

A GYIRES BÉLA-DÍJ 2020. ÉVI DÍJAZOTTJA:  
CSOMÓS PETRA



Az MTA III. Matematikai Tudományok Osztálya 2020-ban Csomós Petrának ítélte oda a Gyires Béla-díjat<sup>1</sup>.

### 1. Pályafutásának áttekintése

Csomós Petra 1980-ban született Budapesten, 2003-ban az ELTE TTK-n szerzett meteorológus és csillagász diplomát kitűnő minősítéssel. Tanulmányai alatt a *Matematikai és számítógépes vizsgálatok a légköri modellezésben* című dolgozatával I. díjban részesült az Országos Tudományos Diákköri Konferencián, 2003-ban pedig elnyerte az ELTE TTK-n a Kar Kiváló Hallgatója címet.

2008-ban szerzett PhD fokozatot alkalmazott matematikából az ELTE-n. Ezután másfél évet a Darmstadti Műszaki Egyetemen, majd szülési szabadságot követően két és fél évet az Innsbrucki Egyetemen töltött kutatói és posztdoktori pozíciókban. 2013-ban hazatért, és az MTA-ELTE Numerikus Analízis és Nagy Hálózatok Kutatócsoportjában tudományos munkatársaként folytatta munkáját 2015-ig, amikor adjunktussá nevezték ki az ELTE Matematikai Intézetében, ahol jelenleg is dolgozik. Félállásban továbbra is az MTA-ELTE Numerikus Analízis és Nagy Hálózatok Kutatócsoportjában végez kiemelkedően aktív kutatómunkát. 2016-ban OTKA posztdoktori ösztöndíjat nyert el jelentős versenyben.

Csomós Petra kutatási területei az alkalmazott matematika széles spektrumát felölelik a parciális differenciálegyenletek numerikus módszereitől a funkcionálanalízisen át a fizikai alkalmazásokig.

Tudományos munkásságát több díjjal is elismerték. 2009-ben elnyerte a Bolyai János Matematikai Társulat által fiatal magyar matematikusok kiemelkedő alkalmazott matematikai munkásságának jutalmazására alapított

---

<sup>1</sup><https://mta.hu/iii-osztaly/gyires-bela-dij-105585>

Farkas Gyula emlékdíját. 2014-ben a visegrádi országok tudományos akadémiáit tömörítő The Visegrad group of Academies szervezet fiatal kutatóknak szóló Young Researcher Award elismerésben részesült. 2018-ban Bolyai János Kutatási Ösztöndíjat, 2019-ben pedig az Új Nemzeti Kiválósági Program ösztöndíját nyerte el. Ugyanezen évben sikeres pályázatával elnyert egy kétéves DAAD támogatást is.

## 2. Szakmai tevékenysége

Csomós Petra kutatómunkáját az alkalmazott analízis területén végzi. Fő kutatási témái a parciális differenciálegyenletek numerikus megoldási módszereinek funkcionálanalízis segítségével végzett vizsgálatát, továbbá azok alkalmazásait is felölelik. Munkája során az alábbi kutatási területeken ért el eredményeket:

- operátor-szeletelési eljárások vizsgálata,
- operátor-szeletelési eljárások alkalmazása késleltetést tartalmazó egyenletekre,
- a sekélyfolyadék-egyenletekre felírt lineáris szabályozás feladat hatékony numerikus megoldási módszerei,
- numerikus analízisbeli stabilitási és konvergencia kérdések, fizikai alkalmazások.

Az alábbiakban részletesen ismertetjük az egyes területeken szerzőtársaival együtt elért eredményeit, és megadjuk a vonatkozó tudományos dolgozatok elérhetőségét.

