

Az OTKA T47086 tematikus pályázat részletes kutatási zárójelentése

A részletes kutatási jelentésben is csupán igen tömören és kivonatossan tudjuk ismertetni az elért eredményeket, ezért az egyes publikációkat a bírálók számára elérhetővé tesszük az ELTE egy internetes felületén:

http://www.cs.elte.hu/probability/markus/OTKA47086_Publications/

Mivel a teljesen szabad nyilvános hozzáféréssel kiadói jogokat sértenénk, ezért a publikációk elérhetőségét csak ebben a jelentésben adjuk meg, és csak a bírálók munkájának elvégzéséig biztosítjuk, ha ugyanis a jelentés nyilvános, akkor a publikációk is szabadon hozzáférhetővé válnak. A publikációk egy részére közvetlen linkkel rámutatunk ebből a dokumentumból, de nem mindre, így a weblapot külön is érdemes ellenőrizni.

Első kutatási témánkként a dinamikus faktoranalízis, mint módszer alkalmasságát, "erejét" szándékoztunk kutatási tervünknek megfelelően tesztelni. Ezt egyfelől karsztos viszonyok között területi kiterjesztéssel kívántuk megtenni. Az előző kutatási projektünkben vizsgált Bakony-, Keszthelyi-hegység és Balaton-felvidék területén elhelyezkedő 64 megfigyelő kút hálózatát a Vértes-Gerecse-Budai-hegységgel kiegészítve 117 megfigyelő kút karsztvíz szintjeinek változását elemeztük 1970 és 1990 között. A cél ezúttal is a karsztvíz szintek változását alakító hatások meghatározása volt, dinamikus faktoranalízist alkalmazva a megfigyelt kutak hidrográfjaira. A vizsgálatunk megerősítette, hogy a faktorok a karsztot érő nyilvánvaló fő hatásokat reprezentálják, de ezen túlmenően faktorokhoz tartozó faktorsúlyok objektíven számszerűsítik a karsztvízszintet érő hatások (vízkiemelés, beszivárgás) intenzitását egy adott megfigyelőhelyen. A kapott faktormegoldások azonosításához kerestük a kapcsolatot azokkal a tényezőkkel, amelyek szakmai szempontból szóba jöhettek. Az egyik ilyen nyilvánvalóan a vízkivétel. Míg eddigi vizsgálati területünket egyetlen domináns vízkivétel jellemezte, addig a kiterjesztett területen több jelentős vízkivételi hely is található (Nyírád, Iszkaszentgyörgy, Tatabánya, Dorog). Így hatásuk sokkal komplexebben jelentkezik e területen és ezért kérdésként vetődött fel, hogy azonosíthatók-e a vízkivételi hatások a dinamikus faktoranalízis segítségével. Ennek legegyszerűbb vizsgálati lehetősége az, ha a hidrográfok mintázatait hasonlítjuk össze a faktorokkal és az eredmények tükrében következtetünk a vízkivétel helyére.

Az első faktor a nyírádi vízkiemelés hatását tükrözi. A vízkiemelési ponttól távolodva annak hatása csökken, hiszen a vízkiemelés jelentős befolyása mellett egyre nagyobb szerephez jut a fluktuáció. A második faktor is vízemelésekkel, mégpedig a Dorog és Tatabánya környékiekkel van kapcsolatban. Ez az eredmény új elem, ugyanis az eddigi esetekben egy háttértényezőt egy faktor írt le. Itt azonban az eltérő vízkiemelések különböző háttértényezőként jelennek meg, ami természetes, hiszen a vízkiemelések mértékében és dinamikájában olyan jelentős eltérések mutatkoznak, amit egyetlen faktor nem képes jellemezni. A harmadik faktor a Balaton-felvidéki kutakkal mutat nagyon szoros kapcsolatot. Mivel ezen megfigyelési pontokon a Litéri-feltolódás miatt még nem érződik a vízkiemelések hatása, a beszivárgás lehet a vízszintingadozás legjelentősebb alakító tényezője. Az említett eredményeket a [Karsztfejlődés X. lektorált konferenciakötetében \(35-48 old.\)](#) publikáltuk és a konferencián ismertettük.

