

Kutatás a Föld körül

Kárpátaljai
fiatal magyar kutatók
a nagyvilágban

Kutatás a Föld körül

Kárpáthaljai
fiatal magyar kutatók
a nagyvilágban



MD-könyvek
Ungvár – 2020

Szerkesztők:

Fazekas Andrea, Kosztur András, Turányi Tatjana

Редактори:

Андрій Костур, Тетяна Турані, Андрея Фазекаш

A Kutatás a Föld körül. Kárpátaljai fiatal magyar kutatók a nagyvilágban című kötetben olyan, a szakmájukban már fiatalon is kimagasló eredményeket felmutató kárpátaljai magyar kutatók írásait közöljük, akik a közelmúltban vagy jelenleg legalább féléves szakmai kutatómunkában, vagy gyakorlaton vettek részt Ukrajna és Magyarország határain kívül nívós kutatóhelyeken, szerte a világban. Szerzőink között egyaránt szerepelnek mérnökök és kémikusok, történészek és asztrofizikusok, számos más szakirány képviselői mellett.

У збірнику *«Дослідження навколо Землі. Молоді закарпатські угорські дослідники у великому світі»*, ми публікуємо праці закарпатських угорських дослідників, які вже у молодому віці показали видатні результати у своїх галузях, і які нещодавно здійснювали або в даний час здійснюють професійні дослідження, або проходили стажування за межами України та Угорщини у високоякісних науково-дослідних інститутах по всьому світу щонайменше на піврічний термін. Серед наших авторів є інженери та хіміки, історики та астрофізики, а також представники інших галузей.



A kötet a Magyar Tudományos Akadémia
Domus intézményi konferencia- és kiadvány-támogatása
révén valósult meg.

Випуск видання здійснений завдяки
підтримці Академії наук Угорщини.

ELŐSZÓ

A Momentum Doctorandus kárpátaljai magyar doktorandusz szervezetet 2011-ben az a felismerés hívta életre, hogy a PhD-hallgatók, doktorjelöltek talán a kárpátaljai magyar tudományos élet talán egyik leginkább töredezett, jelentős földrajzi távolságokkal tagolt csoportja, amelynek tagjai Ukrajna, a Kárpát-medence és az egész világ számos pontján kutatnak, dolgoznak. Szervezetünk tizedik születésnapjához közeledve ez a kötet mintegy bizonyítéka a fenti állításnak, és egyben szimbóluma is a Momentum Doctorandus egyik elsőszámú céljának: annak, hogy a kárpátaljai magyar doktoranduszokat és fiatal kutatókat a földrajzi és tudományterületi távolságok ellenére összekösse, közösséggé formálja.

A Kutatás a Föld körül. Kárpátaljai fiatal magyar kutatók a nagyvilágban című kötetben olyan, a szakmájukban már fiatalon is kimagasló eredményeket felmutató kárpátaljai magyar kutatók írásait közöljük, akik a közelmúltban vagy jelenleg legalább féléves szakmai kutatómunkában, vagy gyakorlaton vettek részt Ukrajna és Magyarország határain kívül nívós kutatóhelyeken, szerte a világban. Szerzőink között egyaránt szerepelnek mérnökök és kémikusok, történészek és asztrofizikusok, számos más szakirány képviselői mellett. Bár jelen válogatásunk korántsem teljes, mégis rámutat a kárpátaljai magyar tudományosság fogalmának széles perspektíváira, valamint lehetőséget teremt arra, hogy a tisztelt Olvasó megismerhesse eme tehetséges, fiatal magyar kutatók tevékenységét, továbbá, hogy az egymástól oly távoli (tudomány)területeken kutató kárpátaljai magyarok bepillantást nyerhessenek egymás munkájába. De nem titkolt célunk az sem, hogy kötetünkkel a tudományos tevékenység és a kutatói pálya népszerűsítéséhez is hozzájáruljunk, hiszen e kiadvány szerzőinek útja is bizonyíték az ebben rejlő számtalan lehetőségre.

Ezúton szeretnénk köszönetet mondani szerzőinek a kiváló tanulmányaikért, valamint a Magyar Tudományos Akadémiának a Domus intézményi kiadvány-támogatási program keretein belül nyújtott támogatásért, amely nélkül e kiadvány nem valósulhatott volna meg.

Kosztur András,
a Momentum Doctorandus elnöke

BEVEZETÉS

Dr. Ferenc Viktória

Nemzetpolitikai Kutatóintézet

Kárpátaljai magyar fiatal kutatók a nagyvilágban

A kötet koncepciójához alkalmazkodva írásom olyan kárpátaljai magyar származású fiatal kutatókról szól, akiknek lehetőségük volt a nagyvilágban is szerencsét próbálni és bővíteni tudásukat. A tanulmányban bemutatom, hogy milyen motivációk mentén vettek részt a fiatal kutatók külföldi tanulmányutakon, ott milyen tapasztalatokat szereztek, majd a visszatérés mennyire okozott dilemmát a számukra.

A tanulmány alapjául a Novus Peregrinus elnevezésű kutatás szolgál, amelyet két szakaszban, 2015/16-ban és 2017/18-ban, az MTA Domus Szülőföldi Ösztöndíj támogatásával, kutatótársaimmal¹ közösen folytattunk a Kárpát-medence kisebbségi magyar szempontból releváns régióiban. A kutatás célcsoportját doktori fokozattal és külföldi (nem magyarországi) mobilitási tapasztalattal rendelkező külhoni magyar fiatalok képezték. A két szakaszból álló munka első felében összesen 27 interjú készült, a négy származási régióra (Erdély, Felvidék, Vajdaság és Kárpátalja) arányosan vetítve (vö. *Ferenc*, 2017); a kutatás második szakaszában pedig összesen 30 interjú készült, a négy nagy

¹ 2015/2016-ban a kutatás vezetője Ferenc Viktória, a kutatócsoport további tagjai Takács Zoltán, Morvai Tünde és Zsigmond Csilla voltak. 2017/18-ban a kutatás vezetője Takács Zoltán, a kutatócsoport tagjai: Beretka Katinka, Ferenc Viktória, Kovács Eszter és Tóth-Batizán Emese voltak.

régió kívül, a diaszpórából származó kutatókkal is kiegészítve a célcsoportot (vö. Beretka et al., 2018).

A Novus Peregrinus kutatás két szakaszában összesen nyolc kárpátaljai fiatal kutatóval készítettünk interjút (lásd 1. sz. táblázat). Jelen írás homlok-

Interjúalany kódja	Szül. év	Neme	Érettségi	Felsőoktatás
UM1	1985	nő	Kárpátalja, falu	II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola, Beregszász, Kárpátalja
UM2	1976	férfi	Magyarország, falu	Károli Gáspár Református Egyetem, Budapest, Magyarország
UM3	1978	férfi	Kárpátalja, falu	Károli Gáspár Református Egyetem, Budapest, Magyarország Columbia Theological Seminary, Amerikai Egyesült Államok
UM4	1984	nő	Kárpátalja, falu	II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola, Beregszász, Kárpátalja
UM5	1986	férfi	Kárpátalja, város	Ungvári Nemzeti Egyetem, Ungvár, Kárpátalja/ Debrecen Egyetem, Magyarország
UM6	1980	férfi	Kárpátalja, város	Ungvári Nemzeti Egyetem, Ungvár, Kárpátalja
UM7	1983	nő	Kárpátalja, város	II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola, Beregszász, Kárpátalja
UM8	1984	nő	Kárpátalja, falu	Ungvári Nemzeti Egyetem, Ungvár, Kárpátalja

terébe az ő tapasztalataikat állítom, de mindenképpen támaszkodom a kutatás kárpát-medencei jellegéből adódó előnyeire, ami egyfajta regionális összehasonlítás alapjait teremti meg számunkra.

PhD helye	PhD éve	Szakterület	Foglalkozás	Külföldi tapasztalat helyszíne
Pannon Egyetem	2011	Nyelvészet	Egyetemi oktató	Írország, Szlovákia
Károli Gáspár Református Egyetem	2016	Teológia	Református lelkész, egyetemi oktató	Írország, Hollandia
ELTE	2013	Teológia, nyelvészet	Református lelkész, egyetemi oktató	Írország, Ausztria, Amerikai Egyesült Államok
Pécsi Tudomány-egyetem	2014	Nyelvészet	Kutató	Finnország, Szlovákia, Észtország
Debreceni Egyetem	2014	Fizika	Egyetemi oktató és kutató	Amerikai Egyesült Államok
Debreceni Egyetem	2012	Fizika	Kutató	India, Amerikai Egyesült Államok
ELTE	2013	Angol nyelv	Nyelvtanár	Omán
Debreceni Egyetem	2014	Kémia	Egyetemi oktató és kutató	Amerikai Egyesült Államok

1. táblázat:

Kárpátaljai származású fiatal kutatók a Novus Peregrinus I-II. kutatásban

Novus peregrinus – az új vándor

A *novus peregrinus* (vagyis új vándor) kifejezést olyan szándékkal választottuk kutatásunk címéül, hogy általa megpróbáljuk megragadni a felsőoktatás tömegesedése, a határok átjárhatósága, a világ egyetemeinek nemzetköziesedése, a számtalan mobilitási ösztöndíj megjelenésének hatását a fiatal kutatók életpályájára. A peregrináció, a határok átlépése a tudomány és a kultúra világában sosem volt ismeretlen: amíg azonban a „régiek” a szakmájuk minél magasabb szintű műveléséhez szükséges külföldi tapasztalatszerzés vagy „a mesterség kitanulása” után hazatértek (Békési *et al.*, 1993), az új peregrinusok már más stratégiákkal élnek. A kutatók körében a rövidebb idejű külföldi szakmai tapasztalatszerzés gyakran tartós külföldi munkavállalássá alakul. A legutóbbi trendek már azon diákok nemzetközi mobilitását is munkamigrációnak tekintik, akik otthonuktól távolabb (például a tengerentúlra) utaznak tanulni (Robertson, 2013).

Ráadásul, az OECD első nagymintás, doktori fokozattal rendelkezőkre fókuszáló vizsgálata megállapítja, hogy a PhD-vel rendelkezők munkaerőpiaca jobban nemzetköziesedett, mint általában véve a felsőfokú végzettségűeké. Adataik azt mutatják, hogy a doktoráltak legalább 15–30%-a élt külföldön a kutatást megelőző 10 év során, főként az Amerikai Egyesült Államokban vagy olyan európai országokban, mint Franciaország, Németország és az Egyesült Királyság (Auriol, 2010). Magyarország vonatkozásában átfogó szociológiai vizsgálatra 2008 tavaszán került sor a képzett migrációról. A felmérés nem csupán a fiatal kutatókat célozta meg, de kiterjedt minden, Magyarországról kivándorolt, külföldön dolgozó diplomás munkavállalóra. Bár nem kifejezetten a doktori fokozatszerzés valamely fázisába lévőkre fókuszált a felmérés, de a válaszadók 44%-a legalább PhD-szintű tudományos fokozattal rendelkezett (30%-nak volt PhD-fokozata, 10%-nak kandidátusi fokozata vagy habilitációja, 4% pedig akadémiai doktor volt). A megkérdezett 358 diplomás külföldi munkavállaló közül alig több mint 40% nyilatkozott úgy, hogy tervezi

a Magyarországra való visszatérést, 30% egyáltalán nem szeretne visszatérni, és ugyanilyen arányban voltak a bizonytalanok is (Csanády *et al.*, 2008).

Ami a külhoni magyarokat illeti, a tudományos fokozattal már rendelkező réteg migrációját részletes kutatás a Novus Peregrinus kutatásokat megelőzően nem tártá fel. A szomszédos országok magyar doktoranduszai körében készült ugyanakkor egy átfogó felmérés 2013-ban. Az Aranymetszés elnevezésű kutatás a doktoranduszok oktatási útvonalának elemzése által rámutat, hogy a doktorit megelőző alapképzés helyszíne már részben „eltolódik” a szülőföldről, rendszerint Magyarországra. A felsőoktatási útvonal második szakaszában, vagyis a doktori képzés helyszínét illetően ez a folyamat tovább erősödik. Különösen a vajdasági és kárpátaljai hallgatók körében növekszik meg drasztikusan azoknak a száma, akik nem a szülőföldjükön doktorálnak, ami a helyben elérhető magyar nyelvű szakválaszték szűkösségével is nagyban összefügg (Papp–Csata, 2013: 29–32).

Az Aranymetszés 2013 kutatás kárpátaljai mintájának elemzéséből az is kiderül, hogy a magyarországi tanulmányokkal nem feltétlenül jár együtt a magyarországi karrierépítés: a hallgatók 64%-a a doktori befejezése után szeretne Kárpátalján munkát vállalni, nagy részük (44%) a jövőben a magyar és a szülőföldi tudományos életbe egyaránt integrálódna. A szülőföldi magyar tudományosság szűkös intézményrendszere az évről évre növekvő számú doktoranduszt ugyanakkor nem képes befogadni (Ferenc, 2013).

Az Aranymetszés 2013 kérdőíves kutatással párhuzamosan egy kvalitatív kutatás is zajlott Kárpátalján: ennek keretében 49 interjú készült kárpátaljai doktoranduszokkal. Az interjúkon alapuló elemzés rámutat, hogy a doktoranduszok zöme valamely magyarországi intézményben doktorál, a PhD-képzésbe kerülés motivációi között erősen jelen van az egzisztenciális kényszer (a magyarországi ösztöndíj többszöröse a kárpátaljinak), illetve a magyar tannyelvű tanulmányok lehetősége, amely a felsőoktatásba kerülésnél is fontos szempontot jelentett (Papp, 2017).

Az ukrán válság következményeként Kárpátalján jelenleg érezhető gazdasági, politikai viszonyok miatt az elmúlt időszakban a magyar kisebbség helyzete az átlagosnál nehezebbé vált. Az Ukrajnában kialakult gazdasági és politikai válság szinte természetes módon hozta magával a kifelé irányuló migráció növekedését, egyrészt a katonai behívók előli meneküléssel összefüggésben (ami főleg a férfiakat és közvetlen családtagjaikat érinti), másrészt a kilátástalan gazdasági körülmények miatt (Tátrai et al., 2016). Míg a korábbi években ukrán útlevéllel adminisztratív szempontból nehezebb volt akár a szomszédos országokba való mozgás is, 2010 óta, az egyszerűsített honosítás lehetőségének megteremtésével ezek az akadályok is elhárultak a kárpátaljaiak elől, hiszen a magyar állampolgárság felvételével jelentősen egyszerűsodik az EU-n belüli, de az azon kívüli mozgás lehetősége is.

Kutatók a nagyvilágban – kényszerek és vonzások

Célcsoportunk egyik fontos jellemzője, hogy életük egy szakaszában (egyesekek már az egyetemi tanulmányaik alatt is) úgy döntöttek, külföldre mennek. A mobilitási tapasztalatok egy része Magyarországhoz kapcsolódik, ami szintén külföld, ha kivételes is, de elemzésünkben a fókusz az ennél távolabbi országokba való utakra irányítottuk. Gazdag interjúanyagra támaszkodhatunk az ilyen, Magyarországon túlmutató mobilitások kapcsán is, amelyek jellemzően többször megismétlődtek a poszt doktorok életében. Legtöbb interjúalanyunk legalább két külföldi országban járt, de van, aki négyben is megfordult hosszabb-rövidebb időre. A külföldi mobilitás célországát tekintve Írország, Hollandia, Szlovákia, Ausztria, Finnország, Észtország, India, Omán és az Amerikai Egyesült Államok jelent meg alanyaink életútjában. Az interjúk elemzésekor a hosszabb külföldi tartózkodást és a rövidebb külföldi utakkal kapcsolatos elbeszéléseket is figyelembe vettük.

A peregrinusok motivációit a vonzás–taszítás tényezőinek (*pull and push factors*) klasszikus elméleti keretében (Ravenstein, 1876) próbáltuk elhelyezni. Ennek értelmében: a célországokban vonzónak ítélt tulajdonságok bevándorlásra sarkallják a potenciális alanyokat, míg ennek ellentétéjeként, a kibocsátó országban tapasztalt negatív tényezők taszítják, kivándorlásra ösztönzik őket.

A taszító tényezők egyik jellemző példája a szakirodalomban a megélhetési körülményekkel való elégedetlenség a kibocsátó országban (Csanády et al., 2008). Érdekes módon ez a tényező nem volt kiemelkedő a doktorok elbeszéléseiben. Persze volt interjúalany, aki azért keresett külföldi ösztöndíj-lehetőséget, hogy a szülőföldi keresetét ezzel kiegészítse.

„Tehát nem azért jöttem el otthonról, mert nem szeretem Kárpátalját, hanem mert nincs elég lehetőség. Én imádom Ungvárt is, nagyon sajnálom, azt hogy hogyan élnek ott most az emberek, mert a gazdasági helyzet az borzalmas. (...) Az ukrainai egyetemek sokkal rosszabb helyzetben vannak, mint a magyarországiak. És ez annyira nem látszik a humán tárgyaknál, mint a (természet)tudományos tárgyaknál, tehát a felszereltség az sokkal rosszabb Ukrajnában, mint Magyarországon.” (UM8)

A taszító tényezők között találhatjuk azt a negatív közhangulatot, világlátásbeli különbségből fakadó feszültséget, amelyet az interjúalanyok a szülőföldjükön érzektek, s ennek hatására döntöttek a külföldön történő szerencsepróbálás mellett.

„Olyan ember vagyok, akinek hatalmas ambíciói vannak, és nagyon magasan van a mérce, magam felé elsősorban, és ahhoz a kárpátaljai magyar közeg nem adott elég rugalmasságot. Nem adott elég teret, hogy továbblépsek, vagy kibontakozhassak tudományos, egyéni szakmai, tehát hogy több féle téren. El lehet jutni egy bizonyos pontig, és onnantól kezdve, megáll, stagnál a továbblépés, illetve egy olyan árat követel a dolog, amit én nem vagyok hajlandó megfizetni

(...) úgy éreztem akkor, hogy ez elég, amennyit láttam és tapasztaltam az elég volt, és nem csak egy tapasztalatom volt, hanem nagyon sok város, munkakör, oktatási terület, azt mutatta, hogy nem, ez itt nincs tovább, tehát hogy vagy elfogadom, hogy itt ez a helyzet, és akkor patriotizmus, lokálpatriotizmus és nincs tovább ambíció, vagy csak nagyon zökkenővel teli vagy ilyen elég nehézkes, vagy akkor megpróbálok egy új dolgot, ami nagyon sok áldozattal jár, viszont adhat új lehetőségeket (...) Azt hiszem, hogy egyrészt vissza kell ... tehát egy kicsit abból a szakmai ambícióból ami bennem megvan, abból egy picit visszább kell venni, hogyha otthon szerettem volna maradni, és betagozódni, és érvényesülni, másrészt el kell fogadni egyfajta világlátást, ami nagyon specifikus a közegre, és nem túl rugalmas, harmadrészt pedig ott van az anyagi rész, amiben nagyon meg van kötve a szakmaiság keze.” (UM7)

A vonzó tényezőkre térve, a mobilitások kontextusaként mindenképp érdemes megemlíteni, hogy alanyaink szinte kivétel nélkül valamilyen ösztöndíj keretében jártak külföldön. A mobilitások anyagi támogatása szempontjából a háttér folyamatok is szerencsésen alakultak e generáció tagjai számára, hiszen egyre több nyugat-európai egyetem próbált a nemzetköziesedés folyamatába bekapcsolódni azáltal, hogy „egzotikusnak” számító kelet-közép európai diákokat fogadott be. Külső kényszerként pedig jelen voltak olyan strukturális nyomások is, mint az egyetem elvárása, hogy minden oktató rendelkezzen külföldi tapasztalattal, a diákok pedig vizsgakész nyelvismerettel.²

² Érdekességként megemlíthető, hogy a külföldi tapasztalatok egy része (pl. UM1 és UM4 Visegrádi Ösztöndíja) csak látszólag nemzetközi mobilitás, a felszín alatt egy magyar-magyar mobilitásról van szó, hiszen kárpátaljai magyarként (ukrán állampolgársággal) egy szlovákiai felsőoktatási intézményt látogattak meg, de annak magyar részlegét, illetve kisebbségi magyar témájú disszertációjukhoz gyűjtöttek anyagot a szlovákiai magyarok között. UM5 szintén Visegrádi Ösztöndíjjal érkezett először Debrecenbe, mint ukrán állampolgár egy magyarországi intézményhez.

„A miniszteri ösztöndíj után az ösztöndíjaknak a világa kitárult előttem, és akkor itt Magyarországon, meg Kárpátalján akkor nem volt, most már, most már ott is van az Erasmus-program, amit megpályáztam és Dublinba, Írországba a Trinity College-ba nyertem el egy öt hónapos támogatást.” (UM1)

Sok előnye mellett az ösztöndíjas életformának azért számos hátrányát is tapasztalták alanyaink: a „néhány hónap itt, néhány hónap ott” konstrukcióból adódó integrációs nehézségekkel, a folyamatos újrakezdés és az állandó készenlét, pályázás nyomasztó érzésével kellett a doktoranduszoknak szembenézniük, hogy biztosítsák stabil keresetüket. Illetve arról is beszámoltak, hogy az ösztöndíjakkal csak rövid távon érdemes operálni, hiszen a tudományos életbe való integrációhoz szükséges a letelepedett, intézményhez kötődő életforma.

„Közelebb állt az elképzeléseimhez, mert hogy szakmailag fejlődhetek és közben ez egy anyagi biztonságot is ad rövid ideig, tehát nem hosszú ideig, és hogy szakmai tapasztalatokat szerezhettek.” (UM1)

„Ezek mind olyanok voltak, ilyen kiegészítő ösztöndíjak, hogy így volt pénzem, mert mindig alakult valahogy, meg dolgom is volt, de hogy úgy nem kapcsolódtam intézményhez, és ezt éreztem, hogy nem vesznek komolyan, amíg nincs a névjegykártyámon ott egy intézmény.” (UM4)

A mobilitás mellett való döntésben szerepe volt alanyaink életkorának is, ugyanis az első utak tervezésekor jellemzően még a családalapítás előtt álltak. A Ravenstein-féle migrációs törvények egyike is éppen azt hangsúlyozza, hogy a családos emberek kevésbé mobilisak, míg a felnőttkor kezdeti éveiben lévők a legaktívabbak ebből a szempontból (Ravenstein, 1876). Az alábbi interjúidézett azt szemlélteti, hogy ezek a szempontok interjúalanyaink számára is fontosak voltak, és a magánéleti kötöttségek hiánya pozitívan segítette elő, hogy külföldi tapasztalatot szerezzenek.

„Szerintem volt ilyen világlátási, nem tudom, ezekre már így nem emlékszem kristálytisztán, hogy akkor mi munkált bennem, de benne volt, el tudom képzelni, hogy ezt még most megtehetem.”(UM2)

A fiatal kutatók számára a szakmai fejlődés, tapasztalatszerzés jelentette a legfőbb motivációt, a legfontosabb vonzó tényezőt (Ferenc, 2017:518-519). A fejlett szakmai környezet a célországokban az egyik leggyakrabban említett faktor az interjúkban. Ennek mintegy kiegészítéseként a tény, hogy az ösztöndíj nagyságrendekkel jobb életszínvonalat biztosított számukra, annak a lehetőségét is megteremtette, hogy csak a kutatásra, karrierépítésre koncentrálhassanak. A külföldi mobilitás mögötti legfontosabb szakmai motiváció között megtalálhatjuk a megcélzott egyetem könyvtárának használatát, a jobb felszereltségű laborok igénybevételét, egy-egy specifikus terepmunka és kutatás kivitelezését, a nyugodt munkakörülményeket, amelyeket a disszertáció írására használtak fel.

„Hát ez az időszak, ez szakmailag is nagyon gyümölcsöző volt, mert használhattam az ottani könyvtárat, és ez nemcsak nekem volt fontos, hanem szakirodalmakat hozhattam haza az itteni veszprémi kollégáimnak is, akik ebből habilitáltak például.” (UM1)

Ezen kívül a posztdoktorokat a nyelvi környezet is vonzotta. Voltak, akik kifejezetten nyelvvizsgára való felkészülésként tekintettek a külföldön eltöltött időszakra. Egyes ösztöndíjak úgy voltak kialakítva, hogy a nyelvi kurzus, a nyelvvizsga költségei is bele voltak építve.

„Akkor az a rend volt, hogy két nyelvvizsgára van szükség a diplomához, egy középfokúra és egy alapfokúra. (...) És az angol, az meglett középfokú, negyedikre csak úgy tudtunk menni, ha már megvan egy középfokú. Aztán ötödikre a zárásra kellett egy alapfokú. S akkor azt úgy csináltam meg, hogy kimentem

Hollandiába, és ott tanultam nyáron, utána az Erasmussal kimentem még három hónapra, azután meglett az alapfokú.” (UM2)

„Tehát egy tanévet töltöttem ott el. Ennek nem volt neve, annak hogy én ott mit csinállok, hanem csak bejártam órákra, és annak mindig egyéni megegyezése volt, hogy ők hogyan osztályoznak le engem. Ezen kívül nyelvvizsgáztam, ezt támogatta az ösztöndíjam, hogy nyelvvizsgát tegyek.” (UM3)

Az egyik kárpátaljai adatközlő azt is megemlítette, hogy ha nem szerezte volna meg idejében a nyelvvizsgát, és így a diplomát, akkor akár még katonai szolgálatra is foghatták volna Ukrajnában. Így nem volt nehéz meghoznia a döntést, hogy külföldre menjen, hiszen ott rövid idő alatt szert tehetett a kívánt nyelvtudásra, s ezáltal a diplomaszerzés és a katonai szolgálat elkerülése is megoldódott.

„Hát igen, mint mondtam, elvittek volna katonának. Nem gondolkodhattam úgy, hogy ha nem sikerül, majd nekifutok még egyszer, vagy mit tudom én jövőre, azután. A feleségem megtehetette, hogy ha valami nem úgy jött ki, nem volt meg valami, azt hiszem, nyelvvizsgája, akkor majd jövőre megcsinálja, és aztán majd meglesz, nem múlik rajta semmi. Ezek azért ugye külső kényszerek.” (UM2)

Bár az alanyaink egy része hazatért, a külföldi tapasztalatszerzés – várákozásaiknak megfelelően – nem múlt el hatás nélkül. Egyrészt mindannyian megszerezték a doktori fokozatukat, nagyon jó szakmai hálózatokat alakítottak ki, valamint szemléletmódjuk is formálódott, globalizálódott. Különösen igaz ez a társadalomtudósokra, akik esetenként egy-egy nagyon ország- vagy régió specifikus témán dolgoznak.

„Folyamatosan így bennem volt korábban is, meg most is bennem van az, hogy jó dolog külföldre menni, jó dolog világot látni, jó dolog perspektívát váltani, felfrissíti az embert ez, kulturálisan is érdekes.”(UM4)

A korábbi külföldi mobilitási tapasztalatok, a megszerzett nyelvtudás és helyismeret a posztdoktorok életpályának egy későbbi szakaszában is hivatkozási pontként szolgálhat, mint ahogyan két interjúalanyunk is elmondta: azért épp nekik ajánlották fel egy külföldi posztdoktori pozíciót, mert már volt külföldi vagy idegennyelvi tapasztalatuk:

„Augusztusban vége volt a PhD-nak és szeptemberben bejött hozzám az egyik professzor az egyetemről, a kémia tanszékről. Tudta, hogy kétszer már voltam kint Amerikában és tudta, hogy szeretnék itt élni, visszamenni. Mondta, hogy van egy ismerőse Kaliforniában, aki posztdokokat keres magának, és tudja azt, hogy jól beszélek angolul és ügyes vagyok, azonban azt nem tudja, hogy milyen a kutatómunka. Én meg erre azt mondtam, hogy Kalifornia? Akkor mindegy milyen munka, megcsinálom. Megnéztem a neten, beadtam a papírokat, volt skype-os interjú. Kaptam egy csomó feladatot, hogy otthon megcsináljam, és akkor mivel mi egyébként nagyon sokat utazunk Európába, főleg Svájcba kutatás miatt, és akkor novemberben volt a mostani főnökömnek dékánja Svájcban és azután ő hazautazott Budapestre, és én meg felutaztam Pestre, és volt egy személyes interjú. És pár hétre rá mondtam, hogy akkor jó, fel vagy véve, csak akkor nagyon gyorsan írjam meg a doktorimat. És nyolc nap alatt megírtam és elküldtem neki. Elindította az eljárásokat, és akkor így tudtam itt kezdeni februárban, már Kaliforniában.” (UM8)

„Jártam itt a dékáni hivatalba egyszer, és akkor mondja itt a dékáni hivatal vezetője, hogy van itt egy valami Erasmus pályázati lehetőség, ösztöndíj pályázat, de hát nálunk nem tud senki hollandul. Én meg fénymásoltam épp, és mondtam, hogy én tudok hollandul, én megyek. Tudtam, hogy szükségem van rá, hogy még

mindig tanuljam a nyelvet. (..) S ez három hónap volt, ez a tizedik félévemben tulajdonképpen. Januártól áprilisig. Arra jó volt, hogy ugyan ahhoz a családdhoz visszamehettem, hetente kétszer-háromszor elmehettem. Ez egy kisváros, könyvtár volt, ott gyűjtöttem az irodalmat a szakdolgozatomhoz, angolt főleg, hollandot is valamennyire. S ez akkor annyira jó lett, hogy meglett az alapfokúm, utána meglett a diploma.” (UM2)

Élet a külföldi tapasztalatszerzés után

A mobilitási szakasz lezárultával a kutatók közül a többség visszatért, míg mások a nagyvilágban maradtak. Ahogy a bevezetőben is érintettük, a mobilitás migrációvá váló átalakulása ma már velejárója a képzett munkaerő-migrációnak. Tanulmányom további részében azt kísérelem meg bemutatni, hogy hogyan alakul a posztdoktori pályán lévők nézőpontjából a szülőfölddel és Magyarországgal, mint migrációs térrel való kapcsolat a mobilitás után.

Kutatási tapasztalatunk szerint a külföldről való visszatérést befolyásolja, hogy honnan érkezett a kedvezőbb munkaaajánlat, mikor történt a család-alapítás időzítése, milyen emberi kapcsolatok várták vissza a posztdoktorokat (Ferenc, 2017:518-519). A külföldről visszatérő interjúalanyok többsége számára különösen erős kísértést nem jelentett, hogy külföldön maradjon: tudatosan, meghatározott időre tervezte a külföldi tartózkodást, s a tervnek (az ösztöndíj jellegéből kifolyólag is) eleve részét képezte a hazatérés – és a hazatérésben a hátrahagyott közösség, a várakozó feladatok. Még akkor sem bizonytalanodtak el, amikor konkrét munkaaajánlatot kaptak külföldön.

