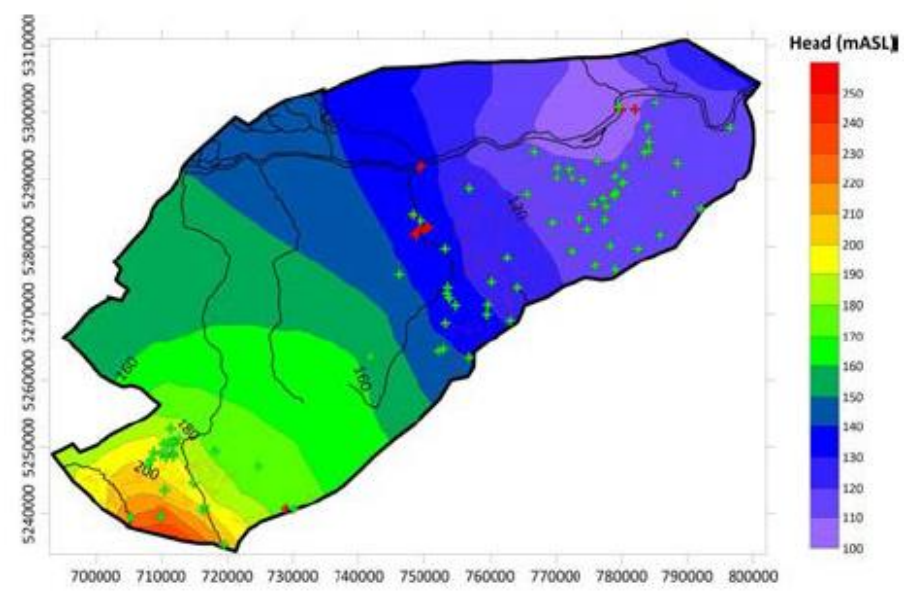


Figure 7. Simulated water table elevation of the karst aquifer

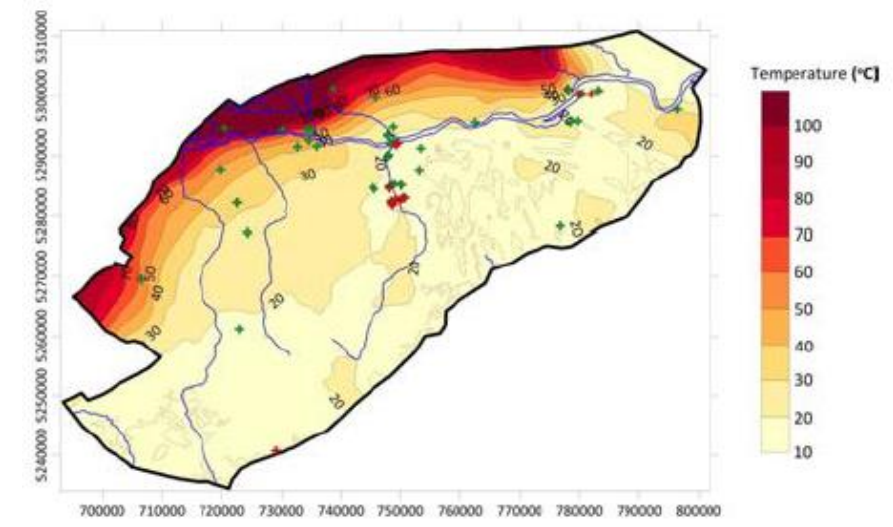
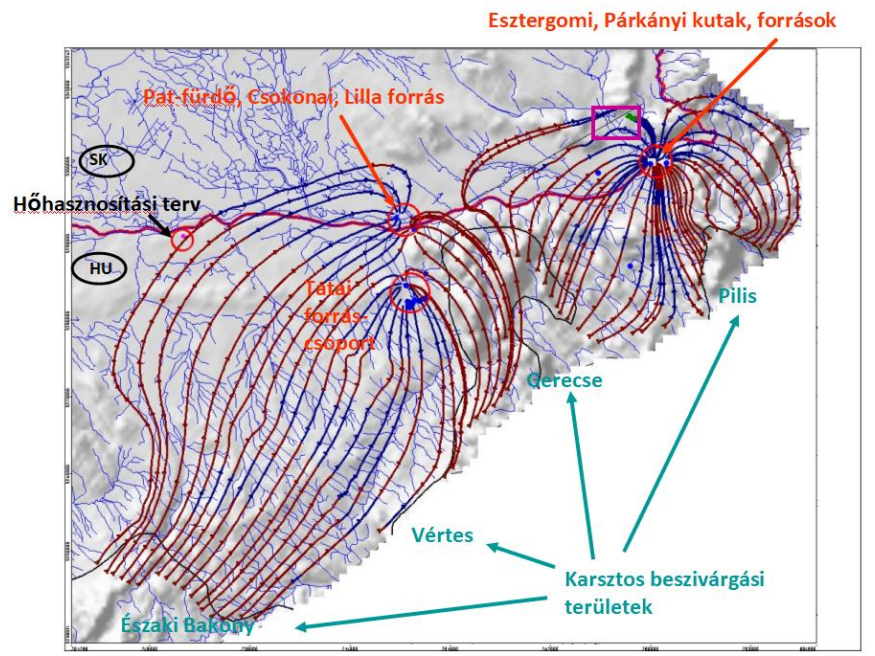


Figure 8. Simulated water temperature of the karst aquifer

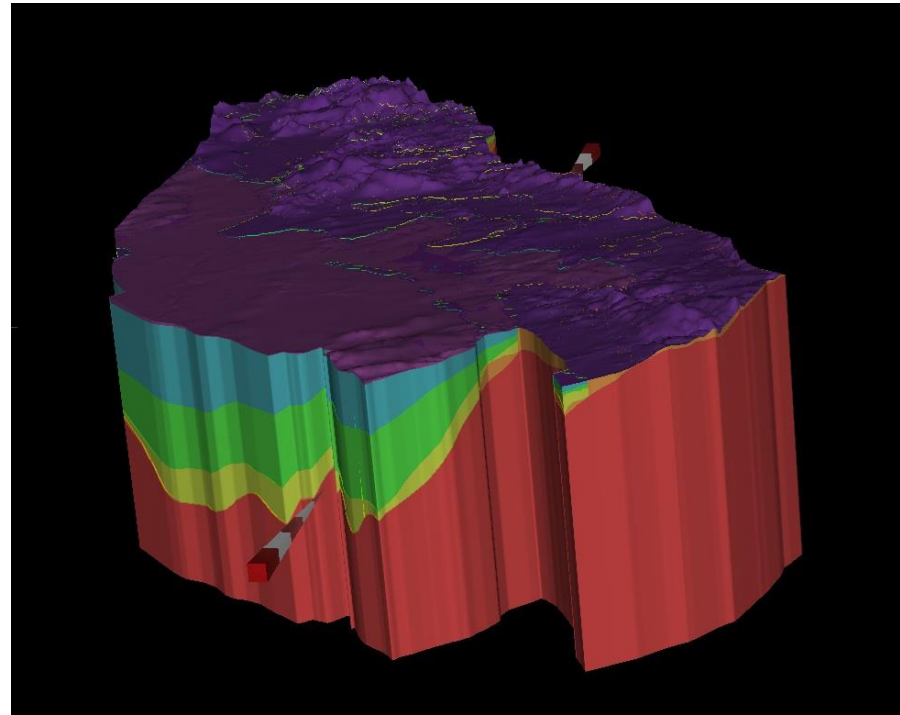


3D hidrodinamikai és hőtranszport modellezés

A numerikus modell

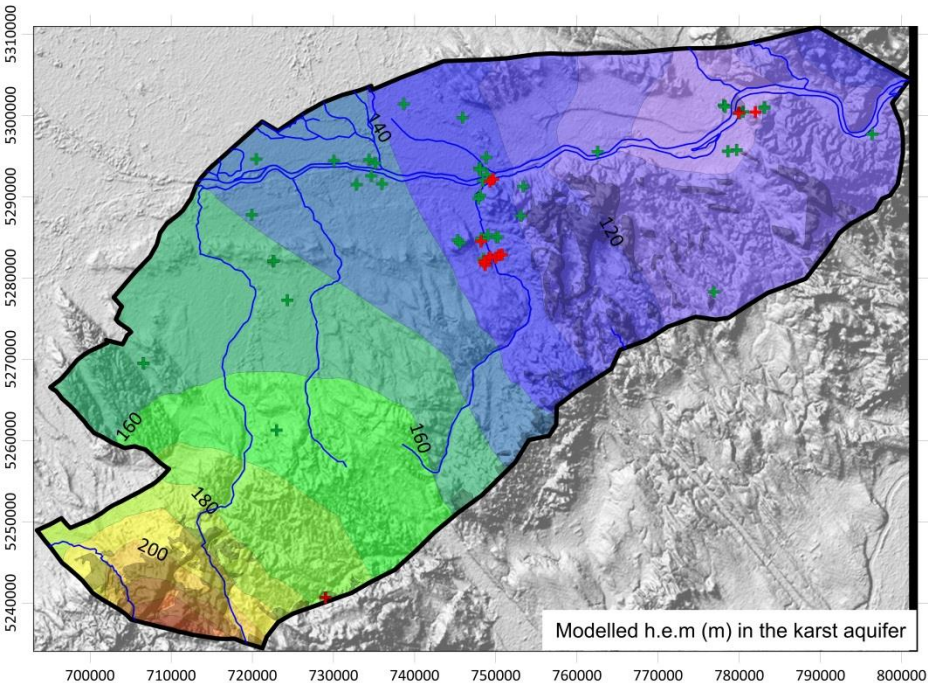
- alapja a földtani és a koncepcionális modell
- 6 fő hidrosztratigráfiai egység
- 12 réteges **3D hidrodinamikai és kapcsolt hőtranszport** modell (FEFLOW® 6.1)

<u>Réteg</u>	<u>Hidrostratigráfiai egység</u>
1	Kvarter
2-5	Késő-pannóniai
6-7	Kara-pannóniai
8	Prepannóniai miocén (szarmata, bádeni)
9	Paleogén
10-12	Mezozoos aljzat

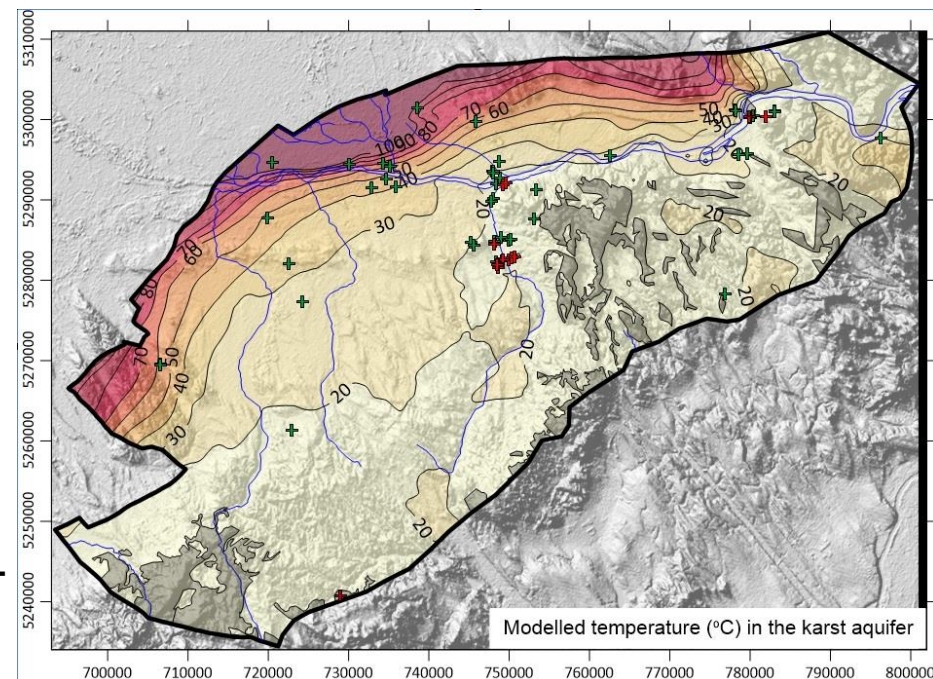


Válaszok a modellezés segítségével

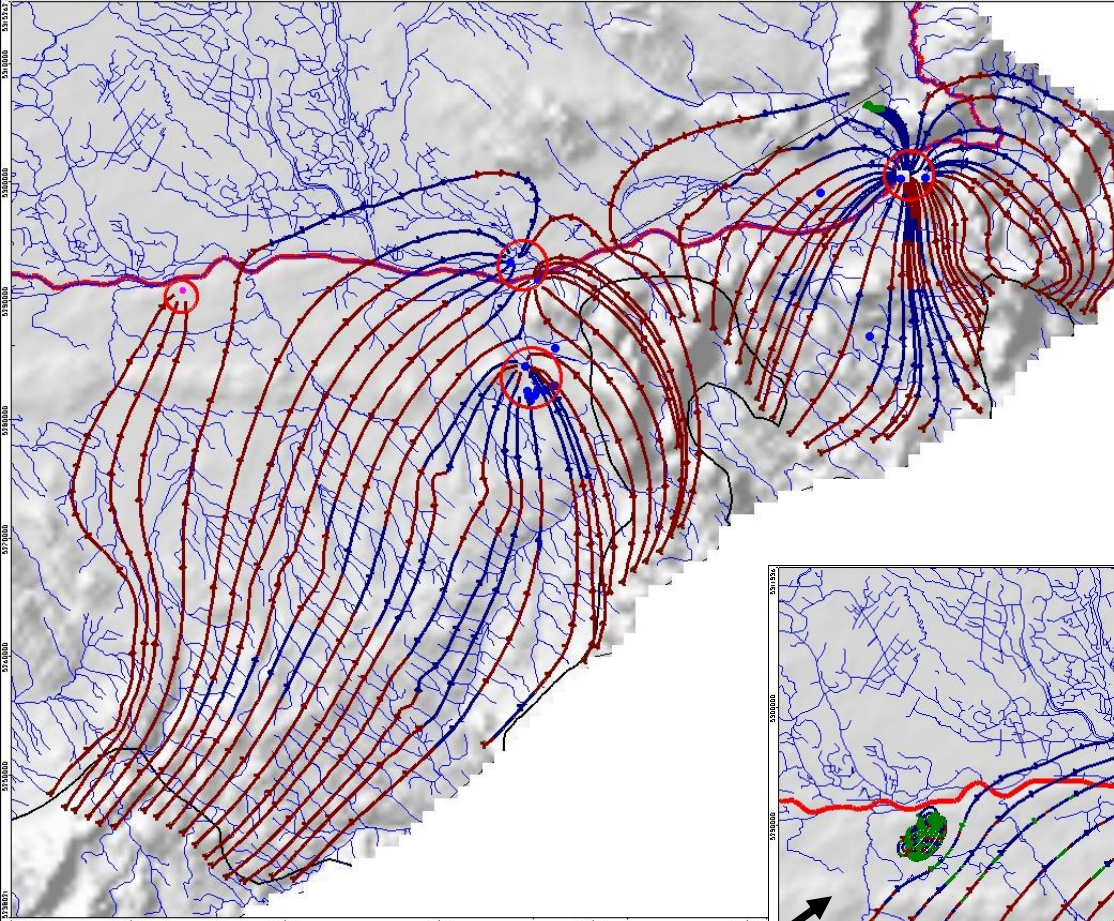
A természetes állapot modellezése



A hőmérsékleti eloszlást erősen befolyásolja a terület vízáramlása – konvektív hőáram

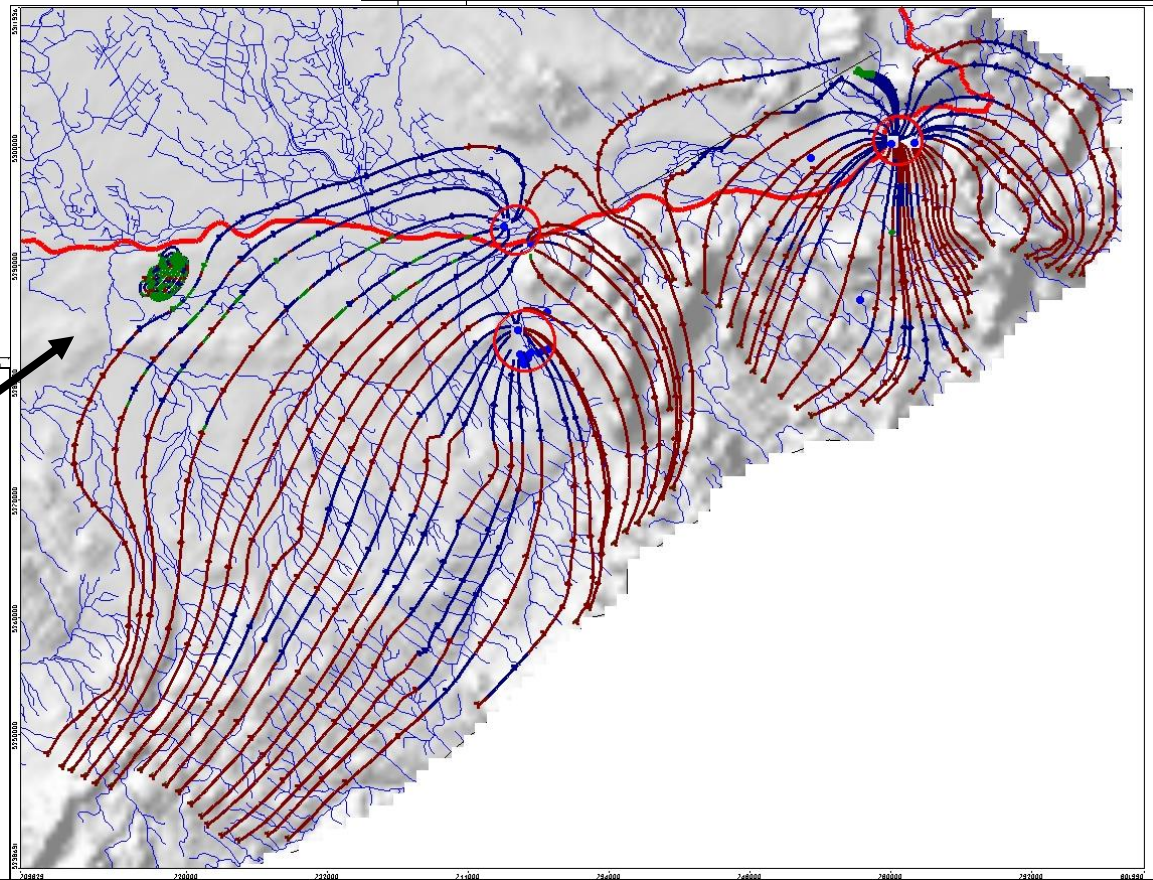


- Az intenzív vízáramlások a karsztos víztartóban alacsonyabb vízhőmérsékletet eredményeznek
- Magasabb vízhőmérsékletek a terület ÉNy-i részein és az áramlási pályák „végén” (Tata, Patince, Esztergom, Štúrovo)



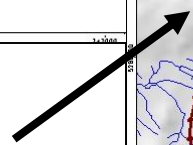
Komárom-Ny

Fiktív termelőkút hatása a regionális áramlási rendszerre



Komárom-Ny

Fiktív geotermikus kút-pár hatása a regionális áramlási rendszerre



Részletes, nagypontosságú termoszelvények kutakban, hővezetőképesség magmintákon, regionális áramlásmentes viszonyítási modell-eredmények összevetése tényleges mérésen alapuló hőmérsékleti térképekkel: → konvekciós modellezés előjátékként.

Példa a határon átnyúló regionális hidrogeotermikus rendszerek harmonizált vizsgálatára



T-JAM

In Hungary:



Detailed and excellent literature studies at Bárszentmihályfa, Nagylengyel and Szombathely,

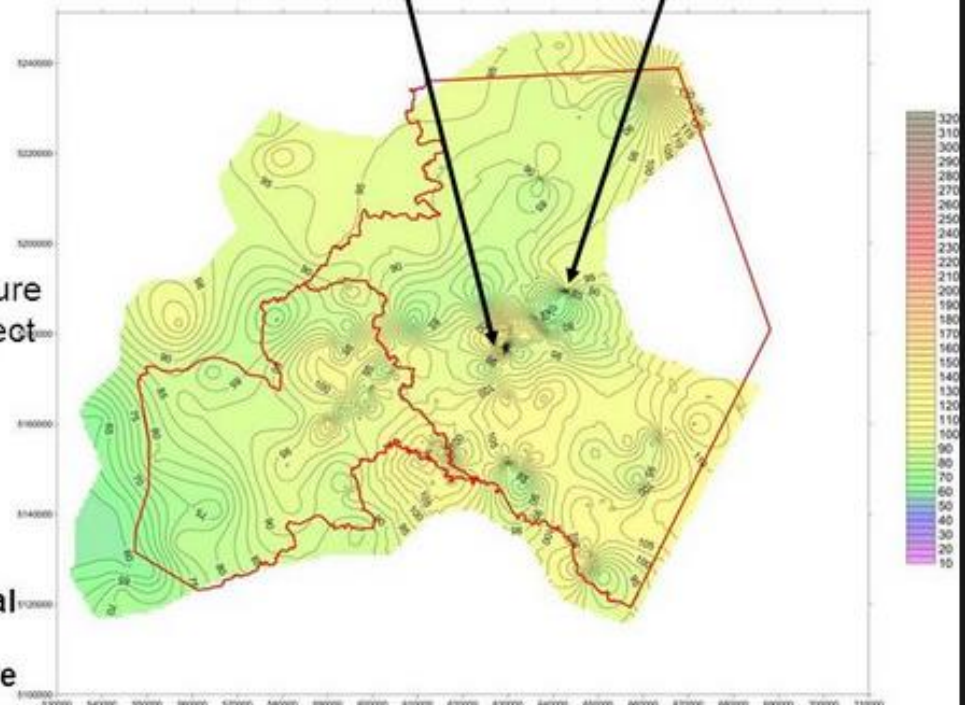
but few exact temperature measurements were **in standing** wells.