Sajnos a bauxitbányászat megszűnésével nagyon sok megfigyelőkút mintavételezése is megszűnt, vagy rendszertelenné vált, és ezért a visszatöltődési folyamatok általunk javasolt tematika szerinti követésére ezen adatok elégtelennek bizonyultak.

A dinamikus faktoranalízis alkalmazhatóságát ugyancsak vizsgáltuk nem karsztos területekre is (Duna-Tisza köze, Nyírség, Tiszántúl), amelyek egészen más hidrogeológiai környezetet jelentenek. Itt a talajvízszint idősorok álltak rendelkezésünkre. A vízföldtani szerkezetet vízrekesztő és víztározó képződmények váltakozása jellemzi, ahol a víztározó képződmények különböző mélységeiből kommunális vízellátás céljára vízkiemelés történik. Elvégeztük a dinamikus faktorok becslését ezen területekre is. A kapott eredmények megerősítették a Tiszántúli területre azt a képet, hogy 3 faktor elég jól értelmezhető és le is írja a talajvízszint idősorok viselkedését. Az első (legjelentősebb) faktor a csapadékösszeg éves átlagától vett integrált eltéréssel mutat szoros kapcsolatot. A második bizonyos területi jellemzőkkel asszociálható, míg a harmadik a rétegvíz kitermelő kutak éves átlagtermelésétől való integrált eltéréssel mutat jelentős korrelációt (150m- és 200m-es mélységben történt szűrőzés esetén). Ezen eredmények segítségével értékelhető képet kaphatunk a talajvizek és a rétegvizek közötti kommunikáció mértékére. A vizsgálatok eredményeit a Felszín alatti vizek konferenciáján 2005 tavaszán ismertettük, publikációjának előkészítése folyamatban van. A másik két területre (Duna-Tisza köze, Nyírség) elvégzett vizsgálatok *hallgatói szakdolgozatként* rendelkezésre állnak, azonban komoly tudományos igényű publikáció elkészítéséhez további értékelő munka szükséges, amely ugyancsak folyamatban van, és ennek egy része elkészült és közlésre elfogadásra került a Budapesti Gazdasági Főiskola legjobb konferenciaelőadásainak *Best of BGF* kötetében.

A Dunántúli–Középhegység karsztja és az Alföld üledékes medencéjének víztározója után a Duna által befolyásolt Szigetköz talajvíz tartójára alkalmaztuk a vizsgált eljárást. A Szigetköz talajvízszint idősorait a Duna elterelése miatt két részre kellett osztani, és így külön vizsgálni. Azt találtuk, hogy az elterelés előtti állapotban Duna hatása mellett minden más háttértényező (pl. csapadék) hatása kisebb nagyságrendű, és ezért nem egyértelműen azonosítható. A Duna elterelése után az eltereléssel csökkentett vízhozamú és megemelt küszöbű Duna csökkent hatása mellett, a megnövekedett jelentőségű csapadék, illetve az üzemvízcsatornából az eredeti mederbe visszatérő dunavíz hatása is azonosítható. Igazi szakmai többletet a dinamikus fatorsúlyokból szerkesztett izovonalas térképek adtak, amelyekkel a változások számszerűsítve és helyhez kötve is kimutathatóak voltak. Ezek szerint az első faktor (Duna) legnagyobb súlytényezői az elterelés előtt a Szigetköz ÉNy-i részén helyezkedtek el. Az elterelés után ezek a súlypontok mintegy 15 km-re DK-re mozdultak el. Ez hidrogeológiai szempontból azt jelenti, hogy a folyónak az elterelés előtti legnagyobb mértékű betáplálási helye térben jelentősen megváltozott. A második háttértényező súlytényezőinek térképe a csapadék leszivárgásának intenzitását mutatja. A harmadik faktor - melyet az üzemvízcsatornából az eredeti mederbe visszatérő dunavíz hatásával lehet leginkább asszociálni, - dinamikus súlyainak térképén látható, hogy az Alsó-Szigetközben a Dunának más a hatása, mint a Felső-Szigetközben. Az Alsó-Szigetközben a Dunával párhuzamos és a Mosoni-Duna felé csökkenő értékű intenzitás izovonalak szemléletesen mutatják a Dunából történő betáplálást. Az eredmények jelenleg *kutatási*