„Hát ez nem merült fel, az az igazság, ugye lejárt az ösztöndíj, és mi úgy mentünk, mi egyházi ösztöndíjjal mentünk, onnan vissza kellett térni. Nem lehet, vagy gondolom, hogy meg lehet oldani bármit, de mi nem olyan szemmel éltünk kint, hogy keressünk ott lehetőséget, vagy kint maradjunk, vagy bármi ilyen felmerüljön. Sőt, akkorra már hét évet eltöltöttem egyetemen, és már úgy voltam vele, hogy elég volt ebből az oktatásból, és itthon meg vártak haza, Kárpátalján meg vártak haza, úgyhogy egyszerűen nem merült fel.” (UM3)

„Hogyha mindenféleképpen abban gondolkodunk, hogy külföld és ott is kell maradni, mint mostanában sokan így terveznek jövőképet, hogy mindenképpen Egyesült Királyság, vagy ilyesmi, akkor erre a lehetőségem meglett volna. De például, amikor ezeket nekem felajánlották, nem mozgott bennem egyáltalán, nem az volt, hogy elkezdtem gondolkodni érdemes, nem érdemes, akarok, nem akarok, gazdaságilag, családirag, kulturálisan, kell-e ez nekem, vállalom-e. Hanem úgy voltam vele, hogy itt vagyok itthon, vannak céljaim, doktorálni akarok, akkor már szó volt arról, hogy tanítani fogok stb., és nekem ezek maximálisan kielégítők voltak.” (UM2)

Többen megfogalmazták a hazatértek közül, hogy bár részlegesen beilleszkedtek a kinti közegbe, de azért az anyanyelvi környezet által biztosított szabadságérzetet egyik külföldi országban sem tudták átélni. A nyelvi szabadság pedig előfeltétele a mélyebb emberi kapcsolatok, barátságok kialakításának, ami a szakmai előmenetel mellett ugyanúgy fontos része a posztgraduális életének.

„Elmentem ott egy magyar családhoz, az nagyon érdekes volt. Karácsony előtt, három hónappal később, ahogy oda kerültem, és még mindig emlékszem erre az érzésre, hogy Gyula bácsiék voltak kint, tanított kémiát, nem tudom, mit, vegyészmérnök volt, és végre beszélgethettem [magyarul], három hónap után, valakivel. És nem vagyok ilyen nagy beszélgetős típus, szóval, ha két napig nem

beszélék, akkor nem halnék bele, de három hónap után, ezt totál át tudtam érezni, ezt az érzést, hogy tudom, hogy mi hiányzik. És oké, hogy, elvagyok itt, meg van mit ennem, meg van pénzem, meg van könyvtár, meg mit tudom én. De nincs ember, akivel igazán együtt lenne az ember.” (UM2)

„Ez a fajta új életszemlélet, amit ott tapasztaltam meg először, nagyon jó hatással volt rám. És aztán láttam a világnak a többi részét is, és láttam, hogy ott is pozitívak az emberek, de hogy ennek a pozitívnak van egy másik része is, hogy minden országban egy más kultúra, egy más nyelv van. És én nem abba a kultúrába és nyelvbe születtem bele, én nem annak vagyok a része. És miért menne el az ember? Csak az anyagi, csak a gazdasági helyzet miatt megy el az ember egy másik országba, aminek nem a része, mert a Kárpát-medence gyönyörű, Magyarország gyönyörű, és egyszer majd meg is éri itt élni.” (UM1)

A kárpátaljaiak esetében interjúink tanulsága, hogy a visszatérés színhele Magyarországra, és nem a szülőföld. Erre az oktatási életút van elsősorban hatással: a kárpátaljaiak viszonylag korán elszakadnak a régiótól, többen már a középiskolát is Magyarországon végzik, így természetes, hogy ide térnek vissza (Ferenc, 2017:518-519). A magyarországi letelepedés ezen kívül pragmatikus és érzelmi alapon történik (Beretka et. al., 2018:205).

Ugyan voltak próbálkozások a szülőföldön maradásra, de ezek sikertelenek bizonyultak. UM3 2005-ben, közvetlenül az Egyesült Államokban töltött időszak után, feleségével együtt hazatelepült Kárpátaljára. Ekkor a kárpátaljai református egyházban volt egy fundamentalista fordulat, a felső egyházi vezetés nehezen fogadta az Amerikából hazatért lelkészpárt, a női lelkészséget megszüntették, ami alanyunk feleségét közvetlenül érintette. 2007-ben, többek között emiatt is, visszatelepültek Magyarországra.

„Van a kárpátaljai emberekben is, meg az egyházi emberekben is egy ilyen tudásellenesség. És én ezt nem szeretem. Az volt a közvetlen ok, hogy a feleségemnek a munkaviszonyát megszüntették, de ha mélyen elgondolkodok rajta, akkor azt kell, hogy mondjam, hogy a református egyházban van egy ilyen anti-intellektualizmus.” (UM3)

UM4 is visszatért a szülőföldre 2007-ben, a PhD-képzés második évében, egy év magyarországi tartózkodás után, egy szülőföldi álláslehetőség felkínálásakor, aztán annak megszűnésekor munkalehetőség hiányában került újra Magyarországra. UM5 pedig folyamatosan készült a visszatérésre.

„Nekem, amikor megpályáztam ezt az ösztöndíjat, és fölvettem a magyar állampolgárságot, közvetlenül előtte, akkor az már a végső elkeseredésem volt, hogy nekem Kárpátalján nem lesz állásom. Öt évet vártam (...) egy kicsit rosszul esett.” (UM4)

„Az érdekes, ez látható a biográfiámban is, hogy amíg nem döntöttem el, hogy nem megyek haza, addig még minden cikkemben az (ukrán) útlevélem szerinti nevem alapján írtam. És, amikor körülbelül 2013 volt szerintem az, vagy 2013–2014, amikor eldöntöttem, hogy nem megyek haza, és akkor már magyarul írtam a nevemet. Tehát úgy voltam vele, hogy ha én hazamegyek, akkor az útlevél alapján az könnyen visszavezethető lehessen.” (UM5)

Úgy tűnik a kárpátaljai alanyok esetében a Kárpátaljára való hazatérés már nem valódi perspektíva.³ A kárpátaljaiak, noha nagyon nehezen szakadtak el a régiótól, jelenleg mindannyian elutasítják a hazatelepülés gondolatát. A szűkös munkalehetőségekkel, a tudományos intézmények helyzetével és

3 Összehasonlítva a szülőföldre való viszonyulást, az erdélyi, szlovákiai és nyugati diaszpórából származó alanyok számára a jövőbeli esetleges migrációs útvonalak mutathatnak hazafelé is, ugyanakkor a kárpátaljaiakhoz hasonlóan több vajdasági interjúalany számára Szerbia/Vajdaság egyáltalán nem jelent már perspektívát (Beretka et. al., 2018:205).

a rosszabb életkörülményekkel magyarázzák azt alanyaink, hogy már nem opció számukra a visszatérés. Ugyanakkor jó szívvel gondolnak a származási régióra, magáncéllal gyakran visszalátogatnak, származásuk kapcsán megemlítik, de szakmailag elképzelhetetlennek tartják a visszatelepedést.

„Abban biztos vagyok, hogy mondjuk nem fogok visszatérni a szülőföldre, mert tényleg így, tehát nincs az a lehetőség, ami megdobogtatná a szívemet.” (UM4)

„Nagyon szeretem Ungvárt, hazajárok havonta. Nagyon sajnálom azt az ukrán fizika iskolát, ami a szovjetből nőtt ki. Nem csak az ungvárit, a lebergit, a harkovit, a kijevit, amit egyszerűen ezekkel a politikai-gazdasági, a '90-es évek óta tartó műveletekkel egyszerűen lezüllesztettek, az embereket tönkretették. (...) tehát ez a kilátástalanság, ami az országban, a társadalomban, a gazdaságban és ezáltal a tudományban van, az szerintem nagyon elszomorító. A világ egyik leggazdagabb országa lehetne, hogyha nem lenne ilyen velejéig romlott, korrupt és ha nem csak az önmagának való javakat keresné az ország vezetősége. Én azt látom, hogy jelenleg, a következő 10-15 évben, én nem tervezem, hogy hazatérek.” (UM5)

A posztdoktorok körében a külföldi tapasztalatszerzés után, általános véleményként fogalmazódik meg, hogy a szülőföld már „túl szűknek” tűnik számukra. Ennek elsősorban gazdasági és szakmai okai vannak. Ha mégis felmerül a hazaköltözés gondolata, azt nem az aktív karrierszakaszban, hanem a nyugdíjas évek során tervezik alanyaink. Ez az utóbbi érv különösen a külföldön maradtak körében jelent meg több alkalommal.

„Nem (költöznek), mert egyszerűen gazdaságilag Kárpátalján, anyukám kevesebb, mint száz dollárt kap havonta és ebből kell megélnie, én meg ennél sokkal többet költök el mobilszámlára egy hónapban. Az, ahogyan most élek, és ahogyan élnek Kárpátalján, az összehasonlíthatatlan. És akkor sem látok sok jövőt Kárpátalján, ha esetleg saját céget alapítanék otthon. (...) Nem mással, a gazdasággal van probléma. Nem hiszem, hogy helyreáll a helyzet az elkövetkező 10-15 évben. Ilyen szempontból nem.” (UM8)

„Akivel csak beszélgettem, az minden kárpátaljinak az úgymond dédelgett álma, hogy jó volna, jó volna, mert a szívünk azért folyamatosan vágyik vissza, csak egyszerűen ott az ember semmit nem tud kezdeni. Se a szakmájával úgymond, az, amit eddig felhalmoztam, az ott nem ér semmit, nem tudnám kamatoztatni, és a megélhetés sem lenne egyszerű. Őszintén szólva semmilyen... Nem azért, mert nincs kutatóintézet, ahová el tudnék helyezkedni, hanem mert nincsenek azok a feltételek, amelyekkel ott... nem is családdal, hanem még egyedül sem tudnék boldogulni, úgy érzem.” (UM6)

A szülőföld tágabb kontextusa, az ukrán állam és az ezzel összefüggő bürokratikus nehézségek miatt negatív viszonyulás alakult ki alanyainkban, ami szintén a visszatérés ellen ható erő. A magasabb képzettség, a társadalmi, életszínvonalbeli különbségek, amelyek a pszichológiai dimenziókban is feszültségeket generálnak, s amik megnehezítik az emberi kapcsolatok építését is. A szülőföldről való végső leválás a következő generációnál jelenik meg.

„A PhD-t is úgy szereztem meg, hogy addig nem doktoráltam le, pedig meglehettem volna hamarabb is, amíg magyar állampolgárságot nem szereztem. Én egyszerűen valahogy torkig lettem az ukrán bürokráciával, meg az egész ukrán marhasággal, és én úgy voltam vele, hogy én nem azt akarom, hogy ukrán állampolgár kapjon magyar PhD-t Magyarországon, hanem, amíg nincs meg a magyar állampolgárságom, addig én nem doktorálok le.” (UM6)

„Tényleg hálás lehetek azért az anyagi helyzetért, amiben vagyok, főleg ahhoz képest, ahonnan jövök, mert mindig ebben kell vizsgálni, szerintem, ebbe a perspektívába, hogy így, tehát így, egy kárpátaljai viszonylathoz képest én szerintem egy teljes társadalmi osztályt már tudtam lépni, és valószínűleg, benne van a pakliban, hogy még egyet tudok lépni, egy generáción, a saját generációmon belül, mármint a saját életemen belül, és ezt egyébként nagyon, szerintem ezt pszichológiailag is nehéz feldolgozni, mert mások a beszédtemáim, mint mondjuk a szüleimnek, és nekem ez nehéz, a kapcsolódás is.” (UM4)

Ugyanakkor arra is találunk példát, hogy egy elhidegült szülőföld-kapcsolat is újjáéledhet, ha érkezik valamiféle megkeresés a helyi tudományosság felől, mint egyik interjúalanyunk esetében, aki pár éve vendégoktatóként tanít az egyik szülőföldi felsőoktatási intézményben:

„Szerettem volna Kárpátaljával is kapcsolatban maradni, de onnantól kezdve, hogy elkezdtem Magyarországon hivatalosan is dolgozni 2011-től a Semmelweisen, ott egyszerűen nem volt sem időm, se energiám arra, hogy bármilyen ilyen együttműködést kezdeményezzek a kárpátaljai vonallal, a főiskolával. (...) Ami persze egy ilyen törés jellegű dolog volt, hogy hogy nincs semmiféle erős szál, amit életben tartok a kárpátaljai vonalnál, és ez később egy ilyen, hát egy ilyen elhidegüléshez is vezetett, majd 2016 környékén elkezdtem órákat adni Kárpátalján is.” (UM1)

Jövőtervek

Alanyainkat a jövőről is megkérdeztük: egy körülbelül 10 éves távlatban hogyan látják sorsuk alakulását. A kárpátaljai származásból fakadó tradicionális, családcentrikus attitűd köszön vissza a családdal, gyermekvállalással kapcsolatos tervekben: akinek még nincs családja, az mindenképpen jelezte, hogy ez egy fontos irány lesz számára a jövőben, és akár néhány munkától mentes évet is jelenthet ez. A legtöbben Magyarországon látják magukat 10 év múlva is, lehetőség szerint abban az intézményben, ahol most is dolgoznak, csak magasabb beosztásban. Egy interjúalany azonban nem zárja ki, hogy külföldön folytatja karrierjét.

„Most egy kicsit így vagyok Magyarországgal is, újabb öt év elteltével, hogy így elkezdett bennem mocorogni valami, és akkor keresem azt a formát, amibe így betehetném ezt a mocorgást itt Magyarországon, de ha nem találom meg, akkor valószínűleg valahol máshol fogom, ahol megtalálom, ott fogom megragadni, és ez lehet, hogy külföld lesz.” (UM4)

Az is megfogalmazódik az interjúkban, hogy nehéz a mai világban 10 évre előre tervezni, de úgy gondolják alanyaink, hogy a kisebbségi származásuk ellenállóvá, reziliensé teszi őket a változásokhoz való sikeres alkalmazkodásban.

„Tehát Einstein bácsi mondja azt, hogy az fog megmaradni, aki a legrugalmasabban tud változni, legrugalmasabb a változásokhoz. És szerintem nekünk határon túliaknak van egy ilyen előnyünk, hogy mi elég rugalmasak vagyunk. És én valahol úgy érzem, hogy tíz év múlva nagy változások lesznek a társadalomban és a világban. És nagyon rugalmasnak kell lenni ezekhez.” (UM5)

Felhasznált irodalom

- Auriol, Laureline 2010. *Careers of Doctorate Holders: Employment and Mobility Patterns. OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, 2010/04. Paris: OECD Publishing.
- Beretka Katinka – Ferenc Viktória – Kovács Eszter – Tóth-Batizán Emese Emőke: Magasan képzett határon túli és diaszpóra magyarok migrációs útjai. *Regio* 26. évf. (2018) 4. szám 180–218.
- Békési Imre – Jankovics József – Kósa László – Nyerges Judit (szerk.) 1993. *Régi és új peregrináció. Magyarok külföldön, külföldiek Magyarországon II.* Budapest – Szeged: Nemzetközi Magyar Filológiai Társaság – Scriptum Kft.
- Csanády Molnár Tamás – Kmetty Zoltán – Kucsera Tamás Gergely – Személyi László – Tarján Gergely 2008. A magyar képzett migráció a rendszerváltás óta. In: *Magyar Tudomány* 169/5. <http://www.matud.iif.hu/08maj/11.html> (2017. 05. 23.)
- Ferenc Viktória (2013): Kereső kutatók – a kárpátaljai magyar doktoranduszok egzisztenciális, magánéleti és szakmai kihívásai. *Kisebbségkutatás* 2013/3. 101-135.
- Ferenc Viktória: Novus Peregrinus. Külföldről haza? In: Papp Z. Attila (szerk.): *Változó kisebbség. Kárpát-medencei magyar fiatalok. A GeneZYs 2015 kutatás eredményei.* Budapest: MCC – MTA TK KI, 2017. 497– 520.
- Papp Z. Attila (2017): Kárpátaljai hallgatók doktori képzésbe kerülésének motivációi – kísérlet egy doktorandusztipológiára. In: Pusztai G. – Márkus Zs. (szerk.): *Szülföldön magyarul. Iskolák és diákok a határon túl.* Debreceni Egyetem Kiadó. 42-71.
- Papp Z. Attila – Csata Zsombor 2013. *Aranymetszés 2013. Külhoni magyar doktoranduszok a Kárpát-medencében.* Budapest: Gondolat.

Ravenstein, Ernest George 1876. *The Birthplaces of the People and the Laws of Migration*. Kessinger Publishing.

Robertson, Shanthi 2013. 3. Basingstoke: Palgrave Macmillan.

Tátrai P., Erőss Á., Kovály K. (2016): Migráció és versengő nemzetpolitikák Kárpátalján az Euromajdan után. *REGIO 24*: (3) 82-110.

TANULMÁNYOK

Dr. Bám Maja

General Motors, Warren, Michigan, Egyesült Államok

Külföldi kutatás helyszíne: Michigani Egyetem, Ann Arbor,
Michigan, Egyesült Államok

Üzemszervezés: Folyamatok fejlesztése az egészségügyben és azon túl

*„A mérnökök dolgokat készítenek,
az üzemszervező mérnökök viszont
jobbá teszik a dolgokat.”*

Ismeretlen

Bevezetés

Az üzemszervezés egy olyan ágazat, amely a folyamatok és rendszerek tökéletesítésével, finomításával foglalkozik hatékonyságuk növelésének céljából. Ez a hatékonyság körülményenként ugyan változhat, de legfőképp a termelési költségek vagy az idő csökkentésében, a termelési kapacitás növekedésében, vagy épp a megnövekedett hasznosulásban nyilvánul meg. Több alágazat is tartozik az üzemszervezéshez – ideértve az operációkutatást, pénzügyi tervezést, az emberi tényezők vizsgálatát és az ergonómiát, a rendszertervezést, a mérnöki közgazdaságtant, a gyártási rendszereket, az ellátásilánc-menedzsmentet és a logisztikát. Azonban több mint egy évszázadra volt szükség ahhoz, hogy az üzemszervezés azzá az átfogó és fejlett területté váljon, amilyennek ma ismerjük.

Az üzemszervezés története

Az ágazat történetét többek között Martin-Vega (2001) foglalja össze. Az ipari forradalom, a munkafolyamatok szakosodása, továbbá az alkatrészek és elemek felcserélhetősége teremtették meg a körülményeket az üzemszervezés kifejlődéséhez. Az ágazat alapítójának Frederick W. Taylort (1856–1915) tekintik. Taylor a feladatok végrehajtási idejét tanulmányozta annak érdekében, hogy csökkenteni tudja a gyártási folyamat során a nem termékeny feladatokra pazarolt időt. Az ő munkáját a Gilbreth házaspár folytatta. Frank és Lillian Gilbreth a feladatok közben végzett mozdulatokat tanulmányozták. Ők fektették le annak a tudományágnak az alapjait, amelyet ma úgy nevezünk, hogy az *emberi tényezők és ergonómia*.

A XX. század elején különböző egyetemi programokat indítottak az üzemszervezés elsajátítására, azonban az operációkutatás fejlesztése hozta el az ágazat kiterjedtebb és mélyrehatóbb korszakát, amely során elméleti alapjai megerősödtek és átfogóbbá váltak. Ezzel együtt pedig elindult az addig többnyire kvalitatív jellegtől egy kvantitatívabb irány felé való váltás is.

Az operációkutatás a II. világháború idején született meg, amikor is a tudósok elemzési módszereiket arra alkalmazták, hogy jobb döntéshozatali stratégiák elérésével segítsék a katonai hadműveleteket. A háború végét követően és a katonai műveletek csökkenésével rájöttek, hogy ezen szakértelmük és módszereik a termelési folyamatoknál is alkalmazhatóak.

Az operációkutatás révén ismerték meg az üzemszervező mérnökök a matematikai modellezést is. Az 1960-as évekre a terület modellezés-orientálttá vált, a lineáris programozás, a sorbanállás-elmélet és a szimuláció pedig az üzemszervező és ipari mérnökök képzésének szerves része lett. A számítástechnika feltalálása és a számítási teljesítmény növelése lehetővé tette az üzemszervező és ipari mérnökök számára, hogy egyre nagyobb rendszerekben gondolkodjanak, ezáltal pedig az ágazat az egyéni feladatokra való összpontosítástól eljutott a komplex rendszerekig, továbbá alkalmazása a katonai és gyártási műveletekről egyéb ágazatokra is kiterjedt, mint például

a szolgáltatás, a szállítás, a pénzügy, az egészségügy és a humanitárius segély szféráira.

Manapság már az életünk minden területén találkozhatunk az üzemszervező és ipari mérnökök tevékenységével. Bár szakterületük szerint lehetnek adatelemzők, elemzési szakértők, operációkutatók vagy rendszertervező mérnökök, hatással vannak mindennapjainkra a közösségi média algoritmusai révén, amelyek meghatározzák, milyen tartalmak kerüljenek elénk, vagy akár a tömegközlekedés menetrendjének meghatározásán keresztül, esetleg a biztosításaink árazása során.

Az üzem- és operációszervezés a Michigani Egyetemen

Az Üzem- és Operációszervezési Kar alapjait a Michigani Egyetemen Ann Arborban (Michigan állam) 65 évvel ezelőtt fektették le, így a területen való kiválóság terén hosszú múltra tekint vissza. Doktori programját folyamatosan az Egyesült Államok egyik legjobbjaként rangsorolja a *U.S. News & World Report* (2020), jelenleg a második helyen áll. A karnak most 31 professzora és 59 doktorandusza van. Ezek a hallgatók különböző területekről érkeznek. Néhányan, mint jómagam is, matematikából szereztek alapképzésüket. A többiek fizikából, üzemszervezésből vagy más mérnöki területekből szereztek képesítést. A hallgatók között amerikai és más nemzetiségű diákokat is találunk.

A doktori program, amely kutatói ösztöndíjak, ösztöndíjprogramok és tanársegédi programok révén kerül finanszírozásra, egy 5 éves képzés, amelybe a mester- és doktori fokozat is beletartozik. Az első két év során inkább a tantermi munkán van a hangsúly, amely által a mesterfokozat szerezhető meg, továbbá itt kezdődik meg a jövőbeni kutatási időszakra való felkészülés: kiválasztják a PhD-témavezetőt és a témát, meghatározzák a kutatási lehetőségeket, a második év végén pedig bemutatják a disszertációjavaslatot a választott kari bizottságnak.

A következő három év a kutatásra összpontosul. Az alábbiakban láthatjuk, melyek a PhD-szintű kutatások kulcsfontosságú lépései az üzemszervezésben

vagy az operációkutatás területén. Először is, a maga mélységében kell megérteni az adott problémát, annak sajátosságait és a lehető legtöbb témába vágó tanulmányt, kutatást el kell olvasni, amelyek az adott vagy hasonló problémára kínálnak megoldásokat. Így felfedezhetjük, hogy hol tudnánk esetleg valami újat nyújtani. Ha megvagyunk az esetleges hozzájárulásunk megállapításával, ki kell alakítanunk a probléma és a folyamat matematikai leképezését, hogy pontosan optimalizálhassuk a matematikai reprezentációt. A hallgatóknak az egész folyamat során találkozniuk kell a konkrét döntéshozó személyekkel annak érdekében, hogy kiderüljön, vajon valóban az aktuális problémának megoldása zajlik-e, illetve, hogy megértsék az esetleges megvalósítással és alkalmazással járó kihívásokat. Végezetül pedig, a kutatást teljeskörűen dokumentálni kell a disszertációban és szakmailag lektorált folyóiratokban, így másokhoz is eljuthat az új tudás és információ.

Az egyetem kiváló földrajzi elhelyezkedése nagyban segíti a kutatási együttműködések, ami döntő fontossággal bír egy hatásos kutatás szempontjából. Ann Arborban számos kórház működik, a Nemzeti Gyártástudományi Központ (National Center for Manufacturing Sciences), valamint az MCity autonóm járműkutató konzorcium is a városban található, az autóipar „Nagy hármásának” (GM, Ford és az FCA) székhelyei is a közelben vannak, de több logisztikai cég is a szomszédságban található. Ez nagyszerű lehetőségeket biztosít a hallgatók számára, hogy a való életben előforduló problémákkal találkozhasanak, gyakorolhassák az együttműködést és fejlesszék soft skilljeiket, nem utolsósorban pedig adatokat gyűjtsenek kutatásaikhoz.

Nemrégiben még minden doktori fokozatot adó intézményben a fokozatszerzés utáni tipikus karrierív egy másik egyetemen való oktatói állás volt. Az elmúlt években azonban a vállalatok és az állami intézmények felismerték az üzemszervezési lehetőségek előnyeit. Több helyen létrehoztak magas színvonalú kutatócsoportokat, amelyek nagyszerű pozíciókat és karrierlehetőségeket kínálnak a doktori fokozattal rendelkező személyeknek.

A területet érintő kutatási kihívások

Számtalan kihívással találkozunk az, aki az üzemszervezésben kutatásra adja a fejét. Talán az egyik legnagyobb ilyen kihívás a változással szemben tanúsított ellenállás. Egy folyamat optimalizálása esetén például a folyamatban résztvevőknek módosítaniuk kell munkavégzésük menetét, ami sokszor új eszközök használatát, új képességek elsajátítását vagy a felesleges feladatok elhagyását jelenti. Nagyon sok projekt esetében nem használják ki a folyamatok javításában rejlő potenciált, ugyanis a befektetőket képtelenség meggyőzni, hogy alkalmazzák az optimalizált megoldásokat. Pedig ez hatalmas költségcsökkentést jelenthetne.

Egy másik, szintén hasonlóan nagy nehézség, amelyet a legtöbb kutató megemlítené, az a megbízható adatok megszerzésének problémája. Döntéseink és javaslatunk csak annyira jók, amennyire az adatok, amelyek alapján kidolgoztuk őket. Emiatt elegendő mennyiségű és minőségű adat híján nem tudunk magas színvonalú és hatásos megoldásokat nyújtani.

Azt gondolhatnánk, hogy a fentebb említett akadályt az ipar (az adatok birtokosai) és a tudomány (a kutatók) szorosabb együttműködésével tudnánk leküzdeni. Azonban a sikeres együttműködés ezen a területen inkább kivétel, mint szabály. Ez nagyrészt az eltérő motivációkkal magyarázható. Az akadémikusok inkább tanulmányok publikálására és pályázatok elnyerésére összpontosítanak, míg az ipari szereplők vállalataik működését szeretnék tökéletesíteni, illetve a verseny élvonalába kerülni, ami egyúttal gyakran azt jelenti, hogy folyamataikat és megoldásaikat a legnagyobb titokban tartják.

Minden nehézség és kihívás ellenére az üzemszervező és ipari mérnökök, valamint a terület szélesebb ágazatainak képviselői elképesztő hatást gyakoroltak az elmúlt években. Ezt már csak a képességeik iránti hatalmas keresletnövekedés is bizonyítja. A magánvállalatok és az állami intézmények is kezdenek ráébredni, hogy ahhoz, hogy versenyképesek maradhassanak, sokkal hatékonyabban kell működniük, ehhez pedig szakértők bevonása szükséges.

Az üzemszervezés alkalmazása az egészségügyi környezetben

Az üzemszervezés felhasználásának lehetősége végtelen. Ha egyszer elkezünk a folyamatokon gondolkodni, bármerre is nézünk, sorra fogunk olyan dolgokat találni, amelyek tökéletesítésre szorulnak. Sok lehetőség van a gyárak teljesítményének növelésére, a kockázatkezelés javítására a pénzügyekben, az ellátási lánc és a logisztika optimalizálására az iparban, az ütemezés és a bevételek kezelésének javítására a szállítmányozásban, az utódlástervezés és a katonai toborzás tökéletesítésére a hadseregben. Azonban az utóbbi években az egészségügy különböző területein kerülnek egyre gyakoribb bevetésre ezek az alkalmazások, például a kezeléstervezésben, a korai diagnosztizálásban, a kórmodellezésben és az orvosi döntéshozatal területén. Disszertációm a műtéti ellátáshoz kapcsolódó optimális erőforrás-elosztásra és felhasználásra összpontosított. Az alábbiakban összefoglalom disszertációm első fejezetét. A teljes kutatást lásd: *Bám és mtsai.* (2017).

Sebészeti ellátási rendszerek az Egyesült Államokban

Bármely üzemszervezési területet érintő kutatás első lépéseként a már meglévő állapotokat és folyamatokat kell felmérnünk és megértenünk annak érdekében, hogy beazonosíthassuk a hiányosságokat és az esetleges fejlesztési lehetőségeket. Így hát, kezdjük is az Egyesült Államok sebészeti ellátási rendszerének bemutatásával.

A sebészeti ellátások a kórházi szolgáltatások egyik legfontosabb területét képezik, hiszen az intézmények bevételeinek jelentős része innen származik, ugyanakkor a legtöbb költség is itt jelentkezik. Ráadásul a sebészet iránti igény a jövőben várhatóan tovább fog növekedni a népesség előregedésének következtében. Ez azt jelenti, hogy a hatékonyság még fontosabbá válik majd az igények növekedésével.

Egy sebészeti beavatkozás csak akkor történhet meg, ha minden szükséges erőforrás rendelkezésre áll: a műtő, a sebész, a sebészeti asszisztensek és az

altató orvos. A műtétet követően szükség van egy ágyra az ébredőszobában, ahol a beteg az altatás hatásától szabadulva felébredhet, majd ezután átszállítják egy kórterembe vagy hazaengedik. Ha az ébredőszobában nem áll rendelkezésre szabad ágy, akkor a betegnek a műtőben kell felébrednie. Ez nem jó a páciensnek betegbiztonsági okokból, a műtők ugyanis nincsenek ellátva az ébredéshez szükséges felszereléssel. Mi több, ez a kórháznak sem jó, hiszen a műtőszoba nem a céljának megfelelően kerül kihasználásra, és ahogy fentebb megállapítottuk, a sebészeti ellátás rendkívül nyereséges, de a nyereség eléréséhez a műtőben műteni kell. Ezért mindenki számára az a legjobb, ha elkerüljük a műtőben való ébredést.

Kutatásunk erre az adott problémára összpontosít: hogyan ütemezzük a műtéteket úgy, hogy a műtők kihasználtsága optimális legyen, miközben figyelembe vesszük a műtőket, sebészeket és az ébredőszobát annak érdekében, hogy elkerüljük a páciensek műtőben való ébredését. Ez egy igazán nagy kihívás a két szakaszt (a műtétet és az ébredést) tekintve, amelyeket szinkronizálni kell annak ellenére, hogy mindkét folyamat egyfajta bizonytalanságot is rejt magában az időtartamot illetően. Kutatásunk a tervezett (elektív) műtétekre terjedt ki, azokra, amelyeket már előzetesen beütemeztek, és azt feltételeztük, hogy a napok függetlenek egymástól, ezért minden napra külön beosztást hoztunk létre.

Mivel az egészségügyi alkalmazások egy igen népszerű területét jelentik az üzemszervezésnek, rengeteg munkát fektettek már be a műtétek ütemezésének optimalizálásába. Ugyanakkor a mi kutatásaink számos tekintetben bővítették a szakirodalmat, fontos funkciókkal kiegészítve azt. A műtőket és az ébredőszobákban rendelkezésre álló ágyakat vettük figyelembe, tiszteletben tartva a páciens–sebész hozzárendeléseket. Az időtartam bizonytalanságát is implicit módon számításba tudtuk venni azzal, hogy gondosan választottuk meg a reprezentatív determinisztikus időtartamokat, amelyek jól teljesítenek bizonytalanság esetén is. Sőt, tudomásunk szerint mi voltunk az elsők, akik átfogóan foglalkoztak a műtét ezen szempontjaival anélkül, hogy olyan

komplex megoldási módszertanokhoz (például matematikai programozáshoz, genetikai algoritmusokhoz vagy részecske-raj algoritmusokhoz) folyamodtunk volna, amelyek a kórházak számára nem értelmezhetőek, és így rendkívül megnehezítették volna a megvalósítást. Bár mi is matematikai optimalizálási megközelítéssel kezdtünk, azt a modellt a kórházak számára ajánlott gyors becslési módszereink kidolgozására és értékelésére használtuk fel.