Additional high resolution temperature logs in the frame of the T-JAM project in geothermal different parts:

- Szombathely Spa-1 (765 m)
- Szombathely Spa-3 (665 m)
- Nagygörbő (1107 m) near Bakony regional recharge
- Kehidakustány (209 m) Hévíz regional discharge vicinity
- Zalaegerszeg (937 m) near convective part

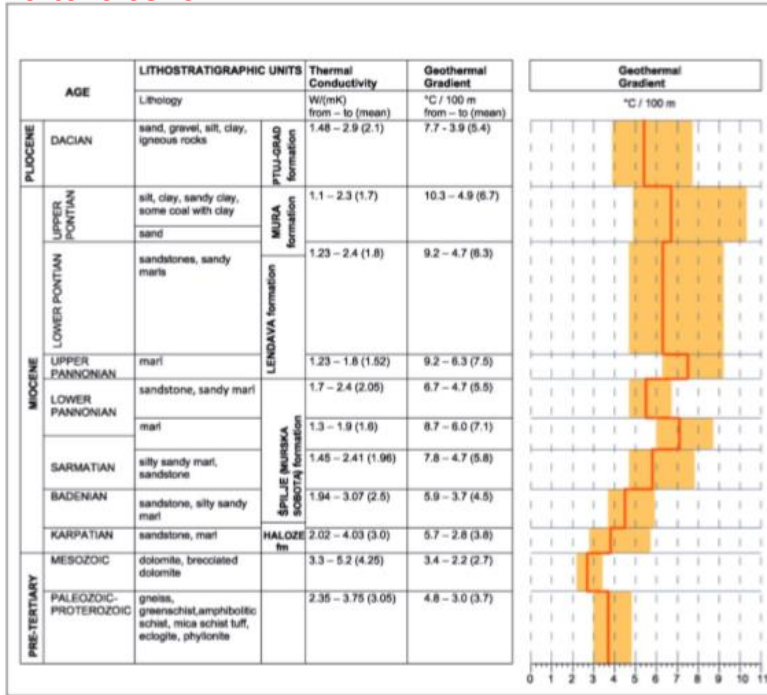
Large positive and negative anomalies at the 2000 m temperature map, explained by convections in the thermal karst system

Nagylengyel and Zalaegerszeg



Hőtranszport paraméterek meghatározása magmintákon és tranziens in-situ mérésekkel

Dusan Rajver, SLO, T-JAM projekt -> regionális értékeléshez

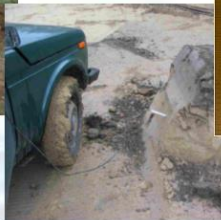


4. ábra A mért hővezetési képesség értékei terjedelme és középértéke a litológiai egységek közötti szer valamint a számított geotermikus gradiensek intervalluma és középértéke ÉK Szlovéniában.

Hővezetési-tényező mérése

A talajok hővezetési-tényezőjének mérése „needle probe” szondával.

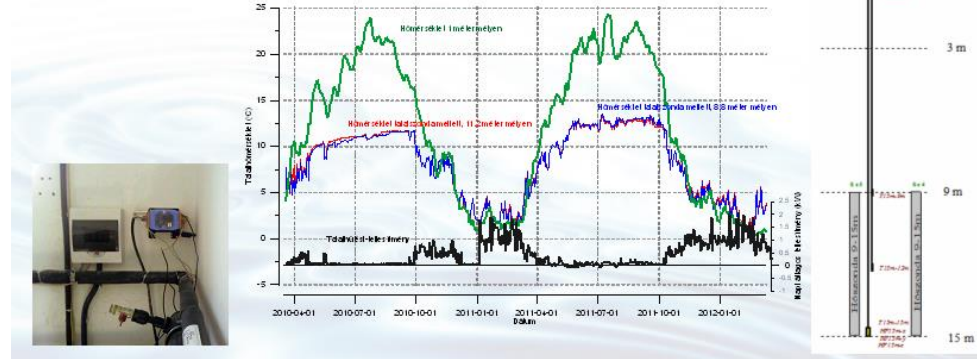
Helyszíni mérés és labormérés is lehetséges.



Merényi Iászló, Hu, MFGI projekt -> lokális vizsgálatokhoz Sekély-geotermikus mérések, monitoring

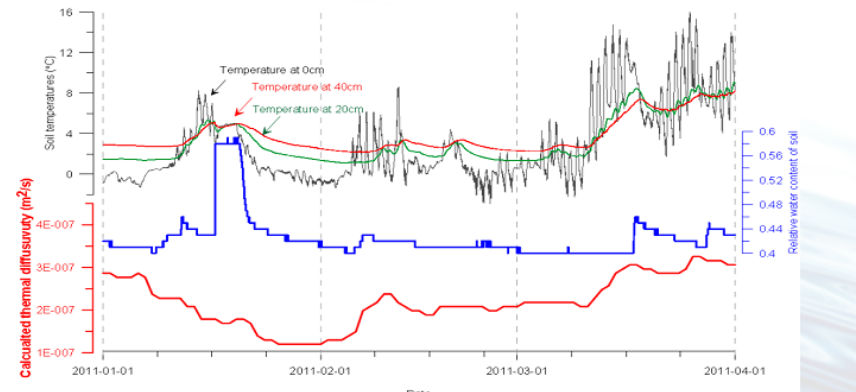
Felszín alatti hőmérséklet- és hőáram monitoring méréseket végzünk a természetes változások kimutatása, ill. esetenként talajszondák mellett, az indukált hőváltozások kimutatása céljából.

Az eredmények a hőtranszport-modellek időben változó bemeneti adataul (tranziens peremfeltétel) szolgálnak. A hőszivattyús-rendszer működésének ellenőrzése is lehetséges.



Hőmérséklet-vezetési tényező meghatározása

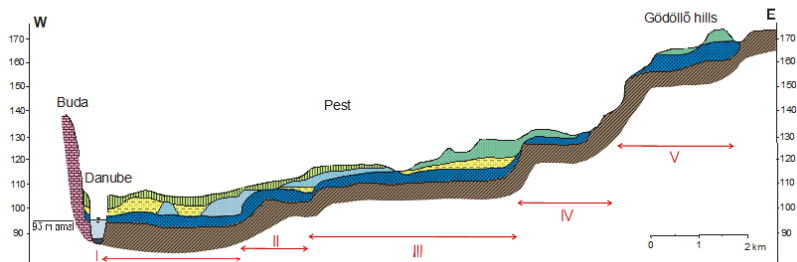
A természetes hőmérséklet-változások hosszú idejű (>1 hónap) méréseiből a talaj hőmérséklet-vezetési tényezőjére következtethetünk. Vizsgálati mélység: 0-2 méter. A módszer alkalmas a hőmérséklet-vezetési tényező időbeli és térbeli változásának kimutatására is (hőmérséklettől, nedvességtartalomtól, tömörségtől való függés).



Időben és térben komplex perem-és belső feltételek kezelése, hőtranszport, Pest

Conceptual model

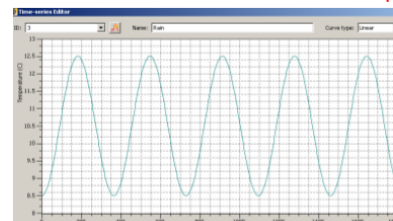
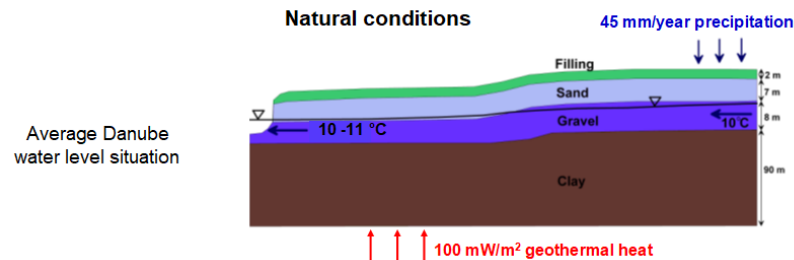
Geological cross section of the eastern part of Budapest (Pest side)



- ← Danube terraces
- █ Tertiary sediments (mostly clay)
- █ Carbonate sediments
- █ Silt and sand
- █ Gravel
- █ Sand
- █ Dune sand
- █ Artificial filling

The system is very variable in time and space due to natural and man induced effects

Natural conditions

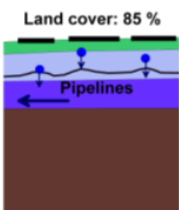


Estimated temperature of the recharged water (8.5 – 12.5 °C), applied in the models

Egyszerű hidrosztratigráfia, sokszínű áramlási és transzport-paraméterek

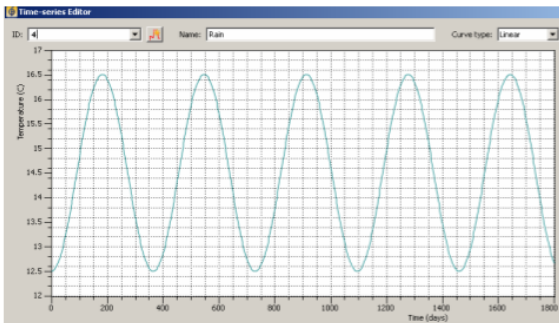
Conceptual model

Man induced effects on the groundwater level and temperatures of the city

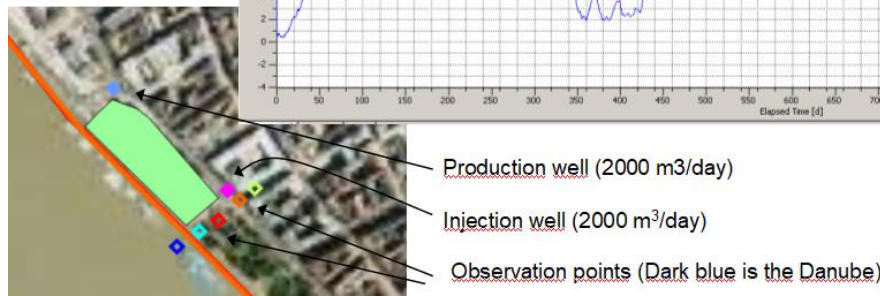
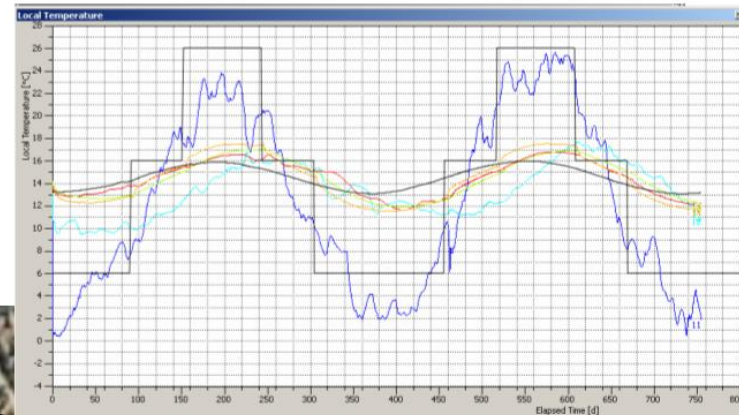


Land cover with buildings and roads, reduced recharge
Leakages from pipelines, mains (10% of their total yield)

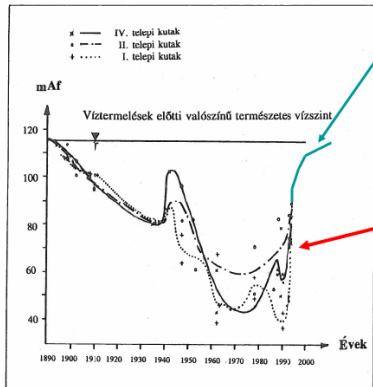
Urban microclimate: infiltrating water's temperature is 4 °C higher as natural („heat island”)



Water temperature in the pumping and the injection wells and at observation points – local model 2



KÖBÁNYAI SÖRGYÁRI KUTAK VÉDETTISÉGE CÍMŰ TANULMÁNY



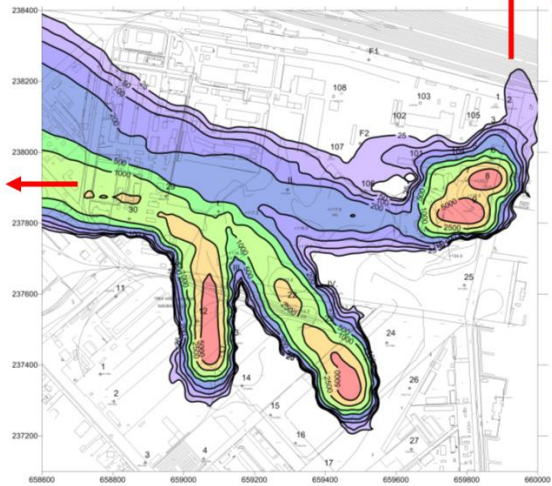
Nyugalmi vízszintek változásának rekonstrukciója a Kőbányai Sörgyár területén 1890-1994 között

Hasra-ütéses becslés 1994-2013 között

Ezek a görbék segítenek a transziens modell kalibrációjához, (főleg az I és a IV telepre vonatkozó rekonstruált vízszint adatok)

A Kőbánya, Újhegyi egykori agyagbánya, városi hulladékkal feltöltött részére végzett transzportmodell. A vízben oldott bór (µg/l-ben megadva) szennyező-csőváai a 2000-ben

Kőbányai-sörgyárak depressziós tere



Áramlás a Rákos-patak felé

Kihívások városi környezetben: időben és térben változó regionális rendszerek komplex lokális feladatokkal

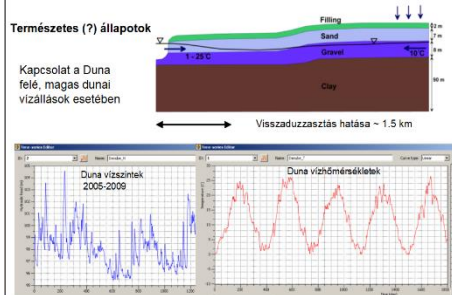
Parti szűrési rendszerek fenntartása települési környezetben – rendszerszemléletű vízgazdálkodás részeként



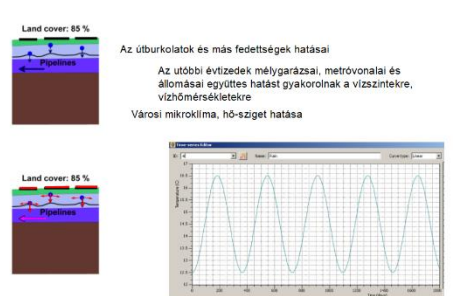
Sekély, nyílt rendszerű geotermikus hasznosítások hidrogeológiai modellezése, Konceptió 1.



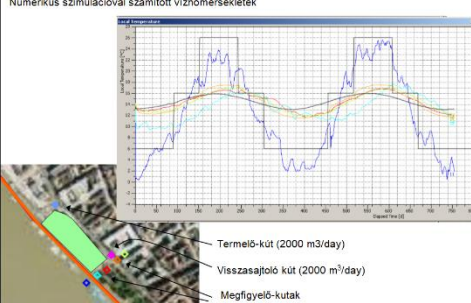
Konceptió 2. Beszivárgások



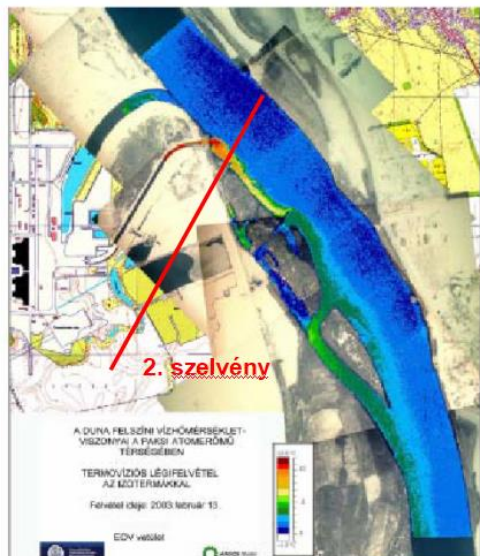
Konceptió 3. Mesterséges hatások a vízszintekre és hőmérsékletekre



Eset-tanulmány: Báina-ház



A melegvízcsatorna hőkibocsátása és a vizek keveredése a Dunában



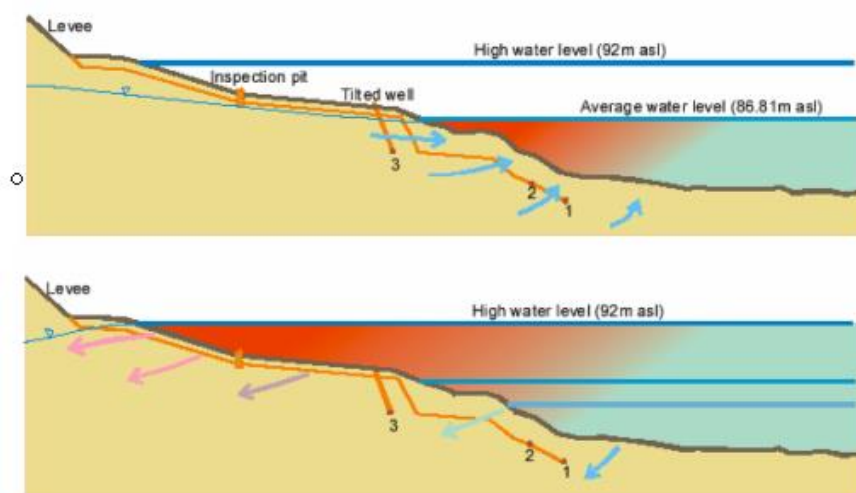
A folyó hőmérséklete 1-2 °C körüli

A „hűtővíz” 11 °C-os a melegvíz csatornában.

A terelőgát alatt 1 km hosszon a melegvíz csóva 5-7 °C, és a következő 1 km hosszon már csak 3-5 °C.

A meleg víz a jobb partvonal közvetlen közelében marad a terelőgát ellenére és részben kitölti a zátonyok közti csatornákat.

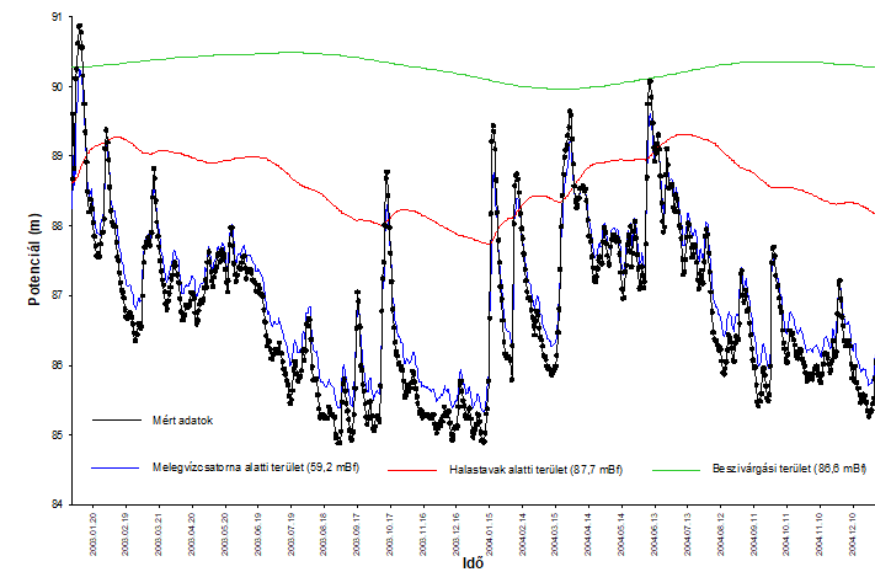
4 km-el a beömlés alatt a melegvíz-csóva már csak 1-2 °C-al melegebb a Dunánál és majdnem elkeveredett.