jelentés szintjén állnak rendelkezésre, de elkészült egy rangos nemzetközi folyóiratba szánt cikkünk is, melynek angol fordítása jelenleg folyik, és hamarosan benyújtásra kerül.

Az említett publikációkon túl a felszín alatti vizek szintjét befolyásoló háttérhatások meghatározására alkalmazott dinamikus faktoranalízis eredményeinek teljes tematikus összefoglalását **Kovács József doktori disszertációja** tartalmazza. A módszer alkalmazásának általánosabb érvényű tanulságait egyetemi tankönyv részeként is publikáltuk (***Geomatematikai praktikum***).

Felszíni és felszín alatti vizeink vízhozam adatainak elemzésével egyaránt foglalkoztunk. Ennek során olyan eredményeket is sikerült elérnünk, melyeket a munkaterv írásának idején még nem láthattunk előre, illetve felelősséggel nem lehetett elvállalni. A Tisza vízhozamának leírására kidolgozott nemlineáris heteroszkedasztikus modellünk jól illeszthető volt a Duna vízhozam idősorára is, nem is egy megfigyelési ponton. Ezt a modellt, becslése tulajdonságainak elemzésével és az illesztések eredményeivel (eloszlások, kvantilisok, valamint nagy értékek klaszterméretének jó egyezése a tapasztalati és szimulált vízhozamokban), az idősorok elméletének talán legrangosabb folyóirata a [*Journal of Time Series Analysis*](#) közölte. A későbbi kutatás során sikerült a modelltől származó vízhozamok nagy értékeinek eloszlását azaz az elméleti farokviselkedését, és ezen keresztül az elméleti visszatérési szintek nagyságrendjét meghatározni - a tapasztalati és a modellbeli szintek egyezéséről már a fent említett szimulációk is nagyon kedvező képet adtak. Ezt az eredményünket egy egyszerűbb előzetes formában az [*IWAP2008 konferencia proceedings*](#)ében publikáltuk, de azóta folyamatban van a pontos eredmény megjelentetése rangos folyóiratban is.

Egy másik modellt is kidolgoztunk a folyóvízhozamokra, mert a Hurst hatást, amely már az asszuáni gát építése óta ismert, és amely jól megfigyelhető hazai vizeinkben is (ezt már előző OTKA pályázatunkban megállapítottuk) nem láttuk közvetlenül levezethetőnek fenti modellünkből. E másik modell a rezsimváltásokon alapul, és érdekes magyarázatot kínál a Hurst jelenségre, mivel a rezsimváltások szimulálni képesek azt, mintegy be tudják csapni a hosszú emlékezet detektálására hivatott statisztikákat. Folyók vízhozamai esetén bizonyos, részben determinisztikus rezsimváltó modellek ismertek ugyan az irodalomban, de ezek a hosszú emlékezet magyarázatára nem igazán tűnnek alkalmasnak. Éppen ezért kidolgoztunk egy olyan rezsimváltó modellt, amelyet sikerrel tudtunk illeszteni a Tisza vízhozam adatsoraira. A modellt és annak MCMC eljárásos becslését, a [*Journal of Statistical Planning and Inference*](#) c. folyóiratban publikáltuk. Ugyanebben a cikkben elemeztük az illeszkedés minőségét is az előzőekhez hasonló tematikával a szimulált és a tapasztalati extrém érték jellemzők (gyakorlatilag árvízjellemzők: visszatérési szintek, szint felett töltött idők, árvízterfogat) összevetésével. Továbbá a modell elméleti tulajdonságainak elemzésében, a rezsimváltó modell nagy értékeinek csoportos előfordulására (klasztereződésére) kaptunk elméleti eredményt (klaszterméret eloszlása), valamint a modellben meghatároztuk az árvízterfogat eloszlását is. A modellilleszkedések a szimulációk mellett így ezen elméleti szempontok szerint is vizsgálhatók. Ezeket az eredményeket az [*Indian Society for Probability and Statistics*](#) éves kongresszusának (Nagpur) meghívott előadójaként ismertettem, absztraktként megjelent, rangosabb publikációja előkészületben van.