Optimális műtéti ütemezés

Kezdetben ezt a problémát vegyes egészértékű programként (MIP) határoztuk meg, és diszkrétizált idősávokat alkalmaztunk annak érdekében, hogy csökkentsük a műtéti óratöbbletet az összes műtét elvégzését követően, és hogy csökkentsük a sebészek teljes műtőben töltött idejét (ami az adott sebész első műtétének kezdetétől az utolsó műtét végéig tartó időtartamot jelenti). Az első célkitűzés biztosítja, hogy a műtők kihasználtságát egyensúlyba hozzuk a műtők időtúllépésével, miközben a második célkitűzés pedig azt biztosítja, hogy minden sebész egymás után végezhesse műtétjeit. A fő kérdés minden páciens esetében az, hogy melyik időszávban kezdődjön és melyik műtőben történjen a műtét. Ha a döntés megszületett, tudni fogjuk, hogy a sebészek mikor foglaltak (ha a beteg a műtőben van, akkor a sebésznek is ott kell lennie), hogy az ébredés az ébredőszobában mikor kezdődik (ennek azonnal a műtét után kell történnie, hogy elkerüljük a műtőben való ébredést), illetve, hogy mennyi időtúllépés történt minden műtőben (ha a beteg még mindig a műtőben van a tervezett befejezést követően, akkor az időtúllépés számítása elkezdődik). A modell felépítését és a további részleteket lásd: *Bám és mtsai (2017)*.

A MIP-modell optimális ütemezések létrehozására kínál megoldást. Azonban ez a modell számítási szempontból nagy kihívásokat rejt a reális nagyságú problémák esetére, főleg azoknál a kórházaknál, amelyek gyakran szeretnék ezt a modellt alkalmazni. Ezért az optimális ütemterveket a fő megközelítésünk – a gyors becslési módszerek – értékelésére használjuk.

A heurisztikus megközelítés

A problémát két fázisra bontottuk, mindegyikhez kifejlesztettünk egy problémamegoldást, és ezeket kombinálva használtuk a megközelítőleg optimális ütemtervek előállításához. Az első fázisban meghatároztuk a sebész-műtő-hozzárendeléseket és a megnyitandó műtők számát. A második fázisban az azonos sebészhez rendelt betegeket és az azonos műtőkhöz rendelt sebészeket rendeztük sorba.

Első fázis: sebész-műtő hozzárendelési problémamegoldás

Ebben a fázisban figyelembe vettük az összes sebész blokkját (az általuk elvégzendő összes műtét teljes időtartamát), és hozzárendeltük a műtőkhöz azzal a céllal, hogy csökkentsük az igénybe vett műtők számát és az időtúllépéseket. Ahhoz, hogy megtaláljuk a megfelelő megoldást erre a fázisra, vegyük figyelembe, hogy ez az eset a ládapakolási feladat klasszikus operációkutatási problémájának egyik változata. A hagyományos ládapakolási feladatban végtelen számú láda áll rendelkezésre, mindegyik azonos hosszúsággal rendelkezik, és adott az elemek listája. A cél az, hogy megtaláljuk a legkevesebb számú ládát, amelybe minden elem befér. Ennek a problémának az egyik változata, amelyet kiterjeszthető ládapakolási feladatnak hívnak, lehetővé teszi a láda meghosszabbítását felár ellenében.

Ha a 'műtő' szót alkalmazzuk a 'láda' helyett, illetve a 'sebészi blokkot' az 'elem' helyett, és a 'műtők időtúllépését' a 'láda kiterjesztése' helyett, akkor láthatjuk, hogy a probléma, amelyet épp szeretnénk megoldani, gyakorlatilag a kiterjeszthető ládapakolási feladat problematikája. Kimutattuk, hogy a leg hosszabb megmunkálási idő (LPT: Longest Processing Time first) algoritmus jól teljesít ezen probléma esetében, ahol, ha adott a műtők száma, a sebészi blokkok csökkenő időtartamú sorrendbe kerülnek, és ebben a sorrendben vannak hozzárendelve a listában a legkevesebb használt műtőhöz, tetszőlegesen választva két megegyező használatú műtő között. Kimerítő keresést alkalmazva a rendelkezésre álló műtők számát illetően, megtaláljuk a megnyitandó

műtők számát és a sebész-műtő-hozzárendeléseket. Az algoritmus pszeudokódja a következő:

MűtőkSzám = 1

while időtúllépés van és MűtőkSzám < a rendelkezésre álló műtők teljes száma **do**

Költség (MűtőkSzám) = LPT-megoldás költsége;

MűtőkSzám = MűtőkSzám + 1;

end

Költség = $\min_{\text{MűtőkSzám}} \{ \text{Költség}(\text{MűtőkSzám}) \}$

Meghatároztunk egy teljesítménykorlátot, amelyet a szakemberek használhatnak annak felmérésére, hogy a heurisztikus algoritmus eredménye mennyire lehet messze az optimálistól egy adott helyzetben. Legyen S a műtők nyitvatartásának az időtúllépést megelőző maximális ideje. Legyen c^v az időtúllépés többletköltségének változója, és c^f pedig egy műtő megnyitásának fix költsége. Legyen C^H az LPT-megoldás költsége, és C_1^* az optimális félig-szüneteltethető megoldás, ahol az $S/3$ -nál nem nagyobb méretű sebészeti blokkokat szüneteltetni lehet. Így a következő tételt tudjuk bizonyítani a heurisztikus algoritmus teljesítményének ellenőrzésére: **1. Tétel.** Minden olyan esetre, ahol minden műtő tervezett munkamenetideje S :

$$\frac{C^H}{C_1^*} \leq 1 + \frac{Sc^v}{12c^f},$$

ahol egy esetet a sebészeti blokkok listája és az elérhető műtők száma határoz meg. Sőt, vannak olyan esetek is, ahol ez a korlát éles.

Ez a legrosszabb eset korlát egy fontos mutató a megoldás teljesítményét illetően. De ahhoz, hogy a teljes képet lássuk az algoritmus teljesítményéről, és hogy kiderüljön, hogy a megoldás valóban alkalmazható-e, együttesen kell nézni azzal, hogy hogyan teljesít a gyakorlatban. Megállapítottuk, hogy a gyakorlati teljesítmény kiváló: 270 véletlenszerűen generált esetben a megoldás átlagosan az optimális fél százalékán belül volt – és az esetek több mint 77%-ában megtalálta az optimális megoldást.

Második fázis: A szekventálási problémamegoldás

Miután a megnyitandó műtők számát meghatároztuk, és a sebész-műtő-hozzárendeléseket is rögzítettük, az egyes sebészek blokkjában lévő betegeket és az ugyanazon műtőben lévő sebészeket állítottuk sorrendbe. Ehhez kifejlesztettünk egy algoritmust, amelyet különbség-heurisztikának nevezünk el. A műtétek szekventálásánál a célunk: egyetlen sebész eseteinek sorbarendezése, feltéve, hogy egy műtő és egy ébredőszobai ágy áll a betegek rendelkezésére. További célunk a sebész teljes műtői idejének minimalizálása, ami egyenértékű a műtétek elvégzésének lehető legrövidebb teljes időtartamával.

Mielőtt bemutatnánk ezt a problémamegoldást, hadd írjuk le a mögöttes meghúzó logikát. A szekventálást úgy végeztük el, hogy összevetettük az épp műtés alatt álló páciens ébredési ideje és a következő potenciális beteg műtési ideje közötti különbséget. (Ez a különbség alapozta meg a heurisztika nevét). Ez az időkülönbség fontos, ugyanis ha a következő beteg műtése több vagy ugyanannyi időt vesz igénybe, mint az épp műtőben lévő páciens ébredési ideje, akkor az azt jelenti, hogy az épp műtött beteg még azelőtt elhagyja az ébredő szobát, mielőtt a következő beteg igényelné ott az ágyat, ezért elkerülhető a műtőben való ébredés. Egyéb esetben a műtő kihasználásában üresjárat keletkezik, és később kell elkezdeni a műtétet, hogy elkerüljük a műtőben való ébredést, aminek megfelelő árat tulajdonítunk a célfüggvényben.

Legyen P a páciensek teljes száma, a műtét időtartama d , az ébredési idő pedig r . Legyen W egy $P \times P$ mátrix, ahol $W_{ij} = r_i - d_j$, $i \neq j$ és $W_{ii} = \infty$. Legyen $W_j = \min_i W_{ij} \forall j$, és legyen $p^* = \operatorname{argmax}_j W_j$ az első páciens a sorrendben. Így a problémamegoldás a következő:

```

for ( $a = 1, \dots, P - 2$ ) do
  if  $\min_j W_{p^*j} > 0$  then
     $p_{ij}^* = \operatorname{argmax}_j W_{p^*j}$ 
  else
     $p_{ij}^* = \operatorname{argmax}_{j: W_{p^*j} \leq 0} W_{p^*j}$ 
  end
  adjuk  $p_{ij}^*$ -t a sorrend végéhez, és zárjuk ki ezt a beteget a további megfontolásból.
   $p^* = p_{ij}^*$ 
end

```

Erre az algoritmusra is van teljesítmény korlátunk.

2. Tétel. Abban a különbség-heurisztikai felállásban, ahol $W_{ij} = r_i - d_j$, $i \neq j$ és $W_{ii} = \infty$ legyen

$$W^i = \max_{j: j \neq i} (W_{ij})^+; \quad \bar{W}^i = \min_i W^i; \quad \omega^i = \min_{j: j \neq i} (W_{ij})^+; \quad \bar{\omega}^i = \max_i \omega^i \forall i;$$

és legyen

$$W^j = \max_{i: i \neq j} (W_{ij})^+; \quad \bar{W}^j = \min_j W^j; \quad \omega^j = \min_{i: i \neq j} (W_{ij})^+; \quad \bar{\omega}^j = \max_j \omega^j \forall j;$$

Így minden meglévő esetre

$$C^{KH} - C_2^* \leq c^s \times \min \left\{ \sum_{i=1}^P W^i - \bar{W}^i - \left(\sum_{i=1}^P \omega^i - \bar{\omega}^i \right), \sum_{j=1}^P W^j - \bar{W}^j - \left(\sum_{j=1}^P \omega^j - \bar{\omega}^j \right) \right\},$$

ahol C^{KH} a különbség-heurisztika által kínált ütemezés költsége, és C_2^* pedig az optimális megoldás költsége. Ezen felül vannak esetek, amelyeknél ez a korlát éles.

Az is kimutatható, hogy a különbség-heurisztika optimális a következő esetben, ami gyakran előfordul a hosszabb időtartamú sebészeti osztályoknál.

3. Tétel. Bármely, egyetlen sebészt tartalmazó esetben, a különbség-heurisztika optimális sorrendet ad, ha sebészhez rendelt esetek száma kettő.

Mindegyik fenti tétel bizonyítása megtalálható a *Bam és mtsai (2017)* függelékében.

Bemutattuk, hogy a különbség-heurisztika hogyan oldja meg az egy sebészhez tartozó műtétek sorba rendezését. Ahhoz, hogy az egy műtőhöz rendelt sebészeket is sorrendbe tegyük, mindegyik sebészi blokkhoz társítsuk az első páciens műtétének időtartamát és az utolsó páciens ébredési idejét, és alkalmazzuk ugyanezt az algoritmust.

Az előző fázishoz hasonlóan, a különbség-heurisztika rendkívül jól teljesít a gyakorlatban. Ismét 270 esetet generáltunk véletlenszerűen, és 95%-ukra megtalálta az optimális megoldást, míg átlagosan 1% alatt volt az optimális megoldástól való távolságuk.

Az időtartam bizonytalansága elleni fedezet

A kirakós utolsó darabkájával még nem foglalkoztunk: mégpedig az időtartamok bizonytalanságával. A kétfázisú problémamegoldás determinisztikus időtartamú bemeneteket feltételez, így a bizonytalanság implicit beépítésére van szükségünk. Ezt úgy végeztük el, hogy megtaláltuk az időtartameloszlás megfelelő percentiliséit, amely fedezi a bizonytalanságot.

Teszteltük a 60., 70. és 80. percentiliseket mind a műtétek, mind pedig az ébredések időtartam-eloszlására vonatkozóan, amiket log-normális eloszlásként modelleztük, mert a kimutatások szerint bevált ezekhez az időtartamokhoz. Mindkét eloszlás sebész- és esetspecifikus. Véletlenszerűen választottunk ki napokat a partnerkórházunk ütemezéséből, a MIP-ünk segítségével optimalizáltuk az ütemezést a műtéti és ébredési időeloszlások percentiliseinek mind

a 9 kombinációjára; majd egy ehhez a projekthez kifejlesztett egyedi diszkrét eseményszimulációt használtunk a generált ütemtervek értékelésére bizonytalanság esetén. Kiszámítottuk mindegyik ütemezés költségét, amely figyelembe veszi a nyitott műtők számát, a műtők időtúllépését és a sebészek teljes műtéti idejét. Ez az alapos elemzés azt mutatta, hogy a műtéti időtartamban a 60., az ébredési időtartamban pedig a 70. percentilis teljesített a legjobban. Ezért az volt a javaslatunk, hogy a megfigyelt véletlenszerű adatok ezen percentiliseit használjuk determinisztikus időtartamokként, mivel ezek bizonytalanság jelenlétében is jól teljesítenek.

A heurisztika teljesítményének esettanulmánya

Már külön tanulmányoztuk mindkét fázis teljesítményét, azonban szükséges, hogy megnézzük a kétfázisú heurisztikánk teljesítményét egyben, összevetve az optimalizáció alapú megoldásainkkal. Megállapítottuk, hogy a figyelembe vett esetek 93%-ában kevesebb mint 10%, a figyelembe vett esetek 74%-ában pedig kevesebb mint 5% volt a különbség a kétfázisú heurisztika és az optimális megoldás költsége között. Ez azt mutatja, hogy a kétfázisú heurisztika megbízható módszer a kiváló minőségű ütemtervek előállítására.

Továbbá a kétfázisú heurisztika által generált ütemezéseket diszkrét eseményszimuláció segítségével is értékeltük, hogy lássuk, hogyan teljesítenek a műtőben való ébredés szempontjából. Megállapítottuk, hogy a műtőben eltöltött idő legfeljebb 0,34%-át fordították a műtőben való ébredési folyamatra. Így megállapíthatjuk, hogy elértük célunkat, hogy olyan műtéti ütemezéseket állítsunk elő, amelyek elkerülik a betegek műtőben való ébredésének szükségességét.

Míg az optimalizálás több mint egy napig is tarthat egy-egy eset megoldására, a kétfázisú heurisztika másodpercek alatt lefut, és ezért sokkal alkalmasabb a kórházi körülmények között történő alkalmazásra.

Következtetések

A műtétek optimális ütemezésének problémájával szembesültünk, figyelembe véve a műtétet közvetlenül támogató erőforrásokat (műtők és sebészek), valamint a műtétet közvetve támogató erőforrásokat (ébredőszoba). Olyan optimalizálási megközelítéssel kezdtük, ahol a problémát MIP-ként modelleztük, amely ugyan optimális megoldásokat talál, de számítási szempontból túl nagy kihívást jelent a kórházi környezet reális esetei számát tekintve, és ezért nem lenne célszerű alkalmazni. Következésképpen olyan heurisztikákat dolgoztunk ki, amelyek gyorsan megoldhatók, és összehasonlítottuk a heurisztika teljesítményét az optimális megoldásokkal. A heurisztika robusztuságának igazolására kifejlesztettünk egy diszkrét eseményszimulációt, hogy további eseteket, valamint a véletlenszerűség különböző szintjeit és típusait tanulmányozzuk. Miután kiválasztottuk azt a heurisztikát, amely a gyorsaság és a közel-optimális megoldás kompromisszumaként szolgál, bemutattuk a heurisztikának a legrosszabb esetekben vett teljesítménykorlátait, ami alapján a szakemberek eldönthetik, hogy a megoldás alkalmas-e az adott esetben.

Összegzés

Az üzemszervezés egy olyan tudományterület, amely a folyamatok hatékonyabbá tételére összpontosít. Ennek a szaktudásnak az alkalmazási területei végtelenek. Disszertációmban az erőforráselosztás és -felhasználás optimalizálására alkalmaztam tudásomat az egészségügyben. Ma a General Motorsnál (globális autógyártó vállalat) végzett munkám során szakértelmemet az ellátási lánc és a logisztikai hálózatok optimalizálására alkalmazom. Senki sem tudja, mit rejt a jövő, de egyet biztosan tudok: bármit is hoz, továbbra is arra töreksem majd, hogy jobba tegyem a dolgokat.

Hivatkozások

Maya Bam, Brian T. Denton, Mark P. Van Oyen & Mark E. Cowen: Surgery scheduling with recovery resources, *IIE Transactions*, 49:10, 942-955. (2017)

Louis A. Martin-Vega: The Purpose and Evolution of Industrial Engineering. In K. B. Zandin and H. B. Maynard (Eds.), *Maynard's Industrial Engineering Handbook* (5th ed.). McGraw-Hill Education. (2001)

U.S. News & World Report: *The Best Industrial / Manufacturing / Systems Engineering Programs in America, Ranked 2020*. Elérhető: 2020. szeptember 6. Weboldal: <https://www.usnews.com/best-graduate-schools/top-engineering-schools/industrial-engineering-rankings>

Dr. Bátyi Szilvia

Pannon Egyetem, Modern Filológiai és Társadalomtudományi Kar,

Magyar és Alkalmazott Nyelvtudományi Intézet

Külföldi kutatás helyszíne: Groningeni Egyetem, Hollandia

A nyelvkopás vizsgálata: elméleti és módszertani megfontolások

A kutatás körülményeinek bemutatása

A Groningeni Egyetemre két alkalommal volt lehetőségem rövid távú mobilitási programmal kiutazni: először 2013 novemberében Erasmus programmal, majd 2015-ben a Campus Hungary keretein belül. Mindkét esetben az Alkalmazott Nyelvészeti Tanszék (Department of Applied Linguistics) meghívásával pályáztam, amelynek akkori vezetőjével, Kees de Bot professzorral, jó szakmai kapcsolatot áptunk.

A 2013-as mobilitás alkalmával részt vettem egy nemzetközi képzésen, ami a nemzetközi kapcsolatokkal foglalkozó intézményi koordinátoroknak szólt, így kapcsolatba léphettem német, brit, spanyol és holland kollégákkal és az ott szerzett tapasztalatokat beépíthettem a Pannon Egyetem gyakorlatába. Emellett órákat is tartottam az alkalmazott nyelvészet szak alapszakosainak az ukrainai kisebbségekről, kétnyelvűségről stb. Már az első látogatás alkalmával inspirált a nemzetközi környezet, az ott folytatott kutatási témák, továbbá felkeltette kíváncsiságomat az a tény, hogy több magyar költözött ki Hollandiába és ott jól el tudott helyezkedni.

A nyelvkopás, mint téma első virágzása a kutatói történetemben mégsem Hollandiában történt. Első kutatásom a témában az idegennyelv kopással foglalkozott, pontosabban azzal, hogy azok, akik az orosz kötelező idegennyelvként tanulták Magyarországon, mennyit tartottak meg a nyelvből és mik voltak azok a nyelven kívüli tényezők, amelyek a nyelvmegtartást vagy nyelvkopást befolyásolták (lásd Bátyi, 2015; 2017a; 2017b). A téma iránt egyre inkább elköteleződtem, így a második groningeni kiutazás alkalmával már kutatási tervvel és kutatási eszközökkel indultam és egy pilot (felfedező) kutatás keretében kipróbáltam az eszközöket 7 Groningenben élő magyarral, azt vizsgálva, hogy milyen mértékben tapasztalják a nyelvkopást. Részt vettem a tanszék szervezésében megrendezésre kerülő *Bilingualism and cognitive aging* című nemzetközi konferencián, ahol a kétnyelvűség legnagyobb kutatóival találkozhattam (a teljesség igénye nélkül: Ellen Bialystok, Thomas Bak, Jubin Abutalebi) és személyesen is megismerhettem a kutatási területem legnagyobb művelőjét, Monika Schmidet.

Ezek a külföldön szerzett szakmai tapasztalatok nagyban hozzájárultak ahhoz, hogy kutatóként nyitott legyek az új irányzatokra és bátran kapcsolatba merjek lépni azokkal a szakemberekkel, akiknek a nevét mindaddig csak a könyvek és folyóiratok lapjairól ismerhettem.

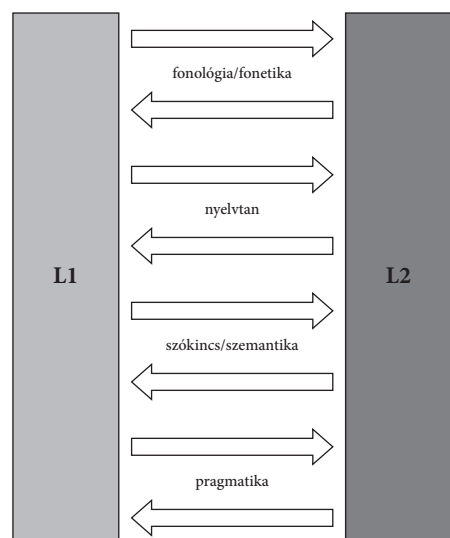
Bevezetés

A két- és többnyelvűség elterjedtsége a világon nagyfokú, amit mi sem bizonyít jobban, hogy az *Ethnologue* nyelvkatalógus 7117 nyelvet tart számon, miközben az országok száma mindössze 200, tehát a világ lakosságának nagy része kisebbségi helyzetben él, azaz az anyanyelve mellett meg kellett tanulnia az államnyelvet és/vagy egy idegennyelvet.

Kétnyelvűvé az egyén számos módon válhat, például, ha születésétől fogva két nyelvet sajátít el a szüleitől, az iskolában megtanul egy idegen

nyelvet vagy gazdasági, politikai, vallási és egyéb okok miatt egy másik országba költözik stb. (Grosjean, 2010; Navracscics, 2007). A kétnyelvűek döntő többségének nyelvtudása a két nyelven nem kiegyenlített (balansz), általában valamelyik nyelvük domináns (Kroll *et al*, 2012) és ez a dominancia az életük során változhat, attól függően, hogy milyen nyelvi környezetben élnek, milyen a nyelvekhez fűződő attitűdjük vagy melyik nyelvet használják gyakrabban. Mindenesetre az elmondható, hogy a két nyelv rendszeres használatának eredményeképp egyik nyelvük sem stabil, mivel a nyelvek hatnak egymásra, így mind az első nyelvben (L1), mind pedig a második nyelvben (L2) változások tapasztalhatók.

A kétnyelvűségi kutatások sokáig csak arra terjedtek ki, hogyan történik a második nyelv elsajátítása, illetve, hogy az első nyelvnek vagy anyanyelvnek milyen hatásai vannak az L2-re. Azt feltételezték ugyanis, hogy miután az egyén elsajátította az első nyelvét, az immunis lesz a változásra és egyetlen szerepe a másodiknyelv-elsajátításban az, hogy interferenciát okoz az elsajátítási folyamatban, a nyelvtanuló pedig az összes anyanyelvi szintű tudással járó privilégiumot élvez, akárcsak az egynyelvűek. Számos kutatás rávilágított azonban arra, hogy a kétnyelvűségnek következményei vannak nemcsak a második, de az első nyelvre vonatkozóan is (Kecskes és Papp, 2000), illetve, hogy a nyelvek közötti interakció kétirányú és minden nyelvi szintet érint (szókincs, nyelvtan, kiejtés, pragmatika) (lásd 1. sz. ábra). Az L2 elsajátítása során ez azt jelenti, hogy az L1 hatására akcentus alakul ki az új nyelvben, az egyén nem minden nyelvtani szerkezetet használ helyesen és kisebb lesz a szókincse, mint egy anyanyelvi beszélőnek (Schmid, 2011). Az új nyelv elsajátításának hatására azonban az L1 sem marad stabil és a változások már 4 hónap nyelvtanulás után kimutathatók (Bice és Kroll, 2015). Gyakoribb eset azonban az, hogy az egyén egy másik országba költözik és az új környezet nyelvét napi szinten kezdi el használni. Ekkor az L2 hatására az L1 nyelvi rendszere átstrukturálódhat (pl. szokatlan nyelvtani szerkezetek használata, akcentus kialakulása) és összezsugorodhat (pl. kisebb és kevésbé változatos szókincs).

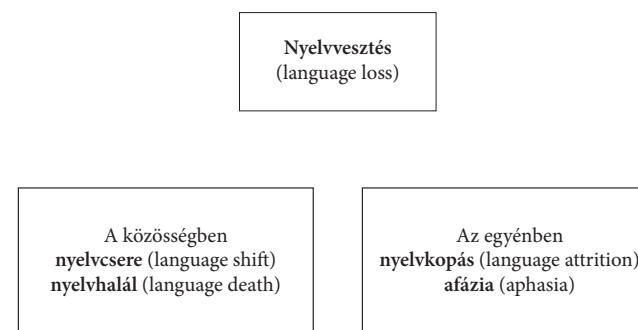


1. ábra: A két nyelv egymásra hatásának integrált modellje
(adaptáció: Schmid és Köpke, 2007)

Az L1-ben egy másik nyelv hatására történő változásokat *nyelvkopásnak* (language attrition) nevezzük. A terminust először *Haugen* használta 1938-ban, a jelenség szisztematikus kutatása azonban csak 80-as években kezdődött el (*Lambert és Freed*, 1982). A nyelvkopás mint kutatási terület az elméleti kereteit és módszertanát 2004-ben kezdte körvonalazni, amikor Monika Schmid vezetésével megalakult a nyelvkopással foglalkozó hálózat (Graduate Research network on Language Attrition) (lásd *Opitz*, 2019).

A meghatározások, elméleti keretek és módszertan tárgyalását megelőzően fontos néhány terminológiai kérdést tisztázni. A szakirodalomban gyakran használatos a *nyelvvesztés* kifejezés, amely utalhat az emigráció következményeként kialakuló nyelvi tudás csökkenésére az egyénnél, de arra a jelenségre is, amikor közösségi szinten a nyelv generációs továbbadásának sikertelensége

miatt a nyelvhasználati terek beszűkülnek (a többségi nyelv váltja fel), ami gyakran *nyelvhalálhoz* vezet. A nyelvvesztés lehet eredménye a demenciának vagy az afáziának is. A vázolt terminológiai zavar elkerülése érdekében *Schmid* (2011) a 2. számú ábrán látható kategorizációt és terminológiát ajánlja. A nyelvvesztést esernyőterminusként használhatjuk a fenti jelenségek tárgyalására, míg a pontosabb megnevezésekhez a közösségi és egyéni szinten eltérő terminusokat kell használnunk.



2. ábra: Terminológiai javaslatok

Fiatal kutatási területként a nyelvkopás jelenségének meghatározása is több fokozaton ment keresztül. Az alábbi két meghatározás között több mint tíz év és számos kutatási eredmény van, ami pontosabbá és kidolgozottabbá tette a definíciót:

„[a nyelvkopás] az egyén által korábban elsajátított
nyelvtudás nem-patológias csökkenése”
(*Köpke és Schmid*, 2004, 3) (saját fordítás).

Az elsőnyelvkopás alatt azokat a hatásokat értjük, amelyeket az L2 az L1-re gyakorol, amikor: „a) a már meglévő nyelvi ismeretek kevésbé hozzáférhetőek, vagy bizonyos mértékben módosulnak egy új nyelv elsajátításának eredményeként, és b) az L1 produkciót, feldolgozást és megértést egy másik nyelv jelenléte befolyásolja” (*Köpke és Schmid*, 2017, 638) (saját fordítás).

A fenti meghatározások jól mutatják, hogy nem a tudás, azaz a kompetencia elvesztéséről van szó, hanem használatbeli problémákról, azaz inkább a performancia érintett. A nyelvkopás nem hasonlítható össze a pszichológiai értelemben vett emlékek vagy emléknymok (memory traces) felejtésével, mivel több kutatás is bizonyítja, hogy a 40-50 éve nem használt első nyelvben sem következik be drasztikus változás (Schmid, 2012). A nyelvkopás minden nyelvi szintet érint, beleértve a fonetikai, lexikai, morfoszintaktikai, szemantikai és pragmatikai szinteket. Számos befolyásoló tényezőt vizsgáltak az egyes kutatásokban, a leggyakrabban a *nyelvhasználat gyakorisága* (frequency of use), az *emigráció hossza* (length of residence) és az *egyén kora* a kivándorlás idején mutatkozott a legmeghatározóbbnak. Feltételezzük, hogy ha az egyén kevesebbet használja az L1-et és hosszabb időt tölt egy L2 környezetben, akkor nagyobb mértékű lesz a nyelvkopás, de ahogy látni fogjuk, a helyzet nem ilyen egyértelmű.

Az 1. számú táblázatban Schmid összegzi a *nyelvhasználat gyakoriságának* a hatását a nyelvkopásra 49 tanulmány eredményei alapján. Első ránézésre úgy tűnik, hogy az általános nyelvtudáson kívül egyik nyelvi szint sem érintett jobban, mint a többi, miközben eddig általános feltételezés volt, hogy a lexikon sérülékenyebb. Schmid felhívja a figyelmünket arra is, hogy azon kutatásokban, amelyek kimutatták az L1 használatának hatását a nyelvkopásra, a résztvevők száma több volt mint 50, míg a másik csoportban az átlagos résztvevőszám 40,3. Ez azt is jelenti, hogy a kutatás (statisztikai) erejét szem előtt tartva az egyik fontos kritérium a tervezésnél a nagyobb részvevőszám bevonása a vizsgálatba.

	nincs hatása az L1-használatnak		van hatása az L1-használatnak	
	N	%	N	%
pontosság és folyékonyság	4	50	4	50
lexikon	12	70.6	5	29.4
morfoszintaktika	3	60	2	40
fonetika	4	66.7	2	33.3
általános nyelvtudás	8	80	2	20

1. számú táblázat: Az L1 használatának a hatása a nyelvkopásra 49 tanulmány elemzése alapján (adaptáció: Schmid, 2019)

Ugyancsak Schmid (2019) elemzései mutattak rá 41 kutatás eredményei alapján, hogy 29 vizsgálatban az *emigráció hossza* nem volt hatással a nyelvkopás mértékére, míg 12 esetben igen. Az emigráció hosszának csak akkor mutatkozott hatása, ha a résztvevők kevesebb, mint 10 évig éltek az L2 környezetben, ami alátámaszthatja azt a nézetet, hogy a nyelvkopás az emigráció első 10 évében következik be, ezután pedig nem vagy keveset változik. Természetesen, ennek kijelentéséhez több vizsgálat szükséges.