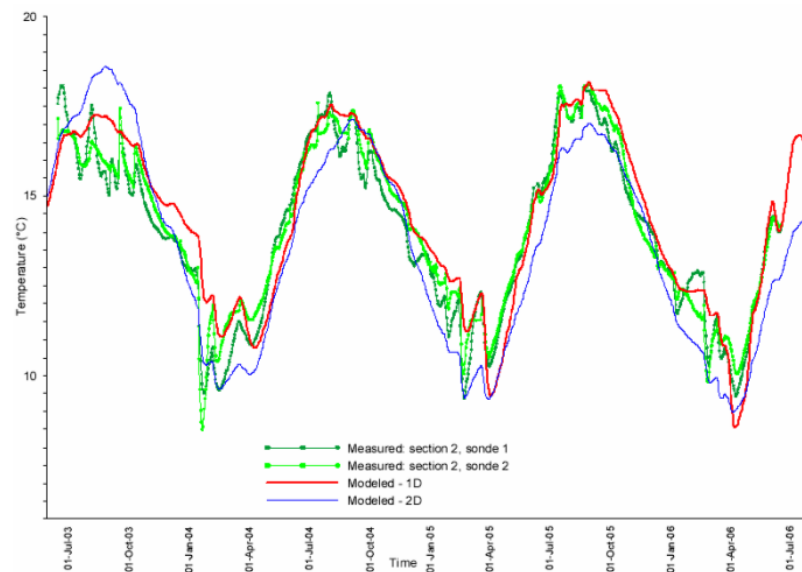
$$T_m = \frac{Q_w T_w + (h/100 - 0.6681)(Q_D - Q_w)T_D}{Q_w + (h/100 - 0.6681)(Q_D - Q_w)}$$

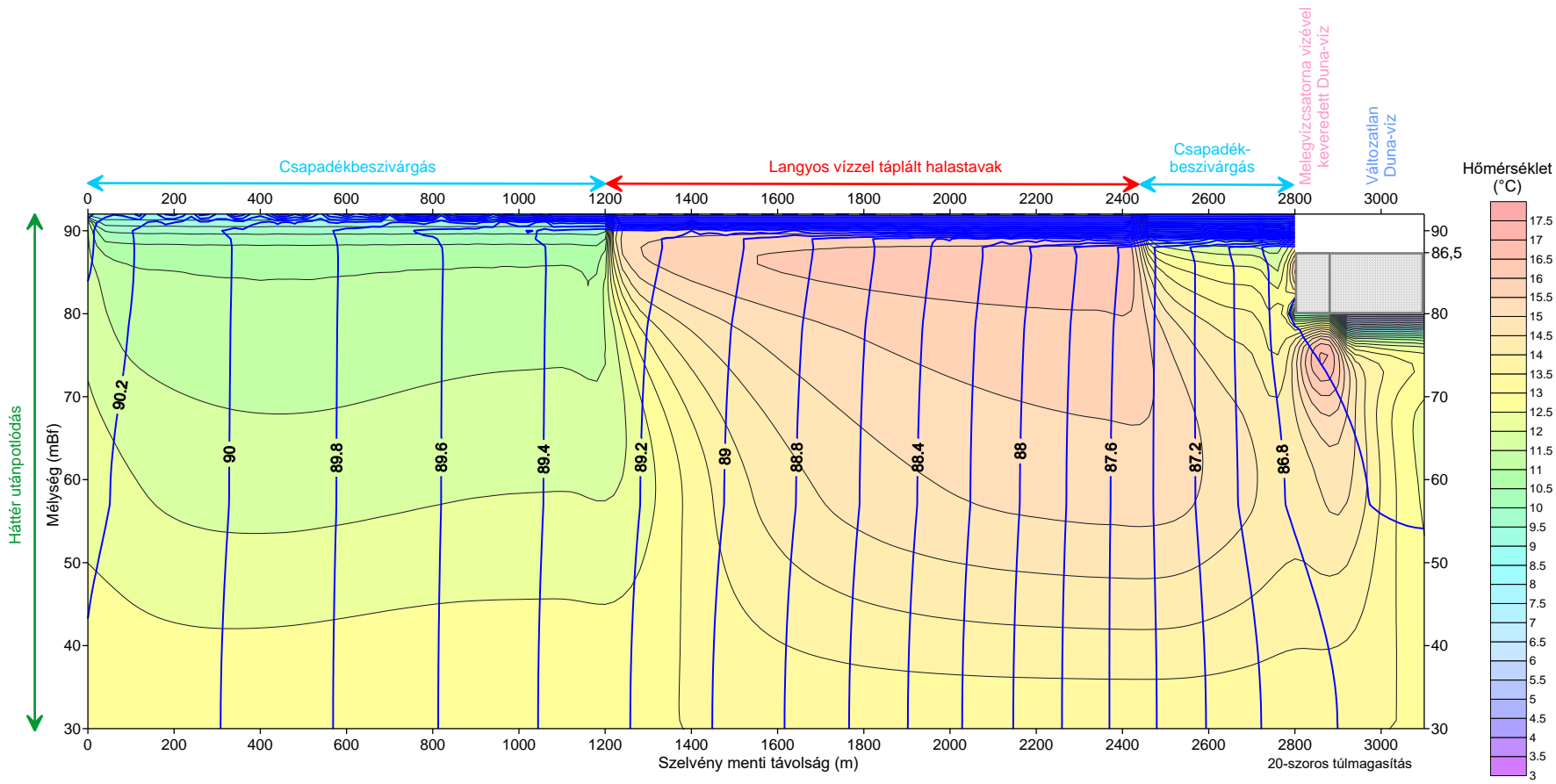
A Paksi Atomerőmű alvízi hőcsóvájának interakciója a felszín alatti vizekkel. Példa az időben részletes és komplex peremfeltételek közötti parametrizálásra

A 2. számú szelvényben szimulált talajvízszintek, a szondában mért adatokkal



Modell eredmények





Hidraulikus ekvipotenciálok és a számított hőmérsékleteloszlás (színekkel) a melegvízcsatorna alatti vizsgálati szelvényben

A felvett értékek 2004. 12. 31-ére vonatkoznak, tehát csökkenő levegő-, beszivárgó-víz és Duna-víz hőmérsékletek időszakára

A 2. szelvény 2D szimulációjából kapott potenciál- és hőmérsékleti kép, állandó vízszintű, de változó hőmérsékletű Duna felvételével

Első időszak, első felismerések, első kutatói kölcsönhatások 1955–1966

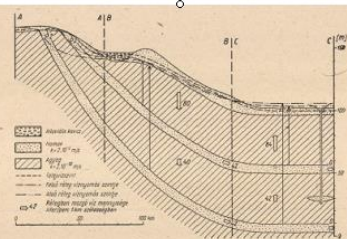
Hidrologiai Közlöny 35. évf. 1955. 11–12. sz. 437

HIDROGEOLÓGIA

A tanulmány az artéziviztartók között a vízrekesztő rétegekben függőleges irányban átszivárgó víz mennyiségével foglalkozik. Píseőn és negyedkori medencéinkben az artéziviztartók vízének tekintélyes mennyisége a hidrosztatikai nyomáskülönbségek szerint felszivároghat a felettük lévő talajviztartóba, illetőleg az artéziviztartók a felettük lévő talajviztartóból táplálkozhatnak.

Artézi vizeink függőleges irányú mozgásáról

Írta: Dr. SZEBÉNYI LAJOS



A mostani munka jobbra csak elméleti alapon foglalkozott a függőleges irányban mozgó artézi vízzel, azonban a vizsgálatokat el fogjuk végezni részleteiben is tényleges megfigyelési adatok alapján, mely munka kapcsolódni fog a M. Áll. Földtani Intézet Vízföldtani Osztályán megindult országos munkához, melynek célja az artézi víz adatok feldolgozása.

Szebényi felismerte a medencebeli összefüggő áramlási rendszert a mátraalji, (petőfibányai) kutatásai alapján, észrevette annak általánosítható mivoltát, a mélyeségi vízforgalomra mennyiségi becslést készített, és országos feldolgozást tervezett!

A MAGYAR ÁLLAMI FÖLDTANI INTÉZET ALKALMI KIADVÁNYA

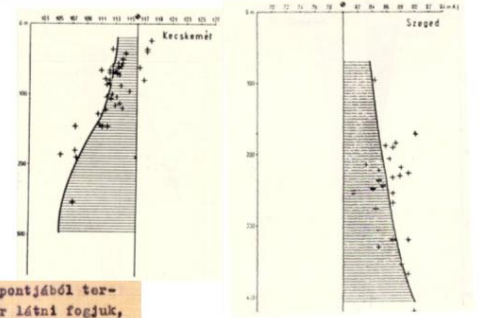
**VÁZLATOK ÉS TANULMÁNYOK
MAGYARORSZÁG VÍZFÖLDTANI
ATLÁSÁHOZ**

Írta:
SCHMIDT ELIGIUS RÓBERT
Kiemelt szerkesztő
és munkatársai:
ALMÁSSY ENDRE, BELTEKY LAJOS, ERBER K. URSULY,
KISSRÉNYI CSABÓKA, PÉTERVÉNYI K. URSULY, LÁNYI CSABÓKA,
GÖRGY V. CSABÓKA, RAVASZ CS. LÁSZLÓNÉ

TARTALOM

Előszó	3
Bevezetés	5
A) A harmadkori medencék vízföldtani áttekintése	7
I. A víztároló összletek felépítése a magyar medencében (SCHMIDT E. R.)	7
II. A mélyeségi vizek utánpótlásának kérdései	23
A mélyeségi vizek nyomásállapota (ALMÁSSY E., SCHMIDT E. R.)	23

Almássy munkája Magyarország Vízföldtani Atlaszá-ban volt az első, ahol az Alföld medencéjére vonatkozóan a regionális rétegvíz utánpótlódási, (leáramlási) és megcsapolási, (feláramlási) viszonyok kijelölésre kerültek. Almássy részletesen ismerteti a hidraulikus potenciálviszonyok kialakulását is.



és vannak rossz vízvezetők. A vízbeszűrés szempontjából természetesen a jó vízvezető rétegek a döntőek, bár látni fogjuk, hogy a rossz vízvezető, illetve vízrekesztő rétegeknek is fontos szerepük van a nyomás és ezzel a függőleges irányú szivárgás viszonyok kialakításában, végeredményben tehát a termelési viszonyok előállításában is, miként erre munkaközösségünk tagja Szebényi is rámutatott már rézsben. A rendelkezésünkre álló

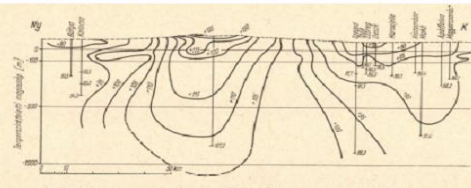
Idézet az MBFH Víz/215 dokumentumból, Almássy cikkének kéziratából

Tisztelettel az úttörőknek!

Első időszak, első felismerések, első kutatói kölcsönhatások 1955–1966

Újabb mérőföldkő:

Szebényi Lajos (1965): Az artézi víz forgalmának mennyiségi meghatározása. – Hidrológiai közlöny 45. évf. 3. szám, pp.125-130.



A tanulmány bővített változata annak az előadásnak, melyet a Szegedi Magyar Hidrológiai Társaság Vízkezeléstechnikai Bizottságában adott elő 1961 novemberében. A tanulmányt a Szerkesztőbizottság *újságnak* tekinti. A lektori véleményekből is kiténik, hogy a tanulmányban foglalt nyomáselvezény szerkesztési alapelvvel a meggyőztetés a fejlődés érdekében kívánatos lenne. Dr. Ubell Károly például lektori véleményében megállandónak tartja a tanulmányban vázolt artézi víz nyomáselvezénynek a különböző nyomásértékek *statistikai átlagból* való meghatározását. (A Szerkesztőbizottság.)

A tanulmány egy délalföldi szelvényben mutatta be a medencebeli regionális áramlási rendszert, a rétegvíz-forgalom mennyiségét eredeti elgondolással kvantifikálta, becsülte

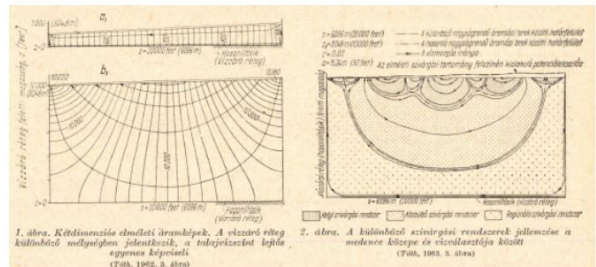
Első időszak, első felismerések, első kutatói kölcsönhatások 1955–1966

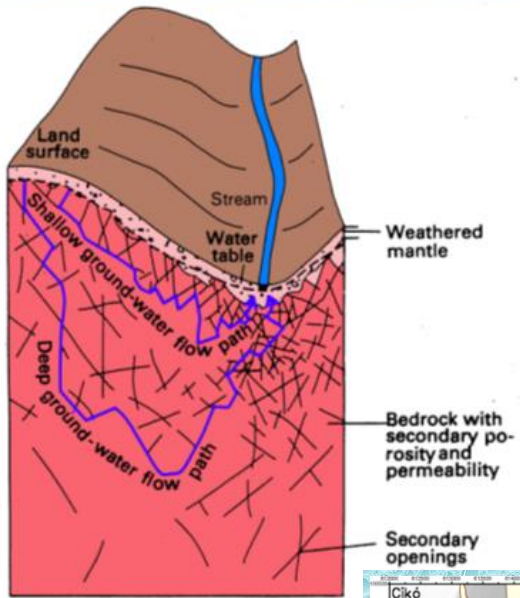
Toth József első magyarországi cikke a Hidrológiai Közlöny 1966. 5. számában

„Hozzászólás dr. Szebényi Lajos Az artézi víz forgalmának mennyiségi meghatározása” című tanulmányához

E cikkben került hazai folyóiratban ismertetésre a két cikk, melyek a regionális hidrogeológiai kutatások során a legidézettebbeké váltak:

- Toth, J. (1962): A theory of groundwater motion in small drainage basins in Central Alberta, Canada ; *J. Geophys. Res.* 67 (11), 4375–4387.
- Toth, J. (1963): A theoretical analysis of groundwater flow in small drainage basins ; *J. Geophys. Res.* 68 (16), 4795–4812

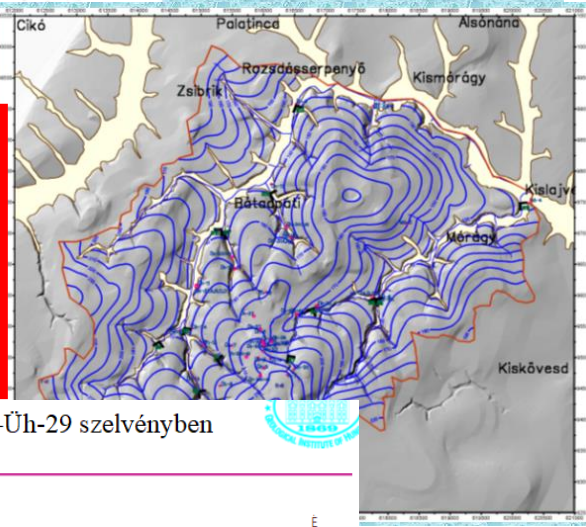




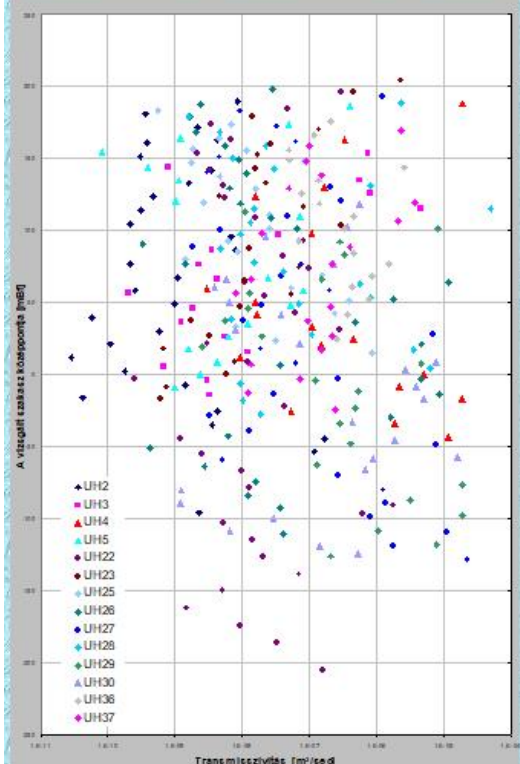
A mállási kéreggel rendelkező repedezett kőzettest áramlási rendszerének koncepcionális modellje (Gerhart-Lazorchick) és vízföldtani kutatásának koncepciója

Conceptual model of ground-water

EPM, DFN, DP...
Völgyi keveredések tracer tesztekkel



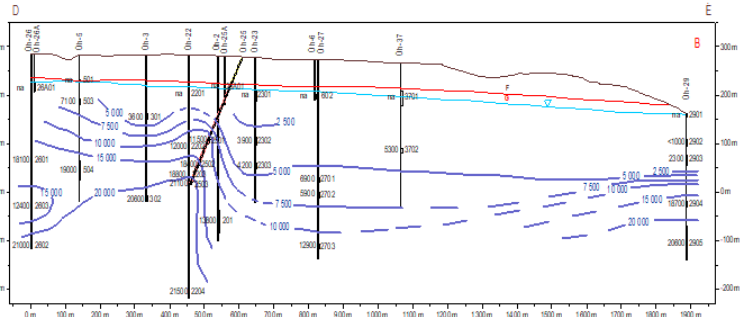
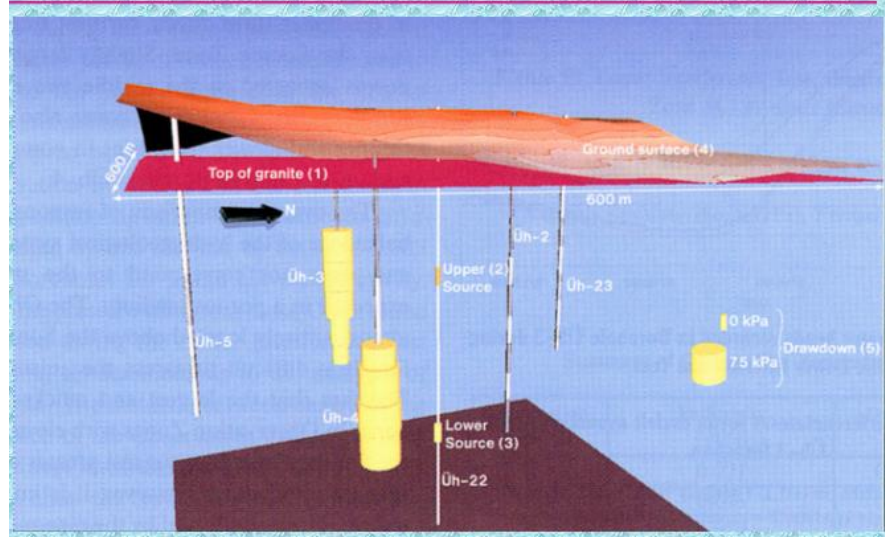
A vizkorok alakulása az Uh-26—Uh-29 szelvényben

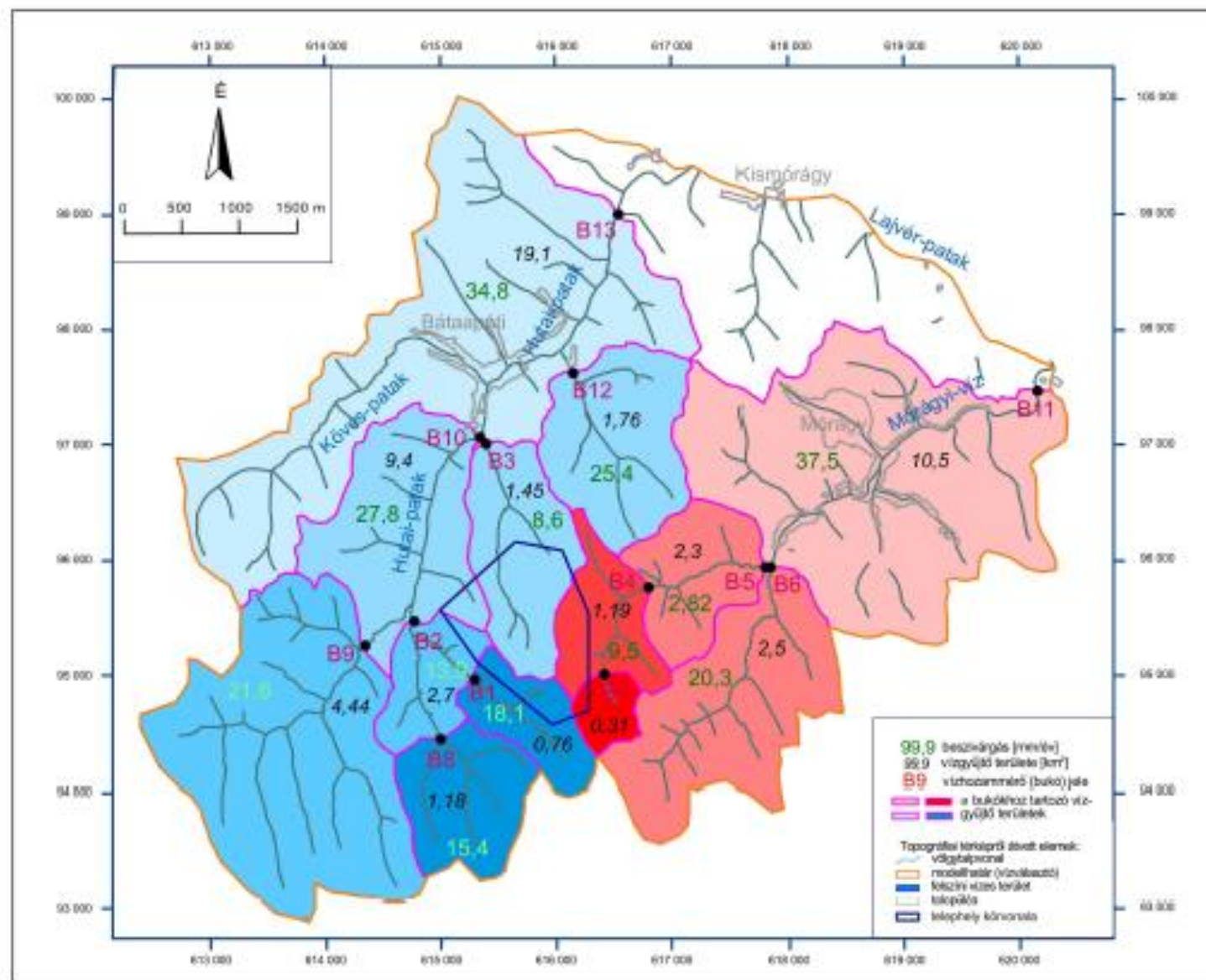


A mélyfúrásokban mért transzmissziós értékek a vizsgálati szint helyzetének függvényében

Golder HU

Interferenciás kútvizsgálat





10. ábra A Hutai-patak és a Mórági-víz vízgyűjtőjén (Geresdi-dombvidék) lévő patakok vízhozammérő műtárgyain (B1-B13) mért alapvízhozam-értékek alapján becsült területi beszivárgási adatok. (A beszivárgási adatok a bukók teljes vízgyűjtőjére vonatkoznak.)