### 2.1. Operátor-szeletelési eljárások vizsgálata

Az alkalmazásokban előforduló időfüggő folyamatok esetén nagyon gyakori, hogy az időbeli megváltozás több, egymástól független hatás eredménye. Az ilyen típusú folyamatoknak megfelelő modellekben a parciális differenciálegyenletekben az időbeli deriváltat a térváltozó szerinti differenciáloperátorok összege adja meg. Ezen problémák numerikus megoldása hatékonyan állítható elő az egyes hatásoknak megfelelő részfeladatok megoldásaiból az úgynevezett operátor-szeletelési eljárások alkalmazásával.

Csomós Petra ezen eljárások hibáját vizsgálva azt találta, hogy csak akkor érdemes az operátor-szeletelési eljárás rendjénél magasabb rendű idődiszkrétizációt alkalmazni, ha annak lépésköze jóval kisebb az operátor-szeletelési eljárás lépésközénél (pontosabban annak bizonyos hatványánál). A szekvenciális és a Strang-féle operátor-szeletelési eljárásokat különféle időbeli és térbeli diszkrétizációkkal együtt a légszennyezés terjedését leíró differenciálegyenletre alkalmazva azt is megmutatta, hogy az operátor-szeletelési eljárások egyik nagy előnye éppen abban rejlik, hogy a részfeladatokra a nekik megfelelő diszkrétizációk alkalmazhatók, így csökkentve a futási időt a stabilitás megtartása mellett. Vizsgálta még, mely esetekben csökkenthető a futási idő az operátor-szeletelési eljárások párhuzamosításával.

Az ezzel kapcsolatos elméleti megfontolásokat a Danish Eulerian Model nevű, légszennyezés terjedést leíró modell futtatása során kapott numerikus eredményekkel is kiegészítette.

Az operátor-szeletelési eljárások konvergenciája a funkcionálanalízis segítségével is vizsgálható. Ekkor általában feltétel, hogy az absztrakt módon felírt evolúciós egyenletben szereplő (térváltozó szerinti) differenciáloperátorok egy-egy erősen folytonos operátor-félcsoport generátorai legyenek. A konvergencia ekkor a Chernoff-féle szorzatformulából adódik. Csomós Petra kutatásai során ezen szorzatformulának a térbeli diszkretizációt is magába foglaló általánosításának alkalmazásával megmutatta, hogy a vizsgált operátor-szeletelési eljárások konvergenciája térbeli és (A-stabil) időbeli diszkretizációk alkalmazásakor is érvényben maradnak. Ezen eredményeket általánosította olyan (nemautonóm) esetre is, amikor a differenciáloperátorok függnek az időtől.