A harmadik tényező, amellyel kapcsolatban sokkal biztosabban mondhatunk az *egyén kora* a kivándorlás idején. A vizsgálatok alapján elmondható, hogy abban az esetben, ha a kivándorlás a 10-edik vagy 12-edik életév előtt történik meg, nagyfokú nyelvkopás tapasztalható, míg ezután a kor után csak kisebb fokú nyelvkopás mutatható ki (Bylund, 2019). Azok a kutatások, amelyek Koreából Franciaországba (Pallier et al, 2003) és Kínából Kanadába (Pierce et al, 2014) adoptált gyerekeket vizsgáltak agyi képalkotó eljárásokkal,

azt találták, hogy az L1 vagy teljesen kitörlődött az agyból, vagy csak olyan apró nyomai maradtak, amelyek az intonáció észlelését könnyítik meg. Ez magyarázható azzal, hogy az agy plasztikussága kora gyermekkorban nemcsak a nyelv(ek) tanulását könnyíti meg, de ennek a plasztikusságnak köszönhetően a nyelv elvesztését is (MacWhinney, 2019), továbbá fontos tényező, hogy a szociális környezet megváltozása nem támogatja az L1 használatát, így az L2-höz való kötődés sokkal erősebb lesz.

Mivel a nyelvkopás, mint kutatási terület viszonylag újnak mondható, ezért azt mindenképp le kell szögezünk, hogy a befolyásoló tényezők tisztázásához sok empirikus kutatás szükségeltetik, amelyek a fentebb említett tényezőket pontosabban meghatározzák és vizsgálják, továbbá nem zárják ki olyan változók hatását, mint pl. az attitűd.

Jelen tanulmány célja, hogy bemutasson egy olyan módszertani és elemzési keretet, amely a jövőben segítségül szolgálhat a téma iránt érdeklődő kutatók számára, kérdéseket vessen fel és nem utolsó sorban, inspiráljon. Annak érdekében, hogy jobban belelássunk az egyén által megélt nyelvkopás/nyelv-megtartás dichotómiájába, a következőkben a kutatási eszközök bemutatása után 2 résztvevő példáján ismertetem a kutatás eredményeit, amit a hollandiai magyarok elsőnyelv-kopása témakörében végeztem. A kutatás fő kérdése az volt, hogy mely nyelven kívüli tényezők – használat gyakorisága (kontaktus és választás), emigrációs idő hossza, attitűd – lesznek hatással a nyelvkopás mértékére a lexikai és pragmatikai szinten. A lexikai szinten a szókincs gazdagságát és a folyékonyt vizsgáltam, míg a pragmatikai szinten a direktség fokozatait.

Pilot kutatás

2015 januárjában a kutatás feltáró szakaszában a Groningenben élő magyarok 7 fős mintáján kerültek kipróbálásra a kutatási eszközök. Ez a kutatásnak egy nagyon fontos és hasznos fázisa, mert kideríti, hogyan működik majd a módszertan a célcsoporton és feltárja az esetleges hibákat is. A *szociális személyes háttérkérdőívet* (Social Personal Background Questionnaire) a fejlesztők tanácsait követve interjú formájában használtam, a *spontánbeszéd vizsgálathoz* egy Charlie Chaplin filmet vetítettem le a résztvevőknek és arra kértem őket, hogy mondják el, mi történt a filmben, végül a verbális folyékonyt egy *szemantikai fluencia teszttel* mértem (az eszközök bemutatást lásd lejjebb). Az adatgyűjtés után a módszerek és az eszközök használatának módja átgondolásra került, ami alapján a következők kerültek megállapításra: (i) a kérdőív interjú formában való lekérdezése (79 kérdés) túlságosan időigényes és nincs sok hozzáadott értéke az adatokhoz, ezért az online kérdőíves forma használata mellett döntöttem; (ii) a filmes feladat fő célja az volt, hogy megfelelő mennyiségű spontánbeszéd anyagot biztosítson, viszont erre a választott film nem bizonyult megfelelőnek, így egy másik eszköz (képregény) került kiválasztásra; (iii) a beszélgetések során az is kitűnt, hogy bár a résztvevők folyékonyan beszélnek magyarul, de a pragmatikai szinten kisebb devianciákat mutattak, így a pragmatikai készségek mérésére is sor került az éles kutatásban; (iv) a pilot teszt résztvevői nem töltöttek 3 évnél több időt Hollandiában, így kritériumként került bevezetésre a minimum 7 év eltelte a kivándorlás óta.

Módszerek

Résztvevők

Az adatgyűjtés online formában történt, ami a résztvevők toborzásában jelentette a legnagyobb kihívást. Míg a pilot kutatás során a közösségi médián keresztül léptünk kapcsolatba a résztvevőkkel és került sor a személyes találkozásokra, ez az éles kutatás során szóba sem jött, mivel kizártuk volna azokat, akik nem használják ezeket a platformokat. A Hollandiai Magyar Szövetség segítségével a rendszeresen kiküldött körlevelükben szerepelt a felhívás a kutatásban való részvételre, majd a hólabda módszerrel (ismerősöm ismerőse) terjedt a felhívás az ott élő magyarok körében. Ennek végeredményeként 20 résztvevője lett a kutatásnak. A teljes minta bemutatásától itt eltekintek, mivel a tanulmányban bemutatott elemzés két esetre korlátozódik.

Kutatási eszközök

Szociális személyes háttérkérdőív

A kutatás első fázisában használt eszköz egy személyes háttérkérdőív volt, amely 79 kérdésből áll (Elérhető: <http://www.let.rug.nl/languageattrition/>). A kérdőívhez tartozik egy kódrendszer, ami az elemzéshez nyújt segítséget. Mivel a kérdőív és a hozzá tartozó kódrendszer magyarul nem elérhető, ezért magyarra fordítottuk. Annak érdekében, hogy biztosítsuk a fordítás megbízhatóságát, a magyarra fordítás után a kérdőív és szempontrendszer vissza lett fordítva angolra. A két verzió, az eredeti angol és a visszafordítás, 80%-ban megegyezett egymással, ami mutatja a fordítás megbízhatóságát.

A kérdőív nyitott és zárt kérdéseket is tartalmaz és a következő részekre osztható:

- **Személyes háttér:** kor, nem, születés helye, nemzetiség, dialektus vagy standard anyanyelv, végzettség, foglalkozás, a migráció hossza;

- **Nyelvválasztás:** az L1 használata a partnerrel, gyerekekkel, a közösségben, L1-média használata stb;
- **Nyelvi kontaktus:** a Magyarországra látogatás gyakorisága és hossza, az L1 használatának a gyakorisága, a partner/barátok anyanyelve, nyelv használata a magyarországi rokonokkal stb.;
- **Attitűd:** az L1 fenntartásának fontossága, a gyerekek nyelve, kulturális preferencia, nyelvi preferencia, honvágy, visszatérés szándéka, akcentus L1-ben stb.

Például:

- nyelvi kontaktus: *„Visszatért-e valaha Magyarországra mióta elköltözött Hollandiába? Átlagban több magyarul vagy hollandul/angolul beszélő barátja van?”*
- attitűd: *„Bátorítja a gyerekeit, hogy beszéljenek magyarul? Magyarul, hollandul vagy angolul beszélve érzi magát inkább kényelmesen?”*
- nyelvválasztás: *„Milyen nyelvet vagy nyelveket használ, mikor a gyerekeihez beszél? Milyen nyelvet vagy nyelveket használnak a gyerekei, mikor Önhöz beszélnek?”*

Interjú

A kérdőívek beérkezése után megtörténtek az egyeztetések a vizsgálat további részeinek időpontjáról. A skype-on lefolytatott adatfelvétel első része egy interjú volt, amelyben arra kértem a résztvevőket, hogy beszéljenek az előre meghatározott témákról, amelyek a következők voltak: magyarnak lenni, anyanyelv, tanult nyelvek, első nyelv, szülők nyelve, identitás, nyelvek közötti váltás, magyar közösség Hollandiában.

Kiváltott spontánbeszéd

A nyelvkopás jeleit leginkább spontánbeszédben lehet vizsgálni, amely alapján a szókincs nagyságát és jellemzőit, valamint a folyékonyságot lehet mérni.

Kutatási eszközként a Mercer Mayer *Frog where are you* című képregényt használta a kutatás, amely egy 24 fekete-fehér képből álló történet és nem tartalmaz szavakat (lásd 1. számú kép). A képregényre azért esett a választás, mert tartalmilag összehasonlítható narratívákat eredményez, de kivitelezésben kortól, nyelvtől, nemtől függően különbözik (Berman és Slobin, 1994). Az eszköz előnye, hogy nincs benne semmiféle kulturális utalás, így ez nincs hatással a beszélőkre. A képregényben egy kisfiú és a kutyája próbál megtalálni egy békát, aki elszökött otthonról, eközben pedig mindenféle kalandba keverednek. A feladat egyszerű: el kell mesélni a történetet a képek alapján.



1. számú kép: Példák a képregényből (Mercer Mayer *Frog, where are you*)

Verbális fluencia teszt

A verbális fluencia teszt a verbális működésnek, folyékonyságnak a rövid tesztje (Lezak et. al. 2012). A feladat standard verziójában a résztvevők egy percet kapnak arra, hogy egy adott szemantikai kategórián belül elemeket (szemantikus fluencia) soroljanak fel. A tesztet ugyan használják neuropszichológiai vizsgálatokban is (pl. Alzheimer vagy Parkinson diagnosztizálására), a nyelvészeti vizsgálatokban ezzel a feladattal mérik a lexikai tudást, a lexikai előhívás képességét (Cohen et al., 1999.), és a végrehajtó funkciónak is ez az

egyik vizsgálati módszere (Fritzpatrick et al., 2013). Jelen vizsgálat az állatok szemantikai kategóriát használta és a résztvevők azt az instrukciót kapták, hogy egy perc alatt soroljanak fel annyi elemet a kategóriában, amennyit csak tudnak.

Diskurzus-kiegészítő feladat

A diskurzus-kiegészítő feladatot (discourse completion task (DCT)) eredetileg Hendriks (2002) dolgozta ki egyetemisták idegen nyelvi pragmatikai készségének mérésére. Mivel a pilot vizsgálat során az volt a benyomás, hogy a pragmatikai szint az, ahol esetleg változások következtek be, ebben a vizsgálatban a pragmatikai készségeket is vizsgáltam, ezen belül a kérést. A résztvevő feladata ebben a vizsgálatban az, hogy olvassa el a szituációt és mondja el, mit mondana az adott helyzetben. Az eredeti vizsgálatból 12 szituációt és 8 disztraktort használtam, az utóbbira azért volt szükség, hogy az adatközlők ne álljanak rá egy válaszadási mintára. A feladat két tényezőt manipulált: a társadalmi távolságot (a beszélgetőtársak ismerősök vagy ismeretlenek) és a kontextust (intézményi vagy nem intézményi)

Kérés:

A bevásárlóközpont: A kasszánál áll sorba, hogy kifizessen egy üveg tejet. Késésben van egy fontos találkozóról. Egy férfi áll Ön előtt, a bevásárlókocsija tele van termékekkel. Mit mond az Ön előtt álló férfinak?

Disztraktor:

A jegyiroda: Sorba áll, hogy megvegye a vonatjegyét. Épp venné meg a jegyét, amikor azt mondja a jegyeladó hölgy, hogy ő bezár és megkéri, fáradjon át a következő jegyirodába. Ön nem hajlandó erre.

A Hendriks által (2002) által kidolgozott elvet követve, a szituációkban 3 tényezőt manipuláltunk: társadalmi távolság, kontextus és erő. Ez alapján a következő kategóriákat különböztetjük meg.

Társadalmi távolság:

- Kicsi (a megszólított személy közeli ismerős pl. családtag, barát, kolléga)
- Nagy (a megszólított személy ismeretlen)

Kontextus:

- nem intézményi (mindennapi kérést intéz a beszélő valakihez)
- intézményi (pl. munkával kapcsolatos kérés)

A következő példában a társadalmi távolság kicsi, a kontextus pedig nem intézményi.

Megígérte a szomszédjának, Mártának, hogy a saját és az ő gyerekeit is felveszi a fociedzés után a helyi sportközpontnál. Viszont épp most kapta a hírt, hogy részt kell vennie egy sürgős megbeszélésen. Átsétál a szomszédhoz és becsenget; Márta nyitja az ajtót. Mit mond a szomszédjának?

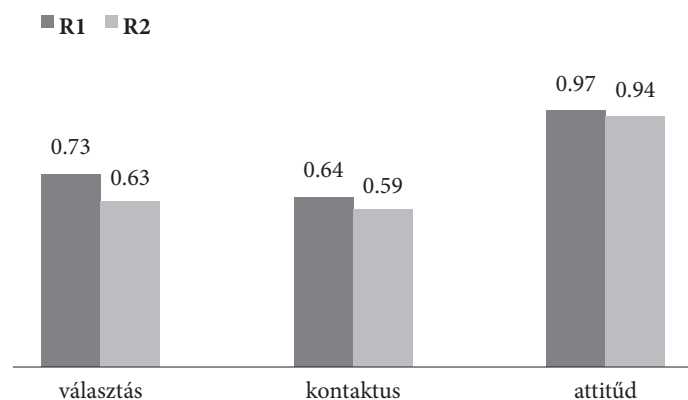
Esettanulmányok eredményei

A tanulmány ezen része az eredmények feldolgozásának lehetőségeit mutatja be két résztvevő adatai alapján. A 2. számú táblázat két résztvevő általános adatait tartalmazza. Mindkét résztvevő nő, a partnerük miatt költöztek át Hollandiába, akik mindkét esetben holland anyanyelvűek. Annak ellenére, hogy R1 már 29 éve él Hollandiában, a gyerekével csak magyarul beszél, csak magyar anyanyelvű barátai vannak és a preferált nyelv is magyar. Ezzel szemben R2, aki 12 éve él Hollandiában, a gyerekeivel magyarul és hollandul is kommunikál, barátaival ugyancsak magyarul és hollandul, valamint angolul beszél és nincs preferált nyelve.

Résztvevő kódja	R1	R2
Nem	nő	nő
Születési év	1964	1979
Születési hely	Budapest	Budapest
Állampolgárság	magyar, holland	magyar, holland
Végzettség	szakközépiskola	egyetem
Tartózkodás ideje	29 év	12 év
Kivándorlás oka	partner	partner
Tanult nyelvek	orosz, angol	orosz, angol, francia, német, spanyol, holland
Gyerek(ek)	van	van
Partner nyelve	holland	holland
Gyerekekkel használt nyelv	magyar	magyar és holland
Barátok nyelve	magyar	magyar, holland és angol
Preferált nyelv	magyar	nincs preferencia

2. számú táblázat: A két résztvevő általános adatai

A fentebb leírtak alapján a kérdések 3 csoportba sorolhatók, és mivel a válaszok kódolása hasonló (0; 0,25; 0,5; 0,75; 1), ezért az egyes csoportokba sorolt kérdések értéke átlagolható. A 3 számú ábra R1 és R2 válaszainak átlagát mutatja az egyes kategóriákban. A magyarhoz fűződő attitűdjük kiemelkedően pozitív, míg értelemszerűen a nyelvválasztás és nyelvi kontaktus kategóriákban valamivel alacsonyabbak a mutatók. R1 válaszai azt mutatják, hogy több esetben választja a magyart a kommunikáció nyelveként és használja is azt a partnerével, gyerekével, míg R2 esetében a holland nyelv gyakoribb használata mind a nyelvválasztás, mind pedig a nyelvi kontaktus esetében alacsonyabb átlaghoz vezet.



3. ábra: A két résztvevő (R1 és R2) válaszainak átlaga a nyelvválasztás, nyelvi kontaktus és nyelvi attitűd kategóriákban

A kérdőív egyik nyitott kérdése arra kérte a résztvevőket, hogy fejtssék ki, miért preferálják egyik vagy másik nyelvet és az alábbi válaszok a pozitív attitűdöt támasztják alá.

R1: „Magyarul tudom magamat fesztelenül, gondolkodás nélkül kifejezni, rögtön reagálni dolgokra.”

R2: „Magyarul úgy érzem kevesebb energiabefektetéssel tudok az érzelmeimről beszélni. Természetesebb.”

A kérdőív mellett a kutatás során az interjú módszert is használtam a nyelven kívüli tényezők pontosabb feltárásához. Az interjú fő módszere az volt, hogy a résztvevők ugyanazokat a kulcsszavakat/fogalmakat kapták, és ezzel kapcsolatban kellett nyilatkozniuk, beszélniük magukról. Az egyik ilyen kulcsfogalom a *magyarnak lenni* volt, amire a válaszok mindkét résztvevőtől alább olvashatók.

R1: „Hát ez egy nagyon összetett és bonyolult kérdés, de nekem iszonyú honvágyam van. Nekem nagyon-nagyon hiányoznak az otthoni... hát minden. Köztük az anyanyelv is, mert én még azóta is csak a ma... saját nyelvemen tudom jól kifejezni és gondtalanul magamat, hogyha hirtelen reagálni kell, vagy egy bonyolultabb összetételű témáról nyilatkozni kell.”

R2: „Hát elsősorban fontosnak tartom azt, hogy amennyit csak lehet használjam a nyelvet, két gyermekem van, és ők is szerintem nagyon jól beszélnek magyarul, tehát nagyon jó a szókincsük meg a kiejtésük, és egyfelől a nyelvhasználatot tartom nagyon fontosnak, hogy ezen keresztül is tulajdonképpen ne veszítsem el azt, hogy magyar is vagyok, amellett, hogy holland is vagyok, tehát kettős az állampolgárságom hivatalosan.”

A fenti válaszokból látható, hogy R2 számára a magyar nyelv fontos és a használat gyakoriságában látja a nyelvfenntartás kulcsát, miközben nyitott a többségi kultúra felé is, mivel hollandnak is vallja magát. R1 esetében viszont a magyar nyelvhez való ragaszkodás jól érzékelhető, és a nyelv használatát is az anyaországban érzi ideálisnak. Ehhez az is hozzájárul(hat), hogy mint ok vagy okozat, a 29 év alatt a holland nyelvet nem sikerült magas szinten elsajátítani, amiről a következőképp nyilatkozik: „És hogyha beszélek, akkor még elég gyakran van az, hogy először kigondolom magyarul, és aztán megpróbálom elmondani hollandul. De hát ugye, akkor kiesnek percek, tehát ezt így nem lehet. Ha rögtön reagálni kell, akkor muszáj lenne már rögtön hollandul gondolkodnom és és beszélnem, de hát ez nem megy.”

Elmondása szerint a férjéhez és a gyerekéhez is magyarul beszél, akik vagy magyarul, vagy pedig hollandul válaszolnak neki.

R2 esetében a holland nyelv magas szintű megtanulása az odaköltözés után 5 hónappal megtörtént, amikor felsőfokú nyelvvizsgát tett és itt folytatta egyetemi tanulmányait.

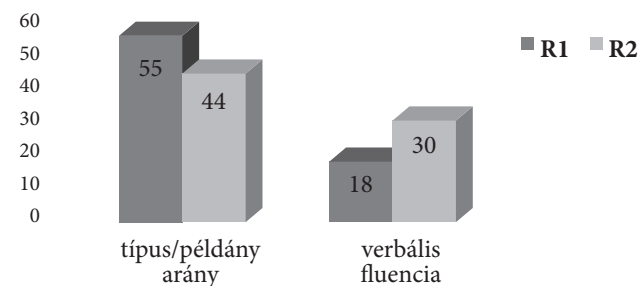
Egy másik kulcsszó az *identitás* volt, amire R1 válasza a „magyar” volt, míg R2 esetében a válasz ennél árnyaltabb.

R2: „Megpróbálom igazából megtartani a magyart, amennyire csak lehet, ugyanakkor úgy gondolom, hogy mivel Hollandiában élünk, biztos, hogy a holland mentalitásból is sok mindent átveszek, és azt gondolom, hogy nem is lehetne anélkül itt az embernek sikeresen beilleszkedni, hogy ne vegyen át olyan szokásokat, vagy akár gondolkodásmódbeli dolgokat, amit azt gondolom hozzátartozik az identitáshoz, hogy hogy sikeres legyen. Tehát én sokszor tudatosan is figyelek arra, hogy mi az, amiről azt gondolom, hogy egy-egy jó újítás vagy egy-egy új szokás talán, ami, amivel így jobban tudok érvényesülni. De ez azt gondolom, hogy ez folyamatosan változik. Az identitás. Tehát talán 10 év alatt jutottam egy olyan szintre, hogy azt mondom, hogy olyan vegyes, tehát hogy holland is, meg magyar is.”

A kérdőív és az interjú kérdéseire adott válaszok jól mutatják, mennyire hatással vannak egymásra a nyelvi (pl. nyelvtudás szintje) és a nyelven kívüli tényezők (pl. attitűd, motiváció). R1 esetében az, hogy a holland nyelvtudás szintje nem elégséges a folyékony kommunikációhoz, szoros kapcsolatot mutat a holland kultúrába és társadalomba való kisebb mértékű integrációval. Nem tudunk azonban egyértelmű választ adni arra, hogy a negatív attitűd a másik nyelv és/vagy kultúra felé okozta-e azt, hogy a nyelvtanulás megrekedt egy szinten, vagy fordítva. R2 ezzel szemben nyitottságot mutat a többségi nyelv és kultúra felé is, amit többek között az érvényesülés és siker kulcsának is tart, miközben a magyar nyelvet próbálja fenntartani és a gyerekeinek is továbbadni. Ez a két eset jól beleillik a Meaders (1997) által meghatározott csoportokba. Meaders a bevándorlók 3 csoportját különbözteti meg: az első csoportba tartozók gyorsan, de felületesen integrálódnak az új környezetbe és kultúrába; a második csoport tagjai nem hajlandók a változásra, nem nyitottak és nem felfedezők, ragaszkodnak az eredeti kultúrájukhoz, nyelvükhöz

és identitásukhoz, ami elszigetelődéshez vezet; a harmadik csoporthoz tartozókra jellemző a rugalmas adaptáció, nyitottak az új kultúrára és környezetre, miközben igyekeznek megőrizni a saját kulturális identitásukat. R1 ezek lapján a második csoportba sorolható, míg R2 a harmadikba.

A nyelvi teljesítményt több szinten és több eszközzel is vizsgálta a kutatás, melyek közül az egyik a kiváltott spontánbeszéd képregény elmesélésével. Az így kapott szöveget és hanganyagot többféle szempontból vizsgálhatjuk (pl. szünettartás gyakorisága és hossza, kitöltött szünetek gyakorisága (öööö), újratekintések (*a ma a magyar nyelv*), hibák (a hang, a szó és a nyelvtan szintjén), kódváltások (szó vagy kifejezés beszúrása a másik nyelvből) stb.), viszont jelen tanulmányban a szókincsre vonatkozó egyetlen mutatót, a típus–token arányt nézzük meg és vetjük össze a verbális fluencián kapott adatokkal. A típus–token arány „az adott szöveg szóelőfordulásainak (példányok, tokenek) és a szöveg megalkotására használt lexémák (típusok, type-ok) számának az összevetését jelenti” (Neuberger 2014: 66). A típus–token arány a szöveg szógazdagságát mutatja és maximális értéke 1, ami akkor fordulhat elő, ha a szövegben egy szó sem ismétlődik. Általában az arányt százalékos arányban adjuk meg, tehát megszorozzuk az értéket százszal. Minél magasabb a típus – token arány, annál gazdagabb a szókincs. A 4. ábrán látható, hogy R1 szógazdagsága 55%, ami azt jelenti, hogy 546 szót használt összesen, míg csak 301 típust ($301/546 = 0,55$, $0,55 \times 100 = 55\%$). R2-nél ez az arány: 236/538.



4. ábra: A két résztvevő szókincs és fluencia eredményei

Az ábrán az is látható, hogy míg a szógazdagságban R1 teljesített jobban, addig a verbális fluencia teszten R2. Ez azzal magyarázható, hogy R1 sokkal gyakrabban használja a magyart, tehát a szókincsét nem befolyásolja olyan mértékben egy másik nyelv jelenléte, mint R2-nél. A kétnyelvűekre általában igaz, hogy kisebb a szókincsük az egyes nyelvekben, mint az egynyelvűeknek (Kroll *et al*, 2012), amire természetesen hatással van a második nyelvben meg-lévő nyelvtudás szintje is. A verbális fluencia teszt esetében R2 jobb teljesítmé-nye ugyancsak azzal magyarázható, hogy ő a mindennapjai során a hollandot és a magyart is használja az életének a különböző színterein (család, barátok, munka), így a kétnyelvűekre jellemző gátló mechanizmust gyakran kell alkalmaznia, azaz, hogy az adott szituációban nem használt nyelv szavainak aktivációját gátolja. A verbális fluencia tesztben épp az volt a feladata, hogy csak az egyik nyelven (magyarul) soroljon fel állatokat 1 percre, így a holland ekvivalens szavakat el kellett nyomnia, gátolnia kellett. Ismeretes, hogy a két-nyelvűek esetében a végrehajtó funkció effektívebben működik, amire szintén hatással van a nyelvtudás szintje és a két nyelv használatának gyakorisága is.

A lexikai szint vizsgálata után a pragmatikai szint is górcső alá került és azt a kérdést vizsgálta a kutatás, hogy milyen stratégiákat használnak a résztvevők kérdés megfogalmazásánál. A feltételezés az volt, hogy a holland kulturális és nyelvi szokások, amelyek direktségükben különböznek a magyartól, hatással lesznek a kérésre stratégiákra. A kéréseket a direktséget vizsgálva kétféleképpen osztályozhatjuk. Mielőtt az elemzést elkezdjük, a kéréseket mindenképp szer-kezeti elemeikre kell bontanunk, azaz a *fő cselekményre* (head act) és *támogató lépésekre* (external modifiers). A lenti példában az aláhúzott rész jelöli a fő cselekményt, vagyis a tulajdonképpeni kérést, míg az előtte és utána szereplő részek a támogató lépések, melyek célja, hogy az úgynevezett „arcvesztés” lehetőségét csökkentsék, ami a visszautasításból eredhet.

Ne haragudjon, gyorsan kifizethetném ezt az üveg tejet, tényleg csak ez az egy tétel van, szerintem 10 másodperc alatt végzek vele.

Az udvariasság mértékét tehát egyrészt a fő cselekmény direktségével és a támogató lépések használatával lehet beállítani. A kutatásban használt direkt-ség-fokozatok a Blum-Kulka és munkatársai (1989) által használt kategóriák (7db).

Az eredmények elemzése alapján az látható, hogy R1 mindegyik szituáci-óban indirekt stratégiát használt és összesen 14 támogató stratégiát, míg R2 5 esetben használt indirekt és 3 esetben direkt stratégiát, de az indirektséget tompítandó több (20 db) támogató lépést használt. Például:

Ne haragudjon, szeretném megnézni, hogy mennyi terméket vásárol itt a repülő-teren, ez azért fontos, mert van egy maximum mennyiségű termék, amit átvihet a határon, tehát elnézést a kellemetlenségért, de mindenképpen szeretném meg-vizsgálni, mennyit visz magával. Előre is köszönöm a türelmét.

Összefoglalás

A fokozódó globalizációnak és mobilitásnak köszönhetően egyre gyakoribb jelenség, hogy az egyén az anyanyelvétől eltérő nyelvi környezetbe kerül és éli a mindennapjait, ami bizonyos mértékig hatással lesz az első nyelvére. Ezek a hatások egyénenként különböznek, akárcsak a nyelvben történő változás mértéke. Az első nyelv vagy anyanyelv tehát változhat egy másik nyelv elsajá-tításának és használatának a következtében és ezeket a változásokat nyelv-kopásnak nevezzük, amely nem ritka jelenség a kétnyelvű populációban. A nyelvkopást kutatók egyik fő célja, hogy beazonosítsák azokat a tényezőket, amelyek hatással lehetnek a nyelvkopás mértékére az egyes nyelvi szinteken. Ez a tanulmány a hollandiai magyar diaszpórában élőkkel végzett kutatás

alapján mutatott be egy módszertani és elemzési keretet két eset összehasonlításán keresztül. A vizsgálatban az általános demográfiai adatok mellett feltárássá kerültek olyan háttérváltozók, mint az L1-gyel való kontaktus gyakorisága, a nyelv választásának gyakorisága, a nyelvhez fűződő attitűdök, az emigrációs idő hossza stb. Annak érdekében, hogy pontosabb kép rajzolódjon ki a résztvevők háttéréről, az interjúk módszer is bevonásra került a kutatásba. Ezek alapján kiderült, hogy különbségek vannak a két résztvevő között a magyar és a többségi kultúrához való hozzáállásban, a nyelvhasználat gyakoriságában és az emigrációs időben is. Ezek a tényezők hatással vannak a nyelvi teljesítményre: a szókincs gazdagságát vizsgáló feladaton R2 rosszabbul teljesített, mivel a holland nyelvtudása magasabb és gyakrabban is használja a hollandot, mint R1. Ugyanezen okokból viszont jobb teljesítményt mutatott a fluencia teszten, ami a végrehajtó funkciót méri. A többségi kultúrára és a nyelvre való nyitottságáról az interjú során több alkalommal is beszámolt R2, ami a pragmatikai vizsgálaton nyújtott eredményein is megmutatkozik: a holland kultúrához alkalmazkodva direktebb volt a kérésekben, mint R1, viszont a magyar nyelvi kultúra hatásait bizonyítják a támogató lépések, amelyek tompítani próbálják ezt a direktséget.

Az itt tárgyalt két eset alapján következtetéseket nem vonhatunk le, ez nem is célja a tanulmánynak, de azt mindenképpen megállapíthatjuk, hogy a nyelvkopás megértéséhez nemcsak a nyelvi produktumot kell elemeznünk, hanem fel kell tárunk azokat a tényezőket is, amelyek hatással lehetnek az első nyelvi készségekre. A kvantitatív módszerek mellett fontos kiegészítője a nyelvkopás vizsgálatoknak az interjúk módszer, amely pontosabb képet adhat az elemzésekhez.

Köszönet az EFOP-3.6.1-16-2016-00015 projekt anyagi támogatásáért.

Felhasznált irodalom

- Bátyi, Sz. (2015). Foreign language attrition: Elicited TOT phenomena. In J. Navracsics és Sz. Bátyi (Eds.) *First and Second Language: Interdisciplinary Approaches. Studies in Psycholinguistics* 6 (47–60). Budapest: Tinta Könyvkiadó.
- Bátyi, Sz. (2017a). The role of attitudes in the development of Russian as a foreign language: A retrospective study. *Studies in Second Language Learning and Teaching* 7(1), 149–167.
- Bátyi, Sz. (2017b). The impact of attitudes on language retention of Russian as a foreign language in Hungary: Some lessons to be learnt from attrition studies. In S. E. Pfenninger és J. Navracsics (Eds.) *Future Research Directions for Applied Linguistics* (265–285). Bristol: Multilingual Matters Ltd.
- Berman, R. A. és Slobin, D. I. (1994). *Relating events in narrative: A cross-linguistic developmental study*. Hillsdale, NJ: L. Erlbaum.
- Bice, K. és Kroll, J. F. (2015). Native language change during early stages of second language learning. *NeuroReport*, 26(16), 966–971.
- Blum-Kulka, S., House, J., és Kasper, G. (Eds.). 1989. *Cross-cultural Pragmatics*. Norwood.
- Bylund, E. (2009). Maturation constraints and first language attrition. *Language Learning*, 59(3), 687–715.
- Cohen, J. M., Morgan, A. M., Vaughn, M., Riccio, C. A., Hall, J. (1999). Verbal fluency in children: developmental issues and differential validity in distinguishing children with attention-deficit hyperactivity disorder and two subtypes of dyslexia. *Arch. Clin. Neuropsychol.* 14, 433–443.
- Fitzpatrick, S., Gilbert S. J., Serpell L. E. (2013). Systematic review: are overweight and obese individuals impaired on behavioural tasks of executive functioning? *Neuropsychol. Rev.* 23, 138–156.