Néhány előzmény, tanulságokkal

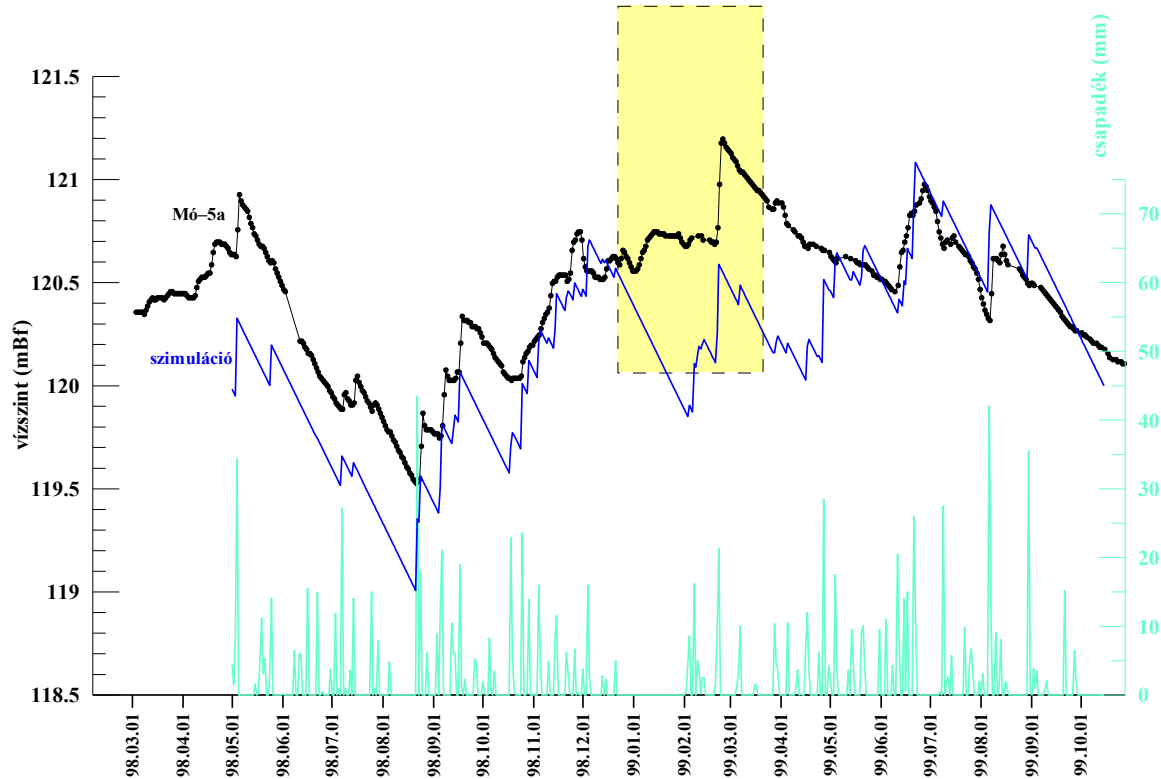
1.) Háromfázisú modellezés,
napi csapadék és párolgás
alapján, talajvízszint idősor
szimulációja

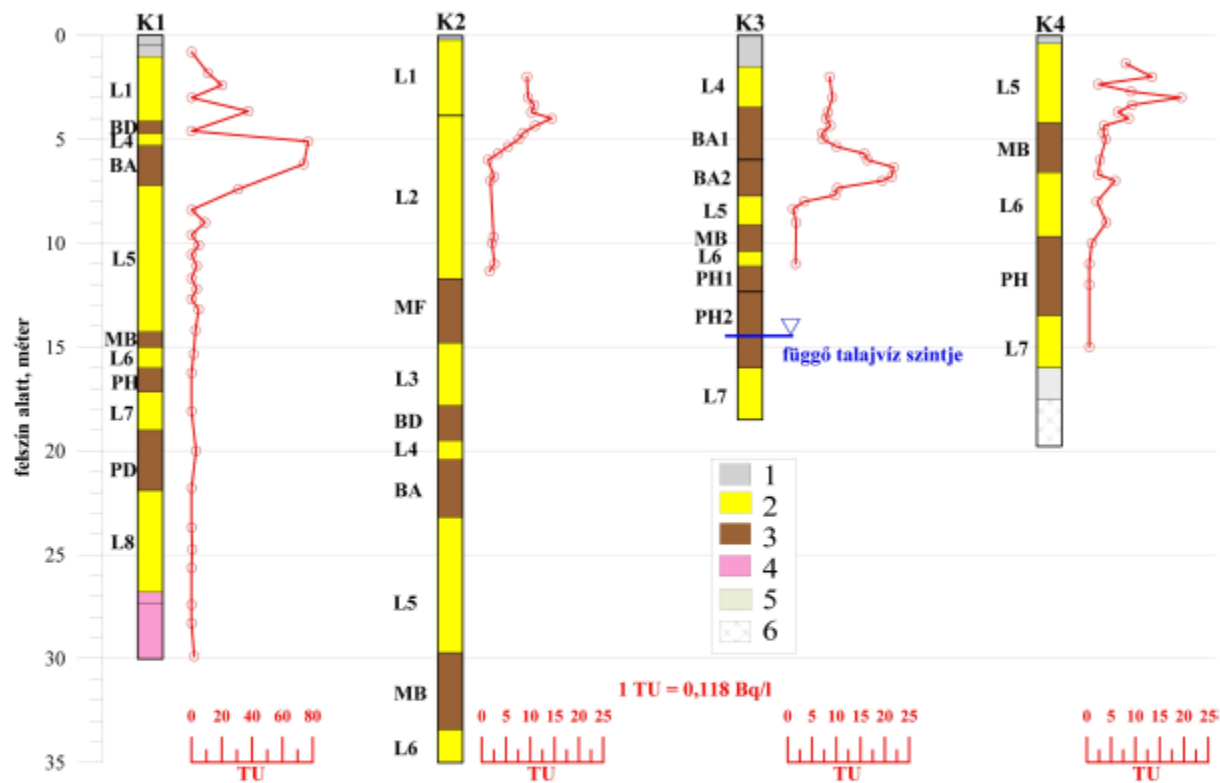
A Geresdi dombvidék
területén jó a közelítés, de a
hó-felhalmozódást és
olvadást is figyelembe
kellene venni

Tanulság: szükséges
részletesebb és teljesebb
napi felbontású adatok
figyelembe vétele

Ilyen modell kód a HELP

De számos más hasonló is
létezik





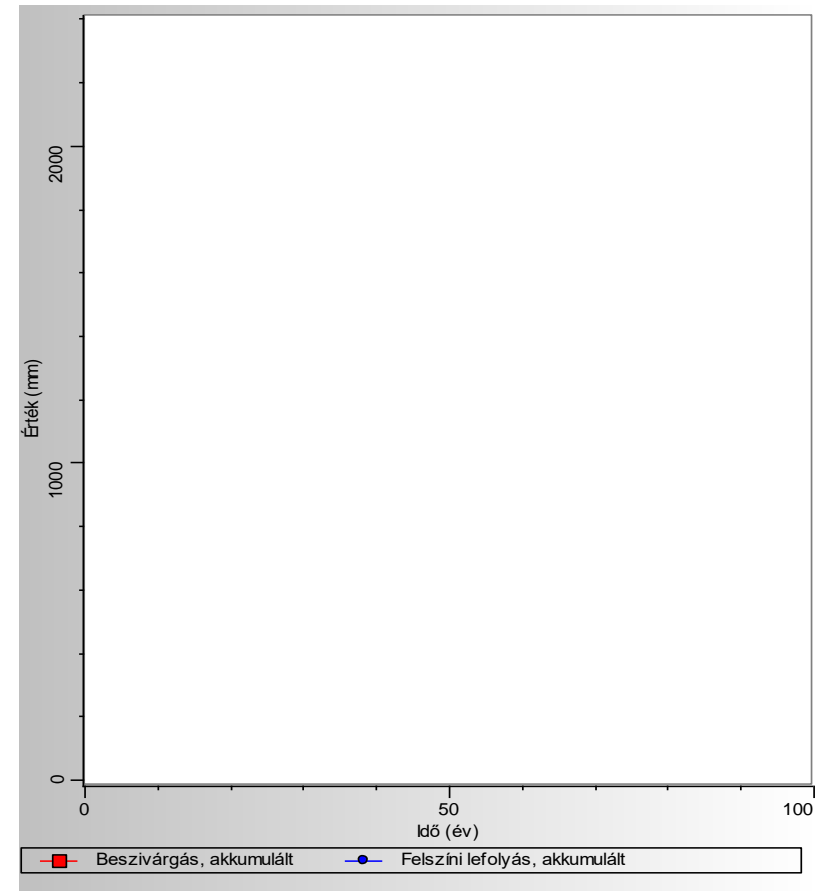
19. ábra A háromfázisú zóna nedvességtartalmában mért trícium alakulása, (Geresdi-dombvidék háromfázisú zónáját vizsgáló kutatóoknak). A 3-7 méteres mélységközben látható magas értékek az 1963. évben legmagasabb értékű csapadék trícium értékeket jelzi. (Az 1963-ban megszületett atomcsendegyezményt követően a csapadék trícium-tartalma rohamosan csökkent, ez látszik a csúcs feletti szakaszokon. Környezeti háromfázisú vízminőségi monitoring céljára a K3 kút térsége javasolható.

A HELP modell egyaránt számítja a felszíni lefolyást, beszivárgást, párolgást, nedvesség-tározódást. Kalibrációjához hozam- és vízszint-idősorok szükségesek, durva hangoláshoz sokéves átlagok is elegendőek



A Geresdi dombvidék komplex felszíni-felszín alatti monitoring-rendszere,

Vízhozam-mérő műtárgyak, télen és nyáron



Geresdi dombvidék, beszivárgás és felszíni lefolyás szimuláció, 2*50 év, HELP modell,

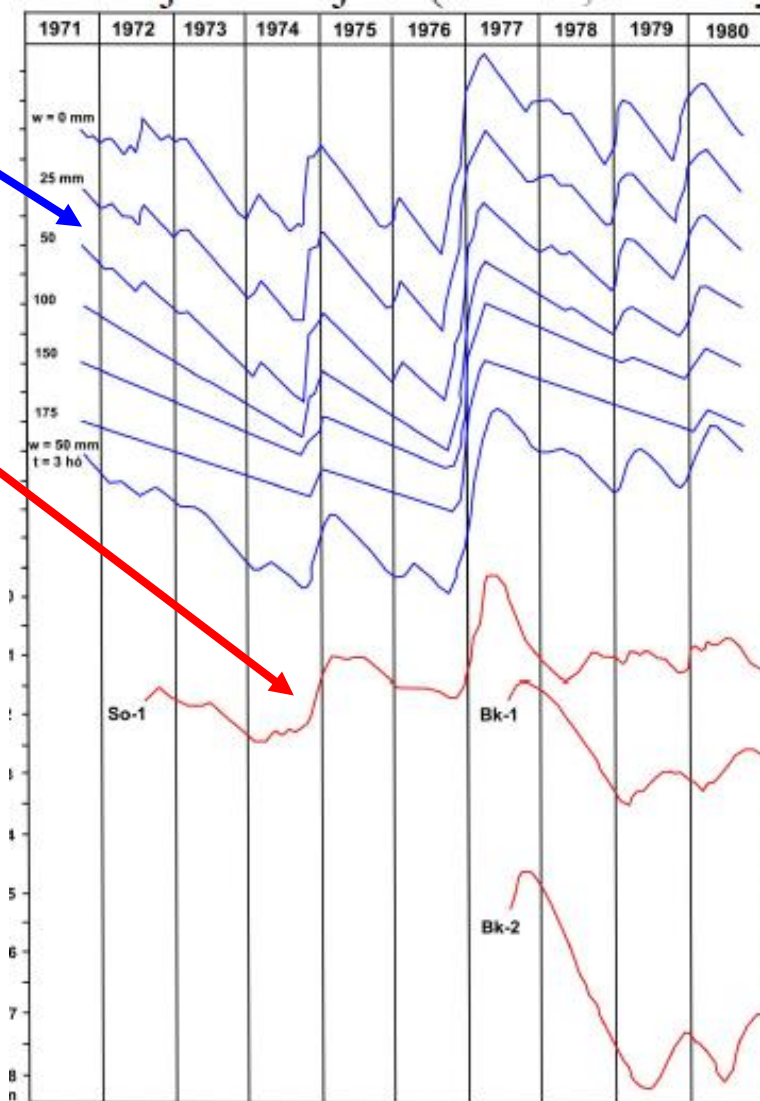
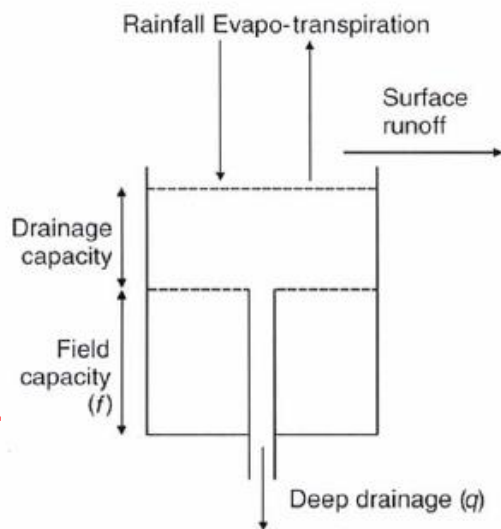
Néhány előzmény, tanulságokkal

1.) Háromfázisú modellezés, bucket model, **havi** csapadék és párolgás

A talaj nedvességtároló képessége figyelembevételével szimulált talajvízszintek (felül), valamint a dombháti, (utánpótlódási) helyzetű solymári és berkenyei tanulmányi talajvíz-megfigyelő kutak mért vízszint-idősorai. A szimuláció havi csapadékösszegek és evapotranszspirációs veszteségek alapján készült, a „Bucket” modell használatával. (Tóth Gy, 1986)

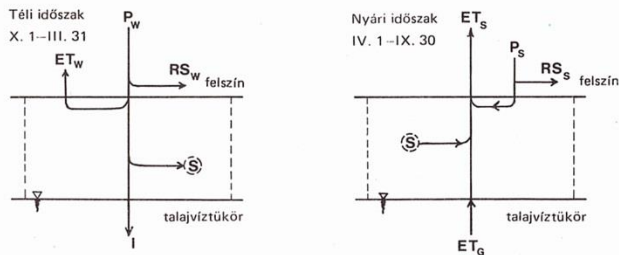
„Bucket” modell használata

Függően a talaj fizikai tulajdonságaitól akár ellentétes beszivárgás-változások is lehetnek



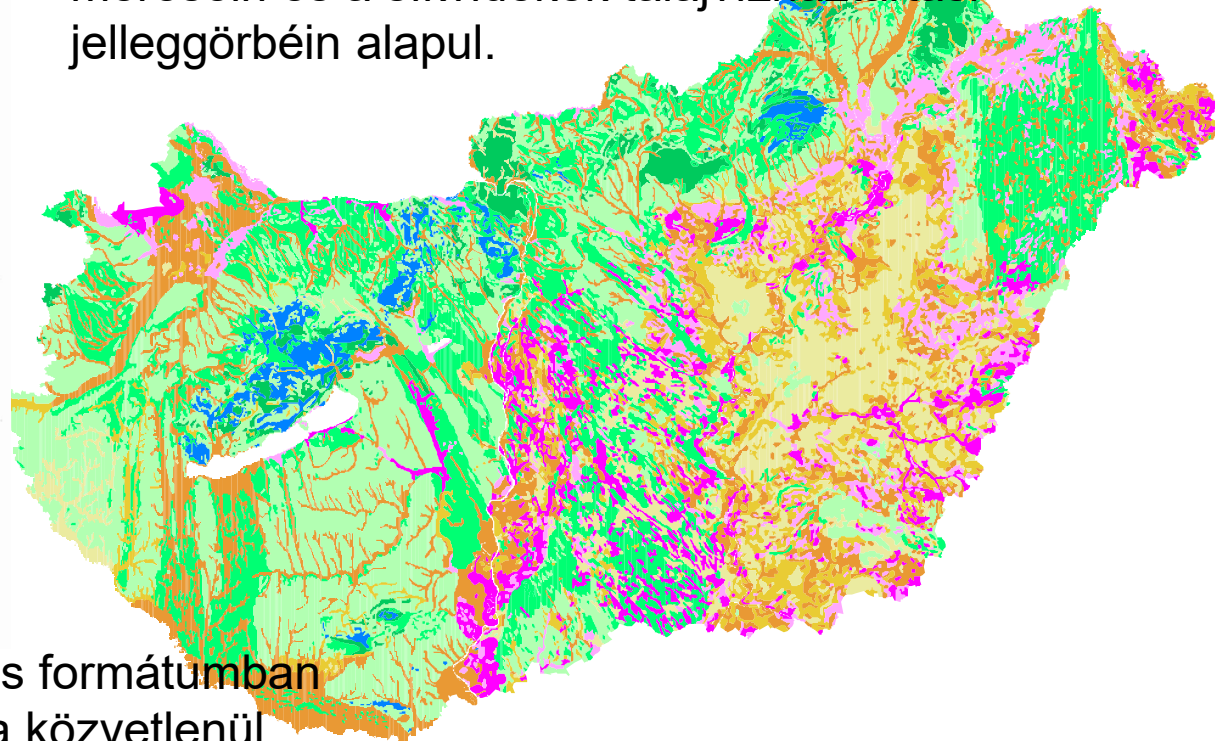
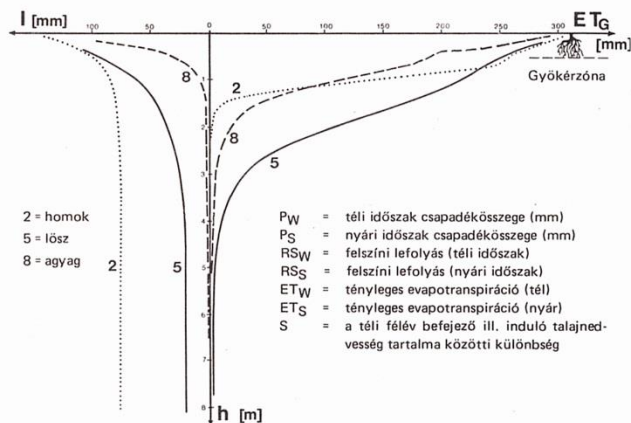
Az első hazai országos összekapcsolt beszivárgási, talajvíz-párolgási modellezés (Tóth Gy. 1985)

A talajvízháztartás modellje (sokévi átlag)

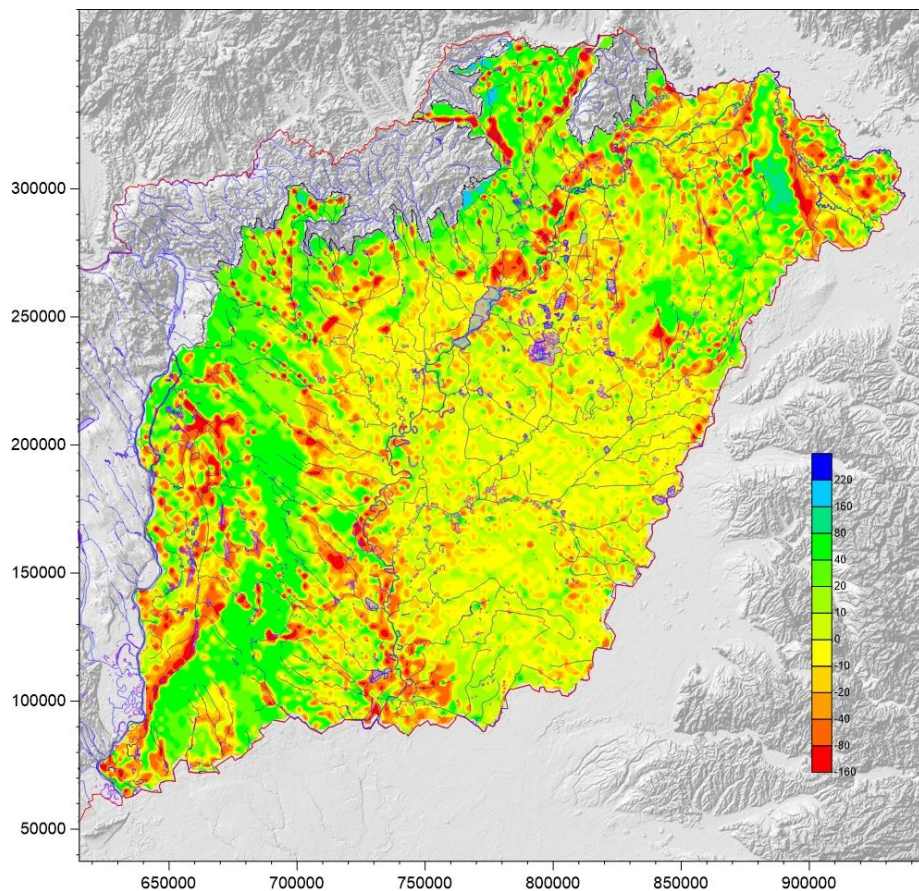


A talajvízforgalmi térkép a hegy-és dombvidékek vízfolyásainak alaphozammérésein és a síkvidékek talajvízháztartási jelleggörbéin alapul.