1. BÁTKAI, P. CSOMÓS, B. FARKAS AND G. NICKEL: *Operator splitting with spatial-temporal discretization*, Spectral Theory, Mathematical System Theory, Evolution Equations, Differential and Difference Equations Operator Theory: Advances and Applications, Vol. **221**, pp. 161-171 (2012). DOI: [10.1007/978-3-0348-0297-0\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-0348-0297-0_9)
2. BÁTKAI, P. CSOMÓS, B. FARKAS AND G. NICKEL: *Operator splitting for non-autonomous evolution equations*, Journal of Functional Analysis, Vol. **260**, pp. 2163-2190 (2011). DOI: [10.1016/j.jfa.2010.10.008](https://doi.org/10.1016/j.jfa.2010.10.008)
3. BÁTKAI, P. CSOMÓS AND G. NICKEL: *Operator splittings and spatial approximations for evolution equations*, Journal of Evolution Equations, Vol. **9**, pp. 613-636 (2009). DOI: [10.1007/s00028-009-0026-6](https://doi.org/10.1007/s00028-009-0026-6)
4. P. CSOMÓS, I. FARAGÓ AND Á. HAVASI: *Weighted sequential splittings and their analysis*, Computers and Mathematics with Applications, Vol. **50**, pp. 1017-1031 (2005). DOI: [10.1016/j.camwa.2005.08.004](https://doi.org/10.1016/j.camwa.2005.08.004)
5. P. CSOMÓS: *Analytical solutions and numerical experiments for optimizing operator splitting procedures*, Időjárás, Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service, Vol. **110**, pp. 379-415 (2006). [www.met.hu/en/ismeret-tar/kiadvanyok/idojaras/index.php?id=237](http://www.met.hu/en/ismeret-tar/kiadvanyok/idojaras/index.php?id=237)
6. P. CSOMÓS: *Operator splitting procedures for air pollution transport models*, Large-Scale Scientific Computing, Lecture Notes in Computer Science, Vol. **3743**, pp. 331-338 (2006). DOI: [10.1007/11666806\\_37](https://doi.org/10.1007/11666806_37)
7. P. CSOMÓS, I. DIMOV, I. FARAGÓ, Á. HAVASI AND Tz. OSTROMSKY: *Computational complexity of weighted splitting scheme on parallel computers*, International Journal of Parallel, Emergent and Distributed Systems, Vol. **223**, pp. 137-147 (2007). DOI: [10.1080/17445760601111517](https://doi.org/10.1080/17445760601111517)
8. P. CSOMÓS: *Analysis of a transport model applying operator splitting and semi-Lagrangian method*, International Journal of Computational Science and Engineering, Vol. **3**, pp. 245-254 (2007). DOI: [10.1504/IJCSE.2007.018263](https://doi.org/10.1504/IJCSE.2007.018263)
9. P. CSOMÓS AND I. FARAGÓ: *Error analysis of the numerical solution of split differential equations*, Mathematical and Computer Modelling, Vol. **48**, pp. 1090-1106 (2008). DOI: [10.1016/j.mcm.2007.12.014](https://doi.org/10.1016/j.mcm.2007.12.014)
10. P. CSOMÓS: *Some aspects of interaction between splitting procedures and numerical methods*, Advances in Air Pollution Modeling for Environmental Security, NATO Science Series, Vol. **54**, pp. 77-91 (2005). DOI: [10.1007/1-4020-3351-6\\_8](https://doi.org/10.1007/1-4020-3351-6_8)

11. P. CSOMÓS, I. FARAGÓ AND Á. HAVASI: *Operator splitting and global error analysis*, Air Pollution Processes in Regional Scale, NATO Science Series, Vol. **30**, pp. 37-44 (2003). DOI: [10.1007/978-94-007-1071-9\\_5](https://doi.org/10.1007/978-94-007-1071-9_5)

## 2.2 Operátor-szeletelési eljárások alkalmazása késleltetést tartalmazó egyenletekre

A mindennapjainkban megjelenő időfüggő folyamatok nagy része késleltetést is tartalmazó differenciálegyenlettel írható le. Az absztrakt módon felírt, késleltetést tartalmazó egyenletekre alkalmazott operátor-szeletelési eljárások konvergenciáját Csomós Petra a funkcionálanálízis eszköztárának segítségével vizsgálta. Alapfeltevése, hogy az absztrakt egyenletben megjelenő (térváltozó szerinti) differenciáloperátor egy erősen folytonos operátor-félcsoport generátora, a késleltetést leíró operátor pedig lineáris és korlátos. Mivel a késleltetést tartalmazó egyenletek a megfelelő szorzattéren felírhatók absztrakt evolúciós egyenletként, az operátor-szeletelési eljárások konvergenciájának vizsgálata visszavezethető az előző pontbeli esetekre. Az eredmények általánosíthatók nemautonóm lineáris és nemlineáris dissipatív esetekre is.