- Grosjean, F. (2010). *Bilingual: Life and Reality*. Cambridge, Mass: Harvard University Press.
- Haugen, E. (1938). Language and immigration. *Norwegian-American Studies*, 10(1), 1–43.
- Hendriks, B.C. (2002). *More on Dutch English ... please? : a study of request performance by Dutch native speakers, English native speakers and Dutch learners of English*. Nijmegen: Nijmegen University Press.
- Kecskes, I. és Papp, T. (2000). *Foreign language and mother tongue*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Schmid, M. S. és Köpke, B. (2017), *The relevance of first language attrition to theories of bilingual development*. *Linguistic Approaches to Bilingualism*, 7 (6). 637 - 667
- Köpke, B. és Schmid, M.S. (2004). Language attrition: The next phase. In M.S. Schmid, B. Köpke, M. Keijzer, és L. Weilemar (Eds.) *First Language Attrition: Interdisciplinary Perspectives on Methodological Issues* (1-43). Amsterdam: John Benjamins.
- Kroll, J. F., Dussias, P.E., Bogulski, C.A., & Valdes-Kroff, J. (2012). Juggling two languages in one mind. What bilinguals tell us about language processing and its consequences for cognition. *Psychology of Learning and Motivation*, 56, 229–254. doi: 10.1016/B978-0-12-394393-4.00007-8
- Lambert, R. D., és Freed, B. F. (Eds.). (1982). *The Loss of Language Skills*. Rowley, MA: Newbury House
- Lezak, M., Howieson, D., Bigler, E., és Tranel D. (2012). *Neuropsychological Assessment*. New York, NY: Oxford University Press
- MacWhinney, B. (2019.). Attrition and the competition model. In M. S. Schmid és B. Köpke (Eds), *The Oxford handbook of language attrition*. Oxford: Oxford University Press.

- Meaders, Y. N. (1997). The transcultural self. In P. H. Elovitz, és C. Khan (Eds.) *Immigrant experiences: Personal narrative and psychological analysis* (47-59). Madison, WI: Fairleigh Dickinson University Press.
- Navracsics Judit. (2007). *A kétnyelvű mentális lexikon*. Budapest: Balassi Kiadó.
- Opitz, C. (2019). A Complex Dynamic Systems perspective on personal background variables in language attrition. In M.S. Schmid and B. Köpke (eds.). *The Oxford Handbook of Language Attrition* (49–62). Oxford: Oxford University Press
- Pallier, C., Dehaene, S., Poline, J.-B., LeBihan, D., Argenti, A.-M, Dupoux, E. és Mehler, J. (2003). Brain imaging of language plasticity in adopted adults: Can a second language replace the first? *Cerebral Cortex*, 13, 155-161.
- Pierce, L. J., Klein, D., Chen, J.-K., Delcenserie, A., és Fred Genesee, F. (2014). Mapping the unconscious maintenance of a lost first language. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(48), 17314-17319.
- Schmid, M. S. (2011). *Language attrition*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Schmid, M. S. (2012) The impact of age and exposure on forgetting and retention of the birth language in international adoptees: a perspective from Holocaust survivors. *Linguistic Approaches to Bilingualism* 2(2), 177-208
- Schmid, M. S. és Köpke, B. (2007). Bilingualism and attrition. B. Köpke, M. S. Schmid, M. Keijzer, és S. Dostert (Eds.). *Language attrition: Theoretical perspectives* (pp. 1- 8). (Studies in Bilingualism; No. 33). John Benjamins Publishers.
- Schmid, M. S. (2019). The impact of frequency of use and length of residence in L1 attrition. In M. S. Schmid és B. Köpke (Eds.). *The Oxford Handbook of Language Attrition* (288–297). Oxford: Oxford University Press.

Dr. Demes Sándor

Univ Rennes, CNRS, IPR (Institut de Physique de Rennes) –

UMR 6251, Rennes, Franciaország

Külföldi kutatás helyszíne: CNRS-Université Le Havre Normandie,
Le Havre, Franciaország;

Univ Rennes, CNRS, IPR (Institut de Physique de Rennes) –

UMR 6251, Rennes, Franciaország

Molekuláris ütközések a csillagközi tér belsejében

Jelen tanulmányomban azon folyamatok világába szeretnék kicsit mélyebb betekintést nyújtani az olvasónak, amelyek a távoli világűrben, a csillagközi tér [1] belsejében játszódnak le.

Az emberiséget mindig is foglalkoztatta az égbolt, az űr, a csillagok megismerése. Az emberek szerte a világban a „csillagok járása” és a csillagképek alapján tájékozódtak, ehhez kötötték vallási és egyéb szertartásaikat, legendákat és mítoszokat fűztek hozzájuk, természetfelettiként tekintettek az égitestekre. A modern korban az asztronómia lett a technológiai fejlődés úttörője: felsorolni is hosszú lenne, mennyi ma használatos eszköz és módszer köthető direkt módon az űr meghódításába fektetett erőfeszítésekhez. Példának okáért említhetnénk a telekommunikációs eszközök által használt adatátviteli módszereket vagy a műholdas telekommunikációt, a digitális fényképezők és kamerák fényérzékelőit és képalkotó algoritmusait, a GPS műholdas helymeghatározási eszközöket, vagy akár a gyógyászatban használt MRI és CT eszközök képalkotási módszereit, melyek mind a világűr kutatásának eredményeképp vagy annak melléktermékeként jöhettek létre. Azonban ettől függetlenül a legfontosabb oka annak, hogy az ember kíváncsian fürkészi és kutatja az eget, ahogy

egykoron, ma is az, hogy megtalálja a talán legnagyobb és legbonyolultabb kérdésekre a választ: hogyan alakult ki a ma ismert világ és benne az emberiség, az élet? Van-e kezdete és vége a világmindenségnek? Milyen az univerzumunk térben és időben: tágul-e vagy szűkül, elmúlik-e valaha, és ha igen, hogyan? Ma is egyértelműen ezek és az ehhez hasonló kérdések a fő mozgatórugói az űrkutatásnak. De kezdjük azzal, hogy miképp is jutottam el az asztrofizikáig.

Az első hosszú távú tudományos projektemet (egyben a doktori képzésem) az ungvári UNTA Elektronfizikai kutatóintézetben kezdtem 2013-ban az elektronok és molekulák között végbemenő ütközések elméletének kutatásával. E kutatás lezárásaként az Ungvári Nemzeti Egyetemen szereztem doktori fokozatot 2019-ben. Közben, 2015 és 2017 között, a Nemzetközi Visegrádi Alap két egymást követő, 10 hónapos ösztöndíjának köszönhetően Debrecenben, az MTA Atommagkutató Intézetében (ATOMKI) folytathattam a kutatómunkát, immár egy kicsit más irányt véve. Az ATOMKI-hoz köthető munkám az ionok és molekulák közötti ütközések megértésére irányult, melyet komplex módon, kísérleti és elméleti megközelítésben egyaránt vizsgált a kutatócsoportunk. Ezeket a kutatásokat folytatni tudtam 2017 és 2019 között is a Magyar Tudományos Akadémia által finanszírozott fiatal kutatói álláshelynek köszönhetően. A tudományos fokozat megszerzése után külföldi, főképp nyugat-európai posztdoktori lehetőségek után kezdtem érdeklődni, és viszonylag gyorsan meg is találtam a számomra legmegfelelőbbet. 2019 szeptemberétől Franciaországban dolgozom posztdoktori kutatóként egy European Research Council (ERC) projekt keretében. Itteni munkámat a Le Havre Normandiai Egyetemen kezdtem, majd 2020 decemberében az egész kutatócsoportunk átköltözött a Rennes-i Egyetemre, ahol jelenleg a Fizikai Kutatóintézet (Institut de Physique de Rennes, IPR – UMR 6251) munkatársa vagyok. Aktuális tudományos munkám a már említett csillagközi tér belsejében, molekuláris szinten lejátszódó folyamatok minél pontosabb és részletesebb megértésére irányul, a következő pár oldalon így ennek hátterét, módszereit és néhány részletét szeretném bemutatni.

A modern tudományos eszközök és módszerek révén számos olyan lehetőség áll ma már rendelkezésünkre, amellyel az eddig felfedezetlen vagy kevésbé ismert világürről és az ott zajló jelenségekről is részletes ismereteket szerezhethetünk. Az űrkutatás és annak specifikusabb részei, mint az asztrofizika vagy asztrokémia, mind-mind olyan szeletei a tudománynak, amelyek alapjaiban már az ókor óta foglalkoztatják az embereket, a hatalmas távolságok és a megfelelő eszközök hiánya miatt viszont sokáig nem tudtak olyan iramban fejlődni, mint más tudományágak. Térjünk vissza azonban a cikk szűkebb értelemben vett témájához. Vajon mi is az a csillagközi tér és milyen anyag tölti ki? Hogyan tudjuk azt kutatni, ami ilyen távol, több száz vagy több ezer fényév távolságra van tőlünk? – teheti fel a kérdéseket az olvasó, bár valószínűleg van némi alapvető elképzelése az említett fogalmakról. A tisztánlátás végett azonban szeretném pontosan definiálni, hogy miről is lesz szó a továbbiakban.

A csillagközi tér (angolul *interstellar medium*, *ISM*) nem más, mint a galaxisok csillagrendszerai közötti „űr” [1]. Azt hihetnénk, hogy az egymástól igen nagy, sok fényévnyi távolságra lévő csillagrendszerek (mint amilyen például a mi Naprendszerünk is) közötti hideg és sötét űrben nem található semmilyen anyag. Habár tapasztalataink ezt már egy jó ideje megcáfolták, ennek az univerzumnak a kutatása mégis csak az utóbbi 50 évben indult meg igazán számottevően. A csillagközi tér igen gazdag; főképp gázok alkotják, amelyek atomi, molekuláris vagy ionizált formában fordulnak elő, de szilárd halmazállapotú anyagok, ún. kozmikus porok is megtalálhatóak ebben a sokáig üresnek hitt közegben [2, 3]. A csillagközi anyag egyáltalán nem homogén: egyes részeiben sűrűbb, máshol ritkább, néhol magasabb, néhol alacsonyabb a hőmérséklete. Jellemző belsejében az erős infravörös (alacsony frekvenciájú) sugárzás megléte. Nagyrészt hidrogén alkotja (több mint 90%-ában), amely mellett hélium, szén, oxigén és nitrogén található meg benne a legnagyobb mennyiségben. Ezek azonban nemcsak atomi formában vagy kétatomos gázként vannak jelen, hanem egészen komplex, akár 13 atomból álló molekulákat is alkothatnak [1]. A csillagközi anyag helyenként erősen koncentrált, az ilyen

gócokban pedig hatalmas kiterjedésű molekuláris felhők, ún. molekulaködök jönnek létre. Az egyik legkorábban megismert része a csillagközi térnek az Orion Komplexum vagy Orion Molekulafelhő (lásd 1. ábra). Ebben több, kisebb-nagyobb felhő is található, melyek közül a legismertebbek és leglátványosabbak az Orion-köd (NGC 1976), a Lófej-köd (Bernard 33), valamint a Láng-köd (NGC 2024) [4]. Ezeket a ködöket, amelyek mind aktív csillagkeletkezési területeken találhatók, főképp összesűrűsödő ionizált gázok alkotják. Azonban a gázok sűrűsége még ezekben a régiókban is igen alacsony, csupán pár ezertől pár millióig terjedő molekula alkotja minden köbcentiméterét, ami a Föld légköréhez viszonyítva több ezer milliárdszor kisebb koncentráció. Érthető, hogy a hőmérséklet is lényegesen alacsonyabb a csillagközi anyag belsejében a Földön tapasztalható hőmérsékleteknél.



1. ábra: Az Orion Komplexum, benne az Orion-övvel, valamint az Orion-, a Lófej- és a Láng-köd molekulafelhőkkel. Forrás: Rogelio Bernal Andreo (2010) [5].

Most, hogy már ismerjük, mi is az a csillagközi tér és milyen anyagok alkotják, térjünk rá arra, milyen módszerekkel kutatható ez a terület. Először is a kísérleti, empirikus módszereket vesszük szemügyre. A legrégebbi és máig nagyon fontos módja az űr kutatásának az optikai teleszkópos módszer. Ez érthetően a távcsöves megfigyeléseket és fényképezést foglalja magába, amelyet eleinte csak a Földről végeztek, később azonban már a világűrben is. A csillagközi térről az utóbbi évtizedekben a legjobb minőségű és legrészletesebb fotókat az 1990-ben pályára állított Hubble Űrteleszkóp készítette [6], mely az ultraibolyától (angolul *ultraviolet*, *UV*) a látható színekben keresztül egészen a közeli infravörös (angolul *infrared*, *IR*) spektrumig képes nagy felbontású fotókat készíteni. A Hubble-nak köszönhetünk rengeteg részletgazdag képet a csillagközi térről, többek között a fentebb említett ködökről is. Az optikai módszernek köszönhetően sok fontos információt tudhatunk meg az űrről, mint például egyes objektumok távolsága, a Földhöz viszonyított iránya, mozgása, viszonylagos kémiai összetétele stb. A módszer szintén alkalmas a csillagok vizsgálatára, például a megfigyelt színekéből meg tudjuk becsülni azok kémiai összetételét és hőmérsékletét. Ahhoz azonban, hogy részletesen megismerjük a csillagközi térben lejátszódó folyamatokat, más eszközök és módszerek is szükségesek.

Mivel a csillagközi tér nagyon hideg és ritka, így a molekulafelhőkben végbemenő ütközések a kis sűrűség miatt viszonylag ritkák és lassúak (nagyon alacsony energiájúak), ezért az innen eredő sugárzások sokszor nem láthatóak klasszikus optikai eszközökkel. A kis energiájú (vagy nagy hullámhosszú) sugárzás mérésére például az infravörös-spektroszkópia ad lehetőséget. Az űr megismeréséhez szükséges ilyen típusú méréseket infravörös teleszkópokkal végzik [7], amelyek a közeli infravöröstől (kb. 1–5 μm hullámhossz) egészen a távoli infravörös sugárzásig (50–700 μm hullámhossz) terjedő skálán képesek „fotókat” készíteni. Léteznek földi bázisú infravörös távcsövek (pl. a NASA IRTF teleszkópja Hawaii-n [8]), valamint az űrben működőek is, mint például az Európai Űrügynökség (ESA) Herschel űrtávcsője [9] (lásd 2. ábra).

Az ezekkel rögzített emissziós vagy sugárzási spektrumok alapján be lehet azonosítani a távoli világűrben, pl. a csillagközi térben lejátszódó folyamatokban részt vevő anyagok (molekulák és atomok) típusát, állapotát, viszonylagos koncentrációját, valamint sok más olyan jellemzőjét, ami fontos információkkal segíti az ISM összetételének és az abban végbemenő folyamatoknak a pontos megértését.



2. ábra: A Herschel, az ESA legkorszerűbb űrbéli kutatóállomása, egyben a legnagyobb valaha pályára állított infravörös teleszkóp, amely 2009 és 2013 között végezte küldetését. Forrás: AOES Medialab (2008) [10].

Az űrkutatás kísérleti módszereit és eszközeit, valamint az ehhez kapcsolódó technikai vívmányokat hosszasan lehetne még elemezni, ki kell tértünk azonban a talán kevésbé közismert, mégis ugyanúgy fontos elméleti kutatási módszerekre is. Az ilyen módszerek sokszor elengedhetetlenek a kísérleti

megfigyelések értelmezéséhez (interpretálásához), alátámasztásához vagy a mérési eredmények kiértékeléséhez, de akár becslést is nyújthatnak olyan folyamatokat illetően, amelyeket különböző okok miatt nem tudtak még kísérletileg megfigyelni. Az empirikus és elméleti kutatás így egészíti ki egymást. A kísérleti eszközök lehetőségei ugyanis sajnos még a jelenlegi fejlettség mellett is igencsak korlátozottak. Hogy példákat is említsünk, a mérőeszközök felbontása, a mérési bizonytalanság, a megfigyelés során fellépő zajok vagy az abszolút skálázás mind-mind olyan faktorok, amelyek bizonytalanná vagy sokszor önmagukban kiértékelhetetlenné teszik a megfigyelések eredményeit. Az elméleti módszerek ezzel ellentétben a fizika és kémia törvényeinek lehető legpontosabb matematikai alkalmazásán alapulnak. Így például az űrben jellemző molekulák ütközésének folyamata a kvantumfizika, az elektron- és atommag-mozgás, a kémia és reakcióelmélet szabályait segítségül hívva nagy pontossággal modellezhető. Mivel jelenlegi kutatómunkám is az asztrofizikai szempontból fontos molekulaütközések elméleti vizsgálatára irányul, így ennek háttéréről szeretnék a továbbiakban részletesebben beszámolni, a teljesség igénye nélkül.

A molekuláris szintű kölcsönhatások természete nagyon komplex, így a matematikai modellezéshez szinte minden esetben szükséges bizonyos megközelítéseket alkalmaznunk. A molekulafizikában általánosan leggyakrabban alkalmazott megközelítések egyike az ún. Born-Oppenheimer approximáció (lásd [3] 3.2. fejezetében), amely szerint az elektronok és az atommagok mozgása teljesen szétválasztható egymástól, mivel az elektronok tömege lényegesen kisebb, sebessége pedig lényegesen nagyobb az atommagokénál. Ennek alapján azt feltételezzük, hogy az elektron-folyamatok (pl. ionizáció, gerjesztés, fotonemisszió) is lényegesen gyorsabban mennek végbe, mint a magfolyamatok (pl. disszociáció vagy molekulaszétesés, kémiai reakciók). Ez a megközelítés legtöbbször megfelelően érvényesül a lassú molekula-ütközések esetében, melyek a csillagközi térben dominánsak. Az extrém alacsony hőmérséklet miatt ugyanis a különböző belső magmozgások (molekula-

rezgések és -forgások), valamint a molekulák véletlenszerű Brown-mozgása is lényegesen lelassul, miközben az őket alkotó atomok elektronjai ugyanúgy nagy sebességgel keringenek saját kötött pályáikon még ilyen hőmérsékleteken is. Az alacsony sűrűség mellett azt eredményezi, hogy a molekula-ütközések viszonylag ritkák, emiatt az egymást követő többszöri ütközések valószínűsége elhanyagolható. Ezt figyelembe véve az itt végbemenő folyamatok jól modellezhetők molekulapárokra korlátozott, ún. bináris ütközésekkel. A bináris ütközések elemzése a két molekula-partner kölcsönhatásának minél teljesebb leírására irányul. Mint már említettük, a csillagközi térben legnagyobb mennyiségben előforduló anyag a hidrogén, emiatt a modellező kutatások fő célja az itt előforduló molekulák (esetleg szabad gyökök, molekulaionok) hidrogén molekulákkal (H_2) való kölcsönhatásának elemzése. Jelenlegi kutatómunkám is ilyen ütközések leírásához kötődik, ahol a H_2 „partnere” az ütközésben az ún. hidrónium vagy hidroxónium kation, H_3O^+ .

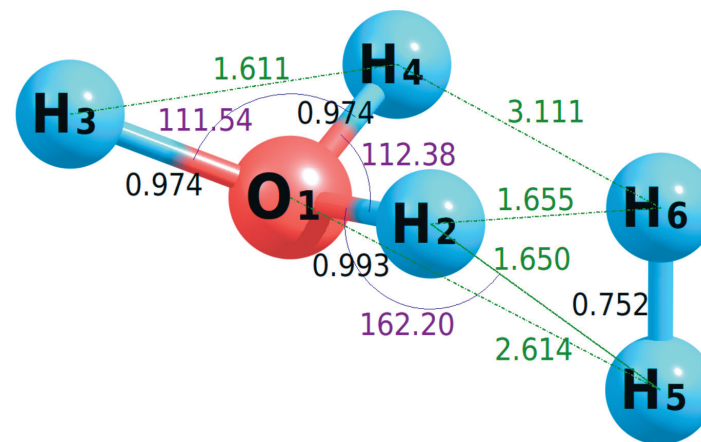
Az asztrofizikai megfigyelések kimutatták, hogy a hidrónium-ionok a fő mozgatórugói a csillagközi oxigén- és víz-képző reakcióknak, az mind a sűrű, mind a ritka csillagközi térben megfigyelhető [11, 12]. A H_3O^+ ion spektroszkópiai tulajdonságait és bomlási reakcióit részletesen tanulmányozták korábban (lásd, például [13]), ütközésének dinamikáját azonban kevés kutatás övezi, melyek közül egyik sem taglalja a hidrogénnel való kölcsönhatását. Ahhoz viszont, hogy pontosan meg tudjuk becsülni a hidrónium koncentrációját és állapotát a csillagközi anyag belsejében, minél pontosabban meg kell ismerünk ennek a kölcsönhatásnak a részleteit. Ehhez első lépésben a molekulák közötti kölcsönhatás természetét kell megértenünk, amelyet a kölcsönhatási erők összessége vezérel. A molekulák ütközéskor egy olyan erőterben mozognak, amelyet a fellépő erők eredője (összessége) határoz meg. A legnagyobb részben ezt a töltött részecskék között fellépő Coulomb-féle elektrosztatikus kölcsönhatások határozzák meg, melynek megfelelően a negatív töltésű elektronok taszítják egymást, az ellenkező polaritású atommagok pedig vonzzák ezeket az elektronokat, miközben egymást szintén taszítják. Az így kialakuló

erőtér ugyanakkor egyáltalán nem homogén, erősen függ mind az elektronok, mind az atommagok térbeli pozíciójától, így a molekulák folyamatos mozgása, rezgése és forgása miatt a köztük ható erők is folyamatosan változnak.

Jelenlegi kutatómunkám első lépése az volt, hogy matematikai módszerekkel meghatározzam a H_3O^+ ionok és a H_2 molekulák közötti komplex kölcsönhatási erőter nagyságát a köztük lévő távolság és orientáció függvényében [14]. Az ilyen teret másképpen potenciális energiafelületnek nevezzük, kiszámítására pedig olyan kvantumkémiaili módszereket alkalmazhatunk, amelyekkel molekuláris rendszerek energiáját és térbeli szerkezetét vizsgálhatjuk. Szinte minden bináris molekulaütközésre jellemző egy olyan állapot és térbeli szerkezet, amelyben a közöttük fellépő erők kioltják egymást, és amelyben a rendszer összenergiája minimális. Ezt nevezzük globális minimumnak, melyet elérve az ütköző molekulák egyensúlyi állapotban vannak, és egy új, gyengén vagy erősebben kötött komplexumot alkotnak. A hidrónium-kation és a molekuláris hidrogén (H_2) ebben a pontban például egy gyengébben kötött, ún. van der Waals komplexumot alkot (lásd 3. ábra). Amennyiben a teljes potenciális energiafelület ismert, úgy további modellező számítások végezhetőek a molekulák közötti kölcsönhatás dinamikájának részletes elemzésére.

Az ütközésük során a molekulák megváltoztathatják az állapotukat, amit gerjesztésnek nevezünk. Az ISM molekulafelhőiben végbemenő ütközések sebessége alacsony, így az itt bekövetkező ütközésekben legtöbbször viszonylag kis energiájú forgási (más néven rotációs) gerjesztés megy végbe. Ez úgy értelmezhető, hogy az ütközés mozgási energiájából az ütközést elszenvedő, ún. céltárgy-molekula „elnyel” egy bizonyos adagot, amit úgy raktároz el, hogy magasabb (nagyobb energiájú) forgási állapotba kerül. Ezáltal teljesül az energiamegmaradás törvénye. Azonban ez az állapot legtöbbször nem stabil és nem hosszú életű, és amikor egy térben elég sok molekulának töltődik fel (populálódik) valamelyik gerjesztett állapota, akkor a túltelítettség megfordítására leadják az energiájuk egy részét foton kibocsátásával, és visszatérnek az

eredeti alapállapotukba. Az ilyen folyamatot nevezzük spontán emisszióknak, ezen alapszik többek között a lézerek működési elve is. Az így kibocsátott fotonok energiája és hullámhossza nagyon stabil, és nagy pontossággal mérhető a fentebb említett spektroszkópai módszerekkel. A molekulák kölcsönhatási dinamikájának elméleti vizsgálata pedig kiváló lehetőséget nyújt a különböző gerjesztett állapotok közötti átmenetek részletes megismeréséhez. Ezek egyik fő meghatározója az ún. ütközési hatáskeresztmetszet, amely az adott (kvantum)állapotok közötti átmenetek bekövetkezésének valószínűségét jellemzi az ütközés során. A hatáskeresztmetszetek nagy pontossággal kiszámíthatóak kvantummechanikai szabályok segítségével a már említett potenciális energiafelület ismeretében, bár a bonyolult matematikai formalizmus miatt az ilyen számítások rendkívül nagy erőforrás- és időigényesek. Ezek ismeretében pedig olyan további mennyiségek határozhatók meg a molekulaütközésekben lejátszódó gerjesztések természetére vonatkozóan, mint például a reakciósebességek, amelyek segítenek kiegészíteni és kielemezni a megfigyelések és spektroszkópai mérések eredményeit. Jelenlegi munkám az ilyen és ebből eredeztethető mennyiségek lehető legpontosabb kiszámítására irányul, melyek ismeretében, a megfigyelések és mérések eredményeivel kiegészítve, részletesen meg tudjuk határozni a csillagközi anyagban lejátszódó oxigén- és vízképző folyamatok természetét és mechanizmusait, ami fontos mérföldkő lehet a bolygók és az élet kialakulásának megértésében.



3. ábra: A H_3O^+ kation és H_2 molekula ütközése során létrejövő van der Waals komplexum térbeli szerkezete az atomközi távolságokkal (angström egységekben) és szögekkel (fokokban).

Mivel ezen munka célja nem az, hogy részletekbe menően mutasson be tudományos eredményeket, így a fentebb említett jelenségek és mennyiségek magyarázatába nem is szeretnék ennél mélyebben belefolyani. Amennyiben az olvasónak felkeltette érdeklődését az asztrofizika, azon belül is a csillagközi tér és anyag, valamint az ott lejátszódó molekuláris ütközések vizsgálata, részletesebben olvashatnak róla F. Lique és A. Faure (2019) [3] munkájában, eredményeinkről pedig nemrég megjelent tanulmányunkban [14]. Bízunk benne, hogy kutatásaink és erőfeszítéseink hosszú távon közelebb visznek majd bennünket a világegyetem, a csillagok, a bolygók, bennük pedig az élettelen és élő természet kialakulásának és formálódásának pontosabb megértéséhez.

Felhasznált irodalom

- [1] D. Flower, *Molecular Collisions in the Interstellar Medium*, 2nd ed. (Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2007).
- [2] E. Herbst: Chemistry in the Interstellar Medium, *Annu. Rev. Phys. Chem.* 46, 27 (1995).
- [3] F. Lique and A. Faure, *Gas-Phase Chemistry in Space* (IOP Publishing, Bristol, UK, 2019).
- [4] R. J. Maddalena, J. Moscowitz, P. Thaddeus, and M. Morris: The Large System of Molecular Clouds in Orion and Monoceros, *Astrophys. J.* 303, 375 (1986).
- [5] R. B. Andreo (2010) An image of Orion constellation, with Betelgeuse in this left corner in red and on the bottom right corner rigel is in blue in color. *Wikipedia*. Elérhető: 2020-10-16. Forrás: (http://deepskycolors.com/astro/JPEG/RBA_Orion_HeadToToes.jpg).
- [6] NASA: About the Hubble Space Telescope. Elérhető: 2020-10-16. Forrás: (https://www.nasa.gov/mission_pages/hubble/story/index.html).
- [7] G. H. Rieke: History of Infrared Telescopes and Astronomy, *Exp. Astron.* 25, 125 (2009).
- [8] NASA Infrared Telescope Facility (IRTF). Elérhető: 2020-10-19. Forrás: (<http://irtfweb.ifa.hawaii.edu/information/about.php>).
- [9] The European Space Agency: Herschel overview. Elérhető: 2020-10-19. Forrás: (http://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Herschel_overview).
- [10] AOES Medialab (2008) Herschel in space, close up on its mirror. *ESA*. Elérhető: 2020-10-19. Forrás: (http://www.esa.int/var/esa/storage/images/esa_multimedia/images/2008/02/herschel_in_space_close_up_on_its_mirror/9083252-5-eng-GB/Herschel_in_space_close_up_on_its_mirror_pillars.jpg).

- [11] T. G. Phillips, E. F. van Dishoeck, and J. Keene: Interstellar $\text{H}_3\text{O}^{(+)}$ and Its Relation to the O_2 and H_2O Abundances, *Astrophys. J.* 399, 533 (1992).
- [12] E. F. van Dishoeck, E. Herbst, and D. A. Neufeld: Interstellar Water Chemistry: From Laboratory to Observations, *Chem. Rev.* 113, 9043 (2013).
- [13] S. Yu, B. J. Drouin, J. C. Pearson, and H. M. Pickett: Terahertz Spectroscopy and Global Analysis of H_3O^+ , *Astrophys. J., Suppl. Ser.* 180, 119 (2009).
- [14] S. Demes, F. Lique, A. Faure, and C. Rist: An Accurate 5D Potential Energy Surface for $\text{H}_3\text{O}^+ - \text{H}_2$ Interaction, *J. Chem. Phys.* 153, 094301 (2020).

Fejes Ferenc

ELTE Informatikai Kar, Információs Rendszerek Tanszék

Külföldi kutatás helyszíne: IBM Kutatóközpont, Rüschlikon, Svájc

A felhőben meghúzódó virtuális architektúrák feltárása

Az IBM svájci kutatóközpontja egy Zürich melletti kisvárosban, Rüschlikonban található. Az intézet több tudományterülettel is foglalkozik, ahol fizikai, kémiai, kriptográfiai, nanotechnológiai és mesterséges intelligenciával kapcsolatos kutatások is folynak. Közel 400 alkalmazottja van az intézetnek, ebből 30-40 mesterszakos, doktori vagy posztdoktori kutatásait végző hallgató. A laborban született két, 1986-ban és 1987-ben Nobel-díjjal jutalmazott felfedezés is. Nagyon jó akadémiai kapcsolatokkal rendelkezik, számos egyetem hallgatói jelen vannak itt, legnagyobb arányban az ETH Zürich-ről, amely Európa egyik legrangosabb egyeteme (21 Nobel-díjassal) és a főépülete csak pár kilométerre található az IBM kampuszától.

Amennyire tapasztaltam, nagyon szerteágazó területeken zajlanak a kutatások: biztonságtechnológiával kapcsolatban absztrakt, matematikai modellekkel, blokkláncokkal éppúgy foglalkoznak, mint fejlett titkosítási vagy behatolásvédelmi algoritmusok hardveres implementációjával. Emelett adattárolás, mesterséges intelligencia, fizikai és bioinformatikai kutatások és még hosszan lehetne sorolni az intézmény kutatási területeit. A folyosókon sétálva a legtöbb ajtón valamilyen nagy teljesítményű lézer, radioaktivitás, fagy, nagy feszültség vagy egyéb veszélyt jelző matricákat láttam és több, néha szobányi méretű, futurisztikus kinézetű berendezést is. Ezek egyike az itt fejlesztett kvantum-számítógép is. A kutatáshoz használt nagy teljesítményű szervergépek techno-

lógiaiban és szoftveres konfigurációban a világ élvonalába tartoznak, legfeljebb méretükben kisebbek, mint a Google, az Amazon vagy a Facebook szerverei és adatközpontjai, és még így is elképesztően nagyok. Mindez kiváló lehetőséget adott a technológiai ismereteim bővítéséhez.