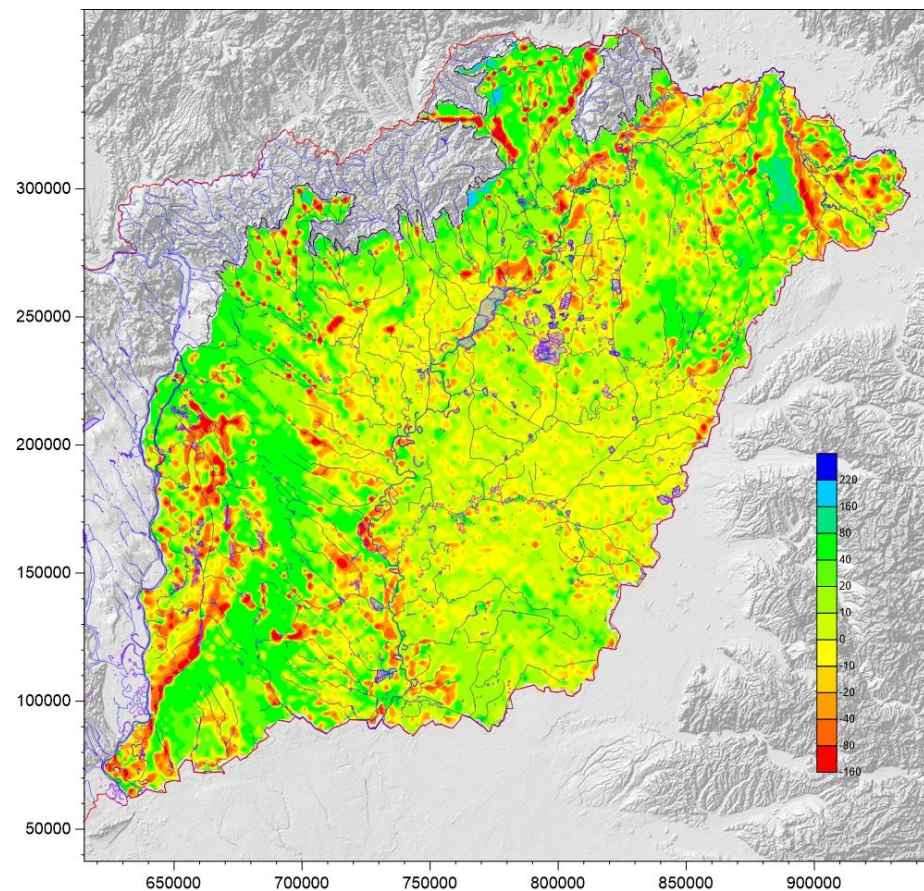
Beszivárgási és talajvízpárolgási jelleggörbék 3 főbb talajtípusra



Hiányossága, hogy nem digitális formátumban készült, scenáriók vizsgálatára közvetlenül nem alkalmas. Erőssége a talajvízpárolgás becslése fél-empirikus alapon

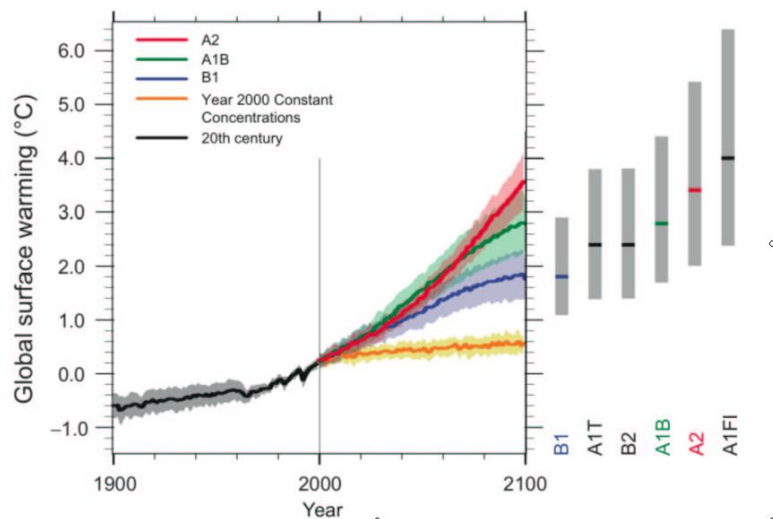


Vertikális talajvízforgalmi térkép-
termelés nélküli változat [mm/év]



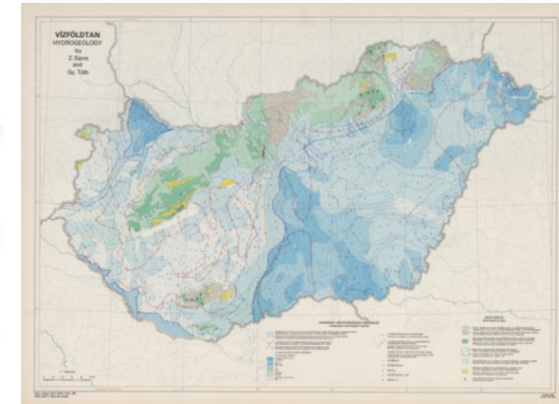
Vertikális talajvízforgalmi térkép-
2008-2015 termelés mellett [mm/év]

Multi-model Averages and Assessed Ranges for Surface Warming

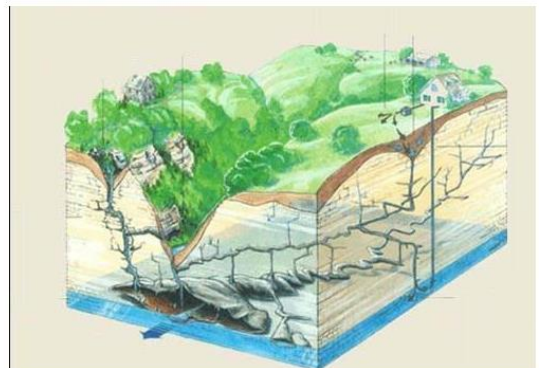


Hatásértékelés a felszín alatti vizeinkre

- 1. **Latolgatási** „modellezés”
A jelen folyamatok, jelenségek és az egyszerűen megfogalmazott scenáriók alapján
- 2. **Összehasonlító beszivárgási modellezés**, kísérleti, vagy tanulmányi területek idősoraira kalibrálva, majd azonos klíma-scenáriókra előrejelezve, azonos metódika alapján
- 3. **Összekapcsolt prediktív**
 - 1D és 3D regionális felszín alatti,
 - felszíni és felszín alatti modellezések, elsősorban országhatárokkal osztott helyzetekre



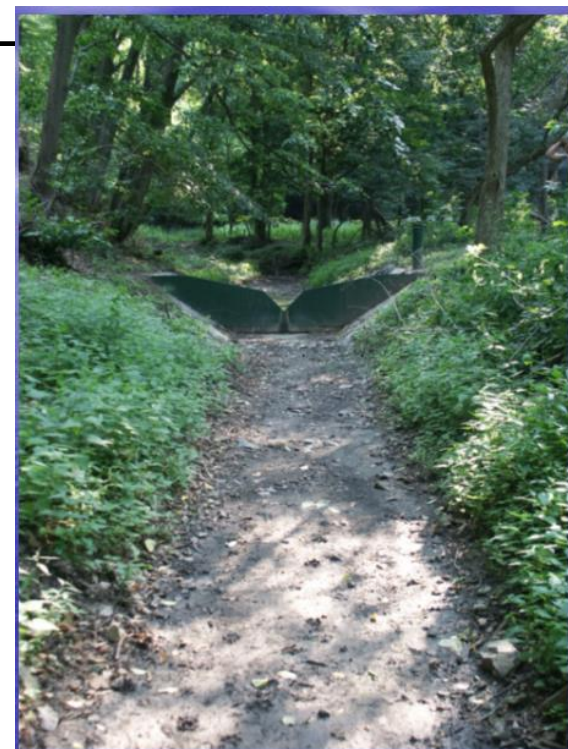
Különböző hidrogeológiai rendszereink különféleképpen reagálnak



Különböző scenáriók (téli csapadéktöbblet, nyári párolgástöbblet, növekvő változékonyság, esetenként évszakonként eltérő tendenciák)
Különböző hidrogeológiai helyzetek:

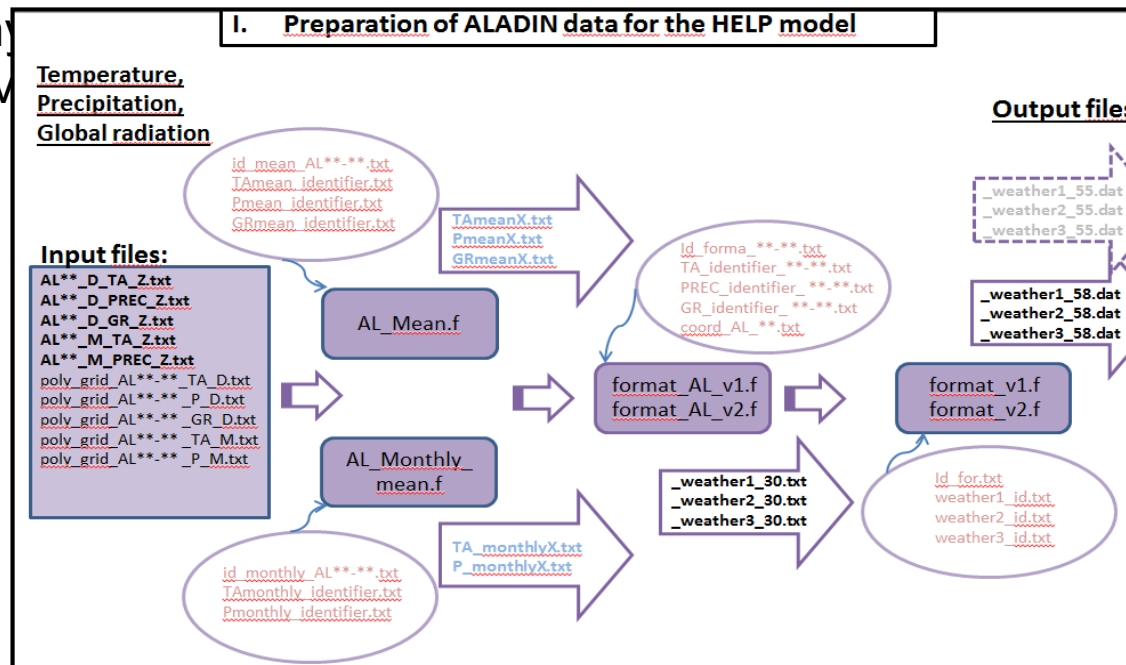
- **Karszt területek**
- Lössös dombvidékek
- Homokhátságok
- Magas talajvízállású síkvidéki területek
- Partí szűrésű rendszerek

Nyári vízhiányok a csökkenő beszivárgás miatt (víz visszatartás, vízkorlátozás, alternatív források)
A csatlakozó nem-karsztos területek növekvő árvízi és vízminőségi kockázatai
Vízgyűjtő-gondozás, monitorozás, „early-warning” rendszer

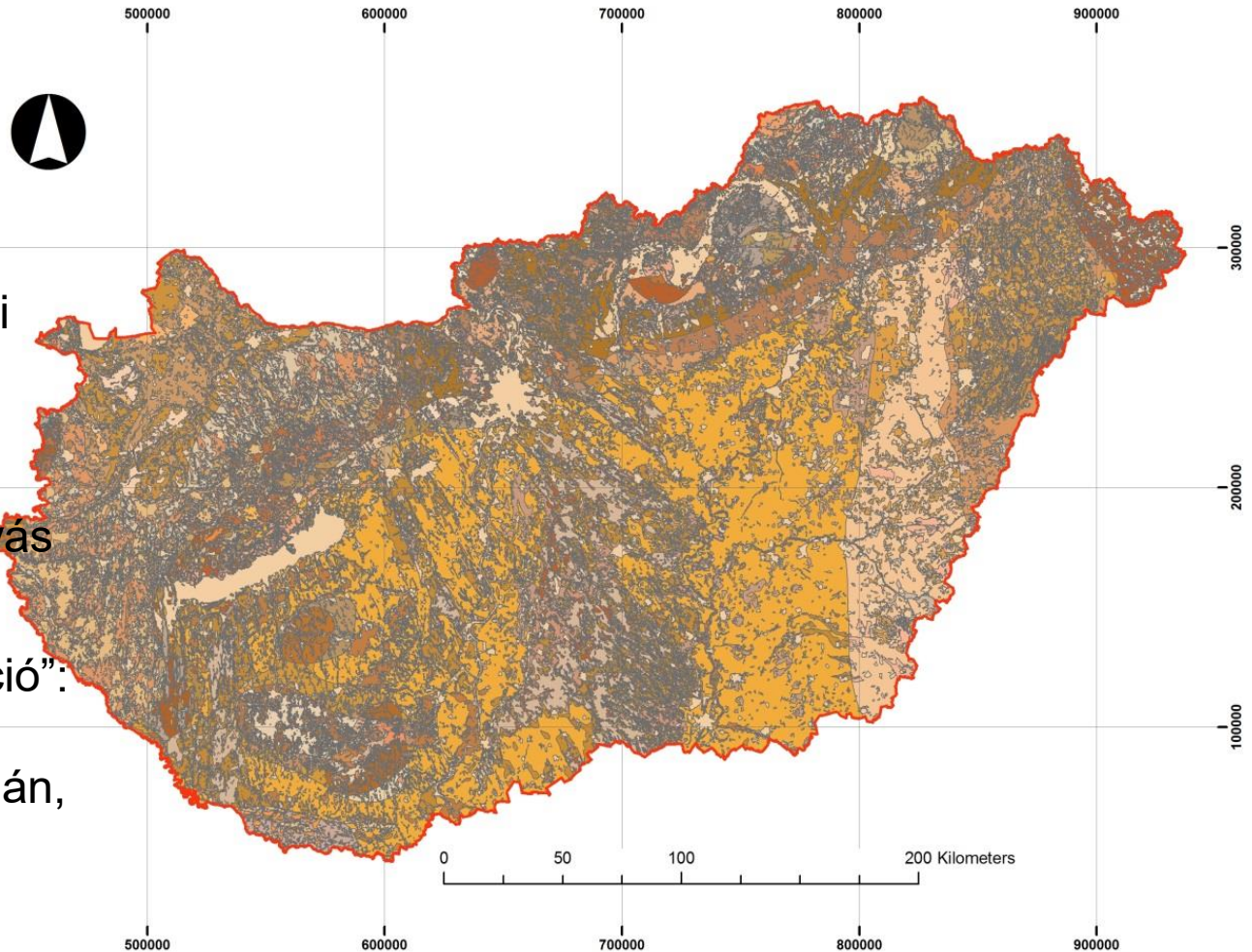


Beszivárgás modellezés előkészítése

- Analitikus, hidrológiai modellekkel, sok empiriával
- Alkalmazott szoftver: HELP (Schroeder et al. 1994 - USEPA)
- 1D vízmérleg modell a telítetlen zóna szimulációjára.
- Bemenő adatok: Napi csapadék, hőmérséklet, besugárzás, évi szélsőérték és havi páratartalom → CARPATCLIM-ből klímazonákra átlagolva
- Talajprofilok: geológia, növény
- Beszivárgási zónákra számítva
- Automatizálás scriptekkel



Beszivárgási zónák



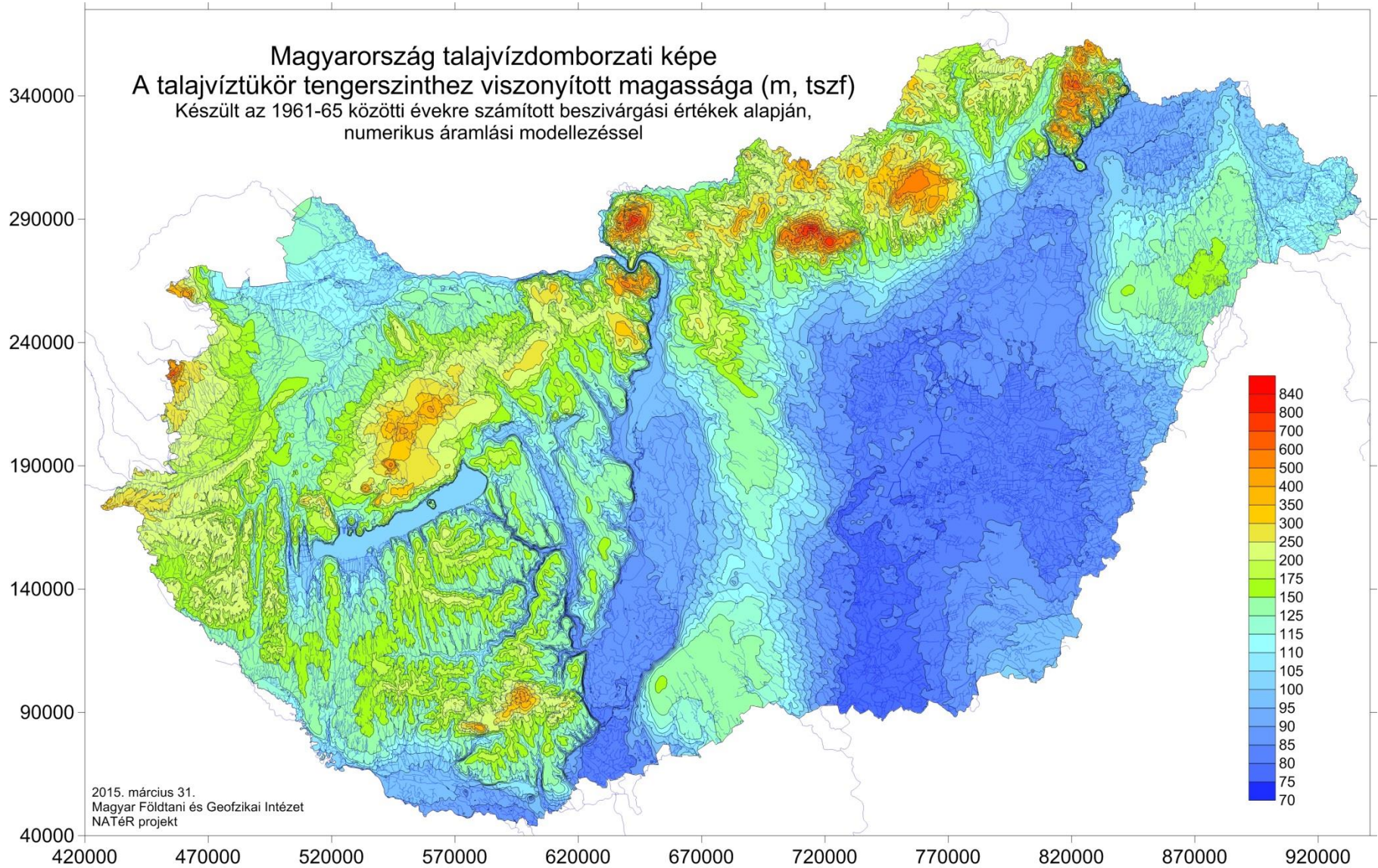
Az országos talajvíz-
domborzat
peremfeltételéhez további
egyszerűsítések:

4 talaj, (földtani egység),
4 CN típus, (felszíni lefolyás
meghatározásához).

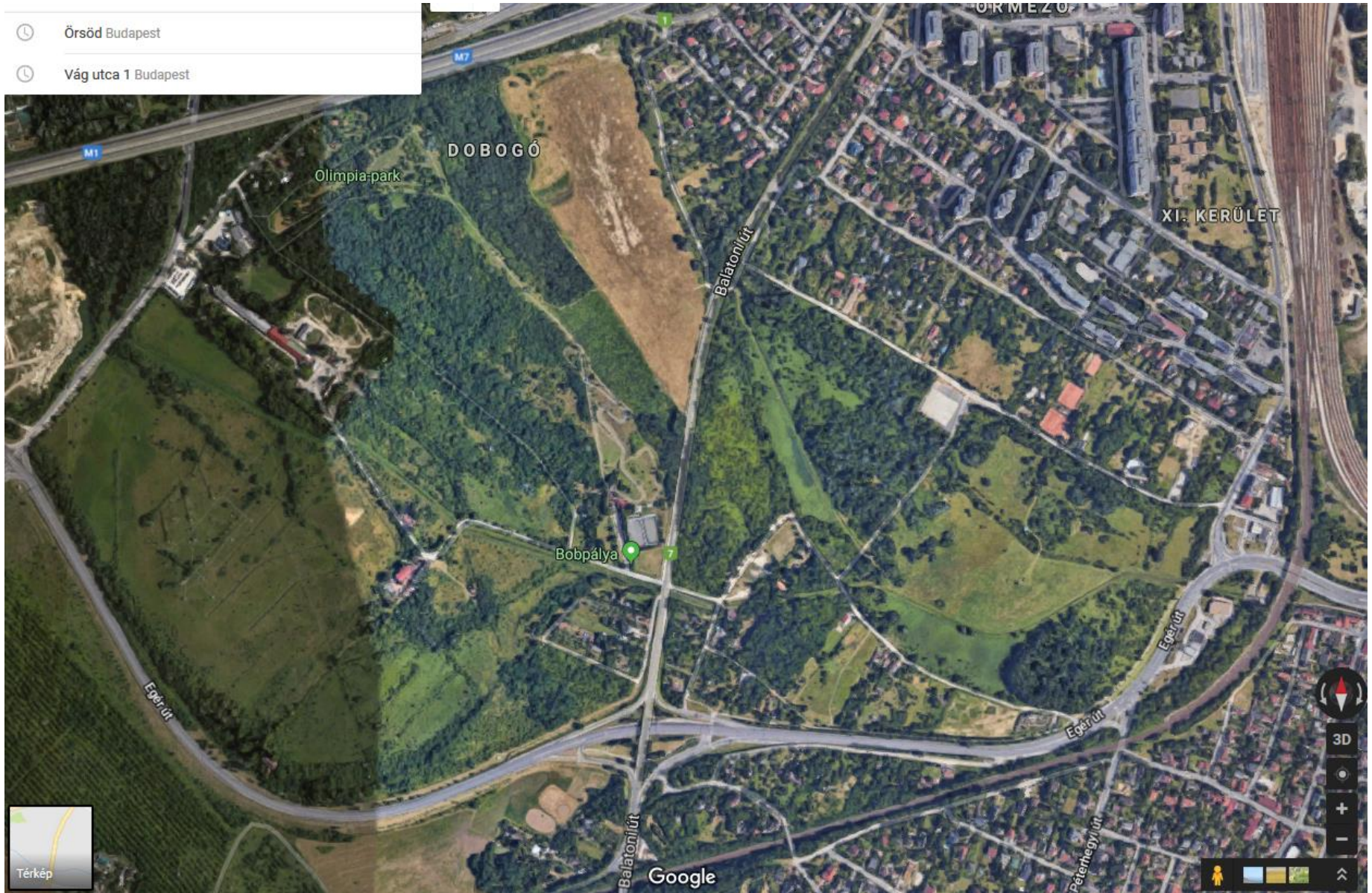
Durva hangolás, „kalibráció”:
hazai kísérleti területi és
expedíciós mérések alapján,
korábbi modellezési
tapasztalatok figyelembe
vételével.