Fontos kérdés a modellek illeszkedésének milyensége – e téren a klasszikus

kovariancia struktúra vizsgálaton lényegesen túllépve azt vizsgáltuk, hogy a modell mennyire adja vissza a tapasztalati nemlineáris függőségeket. Ilyen függőségek jellemzése a pénzügyi folyamatok vizsgálatában elterjedt az u.n. kopulák használata. Mi az autokovariancia függvény analógiájára javasoljuk az autokopulák használatát idősorok nemlineáris összefüggési struktúrájának jellemzésére, és kidolgoztunk összehasonlító eljárásokat autokopulákra, majd ezzel vizsgáltuk, hogy kétféle modellünk közül melyik áll közelebb a folyók vízhozam idősorának tapasztalati autokopulájához. A kapott eredményeket az [IWAP2008 konferencia proceedings](#)ének egy másik cikkében, valamint a [COMPSTAT2008 konferencia proceedings](#)ében jelentettük meg.

Sikerült kapcsolatot találni a kétféle modell között, ami magyarázza, miért illeszthető jól mindkettő. A rezsimváltó modellnek adható gyenge ARMA reprezentációja, azaz ARMA szűrőn átbocsátott, nemlineárisan struktúrált (tehát nem független értékű) de korrelálatlan zaj generálta folyamatként. Ezek között az irodalomban ismertek olyan folyamatok, melyek előállítják azt a heteroszkedaszticitást (a feltérteles szórás időfüggését), amelyet az első modellünk felépítésének kiindulópontjául választottunk.

Nagyon fontos kérdés a mellékfolyókon érkező és a főfolyón levonuló árvizek kapcsolata, melynek megértését segítheti a vízhozamok nemlineáris összefüggőségének vizsgálata. Ez utóbbit a trendtől, szezonaritástól esetlegesen lineáris függőségektől alkalmas szűrővel megtisztított vízhozam idősorok kopulája jellemzi. A Szamos és a Tisza esetén foglalkoztunk ilyen vizsgálattal, melyet a [XIIth ASMDA \(Appl. Stochastic Modells and Data Anal.\)](#) konferencián, Chaniában ismertettem. Az együttes modell kidolgozása még nem teljes, de ígéretes kutatási irány, siker esetén az absztraktnál rangosabb publikációját is tervezzük.

Az eredményeket a fentebb már említett konferenciákon túl a *Manchesteri Egyetem* szemináriumán (meghívottként), a *Szingapuri Bernoulli Kongresszuson*, ([absztrakt](#)) valamint az *University of Malaysia* szemináriumán (meghívottként) ismertettük (absztraktokban OTKA támogatás feltüntetve), publikációjuk konferencia proceedingsben és folyóiratban is előkészítés alatt áll. A Kalkuttai székhelyű *Indian Statistical Institute*-ban felvetették (Ashis Sengupta), hogy kapcsolódjunk be a Brahmaputra vízjárásának elemzésébe - jelenleg a megfelelő formát és finanszírozást keressük.