Az IBM minden év novembere körül meghirdeti a *Great Minds* ösztöndíjprogramot, ami közép- és kelet-európai, valamint ázsiai nappali tagozatos mesterképzésben résztvevő hallgatók számára ad munkalehetőséget többek között itt, a svájci kutatóközpontjában is. Személy szerint ugyan nem ezen a programon keresztül érkeztem az IBM-hez, viszont Nagy Zoltán, aki a lehetőséget ajánlotta nekem és akivel együtt dolgozunk, ezen lehetőséggel élt, és nagyon pozitív tapasztalatokat szerzett, ezért bátran merem ajánlani én is.

Még ott tartózkodásom elején lettem figyelmes egy ismerős arcra az ebédlőben, és bár futólag és messziről láttam, még aznap ki is nyomoztam, hogy nem véletlenül ismerős: egy kárpátaljai magyar volt, akit párszor láttam a kollégiumban is egyetemi évei végén. Ő két évig kutatott itt, és pár hónappal előttem tért vissza Magyarországra.

Az adatközpontok által bonyolított hálózati forgalom elérheti, sőt meg is haladhatja a teljes internet által generált adatforgalmat. Az olyan óriáscégek, mint a Facebook, az Amazon, a Netflix vagy a Google rengeteg kommunikációt bonyolítanak a saját adatközpontjaikon belül, amelyek több millió szervergépből állnak. Ezek között a gépek között mindig az aktuálisan elérhető leggyorsabb hálózati összeköttetés van, ami nagyjából százszor gyorsabb, mint a lakossági felhasználók számára elérhető leggyorsabb internetkapcsolat. Ott erre azért van szükség, hogy a szolgáltatás ne álljon le még nagy terhelés esetén sem. Ezeket a szolgáltatásokat felhasználók százmilliói használják egyszerre, ennek ellenére a kimaradások elég ritkák és legtöbbször nem érintik egyszerre az összes régiót. A hálózatokkal kapcsolatos kutatásokon belül az adatközpontokat érintő kutatások külön alterületté váltak, nívós konferenciákkal és folyóiratokkal. A terület rengeteg anyagi erőforrást mozgat meg és nagyon erős üzleti érdekek állnak amögött, hogy a fejlődés egy pillanatra se álljon

meg. Apró optimalizációk akár egy százalék alatti teljesítménynövekedéssel, millió géppel felszerozva éves szinten már több millió dolláros megtakarítást is jelenthetnek. Ugyanezen logika mentén kiszámítható az is, hogy pár apró kódsor hiánya – ami egy kicsit gyorsít a hálózati feldolgozáson – az mennyi szén-dioxid-kibocsátást generálna. Az is kedvez az adatközpont-hálózatok gyors ütemű fejlődésének, hogy nem kell akkora figyelmet fordítani a szabványos megvalósításra és a kompatibilitási problémákra. Ez annak köszönhető, hogy az adatközpontok belsejében tetszőleges kommunikáció valósítható meg, és elég, ha a “peremén” lévő, az internetről elérhető gépek támogatják a széles körben elterjedt szabványokat, kommunikációs protollokat. Bővebben erre nem térek ki, de fontos megemlíteni, hogy ezek a cégek földrajzilag elosztott módon is telepítik a szolgáltatásaikat bérelt, helyi üzemeltetésű szerverközpontokba, ezek mérete és felszereltsége országonként változó lehet.

Megjelentek olyan alkalmazási területek is, amelyek rendkívül nagy sáv-szélesség- és adatigénnyel rendelkeznek, ezek futtatása helyi notebookon vagy személyi számítógépen már nem lehetséges. Egy nagyobb számítás, szimuláció vagy mesterséges intelligencia modell elkészítéséhez rengeteg nagy teljesítményű szerver együttes munkája szükséges. Ezek a felhasználási területek nem igénylik az interneten történő kommunikációt, de azt igen, hogy az adatközponton belül a tároló és számítási egységek között az adatmozgatás nagyon gyors legyen. Lényeges még az elosztott és redundáns tárolás is, amely azért felel, hogy hiba esetén az eredmények megmaradjanak, ne sérüljenek. Ehhez viszont az szükséges, hogy a lemezek írási és olvasási sebessége jól legyen kihasználva, az értékes idő ne a hálózaton történő adatmozgatással teljen.

Az ilyen jellegű hardveres erőforrásokkal rendszerint nagyobb csapatok dolgoznak, azonban előfordul, hogy csak egy vagy néhány kutató szeretné használni őket. Az viszont nem lenne gazdaságos, ha egy nagyon nagy teljesítményű gépet vagy gépeket csak egy kutató használna. Ennek ellenére vannak bizonyos kötöttségek, amelyek miatt nem kaphat mindenki a számára megfelelő teljesítményű gépet, ugyanis ezek tárolása vagy üzemeltetése

körülményes és drága lenne. Minden üzemeltető törekszik arra, hogy minél homogénebb szerverparkja legyen, így kerülve el a szoftveres vagy hardveres inkompatibilitási problémákat, ezért a felmerülő hibák típushibák lesznek, amelyeket elég felderíteni egy eszközön és a javítás valamennyin működni fog.

Annak érdekében, hogy mindenki a munkájának megfelelő méretű erőforrást kapja, virtualizációt használnak. Ez nem egy új dolog, az iparban nagyjából húsz éve jelen van a virtualizáció. Ennek lényege, hogy egy fizikai gép, amelyben meghatározott, nagy mennyiségű memória, tárhely és erős processzor van, több virtuális gépre kerül feldarabolásra. Ezek a darabok – a virtuális gépek – egymástól elválasztva működhetnek, megvannak a saját alkalmazásaik, amelyeket az őket használó kutatók saját munkájukhoz igazítva telepítenek. A virtualizáció előnye többek között az, hogy olyan hardvererőforrásokat tesz hozzáférhetővé igény szerint, amelyeket nehéz lenne hatékonyan kihasználni kevés embernek és körülményes lenne egyszerre és biztonságosan használni sok embernek.

A virtualizációnak van azonban egy költsége is, ami észrevehető a teljesítményen. Ez azt jelenti, hogy egyes alkalmazások jelentősen lassabban futnak a virtuális gépen, mint a fizikain. Ez főleg abból adódik, hogy az adatmozgatás duplán történik meg, előbb a hálózatról a fizikai gép memóriájába, majd onnan másolódik a virtuális gép memóriájába. Ez a másolás processzoridőt emészt fel, annak ellenére, hogy itt már semmilyen számítás, azaz hasznos munka nem történik. Ma már nem kérdés, hogy ez egy olyan áldozat, amit meg kell hoznunk és ezzel együtt kell élnünk egy adatközpontban, ezért rengeteg kutatás és fejlesztés történt abba az irányba, hogy ezt a virtualizációs költséget minimalizáljuk.

A virtuális gépek között szintén meg kell valósítanunk egy hálózati összeköttetést. Ez furcsán hangozhat, mégis szükség van rá, hogy még az egy fizikai szerveren futó virtuális gépek között is virtuális hálózatot hozzunk létre. Ez a virtuális hálózat kiterjedhet fizikailag külön szervereken lévő gépek között is, ezt nevezik fedőhálózatnak (angolul: overlay network). Több ezer tudományos

munka foglalkozik azzal, hogyan lehet a fedőhálózatok teljesítményét növelni. Ugyanis a virtuális gépek közötti adatkommunikáció a fedőhálózaton magába foglalja az adatmozgatást a fizikai és fedőhálózat között, aminek természetesen költsége van. A helyzetet némileg bonyolítja, hogy az elmúlt évtizedben megjelentek azok a hálózati kártyák (a legtöbb notebookon, személyi számítógépben is meglévő alaplapra integrált hálózati vezérlők méregdrága változatai), melyek már tudnak arról, hogy fedőhálózatban kerülnek majd alkalmazásra és ehhez beépített módon (natívan, hardveresen) támogatják a hálózati kártya virtualizációt. A fizikai hálózati kártya, melynek például van két csatlakozója, képes akár 512 virtuális hálózati kártyát létrehozni, amelyeket a virtuális gép fog megkapni. A virtuális gép így a fizikai kártya által nyújtott virtualizált kártyát használva a dupla másolást elkerülve képes kommunikálni, így nem merül fel az felesleges dupla adatmásolás okozta költség. Léteznek olyan felhasználási módok, ahol azonban még ez sem elég.

A kutatóközpont laborjaiban dolgozó kutatók nagy része fizikus és kémikus, de kisebb csapatokban vannak bioinformatikusok, informatikusok és mesterséges intelligencia kutatók, valamint adatbányászok is. Egy kvantumszámítógép működésének a szimulációjához, nagy adattömegek feldolgozásához (több száz petabájt) sokszor nem elég még a hardveresen támogatott virtuális hálózati kártya sem, ugyanis az adatmozgatás így is processzor erőforrásokat emészt fel. Sok kis adatelem mozgatásakor ez különösen nagy költség. Ezért fejlesztették ki a távoli közvetlen memória hozzáférést, a Remote Direct Memory Access-t (RDMA). Ez a technológia megfelelő támogatás mellett képes egy veszteségmentes (garantáltan megérkeznek a küldött adatok) csatornát kialakítani, amelyben a gépek (akár a virtuális gépek) közvetlenül tudnak egymás memóriái között másolni. Ide illő analógia a telepátia lenne, ahol a felek azonnal tudnának kommunikálni anélkül, hogy ehhez beszélni vagy hallani kellene. Egy RDMA kommunikációt használó alkalmazás képes úgy működni, hogy több (virtuális vagy fizikai) gép memóriáját egy nagy memóriatartományként éri el, melyből szabadon foglalhat le a szükségletei

szerint. Miután az ezt támogató hálózati kártya megkapta az utasítást, hogy melyik memóriaterület kezdetétől és milyen hosszúságban kell továbbítani az adatokat a memóriából, maga fogja kezelni a végrehajtását. Ez egyben azt jelenti, hogy a processzornak ilyenkor nincs teendője, vagyis az adattovábbítás és másolás helyett foglalkozhat hasznos munkával, számításokkal. Különösen akkor, amikor sok párhuzamos kommunikáció zajlik gépek között, normál adattovábbítás esetén akár több processzor teljes egészében ezek feldolgozásával töltheti az időt (fogadó oldalon a küldésükkel). Alkalmazástól és a kommunikáció mennyiségétől függően változó, hogy mennyi időt venne el a csomagok továbbítása és feldolgozása, viszont az RDMA miatt megspórolt processzoridő annyira jelentős, hogy az jól láthatóan megjelenik az üzemeltetési költségekben is.

A munkám fő célja annak a felderítése volt, hogy ez az RDMA technológia hogyan alkalmazható a labor infrastruktúráján és megéri-e alkalmazni a virtuális gépek esetében. Elképzelhető az, hogy a technológia ugyan jelentős teljesítménynövekedést eredményez, azonban annak karbantartása, üzemeltetése jelentős terhet rak az ezért felelős csapatra, ami miatt mégsem éri meg a használata. Természetesen lehet további megoldás új mérnökök alkalmazása az üzemeltetéshez, de a feladatom az volt, hogy ezt elkerülve találjak megoldást arra az esetre, ha szükség van RDMA-ra és annak integrációja lényeges a jelenlegi rendszerbe.

Kutatótársaimmal összeállítottunk egy tesztkörnyezetet, ami fizikailag le lett választva az infrastruktúra élesben használt részéről. Erre azért volt szükség, hogy a méréseimet és a fejlesztéseimet zavartalanul végezhessem és hibák esetén ne tegyek kárt az éles rendszerben. Hasonlóan az éles rendszer infrastruktúrájának a vezérléséhez, a tesztkörnyezetemben is OpenStack-et telepítettem. Az OpenStack egy nyílt forráskódú és szabadon felhasználható felhő infrastruktúra platform, széles körben használják az ipari adatközpontokban. Sok egyéb mellett képes virtuális hálózatok, virtuális gépek és elosz-

tott-redundáns virtuális adattárolók menedzselésére egy kényelmes felületen. Bár a konfigurációja főleg első alkalommal nehézkes, de utána rengeteg feladatot képes ellátni automatizáltan. Új virtuális gépek indításakor képes megkeresni a legkevésbé terhelt fizikai szervert és ezen futtatni azt. Az újonnan induló virtuális gépeket csatlakoztatja a virtuális hálózatba is a konfigurációnak megfelelően. A projekt mögé szerveződött ipari és akadémiai közösség aktívan fejleszti az OpenStack szolgáltatásait és komponenseit, új funkciók mellett a hibák javítása is folyamatos.

Az én OpenStack környezetem nyolc fizikai szervergépéből állt, melyek egy 100 Gigabit/s sebességű hálózati switchbe voltak csatlakoztatva. Így mindegyik gép tudott kommunikálni egymással. A fedőhálózatot viszont nem készítettem el, hanem úgy konfiguráltam az OpenStack hálózati modulját, hogy a fizikai hálózati kártyákon létrehozott virtuális hálózati kártyákat adja át a virtuális gépeknek, ahogy erről korábban már szó volt. A virtuális gépek ezt felhasználva valóban képesek voltak egymással nagy sebességű kommunikációra.

A virtuális gépeket úgy konfiguráltam, hogy csak egy processzormagot használhassanak. Ez azt jelenti, hogy a hálózaton küldött adatok feldolgozására is csak ezt az egy processzormagot használhatja fel. A fedőhálózat nélküli verzióban mért eredményeim szerint a virtuális gép 25 Gbit/s sebességre volt képes. A fizikai gépen a kommunikáció közben egy processzormagot láttam 100%-os kihasználtsággal. Összehasonlításképp megnéztem egy nagyon egyszerű fedőhálózat-konfigurációval is. Itt az intenzív adatmásolás jól megfigyelhető költséget jelentett. A virtuális gép maximálisan 22 Gbit/s sebességű küldésre volt képes, de úgy, hogy az is 100%-ig kihasznált egy processzormagot a fizikai gépen (a virtuális gép csomagfeldolgozó algoritmusai miatt), valamint a fizikai gép is egy másik processzormagot 100%-on használt, hogy adatokat másoljon és mozgasson a hálózat és a virtuális gép között. Ez jól mutatja, hogy pusztán a megfelelő hálózati kártya és konfiguráció mellett felére csökkenthető a környezet processzorigénye. A méréseket elvégeztem RDMA használatával is. Itt a virtuális gép képes volt 92 Gbit/s sebességre, nagyjából 2-3%-os processzor-

használat mellett, ami ilyen környezetben elhanyagolhatóan kicsi. A virtuális gépet futtató fizikai gépen is jól látszott, hogy nincs terhelve a processzor.

Miután bebizonyosodott az RDMA használatával nyerhető teljesítménynövekedés, skálázható megoldást kellett találni ennek az üzemeltethetőségére. Ennek érdekében OpenStackbe integráltam egy egyszerű házirendet, amely megfelelő jogosultságokkal rendelkező felhasználók esetén engedélyezi, hogy az elindított virtuális gép hálózati kártyáját a felhasználó válassza ki, másoknak pedig tiltja ezt és az RDMA-ra képes virtualizált hálózati kártyát adja az új gépnek alapértelmezetten. A tesztrendszeremen ez a megoldás jól használhatónak bizonyult, az éles rendszerre való alkalmazáshoz dokumentáltam a konfigurációkat, az elvégzett méréseket, valamint csatoltam az OpenStack-hez írt programkódokat.

Dr. Fiser Béla

*Korszerű Anyagok és Intelligens Technológiák Felsőoktatási
és Ipari Együttműködési Központ, Miskolci Egyetem
Kémiai Intézet, Műszaki Anyagtudományi Kar, Miskolci Egyetem
II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola, Beregszász*

Külföldi kutatás helyszíne:

University of the Basque Country (UPV-EHU) / Baszkföldi Egyetem,
Donostia-San Sebastián, Gipuzkoa, Baszkföld, Spanyolország

(Reakció)Úton...

*„...nem azé, aki akarja, sem nem azé,
aki fut, hanem a könyörülő Istené.”
(Róma 9,16)*

Első állomás – Kárpátalja

Nagymuzsalyban, református, magyar családban nőttem fel. A szüleim megtették mindent, hogy a lehető legjobb oktatásban legyen részem és támogattak, amiben csak tudtak. Nekik köszönhetem, hogy a Beregszászi Bethlen Gábor Magyar Gimnáziumban érettségizhettem. A gimnáziumban kiváló tanáraink voltak (például Györffy Pista bácsi), akiknek hálás vagyok áldozatos munkájukért. Rendszeresen jártunk versenyekre az osztálytársaimmal, s a tanáraink időt és energiát nem kímélve készítettek fel minket a megmérettetésekre.

Második állomás – Szeged

A gimnázium után Magyar Állami Ösztöndíjjal kezdtem meg tanulmányaimat a Szegedi Tudományegyetem biofizikus szakán (2005). Azért jelentkeztem biofizikusnak, mert szerettem volna valami különlegeset tanulni, aminek köze van a fizikához és a biológiához is. Az egyetem alatt biofizikus hallgatóként már korán bekapcsolódtam az akkori Orvosi Fizika és Biofizika Tanszéken folyó fotoszintézissel kapcsolatos kutatásokba prof. Nagy László témavezetése mellett. Nagyon élveztem és sokat tanultam a kísérletes munkából. Egyetemi tanulmányaim alatt abban a megtiszteltetésben volt részem, hogy az SZTE Sófi József a Szegedi Tehetségekért Alapítvány támogatását elnyertem különböző ösztöndíjak formájában, és megismerhettem Sófi Józsefet, az Ösztöndíj alapítóját. Tőle nagyon sok tanácsot és segítséget kaptam.

A tanulmányaim negyedik évében felvettem egy órát, aminek az volt a címe, hogy Számítógépes programcsomagok alkalmazása. Az órát az akkori Kémiai Informatika Tanszék munkatársai tartották, és nagyon inspirálóan hatott rám. Csizmadia Imre emeritus professzor, Prof. Viskolcz Béla, Dr. Jójárt Balázs és Dr. Szőri Milán közösen indított el a számítógépes kémia irányába. Eleinte a saját kísérletes témámban szerettem volna a tanultakat alkalmazni. De rá kellett jönnöm, hogy még sokat kell tanulnom ahhoz, hogy számítógépes módszerek segítségével egy olyan összetett rendszerrel elboldoguljak, amit kísérletileg vizsgáltunk. A kezdeti kudarc nem szegte kedvem, és nem hagytam fel teljesen a számítógépes modellezéssel. De még hátra volt a biofizikus szak utolsó néhány féléve. Miután sikeresen befejeztem a biofizikus szakot (2010) Viskolcz professzortól lehetőséget kaptam a tanulmányaim folytatására az SZTE Kémia Doktori Iskolájában az Ő témavezetése mellett. Ekkor kezdtem el molekulatervezéssel, molekulák modellezésével és reakció mechanizmusok, reakció utak vizsgálatával foglalkozni. A tanszéken lehetőségem nyílt számos különféle kutatásba bekapcsolódni. Egy különleges antioxidáns, a glutation keltette fel leginkább az érdeklődésemet, s ennek a molekulának a különböző szempontok szerinti elméleti vizsgálata lett a doktori témám [1-3].

Harmadik állomás – San Sebastián-Donostia

A tengerpart, ahol ritka vendég a napfény...

A szegedi doktori tanulmányaim harmadik évében (2013) lehetőséget kaptam arra, hogy bekapcsolódjak az ECHONET ITN nemzetközi projektbe Spanyolországban Marie Skłodowska-Curie kezdő kutatóként, a Baszkföldi Egyetemen (University of the Basque Country, UPV-EHU), Prof. Enrique Gómez Bengoa témavezetésével. A lehetőségnek azonban ára volt, el kellett kezdenem egy új doktori témát, s félbe kellett hagynom a Szegeden majdnem befejezett glutationnal kapcsolatos munkát. Így jutottunk el a feleségemmel 2013 őszén San Sebastiánba vagy ahogy a helyiek, a baszkok, mondják – Donostiába –, és egy új témában, teljesen más feltételekkel kezdtem neki az újabb doktori tanulmányaimnak. Azt azonban megígértem a szegedi témavezetőmnek, Viskolcz professzornak, hogyha megszerzem a doktori fokozatot Donostiában, akkor visszajövök és a vele elkezdett munkát is befejezem. Három évig vendégeskedtünk Baszkföldön (1. sz. ábra), egy olyan városban, ami bár a tenger mellett van, és pálmafákban sem szenved hiányt, mégis ritka vendég arra a napsütés. Ez alatt az idő alatt nagyon sok új dolgot tanultam, és kitértünk kicsit a világra.

A történelmi Baszkföld hét megyéből áll, amelyek közül három – Gipuzkoa, Bizkaia és Araba – alkotja Spanyolország Baszkföld nevű autonóm tartományát. A másik négy közül további három Franciaország Pyrénées-Atlantiques régiójában található (Lapurdi, Nafarroa Beheroa, Zuberoa), a negyedik pedig Spanyolország különálló autonóm közössége, Navarra (Nafarroa Garaia). A baszkok kulturális és nyelvi szempontból egyedülálló közössége évszázadok, vagy inkább évezredek óta ugyanott éli mindennapjait. A helyiek nagyon büszkék a történelmükre (Atxurra-barlang, Loyolai Szent Ignác, Gernika és még sok egyéb), önfejlük, szeretnek hegyet mászni és furcsa sportokat űzni (pl. Aizkolaritza (favágás), Baszk pelota (a fallabda őse)), és szeretik a finom ételeket és italokat (pl. sidra (almabor)). A világ legjobb éttermei közül számos ebben a régióban található (pl. Arzak, Akelare, Mugaritz).



1. ábra: Baszkföld szépségei. A fotókat Fiser-Nagy Ágnes készítette.

Nagyon nehéz és furcsa nyelven beszélnek. Az a mondás járja, hogy az ördög sem kísérti őket, mert nem tudta megtanulni a nyelvüket... San Sebastián-Donostia, Gipuzkoa központja, és véleményem szerint a régió egyik legszebb tengerparti városa. A Baszkföldi Egyetem, ahol dolgoztam és tanultam, a régió legnagyobb felsőoktatási intézménye, amelynek a hallgatói létszáma nagyjából 45 000 főre tehető, és az autonóm tartomány mindegyik megyéjében képviselteti magát kisebb vagy nagyobb egységekkel. Az egyetem nagyobbik része Bizkaiban található, azon belül is Bilbaóban a régió legnagyobb városában, illetve Leioában, Portugaleteben és Barakaldoban. De jelentős hallgatói

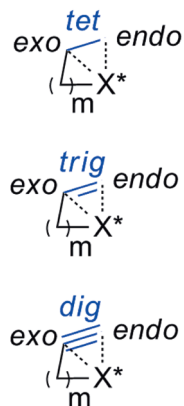
létszámmal rendelkező egységek vannak Donostiában és Eibarban (Gipuzkoa Campus), illetve Vitoria-Gazteizben (Álava/Araba Campus). Baszkföldön különös figyelmet fordítanak a kutatási egységek fejlesztésére és támogatására. Számos kutatóközpont működik a régióban, amelyek világviszonylatban is fontos eredményeket értek el például a fizikai és elméleti kémia (Donostia International Physics Center), nanotechnológia (CIC nanoGUNE) és anyag-tudomány (POLYMAT) területén is.

Minden feltétel adott volt ahhoz, hogy eredményes és élményekben gazdag éveket tölthessünk Donostiában. Sok együttműködő partnerrel (Anglia, Spanyolország, Németország stb.) tudtunk együtt dolgozni; szakmailag kiemelkedő időszak volt ez számomra. 2014-ben néhány hónapot a Firenzei Egyetemen dolgozhattam Prof. Ernesto Occhiato témavezetése mellett. 2015-ben lehetőségem nyílt Prof. Joe Harrity és Dr. Paul Blaney témavezetésével Angliában a University of Sheffield és a Peakdale Molecular Ltd. (Chapelen-le-Frith) munkájába bekapcsolódni. 2016 nyarán befejeztem a disszertációm, amelynek témája különböző fémorganikus reakciómechanizmusok elméleti vizsgálata volt, és a University of the Basque Country legjobb minősítésével meg is védtem a dolgozatot [4] ipari és szintetikus kémia szakirányon.

Több gyűrű mind fölött...

A disszertációm utolsó fejezete a Baldwin-szabályok kiterjesztéséről szól [4]. Számos ipari szempontból is érdekes molekula és természetes vegyület tartalmaz gyűrűs szerkezeti egységet. Emiatt a gyűrűzárási reakciók kimenetelének előrejelzése és kontrollálása fontos, és bizonyos esetekben elengedhetetlen része a szintetikus eljárások tervezésének, illetve kivitelezésének. Sir Jack Baldwin 1976-ban megjelent munkája a gyűrűzárási reakciók kimenetelének előrejelzésében mérföldkőnek számít [5]. Ebben Baldwin három paraméterrel írta le és csoportosította a gyűrűképződési folyamatokat (2. sz. ábra):

- 1) az atomok száma (n) szerint a képződő gyűrűs vázban;
- 2) egy folyamat lehet *exo* vagy *endo* attól függően, hogy a gyűrűzáródás során a rendszeren kívülre vagy belülré kerül a kötés, ami hasad a reakció következtében;
- 3) a gyűrűt záró szénatom hibridizációjától függően pedig megkülönböztethetünk *tet* (tetrahedrális), *trig* (trigonális) és *dig* (digonális) eseteket.

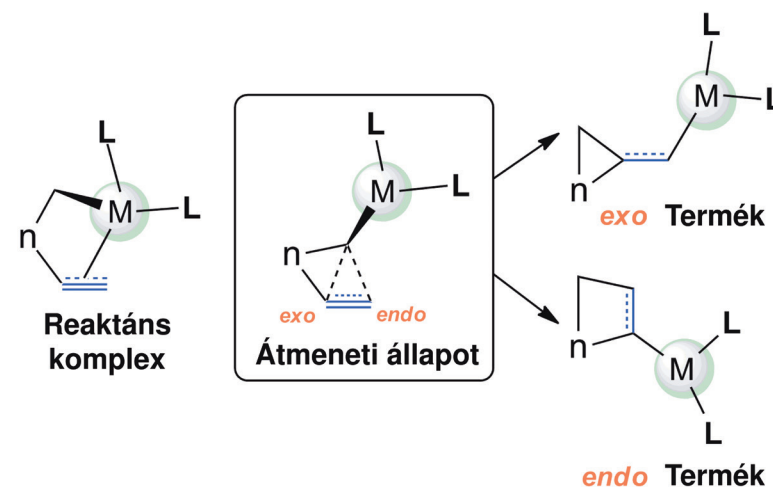


2. ábra: Gyűrűzárási reakciók Baldwin-szabályai esetén alkalmazott terminológia sematikus ábrázolása. A gyűrűt záró szénatom hibridizációja lehet *tet* - sp^3 , *trig* - sp^2 vagy *dig* - sp . A folyamat iránya lehet *exo*: $m = n - 2$ vagy *endo*: $m = n - 3$, ahol n az atomok száma a képződő gyűrűben.

Baldwin az eredeti közleményében empirikus alapokon nyugvó szabályokat javasol a gyűrűzáródási folyamatok összehasonlítására, amelyekkel előre lehet jelezni, hogy mely rendszerek szintézise kivitelezhető könnyebben. Az eredeti közlemény nem tért ki átmeneti fémeket tartalmazó rendszerekre, de ahogy egyre szélesebb körben alkalmazták a Baldwin-szabályokat, úgy terjedt el a terminológia is, és ma már palládium-katalizált Heck-reakcióknál is alkalmazzák őket. Korábban azonban még nem készült olyan szisztematikus összehasonlítás fémtartalmú rendszerekre, amelyben az eredeti Baldwin-

szabályok alkalmazhatóságát vizsgálták vagy ezek megfelelően módosított változatát közölték volna. Számítógépes kémiai módszerek segítségével kísérletet tettünk arra, hogy a Baldwin-szabályokat kiterjesszük fémkatalizált gyűrűzáródási reakciókra [6].

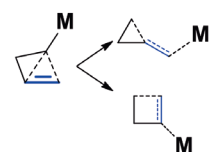
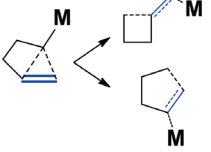
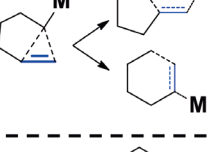
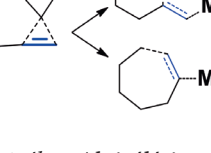
Nikkel-, palládium- és platina- (Ni, Pd és Pt) tartalmú rendszerek trigonális gyűrűzáródási folyamatait vizsgáltuk, amelyeknél a lánc hossza 3–7 atom között változott (3. sz. ábra), és a fématom promotor szerepet töltött be a gyűrűzáródás során. Összehasonlítási céllal a Li-promotált és fématom nélküli, anionos rendszert is modelleztük.



3. ábra: A tanulmányozott rendszerek sematikus ábrázolása, ahol L – ligandum, M – fématom, ami a vizsgált esetben Li, Ni, Pd, vagy Pt.

Az összes lehetséges reakciót modelleztük és összehasonlítottuk a gyűrűképződési folyamatokhoz tartozó átmeneti állapotok energetikáját (4. sz. ábra). A számolásokhoz az M06 és M06-2X sűrűségfüggvény módszerét használtuk a 6-31+G(d,p) és SDD bázisokkal. Három csoportba soroltuk a reakciókat – kedvezményezett, határeset és kedvezőtlen – az átmeneti állapotok aktiválási energiái alapján (ez határozza meg mennyire kedvező a folyamat), és ezeket

a kísérletekben is előforduló körülményeknek feleltettük meg. Amennyiben az adott folyamat aktiválási energiája 24 kcal/mol-nál kisebbnek adódott (a reakció szobahőmérsékleten végbe tud menni 12 óra alatt), akkor kedvezőnek tekintettük. Ha az aktiválási energia nagyobbak adódott, mint 31 kcal/mol (a reakcióidő hosszabb, mint 36 óra 100 Celsius-fokon), akkor a folyamatot kedvezőtlennek minősítettük. Amennyiben a gátmagasság a kettő közé esett, vagyis >24 kcal/mol, de <31 kcal/mol, akkor határesetről beszéltünk.

		none	Li	Ni	Pd	Pt
	3-exo	✓ 13.0 (123)	✓ 11.9 (124)	✓ 0.5 (112)	✓ 2.6 (114)	✓ 9.8 [†] (114) [†]
	4-endo	✗ 39.3 (77)	✗ 53.7 [†] (75) [†]	✗ 34.6 (76)	✗ 44.3 (76)	✗ 52.1 (77)
	4-exo	✓ 14.7 (128)	✓ 19.6 [†] (127) [†]	✓ 16.7 (122)	✓ 22.6 (123)	✗ 27.5 (123)
	5-endo	✓ 16.3 (88)	✗ 24.4 (97)	✓ 17.5 (89)	✗ 26.7 (91)	✗ 33.9 (92)
	5-exo	✓ 8.7 (122)	✓ 10.4 (123)	✓ 9.3 (116)	✓ 11.9 (119)	✓ 18.9 (118)
	6-endo	✓ 18.9 (102)	✗ 28.2 [†] (109) [†]	✓ 8.2 (100)	✓ 16.1 (102)	✗ 25.5 (103)
	6-exo	✓ 13.7 (113)	✓ 11.3 (120)	✓ 9.8 (120)	✓ 15.6 (119)	✓ 21.6 (119)
	7-endo	✓ 15.4 (110)	✓ 21.6 (117)	✓ 16.1 (114)	✓ 18.4 (115)	✗ 26.9 (115)

4. ábra: Aktiválási energiák és támadási szögek trigonális (trig) gyűrűzáródási folyamatok esetén. Zöld – kedvező, narancs – határeset, piros – kedvezőtlen reakció. „None” – anionos, fém nélküli esetek. A számolások az M06/6-31+G(d,p)/SDD és az (†) – M06/6-31+G(d,p)/SDD//M06-2X/6-31+G(d,p)/SDD elméleti szinteken történtek.