I-GW table elevation map

(termelések hatásaitól mentes)

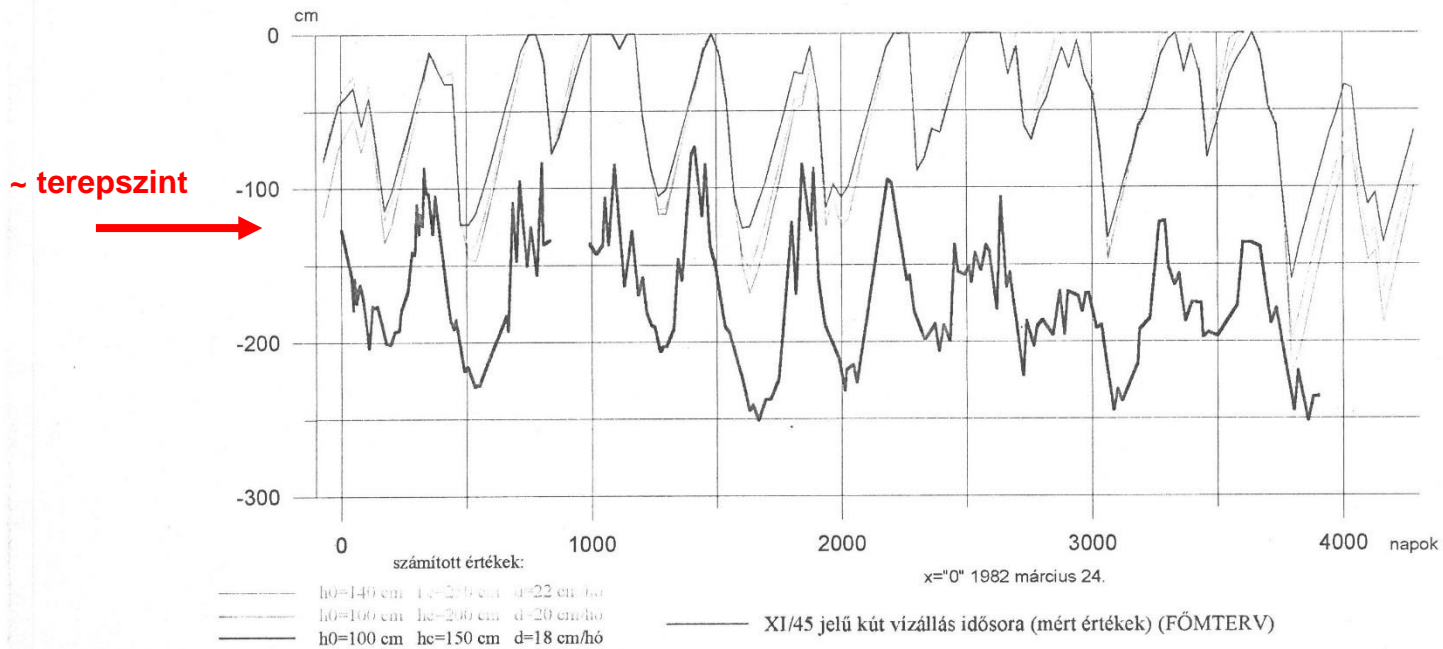


Megértési és demonstrációs mintaterület: Dél-budai keserűvíztelepek térsége



Talajvízjárás szimuláció összevetése a mért idősorral, Dél-Budai keserűvíztelepek, XI/45 kútja

Talajvízjárás szimuláció
(havi csapadékösszegeből és havi középhőmérsékletből modellezve)



3. sz. ábra

22

11

Összefoglalás

Hazai vízföldtani helyzetek széles térbeli és időbeli skálákon

Nagy regionális rendszerek modellezése, kiterjesztés a határon túlra, együtt a szomszéd országok kutatóival; 4M rendszer;

Hőtranszportok regionálisan és lokális komplex rendszerekben;

Módszerfejlesztések radioaktív hulladékelhelyezések kapcsán;

Beszivárgás vizsgálata lokálisan, országosan, klímaszcenáriók esetén;

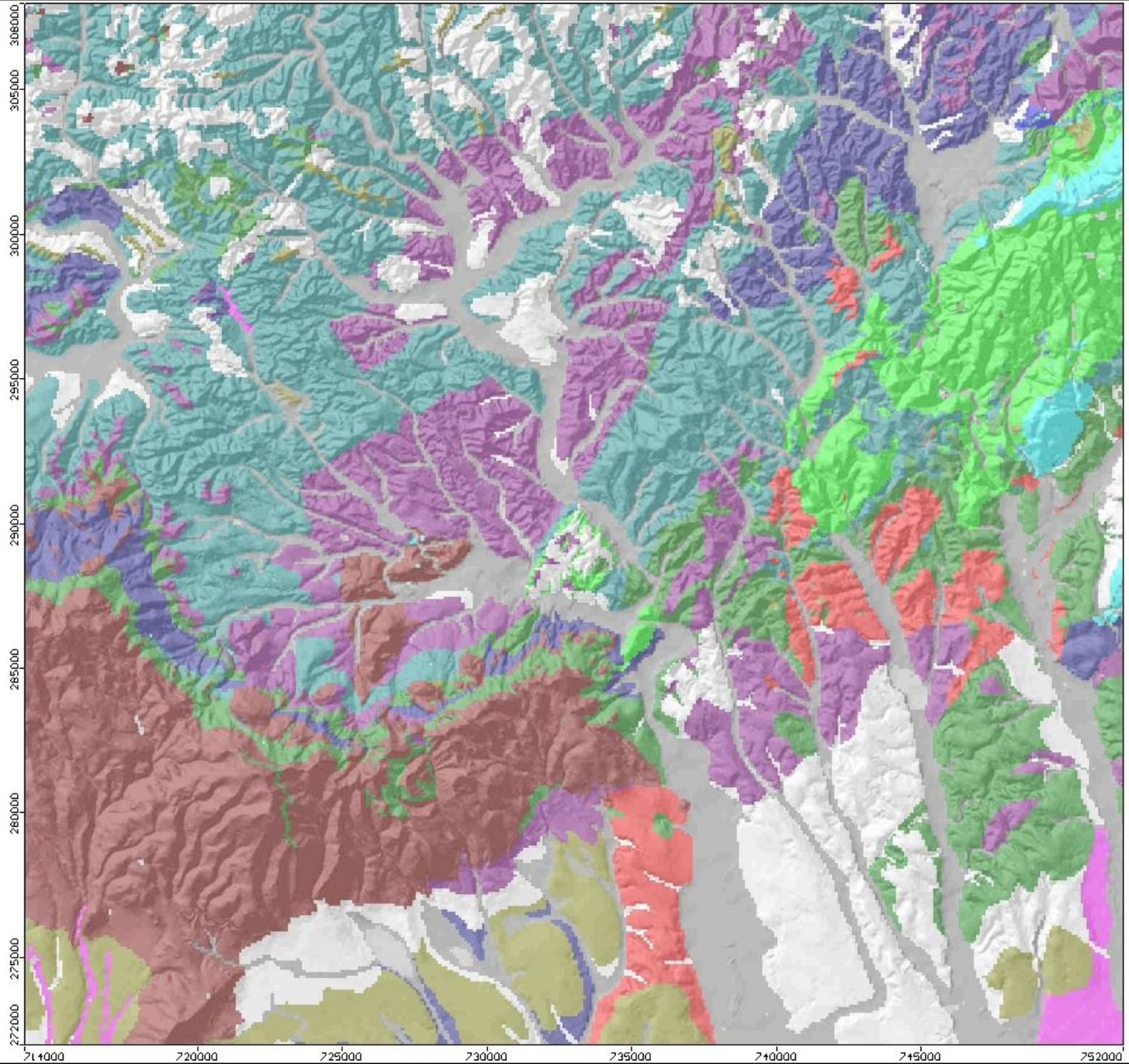
Pannon XL hasznosítása öntözésfejlesztésekhez, belvízértékelésekhez

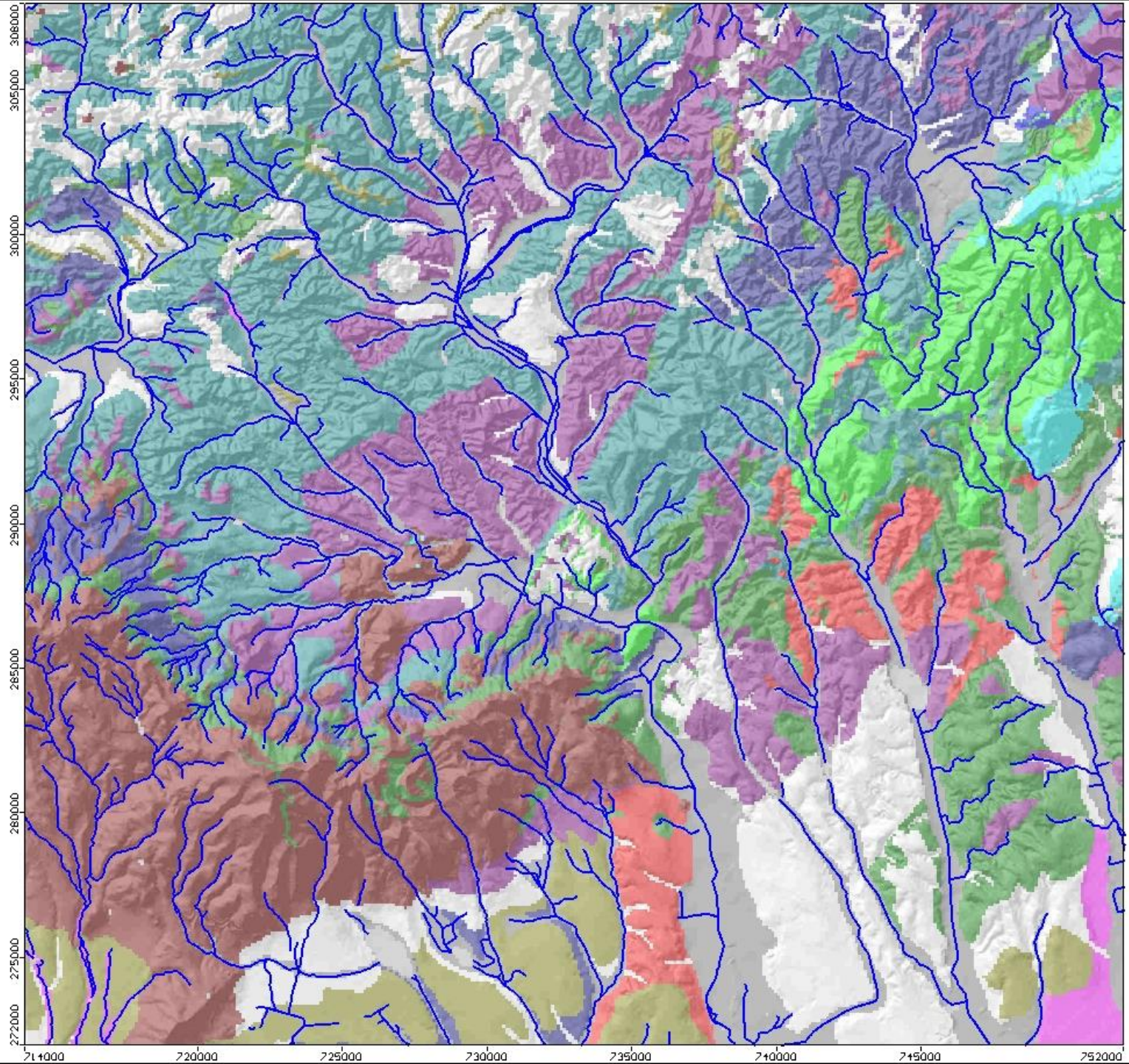
Újítások

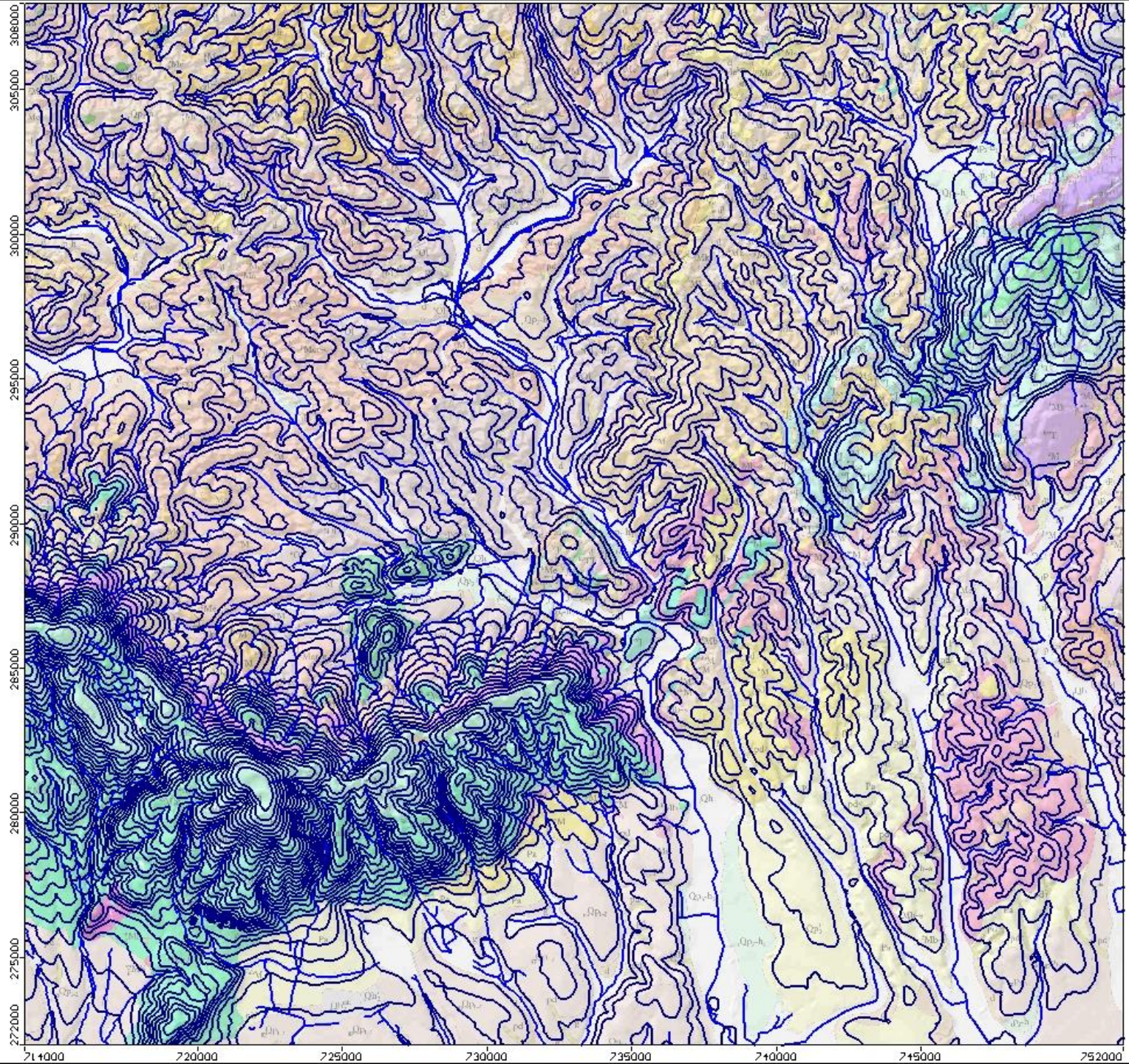
(Ha maradt még idő)

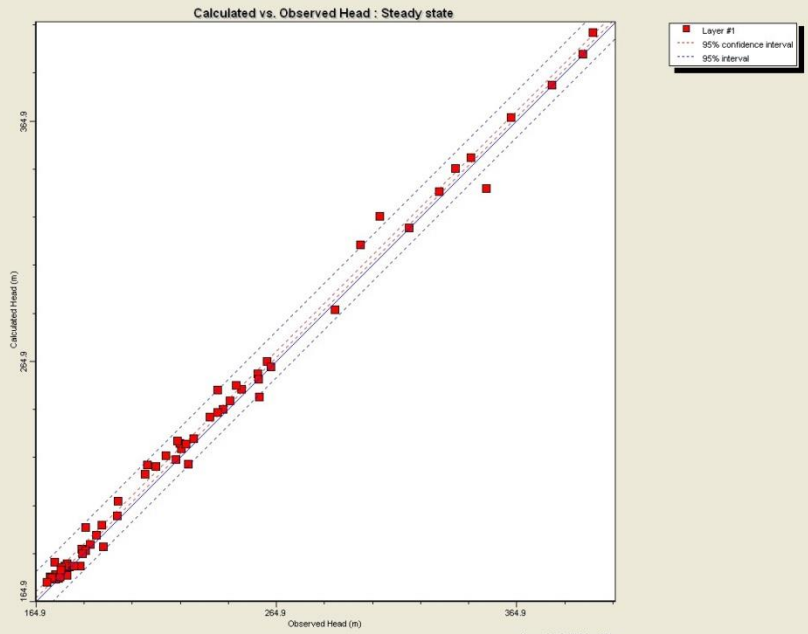
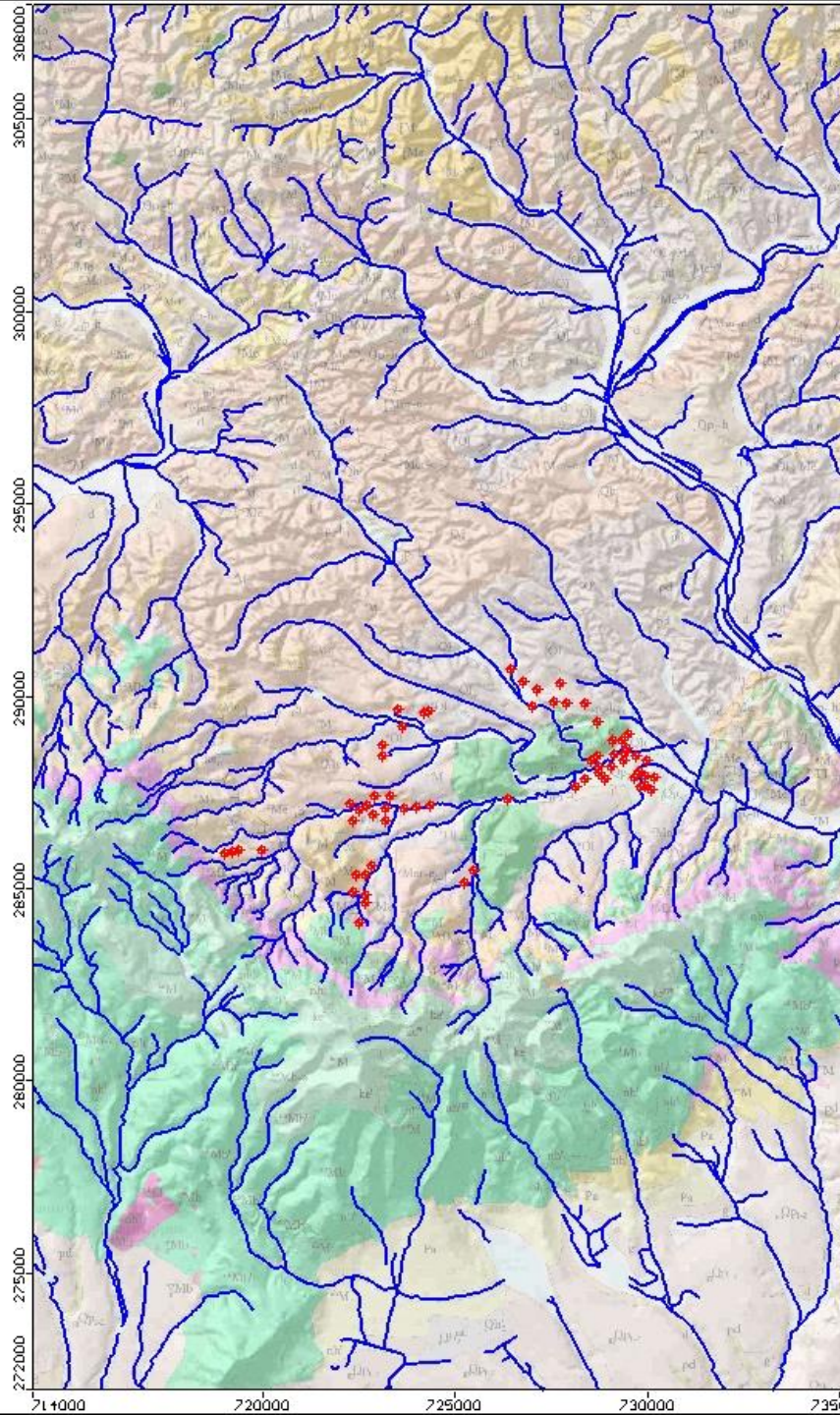


Köszönjük a figyelmet!