1. A. BÁTKAI, P. CSOMÓS AND B. FARKAS: *Operator splitting for dissipative delay equations*, Semigroup Forum, Vol. **95**, pp. 345-365 (2017). DOI: [10.1007/s00233-016-9812-y](https://doi.org/10.1007/s00233-016-9812-y)
2. A. BÁTKAI, P. CSOMÓS AND B. FARKAS: *Operator splitting for dissipative delay equations*, In: P. Steinmann, G. Leugering (eds) PAMM Special Issue: 85th GAMM Annual Meeting, Wiley-VCH Verlag, pp. 989-990 (2014). DOI: [10.1002/pamm.201410475](https://doi.org/10.1002/pamm.201410475)
3. A. BÁTKAI, P. CSOMÓS AND B. FARKAS: *Operator splitting for nonautonomous delay equations*, Computers & Mathematics with Applications, Vol. **65**, pp. 315-324 (2013). DOI: [10.1016/j.camwa.2012.05.001](https://doi.org/10.1016/j.camwa.2012.05.001)
4. P. CSOMÓS AND G. NICKEL: *Operator splitting for delay equations*, Computers and Mathematics with Applications, Vol. **55**, pp. 2234-2246 (2008). DOI: [10.1016/j.camwa.2007.11.011](https://doi.org/10.1016/j.camwa.2007.11.011)

## 2.3. A sekélyfolyadék-egyenletekre felírt lineáris szabályozás feladat hatékony numerikus megoldási módszerei

A sekélyfolyadék-egyenletek az áramlástanban kiemelkedő szerepet játszó Navier-Stokes-egyenletek azon egyszerűsítéséből adódnak, amely még kiválóan alkalmas a természetben megfigyelhető nagyskálájú mozgások leírására (hullámok kialakulása tó vagy folyóvíz felszínén, nagy kiterjedésű meteorológiai képződmények mozgása). Alapfeltevés, hogy a folyadék vertikális kiterjedése jóval kisebb a horizontális méreténél, így a vertikális irányú gyorsulás elhanyagolható. Csomós Petra megmutatta, hogy fizikailag is értelmes peremfeltétel esetén az absztrakt módon felírt egyenletekben megjelenő (térváltozó szerinti) differenciáloperátor erősen folytonos (kontrakció) félcsoportot generál.

A sekélyfolyadék-egyenletekre felírt szabályozási egyenlet az árvízvédelemben játszhat fontos szerepet. Csomós Petra ezen egyenletre alkalmazott operátor-szeletelési eljárásokat és exponenciális Euler-módszert, és mutatta meg ezek konvergenciáját az irodalomban is széleskörűen elfogadott feltételek mellett. A dinamikát leíró operátor generátor volta éppen Csomós Petra előző eredménye miatt tudható. Egy másik dolgozatában Csomós Petra numerikus kísérletekkel is illusztrálta ezen módszerek hatékonyságát a szokásos módszerekkel szemben.

1. P. CSOMÓS AND H. MENA: *Fourier-Splitting method for solving hyperbolic LQR problems*, Numerical Algebra, Control and Optimization, Vol. **8**, pp. 17-46 (2018). DOI: [10.3934/naco.2018002](https://doi.org/10.3934/naco.2018002)
2. P. CSOMÓS AND J. WINCKLER: *A semigroup proof for the well-posedness of the linearised shallow water equations*, Analysis Mathematica, Vol. **43**, pp. 445-459 (2017). DOI: [10.1007/s10476-017-0204-7](https://doi.org/10.1007/s10476-017-0204-7)
3. P. CSOMÓS AND H. MENA: *Innovative integrators for computing the optimal state in LQR problems*, In: I. Dimov, I. Faragó, L. Vulkov (eds) Numerical Analysis and Its Applications. NAA 2016. Lecture Notes in Computer Science, Vol. **10187**, Springer, pp. 269-276 (2017). DOI: [10.1007/978-3-319-57099-0\\_28](https://doi.org/10.1007/978-3-319-57099-0_28)

## 2.4. Numerikus analízisbeli stabilitási és konvergencia kérdések

A (parciális) differenciálegyenletek numerikus megoldó módszereinek alapvetően elvárt tulajdonságai a stabilitás és a konvergencia. Csomós Petra egy összegző dolgozatban bemutatta azokat a tételeket és módszereket, melyek segítségével a funkcionálanalízis egyik területe, az operátorfélcsoport-elmélet a numerikus módszerek konvergenciájának bizonyítására alkalmazható. Fenti eredményeinek nagy részét éppen ezen technikák segítségével érte el. A stabilitással mind nemlineáris evolúciós egyenletek, mind pedig lineáris egyenletek esetén foglalkozott. Utóbbival kapcsolatos eredményeit a késleltetést tartalmazó egyenletekre alkalmazott operátor-szeletelési eljárások vizsgálatára is felhasználta.