Munkatervünkben célul tűztük az Aggteleki-karszt öt Jósvafő környéki forrásának mintegy 20-30 évre kiterjedő napi átlagos vízhozam idősorainak vizsgálatát, melynek során a tárolórendszerek kiürülési idejének elemzésével foglalkoztunk. Ennek során meghatároztuk öt vizsgált forrás esetében az apadási görbe töréspontjainak idejét. A vizsgálat menete szerint logaritmikuskálán vizsgáltuk a leürülés napi vízhozam adatait, és egy kiválasztott és rögzített ponttól kezdve szukcesszíven regressziós egyenest illesztettünk a következő pontokra (mindig eggyel-eggyel továbblépve). A regressziós reziduálisok szórásnégyzenek hirtelen növekedéséből, valamint az illesztett egyenes meredekségeinek nagyobb arányú növekedéséből arra lehet következtetni, hogy ebben időpontban az adott járatszélességű csatornák nagyrészt kiürültek és a vízhozamot ezek után az eggyel kisebb mérettartományú járatok biztosítják. (E változások az elmélet szerint ugrásszerűek.) Ezek után az így meghatározott időponttól kezdve megismételtük az eljárást, hogy megkapjuk az eggyel kisebb járatszélességű csatornák kiürülésének időpontját.. Így tehát a leürülési görbének az elsőtől az utolsó pontjáig illesztett

regressziós egyenesek száma megadja a különböző mérettartományú karsztos járattípusok számát. Összehasonlítva a korábbi, és a jelen munkában szereplő módszerből kapott eredményeket, az tapasztalható, hogy az eddig ismert elméleti megfontolások illetőleg az empirikus megfigyelésekből származó következtetések viszonylag jó hasonlóságot mutattak a matematikai számításokkal. Néhány helyen azonban eltérés mutatkozott a két módszer között. Az 1. tároló kiürülési napjainak meghatározásában a kétféle számítási eredmény gyakorlatilag megegyezett mind az öt forrásnál, a különbségek elsősorban a 3. tárolóra vonatkozó időhosszban jelentek meg a sokéves kiürülések átlagának tekintetében. A kapott eredményeket a [Karsztfelődés X. konferenciakötetében \(91-105 old.\)](#) publikáltuk és a konferencián ismertettük.

Egy térstatisztikai probléma is szerepel kutatási témáink között. A Mátrai Erőmű Rt. két visontai bányájában előfordulnak homokköveket tartalmazó szintek, melyek kialakulását és elhelyezkedésüket tekintve valószínűleg felszínalatti szivárgó-vizekből kicsapódó karbonátosodott testek. a Mátraalja Szénbányák számára e mészcementált kőzettestek helyének előrejelzése nagyon lényeges technológiai és gazdasági érdek. Mindemellett előfordulási valószínűségük és ebből a bányászat számára adódó rizikó becslési módszerének kidolgozása a modellalkotás és elemzés szintjén alapvető jelegű problémákat vet fel. Sajnálatosan az első kutatási év finanszírozási hiánya következtében kialakult lemaradásunk hatása e kutatási pontban a legjelentősebb, mivel a tervezett terepi adatok felvételére, mintavételezésre és elemzésekre akkor a pénzhiány miatt nem kerülhetett sor. Ezzel momentumot veszítve, a bánya részéről korábban meglévő érdeklődést és önzetlen segítő hozzáállást is részben elveszítettük, és így mindmáig nem tudtuk pótolni az akkor elmaradt adatfelvételt – beszerzést. Az eredetileg ígért mintegy 900 fúrás adatai helyett mindössze 34-et sikerült digitális formában megszerezni, igaz részletesebben. A karbonátos lencsék genetikai vizsgálatát a 2006-os évben el tudtuk végeztetni.

A Mátrai Erőmű Rt két visontai bányájában a homokkövek előfordulásáról fontos információt szolgáltat eredetük és keletkezésük tisztázása. E célból kalcitásvány minták urán-tórium kormeghatározását végeztettük el. A vizsgálat legfontosabb eredménye, hogy a kalkrétek nem egyidőben képződtek a kutatási területen, hanem volt legalább két mészdúsulási időszak. Mivel a vizsgált rétegsorban több tíz méteres vastagságban is megtalálhatóak a kalkrétek egyaránt a felső-pannóniai lignit fedő alluviális sorozatban és a „vörösagyag” tartalmú talaj-üledék rendszerben, viszonylag folyamatos kalkrétképződés valószínűsíthető, akár a negyedidőszak kezdetétől is.