A számolások eredményei rámutattak arra, hogy az *exo*-folyamatok kedvezőek egy kivétellel, a Pt-4-*exo-trig*-nél határesetről beszélhetünk, hiszen a reakció gátmagassága 27.5 kcal/mol. Ezzel szemben az *endo*-folyamatok között többségben van a határesetek és kedvezőtlen reakciók együttese. Különösen kedvezőtlen a 4-*endo-trig* reakció, amelynek a gátmagassága rendszertől függetlenül minden esetben 34 kcal/mol fölött van. A palládium esetén a legkedvezőbb *endo*-esetek a 6- és 7-*endo-trig*, amelyek kísérletileg kivitelezhetőnek tűnnek a számolások alapján, mivel mindkettőnél a gátmagasság 18.5 kcal/mol-nál kisebbnek adódott. Az 5-*endo-trig* is bizonyos körülmények között megvalósíthatónak tűnik, hiszen ennél határesetről beszélhetünk a maga 26.7 kcal/mol-os gátmagasságával. Érdeemes megjegyezni, hogy az eredeti Baldwin-szabályok az 5-*endo-trig* folyamatokat kedvezőtlenként tartják számon. A nikeltartalmú rendszerek gyűrűzáródási reakcióinak gátmagasságai következetesen alacsonyabbak, mint a megfelelő palládium-promotált folyamatokéi. A támadási szögeket tekintve nincs nagy különbség a Ni és a Pd között. Platina esetén a palládiumhoz képest a gátmagasságok növekednek 5-10 kcal/mol-lal. Ez a viszonylag nagy aktiválási energia lehet az oka annak, hogy a Pt alkalmazása gyűrűzáródási folyamatok katalizátoraként ritkaságszámba megy. A támadási szögek a Pt-tartalmú rendszerek esetén sem térnek el jelentősen a megfelelő Pd-folyamatokhoz képest. Ez azt mutatja, hogy a fématom mérete nem befolyásolja jelentősen az átmeneti állapotok szerkezeti jellemzőit.

Ezek alapján a Baldwin-szabályok Ni-, Pd- és Pt- promotált esetekre történő kiterjesztését javasoltuk, és az ehhez szükséges szabályszerűségeket elméleti módszerekkel állapítottuk meg (5. sz. ábra). Az eredeti szabályokkal összehasonlítva megállapítható, hogy a fématomok jelenléte bizonyos esetekben jelentősen csökkenti a reakciók lejátszódásához szükséges aktiválási energiát.

Metal		3	4	5	6	7
none	exo	✓	✓	✓	✓	no
	endo	no	✗	✓	✓	✓
none ⁺	exo	✓	✓	✓	✓	✓
	endo	✗	✗	✗	✓	✓
Li	exo	✓	✓	✓	✓	no
	endo	no	✗	✗	✗	✓
Ni	exo	✓	✓	✓	✓	no
	endo	no	✗	✓	✓	✓
Pd	exo	✓	✓	✓	✓	no
	endo	no	✗	✗	✓	✓
Pt	exo	✓	✗	✓	✓	no
	endo	no	✗	✗	✗	✗

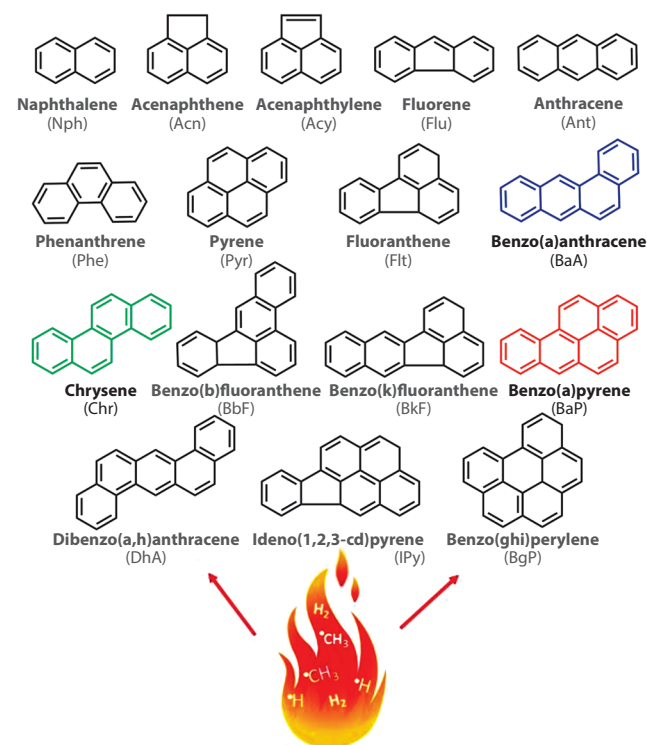
5. ábra: A vizsgált gyűrűzáródási folyamatok szabályszerűségei az eredeti Baldwin-szabályokkal (+) összehasonlítva. Zöld – kedvező, narancs – határeset, piros – kedvezőtlen reakció. „None” – anionos, fém nélküli esetek.

Reakciók tervezésénél kiválóan alkalmazhatók lehetnek az itt felvázolt eredmények. Iránytűként szolgálhatnak, és eddig még fel nem tárt gyűrűzáródási mechanizmusok alkalmazását tehetik lehetővé.

Negyedik állomás – Miskolc: Tovább az (reakció)úton...

2016 végén visszatértünk Magyarországra a feleségemmel, és a Szegeden elkezdett doktori munkát, 2017 tavaszán Miskolcon fejeztem be [7], mert Viskolcz professzor időközben átkerült a Miskolci Egyetemre. Ezután kezdtem el itt policiklikus aromás szénhidrogének (PAH) elméleti vizsgálatával foglalkozni a doktorandusz hallgatómmal, Reizer Edinával közösen. Egy másik reakciót vizsgálunk, de az elméleti módszerek hasonlóak. A PAH-ok komoly globális problémát jelentenek számos különféle káros hatásuk miatt. Legfontosabb jellemzőik, hogy több aromás gyűrűből állnak, vízben rosszul

oldódnak és bioakkumulálódnak, vagyis az élő szervezetek különböző részeiben, de főleg a zsírszövetekben képesek felhalmozódni. A PAH-ok bármilyen organikus anyag tökéletlen égése során keletkezhetnek (6. sz. ábra), így jelen vannak a cigarettafüstben, az autók kipufogó gázaiban, a kémények, valamint az erdő- és szavannatüzek füstjeiben, füstölt élelmiszerekben (pl. szalonna) és minden olyan termékben, aminek elkészítéséhez oxigénhiányos égési folyamat szükséges.



6. ábra: Néhány policiklikus aromás szénhidrogén (PAH) képződésének sematikus ábrázolása

Képződésük a városok szmog problémáival is összefügg, mivel az atmoszférába kibocsátott koromszemcsék PAH-molekulákból képződnek. A Nemzet-

közi Rákkutató- és Környezetvédelmi Ügynökség számos kísérlettel bizonyította a PAH-ok rákkeltő hatását, amely a molekulák méretével együtt nő. Emiatt a molekulák növekedési mechanizmusainak vizsgálata kiváltképp fontos. A Kormányzati Informatikai Fejlesztési Ügynökség által rendelkezésünkre bocsátott szuperszámítógép kapacitásnak köszönhetően sikerült részletesen feltárni az egyik leginkább rákkeltő PAH, a benzo(a)pirén (BaP) lehetséges képződési mechanizmusainak energetikai jellemzőit számítógépes kémiai módszerek segítségével [8]. A kutatás során több száz számolást indítottunk és sikerült meghatározni a legvalószínűbb reakcióutakat. Továbbá vizsgáltuk 16 PAH reakciókészségét, amit a jellemző kötődisszociációs energiák meghatározásával vittünk véghez. Az említett folyamatok mélyebb megértésével közelebb juthatunk a PAH-ok képződésének megakadályozásához, s ezáltal egy egészségesebb környezet kialakításához.

Hivatkozások

1. Fiser, B.; Szőri, M.; Jójárt, B.; Izsák, R.; Csizmadia, I. G.; Viskolcz, B. 2011. Antioxidant Potential of Glutathione: A Theoretical Study. *The Journal of Physical Chemistry B* 115(38), 11269-11277. <https://doi.org/10.1021/jp2049525>
2. Fiser, B.; Jójárt, B.; Csizmadia, I. G.; Viskolcz, B. 2013. Glutathione-hydroxyl Radical Interaction: A Theoretical Study on Radical Recognition Process. *PLoS One* 8(9), e73652. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0073652>
3. Fiser, B.; Jójárt, B.; Szőri, M.; Lendvay, G.; Csizmadia, I. G.; Viskolcz, B. 2015. Glutathione as a Prebiotic Answer to α -peptide Based Life. *The Journal of Physical Chemistry B* 119(10), 3940-3947. <https://doi.org/10.1021/jp511582m>
4. Fiser, B. A *Computational Glance at Organometallic Cyclizations and Coupling Reactions*. PhD Thesis, The University of the Basque Country (UPV/EHU), Donostia, Gipuzkoa, Spain, 2016. <https://addi.ehu.es/handle/10810/19467>

5. Baldwin, J. E. Rules for Ring Closure. 1976. *Journal of the Chemical Society, Chemical Communications*, 18, 734-736. <https://doi.org/10.1039/C39760000734>
6. Fiser, B.; Cuerva, J. M.; Gómez-Bengoa, E. 2018. Baldwin-Type Rules for Metal-Controlled Intramolecular Migratory Insertions. A Computational Study of Ni, Pd, and Pt Case. *Organometallics*, 37(3), 390-395. <https://doi.org/10.1021/acs.organomet.7b00812>
7. Fiser, B. *Theoretical Investigations of Glutathione-A Unique Antioxidant*. PhD Thesis, University of Miskolc, Miskolc, Hungary, 2017. DOI: 10.14750/ME.2017.009
8. Reizer, E.; Csizmadia, I. G.; Palotás, Á. B.; Viskolcz, B.; Fiser, B. 2019. Formation Mechanism of Benzo(a)pyrene: One of the Most Carcinogenic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH). *Molecules* 24(6), 1040. <https://doi.org/10.3390/molecules24061040>

Köszönetnyilvánítás

The financial support of my studies from the FP7 Marie Curie Actions of the European Commission via the ECHONET ITN ("Expanding capability in Heterocyclic Organic Synthesis", MCITN-2012-316379) is gratefully acknowledged. Az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-20-4 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból Finanszírozott szakmai támogatásával készült. A kutatómunka az Európai Unió és Magyarország támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával, a GINOP-2.3.4-15-2016-00004 projekt keretében valósult meg, a felsőoktatás és az ipar együttműködésének elősegítése céljából. A felhasznált szuperszámítógép kapacitást a Kormányzati Informatikai Fejlesztési Ügynökség bocsátotta rendelkezésünkre.

Dr. Heczel Anita

Alabamai Egyetem (UA), Tuscaloosa, Alabama

A bemutatott kutatás helyszíne: Eötvös Loránd Tudományegyetem (ELTE),
Budapest, Magyarország

Nagynyomású csavarással deformált nagy-entrópiás ötvözetek

Bemutakozás

1991-ben Kárpátalján, Viskén születtem. A Viski Kölcsey Ferenc Középiskolában kezdtem el a tanulmányaimat, majd a Técsői Magyar Tannyelvű Református Líceumban érettségiztem 2009-ben. A mester diplomámat fizikusként az Ungvári Nemzeti Egyetemen szereztem meg 2014-ben, utána nyertem felvételt doktori képzésre az ELTE Anyagfizikai Tanszékére. Először egy nyári egyetemen vettem részt az ELTE-n és akkor rajzolódott ki bennem, hogy ott szeretném folytatni a tanulmányaim. Fontosnak tartom azt is megemlíteni, hogy a mesterképzés utolsó évében egy részképzésnek köszönhetően ismertem meg a későbbi témavezetőmet, prof. Gubicza Jenőt. A doktori kutatásom témája *Rácshibák vizsgálata képlékenyen deformált nagy-entrópiás ötvözetekben*. A kutatás nemzetközi együttműködésen alapult, a vizsgált mintákat francia, angolai és koreai partnereink készítették el. Ezeknek az együttműködéseknek köszönhetően egyedi kutatások végezhetőek, hiszen lehetőséget nyújtanak eltérő előállítási és vizsgálati módszerek alkalmazására.

Jelenleg az Alabamai Egyetemen dolgozom posztdoktori kutatóként, hidegszórással és lézeres hőkezeléssel készült acélbevonatokat vizsgállok.

A kutatócsoport vezetője, ahol jelenleg dolgozom, Prof. Luke Brewer úgy fogalmazott, hogy egy új kutatócsoportban az a sikeres kutató, aki tud valami újat vinni és valami újat tanulni az adott helyen. Így az ELTE Anyagfizikai Tanszékén kifejlesztett röntgen vonalprofil analízis módszert (ami nem mellékesen a doktori kutatásom fő vizsgálati módszere volt) alkalmazom az acél bevonatok tanulmányozására. Ezáltal nem szakadt meg a kapcsolat a korábbi kutatócsoportommal sem és a jövőben is együtt dolgozhatunk.

A tanulmányban a doktori kutatásom során vizsgált nagy-entrópiás ötvözeteket és a képlékeny alakításnak a mikroszerkezetre gyakorolt hatását szeretném bemutatni.

Bevezetés

Az anyagtudományban az ötvözés széles körben alkalmazott és hatékony eljárás a fémek tulajdonságainak megváltoztatására annak érdekében, hogy minél inkább megfeleljenek a felhasználási igényeknek. A nagy mechanikai szilárdság és a jó alakíthatóság elérése érdekében az utóbbi időben számos új ötvözetet fejlesztettek ki. Ilyenek a doktori kutatásom során is vizsgált nagy-entrópiás ötvözetek (angolul: High-Entropy Alloys – HEAs) [1], [2].

A hagyományos ötvözetek általában egy többségi kémiai elemből és egy vagy több, kisebb mennyiségben jelen lévő ötvözőből állnak. A HEA ötvözetek ezzel szemben olyan rendezetlen szilárd oldatok, amelyek négy vagy több kémiai elemet tartalmaznak egyenlő vagy közel azonos atomarányal, amelyek mennyisége az ötvözetekben 5 – 35 at.% között van [3].

A sok ötvöző megnöveli a konfigurációs entrópiát, ezáltal stabilizálja a rendszer szerkezetét. Bár az ötvözet atomi szinten rendezetlen a sok ötvöző és az eltérő atomátmérek miatt, mégis egy átlagos kristályszerkezettel jellemezhető. Ez teszi lehetővé, hogy röntgen vonalprofil analízissel tanulmányozhassuk a HEA ötvözeteket, ami hiánypótló a szakirodalomban. Az átlagos kristályszer-

kezetnek köszönhetően az ötvözet rendelkezik a kristályos anyagokra jellemző alakíthatósággal, ugyanakkor az amorf szerkezetre jellemző szilárdsággal. Ezáltal a HEA ötvözetekre egyre nagyobb figyelem irányul az anyagtudományi kutatásokban, mivel olyan kiváló tulajdonságokkal rendelkeznek, mint nagy szilárdság és szívósság [4]–[6], nagy hőstabilitás [7], [8], valamint jó korrózió- és kopásállóság [9], [10]. Ezeknek a tulajdonságoknak köszönhetően potenciális szerkezeti anyagok lehetnek az energia- és a közlekedési iparban [11].

A gyakorlati alkalmazásuk szempontjából a képlékeny tulajdonságok vizsgálata nagyon fontos. A nagymértékű képlékeny deformáció (angolul: Severe Plastic Deformation – SPD) hatékonyan alkalmazható az anyagok szilárdságának növelésére [12], [13]. Az eljárás során mind a szemcseméret finomodása, mind a diszlokációsűrűség növekedése hozzájárulhat az anyag keményedéséhez [14], [15]. A képlékeny alakváltozás a diszlokációk mozgásával történik. Ahogy a képlékeny alakváltozás egyre nagyobb mértékű lesz, úgy egyre több és több diszlokáció keletkezik az anyagban. Azáltal, hogy a diszlokációsűrűség növekszik a mozgásuk egyre inkább gátolt lesz a többi diszlokáció miatt. Ebből következik, hogy a képlékeny alakváltozás elindításához vagy annak fenntartásához egyre nagyobb feszültségre van szükség, ezért az anyag szilárdsága nő. Tovább erősíti ezt a gátló hatást a szemcseméret csökkenése, mert egyre több olyan határfelület lesz, ami gátolja a diszlokációk mozgását.

Fontos kérdés, hogy az SPD-eljárások milyen hatással vannak a HEA anyagok mechanikai viselkedésére és mikroszerkezetére, például a diszlokációk kialakulására. Ugyanakkor, a HEA anyagok kristályszerkezete meghatározó a mechanikai tulajdonságok szempontjából. A tércentrált köbös (bcc) szerkezetű minták nagyobb keménységgel rendelkeznek, mint a lapcentrált köbös (fcc) szerkezetűek, azonban alakíthatóságuk rosszabb. Ezért a tanulmány fő célja az volt, hogy bemutassam a képlékeny deformáció hatását a HEA ötvözetek rácshibaszerkezetére és mechanikai tulajdonságaira különböző kémiai összetételű és kristályszerkezetű ötvözetek esetén: $\text{Hf}_{25}\text{Nb}_{25}\text{Ti}_{25}\text{Zr}_{25}$ (bcc), $\text{Ti}_{35}\text{Zr}_{27.5}\text{Hf}_{27.5}\text{Nb}_5\text{Ta}_5$ (bcc) és $\text{Co}_{20}\text{Cr}_{20}\text{Fe}_{20}\text{Mn}_{20}\text{Ni}_{20}$ (fcc).

Kísérleti módszerek

A vizsgált HEA ötvözeteket ($\text{Hf}_{25}\text{Nb}_{25}\text{Ti}_{25}\text{Zr}_{25}$, $\text{Ti}_{35}\text{Zr}_{27.5}\text{Hf}_{27.5}\text{Nb}_5\text{Ta}_5$ és $\text{Co}_{20}\text{Cr}_{20}\text{Fe}_{20}\text{Mn}_{20}\text{Ni}_{20}$) vákuumíves olvasztási technológiával állították elő külföldi partnereink. Majd a képlékeny tulajdonságok tanulmányozása érdekében nagynyomású csavarással (angolul: High-Pressure Torsion – HPT) egy HPT fordulatig alakították a mintákat szobahőmérsékleten [16]–[18]. A minták rácshibaszerkezetét elsősorban röntgen vonalprofil analízissel vizsgáltam. Ezen belül a Konvolúciós Teljes Profil Illesztés (angolul: (Convolutional Multiple Whole Profile fitting, CMWP) módszerét alkalmaztam. Erről később egy kicsit bővebben írok. A mikroszerkezet direkt vizsgálatához transzmissziós (TEM) és pásztázó elektronmikroszkópiát, valamint visszaszórt elektron diffrakciót (electron backscatter diffraction, EBSD) használtunk. A minták mechanikai tulajdonságait Vickers-mikrokeménység mérésével tanulmányoztam. A keménységet 500 g terheléssel 10 másodperces tartási idővel mértem.

Röntgen vonalprofil analízis

A röntgen vonalprofil analízis a mikroszerkezet meghatározásának egyik hatékony módszere. A vonalprofil analízis célja, hogy a diffrakciós profilok alakjából meghatározzuk a mikroszerkezet jellemző paramétereit. Például, a szemcseméretet és annak eloszlását, valamint a diszlokációk típusát és sűrűségét, azáltal, hogy ezek hatással vannak a diffrakciós csúcsok szélességére és alakjára [19].

A klasszikus vonalprofil analízis módszerei csak a félértékszélességgel jellemzik a csúcsokat, így nem veszik figyelembe annak alakját. A teljes profil illesztésen alapuló eljárások ezzel szemben a diffrakciós profilok teljes alakját veszik figyelembe, ami sokkal pontosabb és részletesebb elemzést tesz lehetővé. Az ELTE Anyagfizikai Tanszékén kifejlesztett CMWP az egyik ilyen módszer.

A CMWP eljárás nem direkt vizsgálati módszer, ezért kvalitatív feltételezéseket kell tennünk a mikroszerkezetre vonatkozóan, pl., hogy a szemcsék gömb alakúak és lognormális a méret eloszlásuk, továbbá, hogy a rácsdeformációt diszlokációk okozzák [20], [21]. Az eljárás során a mért diffrakciós profilra illesztünk a mikroszerkezeti paraméterektől függő elméleti függvényeket. Az elméleti függvényeket a mikroszerkezet modellje alapján számíthatjuk ki [19]. Az illesztés során a szoftver az elméleti és a mért diffraktogram intenzitása közötti különbség négyzetösszegét csökkenti. Amikor a különbség relatív változása egy általunk megadott érték alá csökken, akkor az illesztés leáll. A különbség mértéke az illesztés “megfelelőségét” is jellemzi [19]–[22]. Egy másik, fontos tényező, hogy a diffraktométernek van egy jellemző szélesedése. Ezt instrumentális korrekcióval figyelembe lehet venni. Az instrumentális profilokat nagyszemcsés, rendkívül alacsony rácshibasűrűséggel rendelkező sztenderd anyagok mérjük meg.

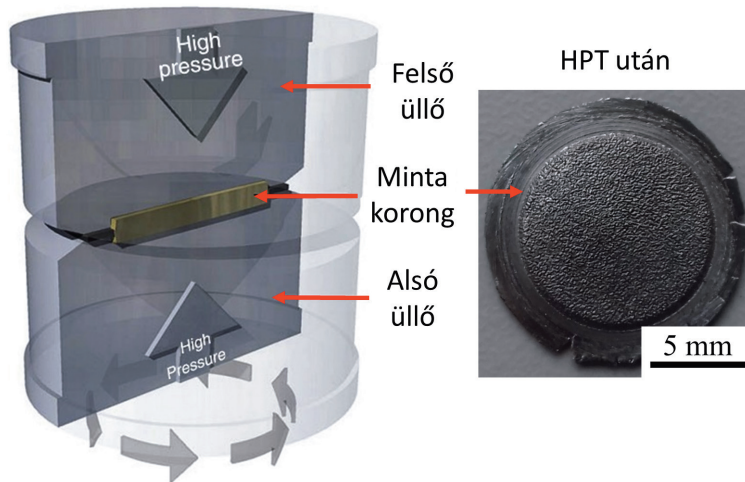
A CMWP által megkapott értékek statisztikailag nagyobb biztonsággal jellemzik a mikroszerkezetet, mivel nagyobb térfogatról adnak információt a mikroszkópos módszerekkel ellentétben. Ugyanakkor a mikroszerkezetet a legmegbízhatóbban úgy jellemezhetjük, ha a vonalprofil analízist és a mikroszkópos módszereket egyszerre alkalmazzuk.

Nagynyomású csavarás

Az egyik leggyakrabban használt SPD-eljárás a nagynyomású csavarás HPT [12]. A HPT-eljárás során egy korong alakú mintát helyezünk két üllő közé. Közben nagy hidrosztatikai nyomás (~GPa) mellett az alsó üllőt elforgatjuk, míg a felső üllőt fixen tartjuk, ezzel nagy nyírási deformációt okozunk (lásd 1. sz. ábra). A HPT során a minta nyírási deformációja (γ) a következő képlettel írható le [12]:

$$\gamma = \frac{2\pi N \cdot r}{h},$$

ahol N a fordulatok száma, r a korong sugara és h a magassága.

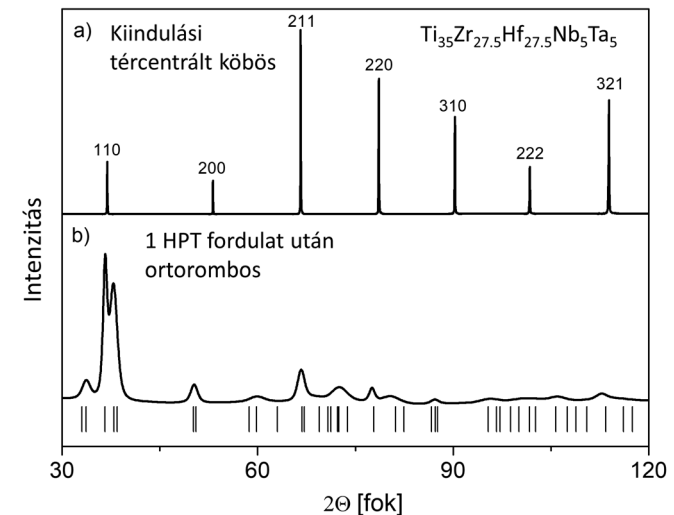


Látható az 1. egyenletből, hogy a korong közepén a képlékeny nyírási deformáció nulla és lineárisan növekszik a sugárral, amíg el nem éri a maximális értéket a korong peremén. Ezért a HPT-eljárással alakított minta mikroszerkezete heterogén. Következésképpen a mikrokeménység is jelentősen változik a HPT által alakított minták sugara mentén.

Az eddigi publikációk alapján elmondható, hogy a HPT-eljárás hatékony módszer a HEA ötvözetek mechanikai tulajdonságainak javítására [23]–[26]. A szemcseméret finomítása és a diszlokációsűrűség növelése kiváló mechanikai tulajdonságokat eredményez a HEA ötvözetekben [27].

Eredmények és diszkusszió

A röntgendiffrakció alkalmas arra, hogy a mért diffraktogramból meghatározzuk egy kristályos anyag szerkezetét a csúcsok pozíciójából, így ezt a vizsgálati módszert használtam a kristályos szerkezet meghatározására a mintáimon. A röntgendiffrakciós mérésekből megállapítottam, hogy a $\text{Hf}_{25}\text{Nb}_{25}\text{Ti}_{25}\text{Zr}_{25}$ tércentrált köbös és $\text{Co}_{20}\text{Cr}_{20}\text{Fe}_{20}\text{Mn}_{20}\text{Ni}_{20}$ HEA ötvözet lapcentrált köbös szerkezetű. A $\text{Ti}_{35}\text{Zr}_{27.5}\text{Hf}_{27.5}\text{Nb}_5\text{Ta}_5$ HEA ötvözet esetében a kiindulási tércentrált köbös szerkezet ortorombos szerkezetűvé alakult át egy HPT fordulat után (2. sz. ábra). A 2. sz. ábrán nemcsak a fázisátalakulás figyelhető meg, hanem az is, hogy egy HPT fordulat után a diffrakciós csúcsok egyértelműen kiszélesedtek. Ennek oka a lefinomodott szemcseméret és a diszlokációsűrűség növekedése (lásd később).

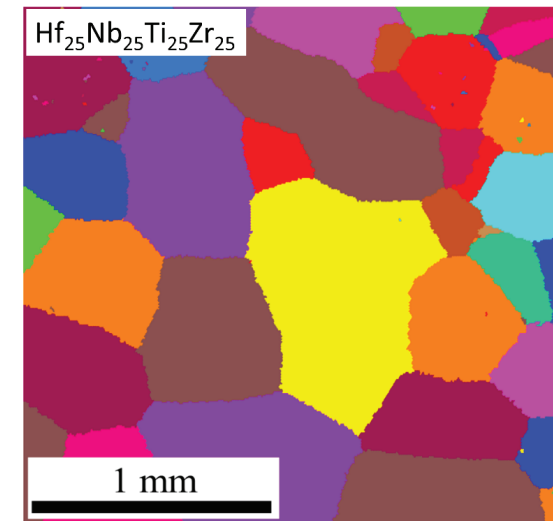


2. ábra: Röntgen diffraktogram a titán gazdag $\text{Ti}_{35}\text{Zr}_{27.5}\text{Hf}_{27.5}\text{Nb}_5\text{Ta}_5$ HEA ötvözetben: a) kiindulási és b) 1 HPT fordulat után (a függőleges vonalak az ortorombos szerkezet diffrakciós csúcsainak a pozícióit jelölik).

Az ívolvasztással előállított HEA ötvözetek kiindulási szemcseszerkezete durvaszemcsés volt. Ez nem meglepő, ezzel a technológiával homogén ötvözetet gyárthatunk, viszont hátránya a nagy szemcseméret. A kiindulási szemcseméretet optikai és elektronmikroszkópia segítségével határoztuk meg a mintákon, az 1.sz. táblázat tartalmazza az értékeket. A 3. sz. ábrán egy EBSD-vel készült szemcse-térkép látható az ekvimoláris $\text{Hf}_{25}\text{Nb}_{25}\text{Ti}_{25}\text{Zr}_{25}$ kiindulási mintáról, az eltérő színek a szemcséket jelölik. A kiindulási szemcseméret $\sim 640 \mu\text{m}$ volt.

Ötvözet		$\text{Hf}_{25}\text{Nb}_{25}\text{Ti}_{25}\text{Zr}_{25}$ (tércentrált)	$\text{Ti}_{35}\text{Zr}_{27.5}\text{Hf}_{27.5}\text{Nb}_5\text{Ta}_5$ (bcc $\rightarrow$ ortorombos)	CoCrFeMnNi (lapcentrált)
$D_{\text{kiindulási}} [\mu\text{m}]$		640 ± 100	800 ± 150	60 ± 10
Keménység [MPa]		~ 2630	~ 3000	~ 1440
D_{HPT}	K	$7 \mu\text{m}$	$\sim 600 \text{ nm}$	$4.8 \pm 0.8 \mu\text{m}$
	P	$41 \pm 6 \text{ nm}$	$\sim 600 \text{ nm}$	$34 \pm 7 \text{ nm}$
$\rho [10^{14} \text{ m}^{-2}]$	K	146 ± 16	43 ± 10	113 ± 12
	P	208 ± 23	103 ± 10	185 ± 21
Keménység [MPa]	K	~ 2880	~ 3500	~ 3180
	P	~ 3920	~ 3900	~ 5220

1. táblázat: A kiindulási és az HPT-eljárással alakított minták szemcsemérete (D), diszlokációsűrűsége (ρ) és keménysége a korongok közepén (K) és peremén (P).