1. P. CSOMÓS, I. FARAGÓ AND I. FEKETE: *Numerical stability for nonlinear evolution equations*, Computers and Mathematics with Applications, Vol. **70**, pp. 2752-2761 (2015). DOI: [10.1016/j.camwa.2015.05.023](https://doi.org/10.1016/j.camwa.2015.05.023)
2. P. CSOMÓS, I. FARAGÓ AND I. FEKETE: *Operator semigroups for convergence analysis*, In: I. Dimov, I. Faragó (eds) Finite Difference Methods, Theory and Applications. FDM 2014. Lecture Notes in Computer Science, Springer, Vol. **9045**, pp. 38-49 (2015). DOI: [10.1007/978-3-319-20239-6\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-319-20239-6_4)
3. A. BÁTKEI, P. CSOMÓS, K.-J. AND ENGEL B. FARKAS: *Stability for Lie-Trotter products for some operator matrix semigroups*, In: P. Steinmann, G. Leugering (eds) PAMM Special Issue: 85th GAMM Annual Meeting, Wiley-VCH Verlag, pp. 985-998 (2014). DOI: [10.1002/pamm.201410478](https://doi.org/10.1002/pamm.201410478)
4. A. BÁTKEI, P. CSOMÓS, K.-J. AND ENGEL, B. FARKAS: *Stability and convergence of product formulas for operator matrices*, Integral Equations and Operator Theory, Vol. **74**, pp. 281-299 (2012). DOI: [10.1007/s00020-012-1994-4](https://doi.org/10.1007/s00020-012-1994-4)

## 2.5. Fizikai alkalmazások

Csomós Petra kutatómunkája számos alkalmazási problémával is foglalkozott. Összegzőnek szánt dolgozatában betekintést nyújtott a meteorológiai előrejelzések során alkalmazott adatasszimilációs módszerek levezetésébe. Az Ensemble Transform Kálmán Filter adatasszimilációs eljárás kifejlesztésével és eredményeivel külön dolgozatokban is foglalkozott. Egy bolygókeletkezést leíró és egy galaktikus transzport modellben is a fent vizsgált szekvenciális operátor-szeletelési eljárást alkalmazta.

1. Á. BODÓ AND P. CSOMÓS: *An invitation to meteorological data assimilation*, Mathematical Problems in Meteorological Modelling, Springer Series Mathematics in Industry, pp. 165-192 (2016). DOI: [10.1007/978-3-319-40157-7\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-319-40157-7_9)
2. ZS. REGÁLY, ZS. SÁNDOR, P. CSOMÓS AND S. ATAIEE: *Trapping of giant-planet cores - I. Vortex aided trapping at the outer dead zone edge*, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Vol. **433**, pp. 2626-2646 (2013). DOI: [10.1093/mnras/stt936](https://doi.org/10.1093/mnras/stt936)
3. P. CSOMÓS AND A. OSTERMANN: *Exponential integrators for (a very few) hyperbolic problems*, Oberwolfach Reports, Vol. **14**, pp. 20-21 (2014). DOI: [10.4171/OWR/2014/14](https://doi.org/10.4171/OWR/2014/14)
4. R. KISSMANN, M. WERNER, K. EGBERTS, O. REIMER, P. CSOMÓS AND A. OSTERMANN: *Physics and parameters in Galactic CR transport models, High Energy Gamma-ray Astronomy: 5th International Meeting on High Energy Gamma-Ray Astronomy*, AIP Conference Proceedings, Vol. **1505**, pp. 450-453 (2012). DOI: [10.1063/1.4772294](https://doi.org/10.1063/1.4772294)
5. E. ADAMCSEK, G. BÖLÖNI, P. CSOMÓS AND A. HORÁNYI: *The application of the Ensemble Transform Kalman Filter technique at the Hungarian Meteorological Service: preliminary results*, Időjárás, Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service, Vol. **114**, pp. 21-37 (2010). [www.met.hu/en/ismeret-tar/kiadvanyok/idojaras/index.php?id=106](http://www.met.hu/en/ismeret-tar/kiadvanyok/idojaras/index.php?id=106)
6. P. CSOMÓS AND G. BÖLÖNI: *First steps towards the application of the Ensemble Transform Kalman Filter technique at the Hungarian Meteorological Service*, HIRLAM Newsletter, Vol. **54**, pp. 9-19 (2008). URL: [hirlam.org/index.php/hirlam-documentation/doc\\_download/127-hirlam-newsletter-no-54-paper-02-csomos](http://hirlam.org/index.php/hirlam-documentation/doc_download/127-hirlam-newsletter-no-54-paper-02-csomos)