A vizsgált rétegsoron belül az egyik legkorábbi mészkiválás a felső-pannóniai alluviális üledékek eróziós felszíne mentén, a fagy hatást kísérő extrakiszáradással összefüggésbe hozható lemezes, breccsás kalkrét képződése volt. Ezután, a viszonylag lassan felhalmozódó, „vörösagyag” tartalmú talaj-üledék rendszerben is képződött kalkrét viszonylag folyamatosan. Kalkrét képződhetett a terület lassú süllyedésével lépést tartóan, a képződmény-együttes fokozatos vastagodásával szinkronban, az éppen aktuális talajfelszín közelében (pedogén és talajvíz kalkrét), de a HCO₃- ionban gazdag felszín alatti vizek süllyedés következtében mind fiatalabb talajszintekkel való érintkezése nyomán, a sekély eltemetődés során, korai diagenetikus cementáció eredményeként is.

A felső-pannóniai lignitfedő alluviális sorozatban (1. pedo-litosztratigráfiai egység) észlelt mészcementált homokkő testek esetében meghatározó a homokos összetétel,

amiért a felszín alatti vizek a szemcseközi térben könnyebben mozogva nagyobb területeket cementáltak mésszel. A vörös és barna színű talaj-üledék rendszerekben azonosított nagyrészt gumós és a gumókhoz kapcsolódó breccsás szerkezetű kalkrétek képződésében meghatározó a duzzadó agyagásvány tartalom, amely függő talajvíz lencsék kialakulását biztosítja. A gumókban és a rétegsor magasabb részein, életnyom kalkrétekben is talált repedezett, breccsás szerkezet a kiszáradás során alakult ki, ezért valószínűsíthető, hogy az itt vizsgált kalkrétek képződésénél az éghajlat a jelenkorinál szárazabb és/vagy hűvösebb is volt. Uralkodóan abiogén képződésűnek értékelhetők a vizsgált kalkrétek, az életnyomokat kitöltő mészsanyag esetében merül fel az élővilág szerepe (gyökérnyom), illetve a breccsás, meszes csatornakitöltésben azonosított, mikrites peloid szemcsék lehetnek meszesedett fekális pelleték.

A karbonát anyag eredetére vonatkozóan megállapítható, hogy az izotóp összetétel alapján nem a lösz kilúgozódása a meghatározó, hanem sokkal valószínűbb a felszín alatti vizek szerepe. Ez esetben, a háttér felől a medence irányába áramló felszín alatti vizek pályáját is figyelembe véve logikus megoldásként vetődik fel a Mátra, mint lehetséges forrásterület. Beáramlási területen, ahol gyakori az oldódás, az andezit kalcium tartalmú ásványai (pl. plagioklász) vagy a hidrotermális ércesedéshez kapcsolódó ásványfázisok (kalcit pl. Parádsasváron), felszíni vagy felszín alatti mállásukkal szolgáltathatnak kalciumot az észlelt, jelentős mennyiségű kalkréthez. Az elért eredményeket az [*Isotopes in Environmental and Health Studies*](#) c. folyóiratban közöltük.

Ami a modellezés matematikai statisztikai módszereit illeti, ugyan egészen más alkalmazási területről (biztosítási rizikó térbeli becslései), de a problémafelvetés és a rendelkezésre álló információ jellegét és nagyságát tekintve lényeges analógiát mutató adatokra angol munkatársainkkal (Charles Taylor és Ian Dryden) közösen sikeresen kidolgoztunk és alkalmaztunk két becslési eljárást is. Egyiket az [*IAMG torontói konferenciájának kiadványában publikáltuk*](#) is és ugyancsak ismertettük a *varennai Bayesian Inference of Stochastic Processes* konferencián. A másik eljárás publikációja előkészítés alatt áll.