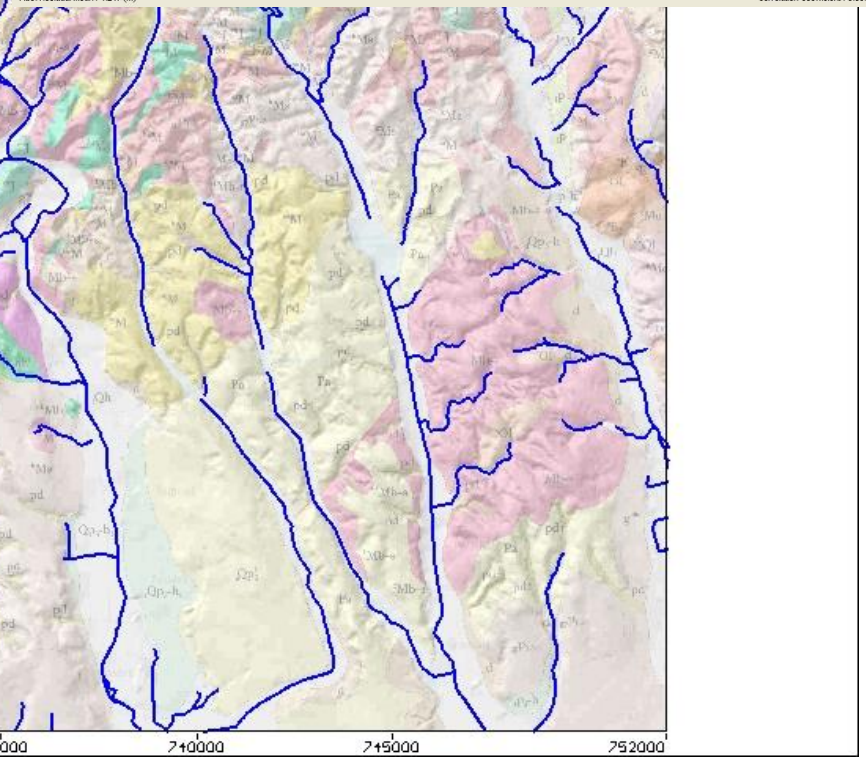








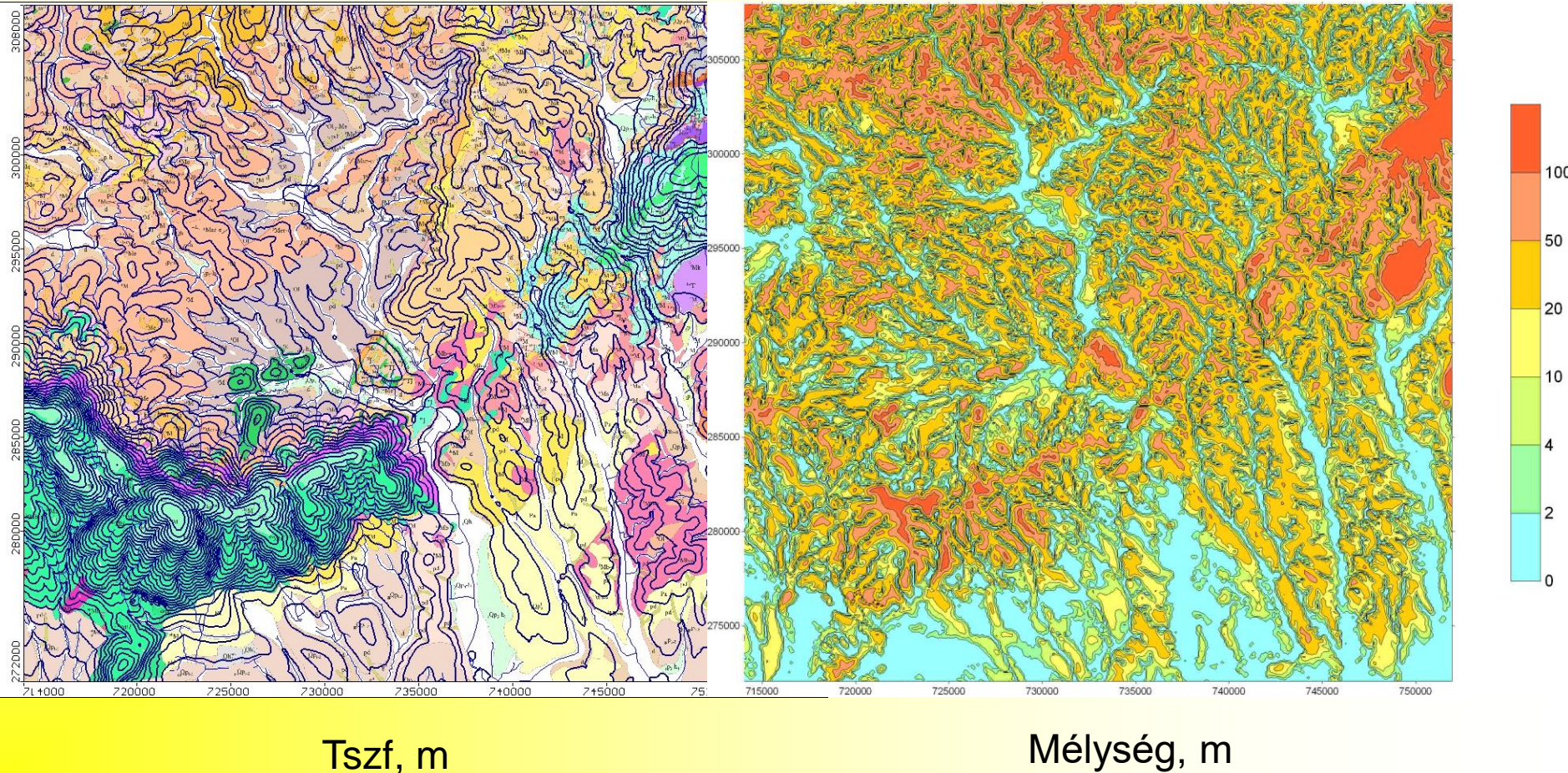
Max. Residual: 17.24 (m) at P1_71
 Min. Residual: 0.025 (m) at P_31
 Residual Mean: 2.967 (m)
 Abs. Residual Mean: 4.247 (m)



Egyéb állapotértékeléseket támogató modellterveink 2.

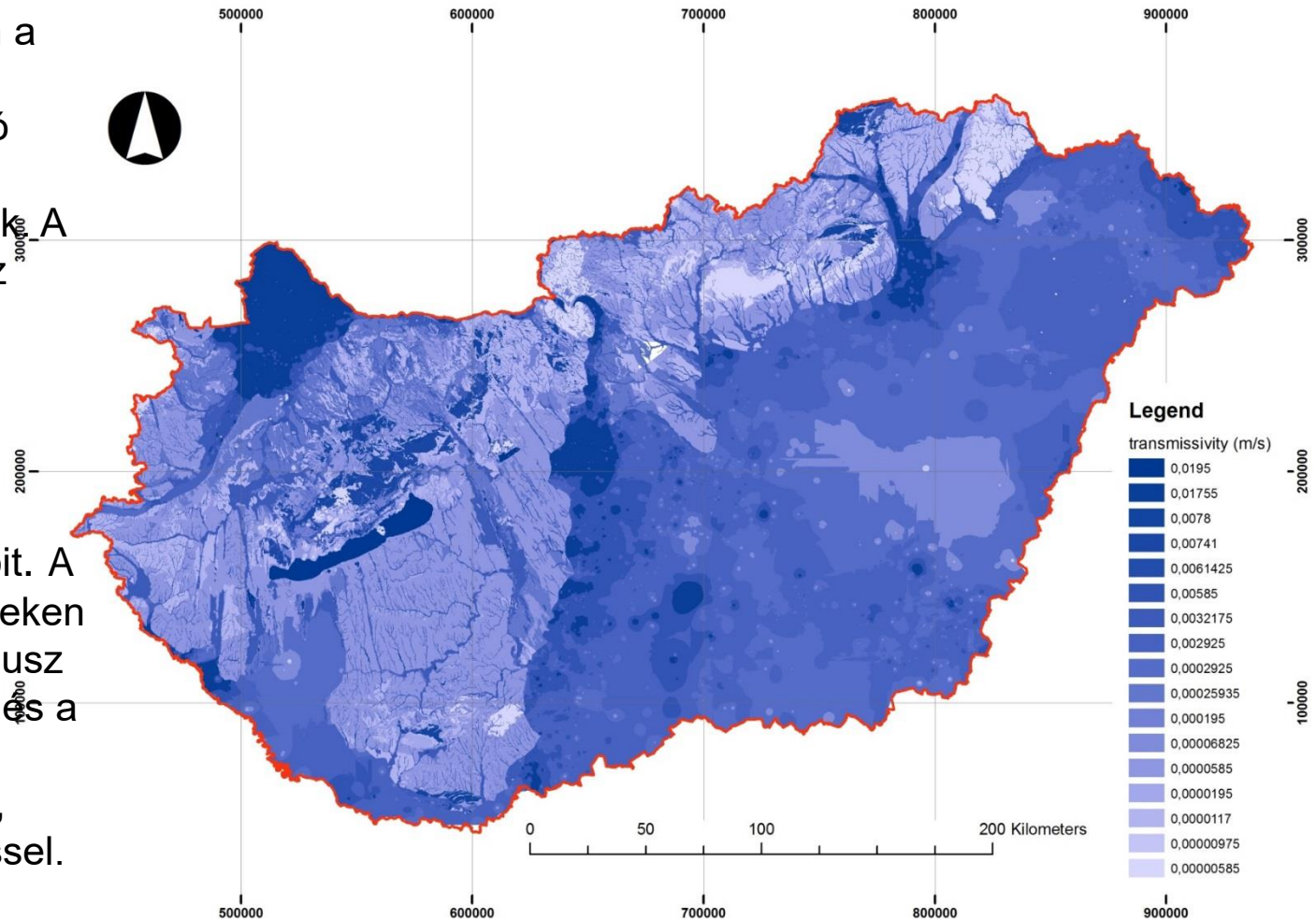
Terveztük, hogy a sekély víztestek területére elkészítjük az „intelligens” regionális talajvízdomborzatot, olyan részletességgel, hogy a sekély vízminőségi monitoring-adatok ne csak sztochasztikusan, de fizikai alapon is értékelhetők legyenek.

Példák a Mátra és a Pétervásárai dombvidék környékére számított talajvízszint-térképek



Kalibrált transzmisszivitás eloszlás

A kvarter medenceterületeken a fúrt kutak hidraulikai adataiból számítható szivárgási tényező eloszlását használtuk A modellezés során az 1961-65 évek beszivárgási viszonyaihoz arányosítottuk a hidrosztratigráfiai egységek K-tényezőit. A hegy- és dombvidékeken a fedetlen földtan, plusz holocén allúviumok, és a felső pleisztocén teraszok kompozitja, vízföldtani minősítéssel.

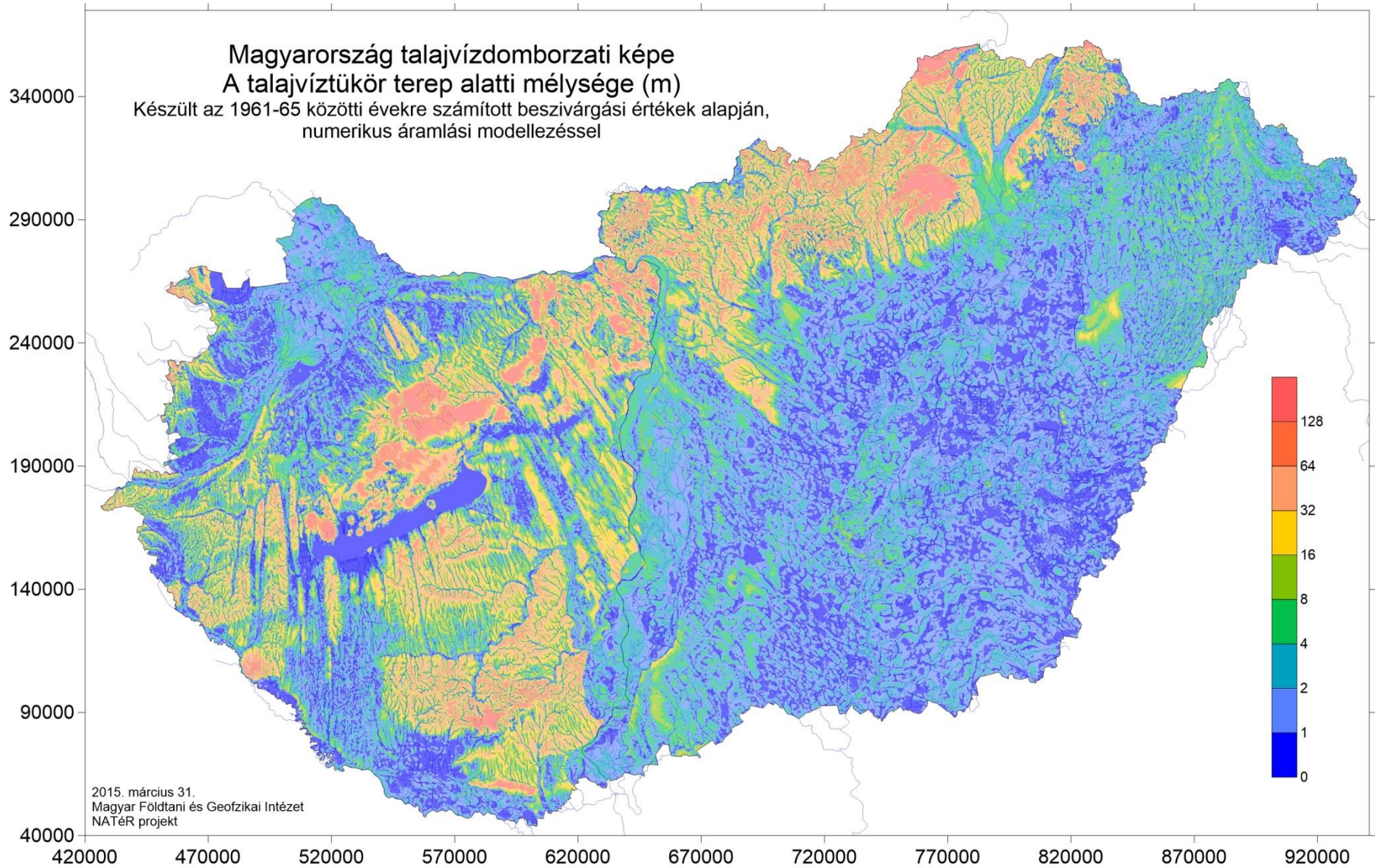


Alkalmazott adatok

- CARPATCLIM MO+ (258 klíma és 727 csapadékmérő adataiból interpolálva, 10x10 km gridre) (Klímazónák definiálásához és beszivárgás számításhoz)
- ALADIN (globális klímamodell 10 km-es felbontású adaptációja, jövőbeni klímaviszonyok jellemzésére)
- Felszíni földtan (Beszivárgási zónák definiálásához, paraméter zónák definiálásához)
- Fedetlen földtan (A talajvíztartók hidraulikai paramétereinek megadásához)
- Fúrt kutak adatbázisa (A talajvíztartók hidraulikai paramétereinek megadásához)
- Területhasználat (CORINE) (Beszivárgási zónák definiálásához)
- DEM 50 (Beszivárgási zónák definiálásához, peremfeltételek definiálásához, kalibrációkhoz)
- Talajvíz megfigyelő hálózat idősorai (kalibrációs adatok)
- Forráskataszter, állandó felszíni vízfolyások térbeli helyzete (Kalibrációs adatok)

I-GW table depth map

(Termelések hatásaitól mentes)



Az XL Pannon modell továbbfejlesztése

Az öntözésfejlesztés kumulatív hatásainak környezeti értékeléséhez készült modellvizsgálat-sorozat; a vízkivételek regionális hatásainak értékelése az Alföldön

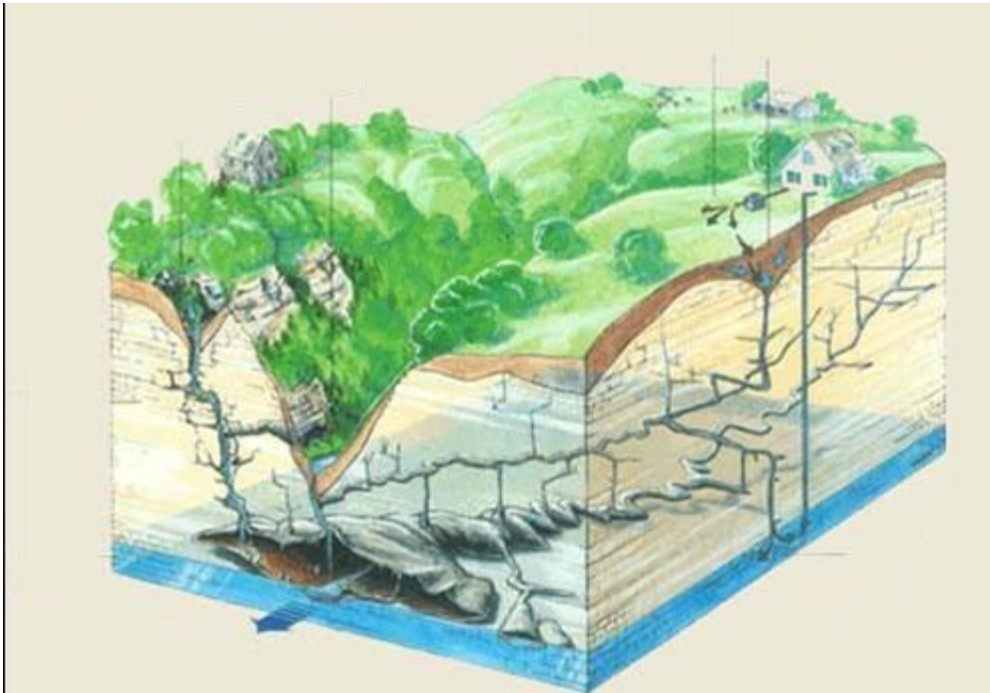
Kihívások a modellezésben

- Lokális jelenségek vizsgálata nagy regionális áramlási rendszerekben
- Nagyszámú termelőobjektum
- 2 x 2 km-es felbontás
- Melléfúrásos felújítás ill. kútkiváltás esetén többletermelés jelentkezik
- Illegális kutak, illetve "nem bejelentett" termelések kezelése

Termelési scenáriók (modellfuttatási verziók)

- 0. verzió: A VGT2-ben alkalmazott termelési változat 2008-2013
- 1. verzió: 2014-2015 termelésekkel kiegészített
- 2. verzió: Többletként a 2016-ben beadott új öntözési célú igények (növekmény)
- 3. verzió: Elvi tervezői becslés 2027-ig (növekmény)
- 4. verzió: Hatásmérséklő intézkedések kapcsán csökkenő vízigény (pl. beruházások, mikroöntözés, csepegtető, esőztető rendszerű öntözés, hálózatrekonstrukció stb.)