## 2.6. Járványterjedési modellek

Csomós Petra sikeresen bekapcsolódott a kutatócsoport egy másik témájába is, a járványterjedés matematikai és numerikus modellezésébe. (Ennek aktualitását nyilvánvalóan nem szükséges hangsúlyozni.) Az általa korábban vizsgált elmélet segítségével fontos eredményeket ért el a modellek elméleti vizsgálatában, illetve a térbeli terjedést leíró integro- differenciálegyenletek numerikus modellezésben.

1. P. CSOMÓS: *Magnus-type integrator for semilinear delay equations with an application to epidemic models*, Journal of Computational and Applied Mathematics, Vol. **363**, pp. 92-105 (2020). DOI: [10.1016/j.cam.2019.05.031](https://doi.org/10.1016/j.cam.2019.05.031)
2. P. CSOMÓS, B. TAKÁCS: *Operator splitting for space-dependent epidemic model*, bírálat alatt

### 3. Nemzetközi hatása

Csomós Petra 31 angol nyelvű publikációval rendelkezik, melyek referált nemzetközi (17) és hazai folyóiratokban (2), referált konferencia-kiadványokban (10) vagy könyvfejezetként (2) jelentek meg, valamint egy könyv szerkesztésében is részt vett. Tudományos közleményeire az MTMT adatbázisa szerint 89 független hivatkozás történt (Web-of-Science: 98, Scopus: 132).

Számos előadást tartott (több esetben meghívott előadóként) külföldi konferenciákon és vezető külföldi egyetemeken, ezen kívül több hazai és külföldi workshop szervezésében is közreműködött. Emellett jelentős bírálói tevékenységet végez rangos folyóiratok számára.

2019-től a European Cooperation in Science and Technology (COST) szervezet Mathematical models for interacting dynamics on networks elnevezésű kutatási együttműködésében a Numerical methods and applications munkacsoport helyettes vezetője.

### 4. Tudománynépszerűsítő tevékenysége

Csomós Petra idegen nyelvű publikációs tevékenysége mellett kiemelendő a hazai tudománynépszerűsítésben való aktív részvétele. Több alkalommal tartott előadást a Kutatók Éjszakája rendezvényén, amelyen saját szűkebb kutatási területét a középiskolai diákok számára mutatta be. Az előadások anyagából a Természet Világa folyóiratban közölt cikket.

### 5. Összegzés

Csomós Petra az alkalmazott matematika igazi szakembere. Három szakterületen szerzett végzettségét (matematika, meteorológia, csillagászat) sikeresen ötvözi kutatásaiban. Publikációs tevékenysége és annak visszhangja együttesen azt mutatják, hogy nemzetközileg is elismert kutatóvá vált.

Komjáth Péter, Krisztin Tibor és Simon Péter felterjesztők