Folytattuk a homokkövek előfordulási valószínűségének becsléséhez felhasználni kívánt statisztikai módszerek továbbfejlesztését. Az MCMC becslési eljárásban korreláló nagydimenziós (3200) normális eloszlású változókkal végezve a block-update-et az eljárás keverő tulajdonságát nagymértékben megjavítottuk. Ezt az eredményt a *toruni European Meeting of Statisticians* konferencián ismertettük. A ritka mátrixok elméletének eredményeit is bevonva a becslési algoritmust gyorsítani is sikerült. Erről szólt a *COMPSTAT2006 konferencián* megtartott előadás. A két módosítás együttes alkalmazásával a kezdeti 3000 szimulációs lépés/8 óra futásidő viszonyt 5millió szimuláció/8 óra futásidő – re sikerült növelni és így az eljárás konvergenciáját és ezzel a becslés megbízhatóságát jelentősen megnövelni.

A kockázatbecslésben két irányban sikerült előre lépni. Az eddigi térbeli modell darabszám jellegű mennyiséggel jellemzett rizikó becslésére működött csupán. Most sikerült modellt felépítenünk értékében folytonosan változó, tehát bármely kvantitatív, mérhető mennyiséggel jellemzett rizikóra, bár eloszlás szempontjából még jelentős megszorításokat kell alkalmaznunk, hogy a becslés számítható legyen. A modellt az *Indian Society for Probability and Statistics* éves (2008) kongresszusának (*Nagpur*)

meghívott előadójaként ismertettük, és publikációja előkészítés alatt áll. A másik irány a modellilleszkedés értékelése. Itt az u.n. valószínűség térkép értékeinek eloszlásbecslésével lényegében alkalmas próbához jutottunk arra vonatkozóan, hogy a modell alul-, megfelelően, vagy túlillesztett-e. Az erre vonatkozó eredményt könyvrészletként publikáltuk a Birkhauser kiadó Advances in Data Analysis sorozatában megjelenő [*Theory and Applications to Reliability and Inference, Data Mining, Lifetime Data and Neural Networks*](#) című [könyv](#)ben

Megkezdjük a fúrési adatbázis elemzését, mely egyelőre jelentős kézimunkát igényelt, mivel az adatok jelentős része nincs számítógépes formában. 9 rétegoszlopot rajzoltunk meg és tanulmányoztunk - ami a mészkiválások mennyiségi és térbeli elrendeződését tisztázni szándékozó elemzés kezdetét jelenti. Ez alapján a 120 m Balti tszf magasság felett, a poszt-pannóniai nagyrészt a pleisztocénben áthalmazott vörösayagban található, kemény, de elszórtan jelenlevő gumós és repedés menti mészkiválások jellemzőek, amelyek nem zavarják jelentősen a bányaművelést (inkább ásványtani érdekességek). A felső-pannóniai lignitfedő alluviális sorozaton belül két jelentősebb mészdúsulási szint volt látható: 110-95 m és 30-50 m Balti tszf között voltak keményebb meszes padok a kőzetliszt anyagú üledékekben vagy az agyag homok összetételű rétegek határán. A terepi tapasztalatok alapján, a kemény meszes padok oldalirányban több száz méteren keresztül is követhetőek, amit az üledékrétegek laterális kiékelődése határoz meg. Ennek megfelelően a fúrési adatbázisból leválogattuk azokat a fúrásokat, ahol megtalálhatók a rétegsor leírások (pl. homok, kőzetliszt, agyag) és a mészkiválás típusok (pl. kemény, puha) és azok vastagsága is, és vizsgáltuk e paraméterek változékonysága közötti összefüggéseket. A fentebb kidolgozott modell illesztése azonban a kevés számú fúrásra vonatkozó adat miatt nehézségekbe ütközött és a kapott eredmény további finomításra szorul, amelyen még jelenleg is dolgozunk.

Kutatásaink eredményeinek nemzetközi fogadtatását valamilyen formában az is mutatja, hogy a témavezetőt cikkek lektorálására kérték fel többek között a Water Resources Research, valamint a Journal of Time Series Analysis folyóiratok, továbbá a valószínűségszámítással és statisztikával foglalkozó kutatók nemzetközi szervezete a [Bernoulli Társaság](#) megválasztotta az [Európai Regionális Bizottsága](#) tagjának.