Különböző hidrogelológiai rendszereink különféleképpen reagálnak az éghajlatváltozásra



Nyári vízhiányok a csökkenő beszivárgás miatt
(vízvisszatartás, vízkorlátozás, alternatív források)

A csatalakozó nem-karsztos területek növekvő
árvízi és vízminőségi kockázatai

Vízgyűjtő-gondozás, monitorozás, „early-warning” rendszer

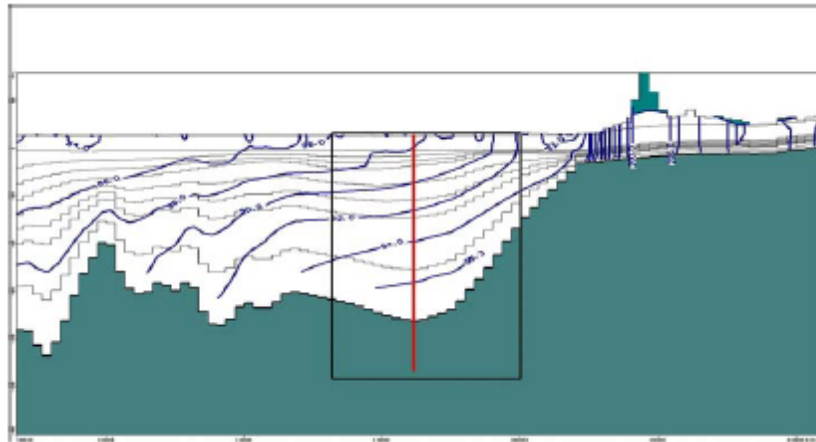
Különböző scenáriók (téli csapadéktöbblet, nyári párolgástöbblet, növekvő változékonyság, esetenként évszakonként eltérő tendenciák)

Különböző hidrogeológiai helyzetek:

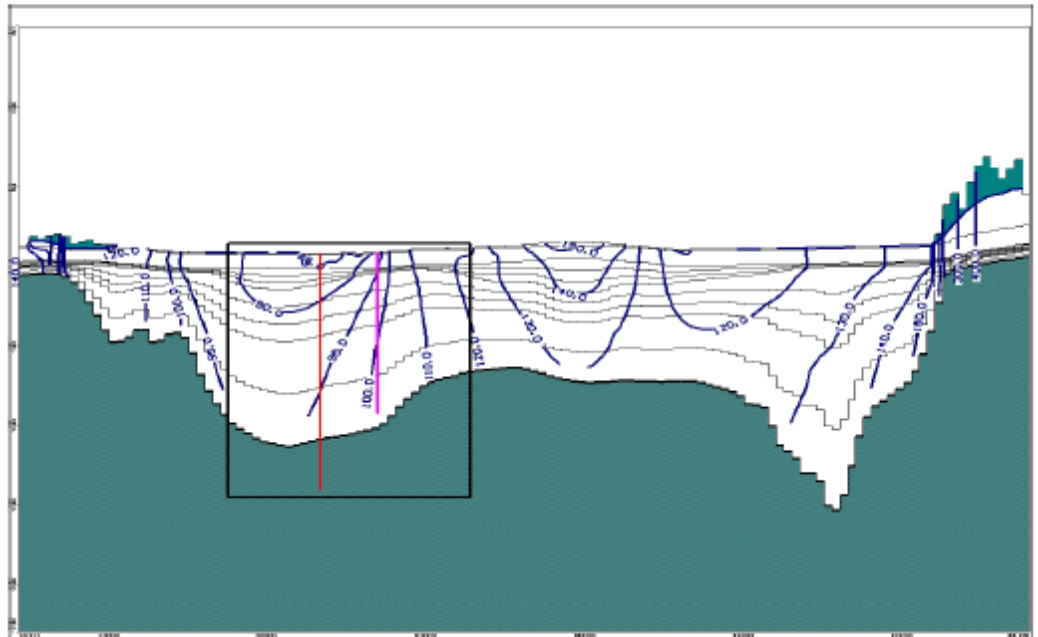
- **Karszt területek**
- Lössös dombvidékek
- Homokhátságok
- Magas talajvízállású síkvidéki területek
- Parti szűrésű rendszerek

Az értékeléshez

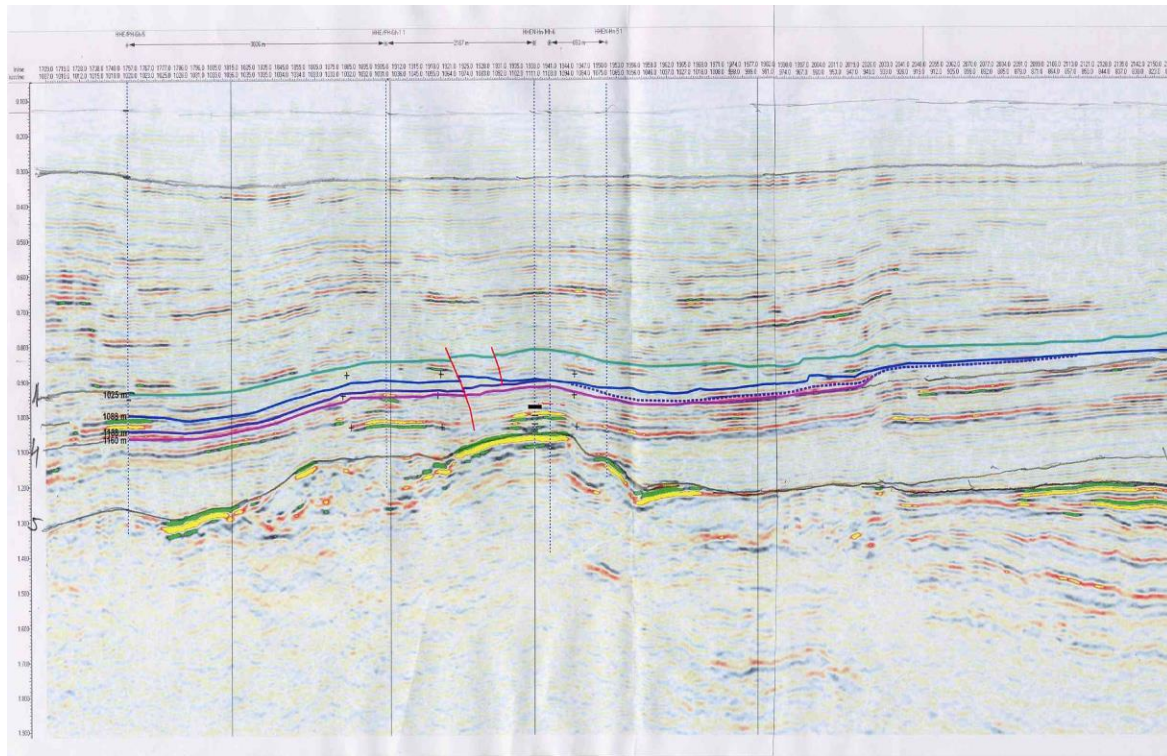
- felhasználtuk az XL Pannon modell eredményeit a regionális modell peremfeltételeinek megadásához;
- a megbízó által átadott 3D szeizmikus felvételeket és karottázsokat;
- a vízminőségi, hidrogeológiai és fúrási adatbázisokat, szkennelt karottázs-gyűjteményünket;
- az országos vízmegfigyelő hálózat idevágó eredményeit;
- a termálvizekre vonatkozó vízminőségi tanulmányainkat és más irodalmi adatokat;
- Kiegészítő részletes (és akkreditált) vízmintákat vettünk, és elemeztünk (szerves és szervetlen fő- és mikrokomponensek, izotópok)



5. ábra. A potenciálviszonyok alakulás a Gh-5 kút D-É-i szelvényében, termelések előtt, „eredeti állapotban, a Pannon modell alapján. A fekete keret a jelen modellezési teret mutatja.



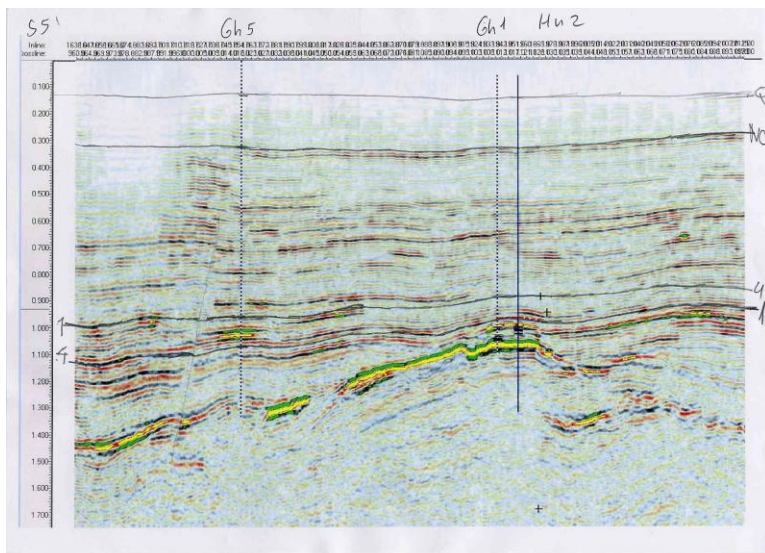
6. ábra. A potenciálviszonyok alakulás a Gh-5 kút Ny-K-i szelvényében, termelések előtt, „eredeti állapotban, a Pannon modell alapján. A fekete keret a jelen modellezési teret mutatja.



A 3D szeizmikus szelvényeket Uhrin András, a tágabb és szűkebb térség karottázs-szelvényeit Makk Ágnes értékelte;

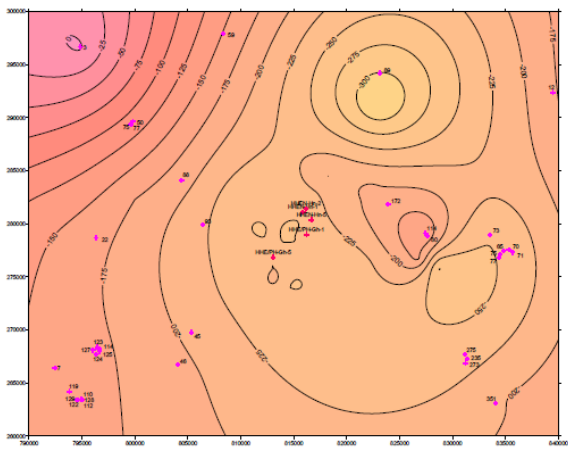
Az értékelésekből 3D hidrosztratigráfiai modellt Tóth György készített;

A térinformatikai feldolgozásokat Muráti Judit végezte



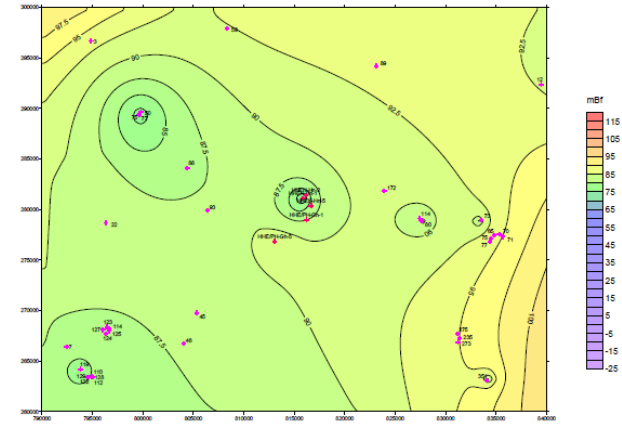
Most először nyílt mód az elkülönített delta-front lebenyek hidrogeológiai modellbe építésére

A Nagyalföldi Formáció talpának helyzete

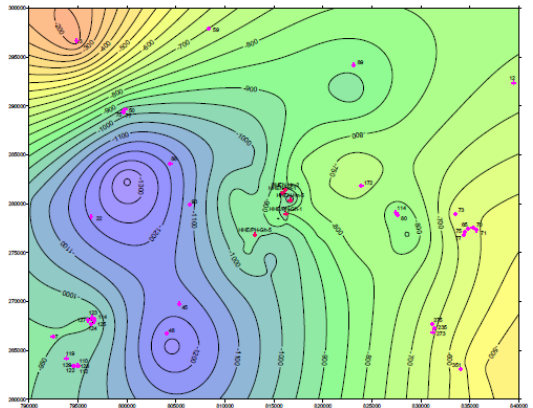


Részletek a 3D földtani térmodellből és a 3D áramlási modellből

Hidrolikus potenciálvíznyomok alakulása a deltafront közepő részében, (a termálvizes rétegcsoporton belül)

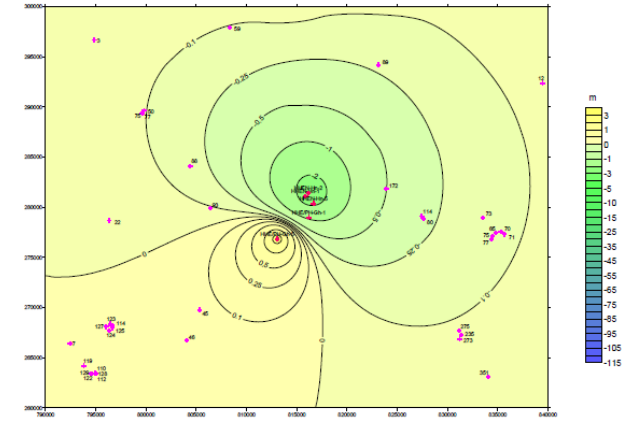


Az Újfahati Formáció deltatücsög talpának helyzete (A „termálvizes rétegcsoport” fedőfelébe)

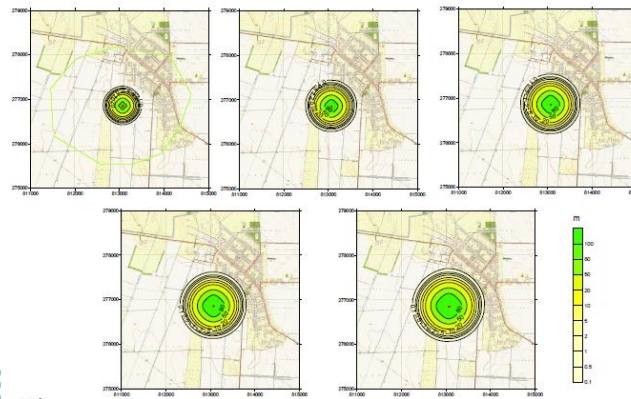


Részletek a szennyezőanyag transzport modellből

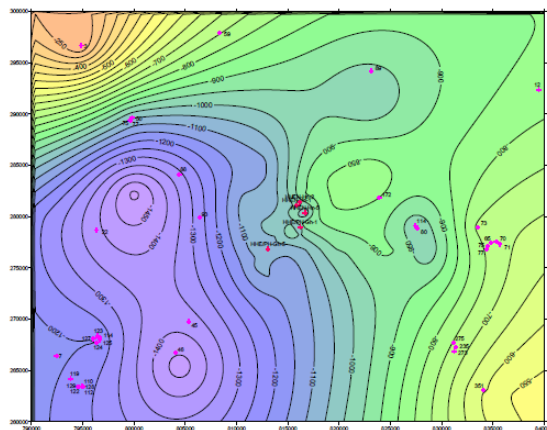
A depresszió alakulása a hajdúmizási gáztérmező és a görbeházi besajtolás hatására a deltafront felső részében, (a termálvizes rétegcsoporton belül)



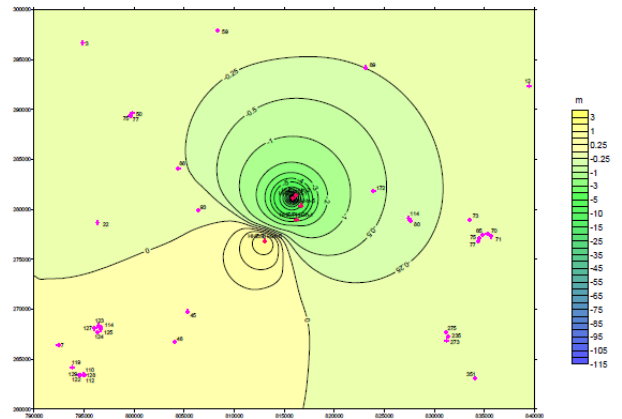
A koncentráció alakulása a visszajátólás hatására a deltafront felső rétegében 10, 20, 30, 40 és 60 év múlva

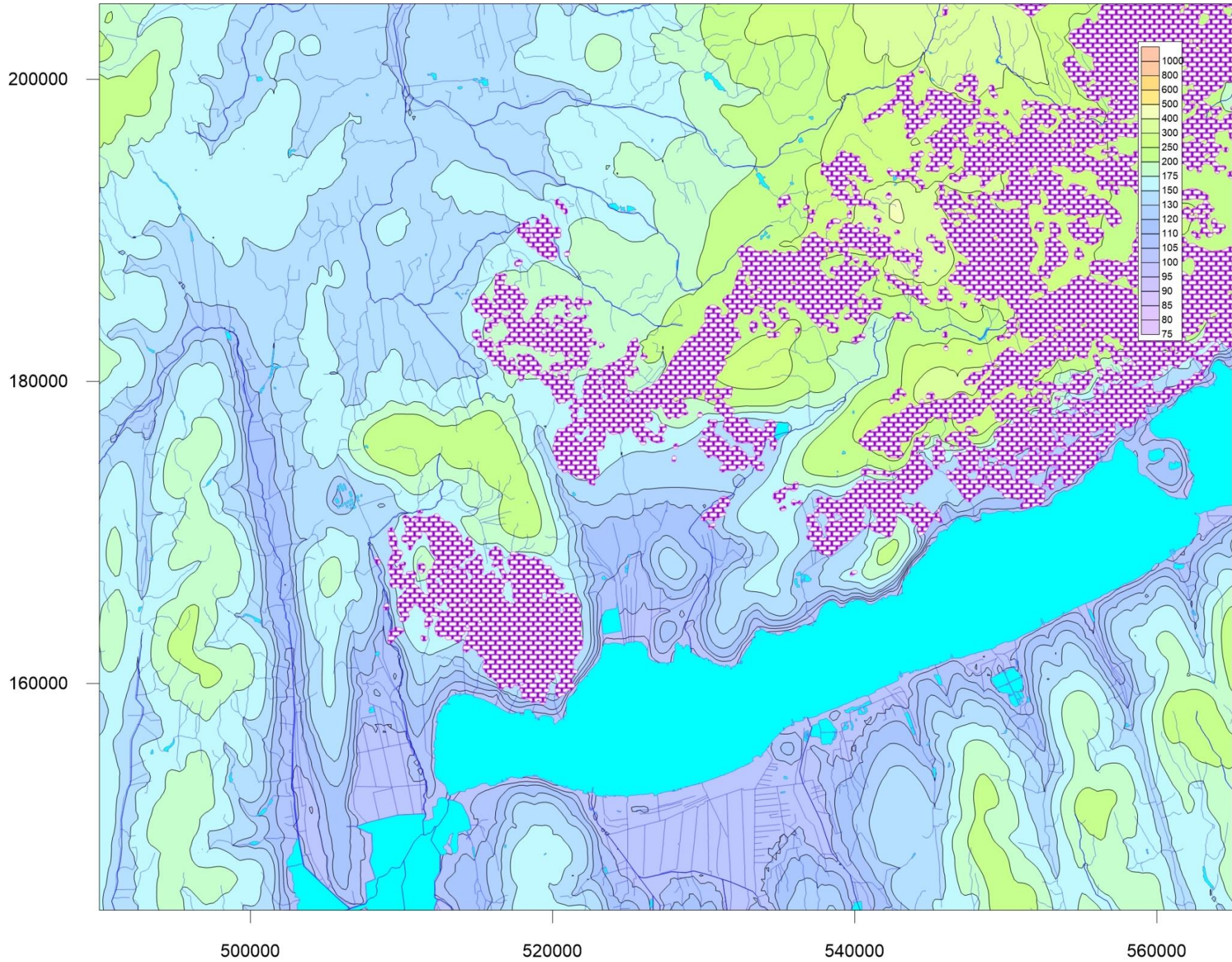


A Gb-5-ös fúrásban kijelölhető deltafront talphoz tartozó szeizmikus felület helyzete a termálvizes rétegcsoporton belül



A alakulása a hajdúmizási gáztérmező és a görbeházi besajtolás hatására a deltafront alsó részében, (a termálvizes rétegcsoporton belül)





A felszín alatti vizek feladataihoz szakmai-tudományos módszer:

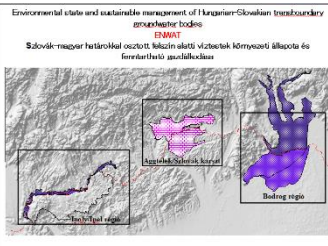
Regionális hidrogeológiai értékelések, áramlási és transzportmodellek készítése

A felszín alatti vízkincs számbavétele mellett a

- védelemhez,
 - helyreállításához,
 - gazdálkodáshoz, (beleértve a klímaváltozásra adott válaszokat is)
- szükséges **megérteni** a víz mennyiségi viszonyait meghatározó áramlási folyamatokat, és
- összetételét meghatározó vízkeveredési és a víz-kőzet kölcsönhatási folyamatokat.

A megértés, majd az **előrejelzések** legcélszerűbb eszközei

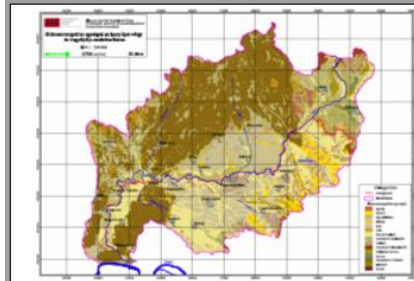
- az áramlási,
- az oldott-anyag transzport és
- a víz-kőzet kölcsönhatási **modellek**, regionális léptékben



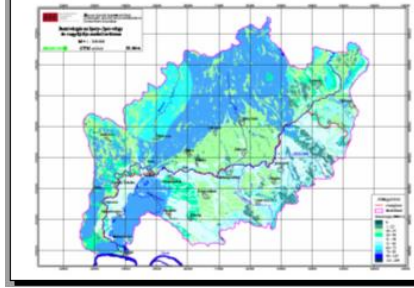
Felszín alatti vizeink -- határok nélkül

Kárpátmedencei szomszédaink hasonló értékekkel és problémákkal rendelkeznek, mint mi.

A felszín alatti vizek kutatói itt egy nyelven beszélnek, és értik egymást



Szlovák-magyar együttműködésben készített hidrogeológiai (fent) és beszivárgási térkép (lent). (MÁFI-SGUDS-SMAR-AGD, 2008)



Vízmű-kút (és észlelő-kút) az Ipoly allúviumán



A vízű-kutak vízmennyiségét és minőségét befolyásoló Ipoly-szakasz

Regionális hidrogeológiai értékelések, áramlási és transzportmodellek készítése határokkal osztott felszín alatti víztestek esetében

- Közös térinformatikai alapok, topográfia, vetület, terep-modell
- Egyeztetett geológiai térképek, térmodellek
- Egységes vízrajzi, hidro-meteorológiai és hidrogeológiai adatbázisok
- Egyeztetett mennyiségi és minőségi monitoring-hálózatok
- Kiegészítő és harmonizált vízmintavételezések, vízanalízisek (szervetlen és szerves, makrokomponensek és nyomelemek, izotópok)
- Víztermelések és szennyező-források egyeztetett katasztere
- Koncepcionális modellek kialakítása
- Regionális modellek a vízháztartási, vízáramlási viszonyok meghatározására
- Szcenárió-elemzések (gazdasági, klimatikus, társadalmi jövőképekre)