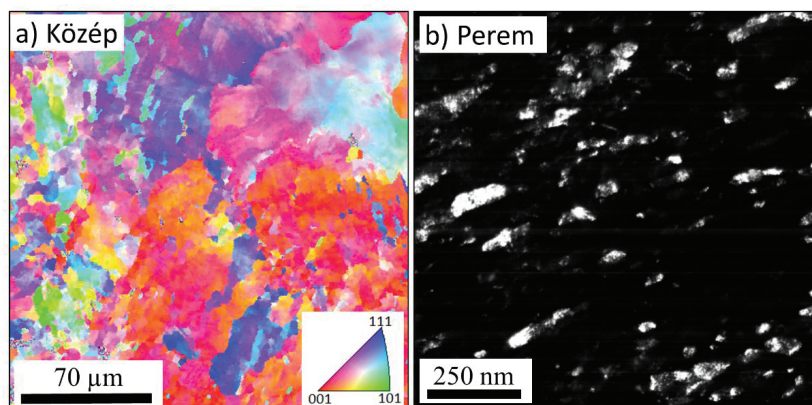


3. ábra: Az ekvimoláris $\text{Hf}_{25}\text{Nb}_{25}\text{Ti}_{25}\text{Zr}_{25}$ kiindulási minta szemcse-térképe

Elektronmikroszkópiával tanulmányoztuk a HPT-vel deformált minták mikroszerkezetét a korongok közepén és peremén. A 4a. sz. ábrán a $\text{Co}_{20}\text{Cr}_{20}\text{Fe}_{20}\text{Mn}_{20}\text{Ni}_{20}$ HPT korong közepéről EBSD-vel készült inverz pólusábra látható. Az inverz pólusábrák színes térképek, a különböző orientációjú tartományoknak megfelelő különböző színekkel ellátva. Egy HPT fordulat után $\text{Co}_{20}\text{Cr}_{20}\text{Fe}_{20}\text{Mn}_{20}\text{Ni}_{20}$ mintában a korong közepén vizsgált szemcseszerkezet jelentősen lefinomodott $\sim 60 \mu\text{m}$ -ról $\sim 4.8 \mu\text{m}$ -re, a korong peremén pedig $\sim 34 \text{ nm}$ -re. Ez azt jelenti, hogy a sugár mentén a nyírási deformáció értéke jelentős hatással van a szemcséfinomodásra. A korongok peremén TEM-méréseket alkalmaztunk, mivel ez az eljárás alkalmas arra, hogy nanokristályos szerkezetet tanulmányozzunk. A 4b.sz. ábrán a $\text{Co}_{20}\text{Cr}_{20}\text{Fe}_{20}\text{Mn}_{20}\text{Ni}_{20}$ minta néhány szemcséje látható a HPT korong peremén. Megfigyelhető a korong közepén (4a. sz. ábra), hogy a szemcséken belül az orientáció változik, ami arra utal, hogy a nagy deformáció miatt szubszemcsék alakultak ki a szemcséken belül.

Hasonló mikroszerkezetet figyeltünk meg az ekvimoláris $\text{Hf}_{25}\text{Nb}_{25}\text{Ti}_{25}\text{Zr}_{25}$ minta esetében is a HPT deformáció után [16], a szemcseméret a korong közepén $\sim 7\ \mu\text{m}$, míg a peremén $\sim 41\ \text{nm}$ -re finomodott le. A titán-gazdag $\text{Ti}_{35}\text{Zr}_{27.5}\text{Hf}_{27.5}\text{Nb}_5\text{Ta}_5$ HEA-ötvözetben a kiindulási szemcseméret ($\sim 800\ \mu\text{m}$) egy HPT fordulat után $\sim 200\text{--}1000\ \text{nm}$ -re finomodott le, függetlenül a korong sugara mentén mért helytől. A szemcsék hosszú, elnyúlt alakúak voltak ellentétben a másik két ekvimoláris HEA ötvözetrel. Ez annak köszönhető, hogy a fázisátalakulás (bcc $\rightarrow$ ortorombos) lamellás szerkezetben kezdődik és öröklődik tovább a deformált mintában. A fázisátalakulást és a mikroszerkezet fejlődését, illetve annak hatását a mechanikai tulajdonságokra részletesen tanulmányoztuk előző cikkeinkben [18], [28].

A szemcseméret változása a korong sugara mentén a $\text{Co}_{20}\text{Cr}_{20}\text{Fe}_{20}\text{Mn}_{20}\text{Ni}_{20}$ és a $\text{Hf}_{25}\text{Nb}_{25}\text{Ti}_{25}\text{Zr}_{25}$ ötvözeteknél azt mutatja, hogy egy HPT fordulat után a szemcseméret még nem éri el a telítési értéket, ellentétben a $\text{Ti}_{35}\text{Zr}_{27.5}\text{Hf}_{27.5}\text{Nb}_5\text{Ta}_5$ ötvözetrel, ahol már nem figyelhető meg változás az alakítás után.

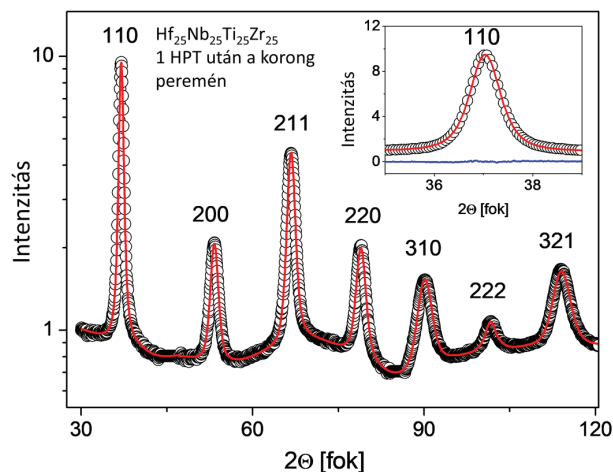


4. ábra: Elektronmikroszkópiával készült felvételek az ekvimoláris $\text{Co}_{20}\text{Cr}_{20}\text{Fe}_{20}\text{Mn}_{20}\text{Ni}_{20}$ HEA korong (a) közepén és (b) peremén. A színek megfelelnek a szemcseorientációnak, és az egyes színekhez tartozó irányokat az (a) ábra jobb alsó sarkában látható szabványos sztereografikus háromszög mutatja

A képlékeny deformációt követő mikroszerkezetet röntgen vonalprofil analízis segítségével tanulmányoztam. A röntgen vonalprofilokat CMWP módszerrel értékeltem ki. A sok ötvöző miatt kialakulhat kémiai inhomogenitás a HEA ötvözetekben. Annak érdekében, hogy minél pontosabb képet kapjak a HEA ötvözetek rácshibaszerkezetéről a vonalprofil illesztés során az instrumentális profil helyett a kiindulási mintán mért diffrakciós profilt használtam [27].

A diszlokációsűrűség a korong középpontján és a peremén lett meghatározva minden minta esetében. Az 5. sz. ábra egy CMWP-illesztés eredményét mutatja egy HPT fordulat után a $\text{Hf}_{25}\text{Nb}_{25}\text{Ti}_{25}\text{Zr}_{25}$ korong peremén logaritmikus intenzitás skálán. A módszerből meghatározott diszlokációsűrűség az 1. sz. táblázatban látható. A diszlokációsűrűség mindhárom ötvözet esetében növekedett a korong peremén, ahol a deformáció is nagyobb. Ez arra utal, hogy a diszlokációknak jelentős szerepe van a HEA ötvözetek képlékeny alakításában. Ezt megerősíti több tanulmányunk, ahol egyéb képlékeny alakítási módszereket alkalmaztunk (pl. egytengelyű összenyomás) [29]–[31].

Az 1. sz. táblázatból látható, hogy a diszlokációsűrűség körülbelül $10^{16}\ \text{m}^{-2}$ -re növekedett. Ennek az egyik oka, hogy a HEA anyagokban az ötvözők eltérő atomátmérője miatt a kristályrács torzult, és egy feszültségteret képez maga körül, ami nehezíti a diszlokációk mozgását, ezáltal a diszlokációk számának a növekedését okozza. Továbbá, a nagymértékű képlékeny deformáció során a szemcse- és szubszemcsehatárok jelentős része diszlokációkból épül fel.



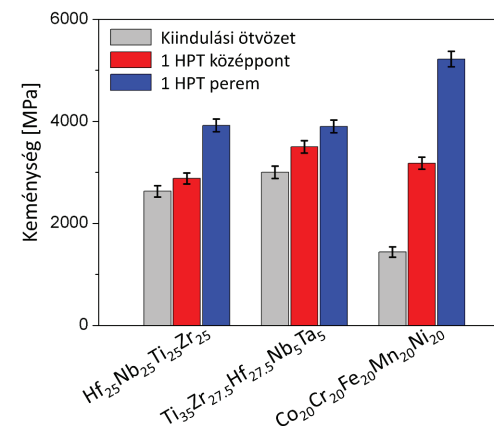
5. ábra: CMWP-illesztés eredménye 1 HPT fordulattal deformált a $\text{Hf}_{25}\text{Nb}_{25}\text{Ti}_{25}\text{Zr}_{25}$ korong peremén felvett diffraktogramon logaritmusos intenzitás skálán. Az ábra jobb felső részén az első csúcs látható. A körök a mért diffraktogramot mutatják, a folytonos piros vonal az illesztett elméleti függvényt, a kék folytonos vonal pedig a kettő közötti különbséget.

A 6. sz. ábra a mikrokeménységet mutatja a kiindulási ötvözetben és a HPT korongok közepén, illetve peremén. Látható, hogy egy HPT fordulat után a keménység növekedett a korongok közepén és peremén. A HPT korongok peremén a keménység elérte ~4000-5000 MPa-t. Ugyanakkor, a vizsgált HEA ötvözetek kiindulási keménysége is magas volt. Ennek szintén egyik oka a HEA ötvözetekre jellemző torzult rács.

Az EBSD és TEM segítségével meghatározott szemcseméretet, valamint a CMWP-eljárással kapott diszlokációsűrűséget és Vickers keménységet az 1. sz. táblázat tartalmazza. Az 1. sz. táblázat alapján mindhárom mintára megállapítható a mikroszerkezeti paraméterek változása egy HPT fordulat után a korongok közepén és peremén. A diszlokációsűrűség növekedésének és a szemcseméret finomodásának

a HPT-eljárással deformált HEA ötvözetek keménysége magasabb lett, mint a kiindulási ötvözeteké. Látható, hogy a diszlokációsűrűség és a szemcseméret nagyon hasonló az ekvimoláris $\text{Hf}_{25}\text{Nb}_{25}\text{Ti}_{25}\text{Zr}_{25}$ és $\text{Co}_{20}\text{Cr}_{20}\text{Fe}_{20}\text{Mn}_{20}\text{Ni}_{20}$ ötvözetekben. Ugyanakkor a HPT korong peremén mért keménység értéke a lapcentrált köbös szerkezetű $\text{Co}_{20}\text{Cr}_{20}\text{Fe}_{20}\text{Mn}_{20}\text{Ni}_{20}$ HEA esetén nagyobb (~5220 MPa), mint a tércentrált köbös $\text{Hf}_{25}\text{Nb}_{25}\text{Ti}_{25}\text{Zr}_{25}$ ötvözetben (~3920 MPa). Ez az eltérő rácshibaszerkezettel magyarázható, ugyanis a lapcentrált köbös szerkezetű anyagokban könnyebben alakulnak ki rétegződési hibák, mint a tércentrált köbös anyagokban. Így nemcsak a diszlokációsűrűségnek és a szemcseméretnek van hatása a keménységre, hanem a rétegződési hibák sűrűségének is. A rétegződési hibák hatását a mechanikai tulajdonságokra az ekvimoláris $\text{Co}_{20}\text{Cr}_{20}\text{Fe}_{20}\text{Mn}_{20}\text{Ni}_{20}$ HEA ötvözetben a [17] cikkben tanulmányoztuk.

A HPT-vel deformált $\text{Ti}_{35}\text{Zr}_{27.5}\text{Hf}_{27.5}\text{Nb}_5\text{Ta}_5$ minta keménysége már a korong közepén is nagy volt (~3500 MPa), amely kissé nőtt a korong peremén (~3900 MPa). A korong közepén és peremén mért keménység értékek közötti különbség magyarázható a diszlokációsűrűség változásával (lásd 1. sz. táblázat).



6. ábra: A HEA ötvözetek keménysége a kiindulási anyagban és a HPT-eljárással alakított minták közepén és peremén

Az ekvimoláris $\text{Hf}_{25}\text{Nb}_{25}\text{Ti}_{25}\text{Zr}_{25}$ és a titán gazdag $\text{Ti}_{35}\text{Zr}_{27.5}\text{Hf}_{27.5}\text{Nb}_5\text{Ta}_5$ ötvözet hasonló keménységet mutat, mind a kiindulási és a HPT-vel alakított mintákban, ugyanakkor a diszlokációsűrűség és a szemcseméret eltérő egy HPT fordulat után. Ez azzal magyarázható, hogy bár a kiindulási keménység hasonló mindkét ötvözet esetében, de a titán-gazdag HEA ötvözetben a folyáshatár jóval kisebb (~277 MPa), míg az alakítási keménység nagyobb volt összehasonlítva az ekvimoláris anyaggal (~879 MPa) [16], [18]. Ugyanez elmondható, ha összehasonlítom a folyáshatárát az ötalkotós ekvimoláris $\text{Ti}_{20}\text{Zr}_{20}\text{Hf}_{20}\text{Nb}_{20}\text{Ta}_{20}$ (~890 MPa) és a titán-gazdag $\text{Ti}_{35}\text{Zr}_{27.5}\text{Hf}_{27.5}\text{Nb}_5\text{Ta}_5$ HEA ötvözeteknek (~277 MPa) [18], [30]. A kémiai összetétel ugyanolyan mindkét minta esetében, de az ötvözők aránya különböző. Ebből következik, hogy az ötvözők koncentrációjának fontos szerepe van a HEA anyagok mechanikai tulajdonságaiban.

Konklúzió

A $\text{Hf}_{25}\text{Nb}_{25}\text{Ti}_{25}\text{Zr}_{25}$ (bcc), $\text{Ti}_{35}\text{Zr}_{27.5}\text{Hf}_{27.5}\text{Nb}_5\text{Ta}_5$ (bcc) és $\text{Co}_{20}\text{Cr}_{20}\text{Fe}_{20}\text{Mn}_{20}\text{Ni}_{20}$ (fcc) HEA ötvözetek rácshibaszervezetének és mechanikai tulajdonságainak a kapcsolatát tanulmányoztam. A mechanikai tulajdonságaik javítása érdekében egy HPT fordulattal alakítottuk mintákat. Megállapítottuk, hogy a szoba-hőmérsékleten végzett HPT alkalmas arra, hogy többszáz mikrométerről 1 μm alá csökkentsük a szemcseméretet. Ezen kívül a diszlokációsűrűség nagyon magasra növekedett, körülbelül 10^{16} m^{-2} -re. A szemcseméret csökkenésének és a diszlokációsűrűség növekedésének köszönhetően a HEA ötvözetek keménysége növekedett. Következésképpen elmondható, hogy a HPT-eljárás alkalmas arra, hogy javítsuk a mechanikai tulajdonságokat a HEA ötvözetekben. Ugyanakkor fontos megjegyezni, hogy a kémiai összetételnek és a kristályszerkezetnek is fontos szerepe van a HEA ötvözetek mechanikai tulajdonságaiban.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom prof. Gubicza Jenőnek a folyamatos szakmai támogatásért és hogy lehetővé tette ezt a kutatást. Továbbá az Anyagfizikai Tanszék munkatársainak Varga Gábornak, Dankházi Zoltánnak és Lábár Jánosnak, és külföldi partnereinknek Guy Dirrasnak, Megumi Kawasakinak és Terence G. Langdonnak.

Felhasznált irodalom

- [1] J. W. Yeh *et al.*, Nanostructured high-entropy alloys with multiple principal elements: Novel alloy design concepts and outcomes, *Adv. Eng. Mater.*, vol. 6, no. 5, pp. 299–303, 2004.
- [2] B. Cantor, I. T. H. Chang, P. Knight, and A. J. B. Vincent, Microstructural development in equiatomic multicomponent alloys, *Mater. Sci. Eng. A*, vol. 375–377, no. 1–2 SPEC. ISS., pp. 213–218, 2004.
- [3] B. S. Murty, J. W. Yeh, and S. Ranganathan, *High Entropy Alloys*. Elsevier, 2014.
- [4] M.-H. Tsai and J.-W. Yeh, High-Entropy Alloys: A Critical Review, *Mater. Res. Lett.*, vol. 2, no. 3, pp. 107–123, 2014.
- [5] Y. Zhang *et al.*, Microstructures and properties of high-entropy alloys, *Prog. Mater. Sci.*, vol. 61, no. October 2013, pp. 1–93, 2014.
- [6] Z. Tang *et al.*, Aluminum alloying effects on lattice types, microstructures, and mechanical behavior of high-entropy alloys systems, *Jom*, vol. 65, no. 12, pp. 1848–1858, 2013.
- [7] O. N. Senkov, G. B. Wilks, J. M. Scott, and D. B. Miracle, Intermetallics Mechanical properties of Nb 25 Mo 25 Ta 25 W 25 and V 20 Nb 20 Mo 20 Ta 20 W 20 refractory high entropy alloys, *Intermetallics*, vol. 19, no. 5, pp. 698–706, 2011.

- [8] O. N. Senkov, J. M. Scott, S. V. Senkova, F. Meisenkothen, D. B. Miracle, and C. F. Woodward, Microstructure and elevated temperature properties of a refractory TaNbHfZrTi alloy, *J. Mater. Sci.*, vol. 47, no. 9, pp. 4062–4074, 2012.
- [9] C. P. Lee, C. C. Chang, Y. Y. Chen, J. W. Yeh, and H. C. Shih, Effect of the aluminium content of Al_xCrFe_{1.5}MnNi_{0.5} high-entropy alloys on the corrosion behaviour in aqueous environments, *Corros. Sci.*, vol. 50, no. 7, pp. 2053–2060, 2008.
- [10] M. A. Hemphill *et al.*, Fatigue behavior of Al_{0.5}CoCrCuFeNi high entropy alloys, *Acta Mater.*, vol. 60, no. 16, pp. 5723–5734, 2012.
- [11] D. B. Miracle, J. D. Miller, O. N. Senkov, C. Woodward, M. D. Uchic, and J. Tiley, Exploration and development of high entropy alloys for structural applications, *Entropy*, vol. 16, no. 1, pp. 494–525, 2014.
- [12] A. P. Zhilyaev and T. G. Langdon, Using high-pressure torsion for metal processing: Fundamentals and applications, *Prog. Mater. Sci.*, vol. 53, no. 6, pp. 893–979, 2008.
- [13] D.-H. Lee *et al.*, Nanomechanical behavior and structural stability of a nanocrystalline CoCrFeNiMn high-entropy alloy processed by high-pressure torsion, *J. Mater. Res.*, vol. 30, no. 18, pp. 2804–2815, 2015.
- [14] B. Schuh, B. Völker, V. Maier-Kiener, J. Todt, J. Li, and A. Hohenwarter, Phase Decomposition of a Single-Phase AlTiVNb High-Entropy Alloy after Severe Plastic Deformation and Annealing, *Adv. Eng. Mater.*, vol. 19, no. 4, pp. 1–10, 2017.
- [15] H. Yuan *et al.*, Atomic-scale homogenization in an fcc-based high-entropy alloy via severe plastic deformation, *J. Alloys Compd.*, vol. 686, pp. 15–23, 2016.
- [16] J. Gubicza *et al.*, Evolution of microstructure and hardness in Hf₂₅Nb₂₅Ti₂₅Zr₂₅ high-entropy alloy during high-pressure torsion, *J. Alloys Compd.*, vol. 788, pp. 318–328, Jun. 2019.

- [17] A. Heczal, M. Kawasaki, J. L. Lábár, J.-I. Jang, T. G. Langdon, and J. Gubicza, Defect structure and hardness in nanocrystalline CoCrFeMnNi High-Entropy Alloy processed by High-Pressure Torsion, *J. Alloys Compd.*, vol. 711, 2017.
- [18] A. Heczal *et al.*, *Influence of high-pressure torsion on the microstructure and the hardness of a Ti-Rich high-entropy alloy*, vol. 879. 2017.
- [19] J. Gubicza, *X-Ray Line Profile Analysis in Materials Science*. 2014.
- [20] G. Ribárik, T. Ungár, and J. Gubicza, MWP-fit: A program for multiple whole-profile fitting of diffraction peak profiles by ab initio theoretical functions, *J. Appl. Crystallogr.*, vol. 34, no. 5, pp. 669–676, 2001.
- [21] G. Ribárik, J. Gubicza, and T. Ungár, Correlation between strength and microstructure of ball-milled Al-Mg alloys determined by X-ray diffraction, *Mater. Sci. Eng. A*, vol. 387–389, no. 1-2 SPEC. ISS., pp. 343–347, 2004.
- [22] J. Gubicza and T. Ungár, Characterization of defect structures in nanocrystalline materials by X-ray line profile analysis, *Zeitschrift für Krist.*, vol. 222, no. 11, pp. 567–579, 2007.
- [23] H. Shahmir, M. Kawasaki, and T. G. Langdon, The potential for achieving superplasticity in high-entropy alloys processed by severe plastic deformation, *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 194, no. 1, pp. 0–6, 2017.
- [24] H. Shahmir, J. He, Z. Lu, M. Kawasaki, and T. G. Langdon, Evidence for superplasticity in a CoCrFeNiMn high-entropy alloy processed by high-pressure torsion, *Mater. Sci. Eng. A*, vol. 685, no. January, pp. 342–348, 2017.
- [25] P. F. Yu *et al.*, Effects of high pressure torsion on microstructures and properties of an Al_{0.1}CoCrFeNi high-entropy alloy, *Mater. Sci. Eng. A*, vol. 655, pp. 283–291, 2016.

- [26] Q. H. Tang, Y. Huang, Y. Y. Huang, X. Z. Liao, T. G. Langdon, and P. Q. Dai, Hardening of an Al_{0.3}CoCrFeNi high entropy alloy via high-pressure torsion and thermal annealing, *Mater. Lett.*, vol. 151, pp. 126–129, 2015.
- [27] A. Heczal, Defect Structure in Plastically Deformed High-Entropy Alloys, 2018.
- [28] A. Heczal, Y. Huang, T. G. Langdon, and J. Gubicza, *Investigation of lattice defects in a plastically deformed high-entropy alloy*, vol. 885. 2017.
- [29] M. Kahnooji *et al.*, An investigation into the dynamic recrystallization behavior of a non-equiatomic high entropy alloy, *Mater. Sci. Eng. A*, p. 138423, Sep. 2019.
- [30] G. Dirras *et al.*, Mechanical behavior and microstructure of Ti₂₀Zr₂₀Hf₂₀Nb₂₀Ta₂₀ high-entropy alloy loaded under quasi-static and dynamic compression conditions, *Mater. Charact.*, vol. 111, 2016.
- [31] G. Dirras *et al.*, Microstructural investigation of plastically deformed Ti₂₀Zr₂₀Hf₂₀Nb₂₀Ta₂₀ high entropy alloy by X-ray diffraction and transmission electron, *Mater. Charact.*, vol. 108, 2015.

Kovály Katalin

Eötvös Loránd Kutatási Hálózat, Csillagászati és Földtudományi

Kutatóközpont, Földrajztudományi Intézet

Külföldi kutatás helyszíne: Prága, Károly Egyetem

Az etnikai kapcsolati tőke szerepe a csehországi ukrán vállalkozók befektetési tevékenységében és vállalkozásaik társzerveződésében¹

A kutatás háttéréről röviden

A tanulmányban bemutatott kutatás, amely az etnikai kapcsolati tőke szerepét vizsgálja a Csehországban tevékenykedő ukrán vállalkozások működésében és azok térbeli szerveződésében, 2014 szeptembere és 2015 júliusa között valósult meg, amikor is a Nemzetközi Visegrádi Alap ösztöndíjasaként 10 hónapot töltöttem Csehországban a prágai Károly Egyetem Társadalomföldrajzi és Területfejlesztési Tanszékén, mint vendégkutató. A csehországi kutatás során az országban élő, első generációs ukrán migráns közösség vizsgálatára fókuszáltam, azon belül is az ukrán érdekeltségű vállalkozásokra. Kutatási terephelyszíneim Prága és Karlovy Vary voltak, ahol jelentős ukrán közösség él. A terepmunka során a Csehországban élő ukrán vállalkozókkal és a csehországi ukrán társadalmi-gazdasági élet kulcsszereplőivel készítettem interjúkat (1. melléklet), akiket a hólabda módszer segítségével értem el. Ezen kívül olyan

¹ A tanulmányban bemutatott kutatás a szerző *Az etnikai kapcsolati tőke szerepe a vállalkozások társzerveződésében kelet-közép-európai befektetések példáján* c. PhD értekezésének (2019) egy részét képezi.

intézményekbe látogattam el, amelyek fontos társadalmi-kulturális helyszínei voltak a vizsgált közösségnek. Ilyen volt például az Ukrán Hétvégi Iskola Prágában, vagy a Csehországi Ukránok Szövetsége Karlovy Varyban.

Az interjúk kutatás mellett a Prágai Károly Egyetem könyvtára, online elérhető szakirodalmi forrástára, valamint hatalmas térképgyűjteménye fontos szakmai háttérrel biztosítottak egy széleskörű és mélyreható vizsgálat elvégzéséhez. Emellett a csehországi kollégák szakmai profizmusa, a kutatási témában való jártasságuk, valamint felém való nyitottságuk a tudásuk és kapcsolatrendszerük megosztását illetően mind fontos adalékként szolgáltak a kutatás megvalósításához.

Problémafelvetés

A társadalmi és ezen belül a kapcsolati tőke különböző megközelítése, annak társadalomra és gazdaságra gyakorolt hatása a kurrens tudományos viták gyakori tárgyát képezi. Különösen igaz ez a migrációs folyamatokban betöltött szerepére (Hotchkiss, Rupasingha 2018; Portes 2014; Portes, Vickstorm 2015; Putnam 2007), ugyanis a migráns közösségekben a társadalmi tőkének fokozott jelentősége van az egyéb tőkefajták (mint például a pénzügyi vagy a kulturális) korlátozott elérhetősége miatt (Flap et al. 1998; Sik 2012). A kapcsolatok szerepe tehát ott erősödik fel, ahol nincsenek egyéb erőforrások. A nemzetközi szakirodalomban egyetértés van a téren, hogy a társadalmi tőke a vállalkozások egyik alapvető erőforrását jelenti, ami alól nem képeznek kivételt a migráns vállalkozások sem (Light, Gold 2000).

Csehország – a közös történelmi tapasztalatok, a két évtizedes közös államkeret (Podkarpatska Rus), a viszonylagos földrajzi közelség, a nyelvi és kulturális hasonlóság, illetve a jelentős bérkülönbségek okán – közel három évtizede az ukránok egyik legvonzóbb munkavállalási és továbbtanulási

célpontja.² Továbbá Csehország népszerűsége a liberális cseh migrációs politikának is köszönhető, ugyanis az 1990-es években itt jóval könnyebb volt munkát vállalni, mint a térség más országaiban (pl. Lengyelországban vagy Magyarországon) (Leontiyeva 2016), aminek háttérében elsősorban a felpörgő cseh gazdaság által generált, olcsó munkaerő iránti megnövekedett igény állt. Ennek eredményeként évek óta az ukránok alkotják a legnagyobb számú nemzeti kisebbséget Csehországban, ahol jelentős részük aktív gazdasági tevékenységet folytat. 2019 végén közel 145 000 ukrán élt Csehországban, és 25%-uk rendelkezett vállalkozói engedéllyel. Továbbá több mint 10 000 ukrán érdekeltségű vállalkozás működött az országban.

„Egyébként a cseh államnak is jól jöttek az ukrán vendégmunkások, mert a csehek nem végezték el azokat a munkákat, amiket az ukránok meg elvégeztek. Tehát olcsón megcsinálták, ezért szemet hunytak [a csehek] a rengeteg illegális tartózkodás fölött. Az ukránok betöltötték azt a rést, amire a csehek még magasabb fizetésért sem hajlandóak: építettek, takarítottak, a földeken dolgoztak. Ezt csinálják mondjuk ma is.” (C5)

A kutatásban vizsgált vállalkozásokra, mint migráns vállalkozásokra tekintek, amelyeket a szakirodalom úgy definiál, mint meghatározott társadalmi-kulturális háttérrel, illetve közös migrációs tapasztalatokkal rendelkező migráns személyek által működtetett üzleti tevékenység (Sahin et al. 2007).

Noha a társadalmi és a kapcsolati tőke fogalmát sokan sokféleképpen próbálták meg meghatározni, és amelyre ma sem létezik egységes definíció, a különböző tudományterületek képviselői között konszenzus van a téren, hogy a társadalmi tőke központi elemét a bizalmon épülő kapcsolatok alkotják. A nemzetközi szakirodalommal összhangban, továbbá Gödri (2007),

² A Csehországban élő migránsok legnagyobb részét 2019 végén a szláv nyelveket beszélők tették ki, azon belül is az ukránok (a bevándorlók 24%-a), a szlovákok (20%), az oroszok (6%) és a lengyelek (4%), ám az utóbbi években jelentős számú vietnámi bevándorló is érkezett Csehországba (a migránsok 11%-a) (CsSH 2020).

valamint *Portes és Sensenbrenner* (1993) definícióját alapul véve értelmezésemben a kapcsolati tőkét azon rokoni, baráti, ismerősi stb. kapcsolatok, továbbá egy szervezethez való tartozás alkotják, melyek a bizalom, az együttműködés, a kölcsönös segítségnyújtás és a szolidaritás elvei köré épülnek. Ennek értelmében a kapcsolati tőkét e dimenziók mentén vizsgálom. Ezen formális/szakmai (pl. üzleti kapcsolatok, bankok, szakmai szervezetek stb.) és informális/személyes (pl. család, barátok, ismerősök) kapcsolatok pedig a kapcsolati tőke erőforrásait jelentik, amelyek révén az egyének kölcsönhatásba lépnek egymással (*Orbán, Szántó* 2005). Így a kapcsolati tőkét ezen erőforrások mentén veszem górcső alá. Sik és más szerzők (*Coleman* 1988; *Giorgas* 2000; *Gödri* 2008; *Light, Gold* 2000; *Light, Karageorgis* 1994) fogalommeghatározásait alapul véve az etnikai kapcsolati tőkét pedig úgy határozom meg, mint a kapcsolati tőke formális és informális kapcsolatainak összességét, amelyet egy bizonyos etnikai csoporthoz való tartozás révén nyerhet el valaki, és amely a csoport minden tagja számára elérhető, így az egész közösség élvezheti az ezzel járó előnyöket.

Fontos megemlíteni, hogy az ukrán vállalkozók társadalmi tőkéje és gazdasági tevékenysége némileg különbözhet a Csehországban élő más etnikai csoportok üzleti tevékenységétől (*Kovály, Čermáková* 2016). Feltételezésemet arra alapozom, hogy a posztoszocialista országokban – így Ukrajnában is – a társadalmi tőke olyan formái is léteznek, amelyek alapja a nem komunitárius (nem közösségelvű) vertikális kapcsolati rendszer (*Åberg* 2000).³ Ez a nem közösségelvű kapcsolati rendszeren alapuló társadalmi tőke megakadályozza a kölcsönös bizalom létrejöttét, ami a társadalmi (és a kapcsolati) tőke kialakulásának alapvető feltétele (*Åberg* 2000; *Light, Gold* 2000).

³ Ezzel szemben a közösségelvű (komunitárius) társadalmi tőke horizontális kapcsolati hálókra épül (*Åberg* 2000).

Ukrán érdekeltségű vállalkozások Csehországban

Az 1990-es évek elején, amikor a rendszerváltást követően a cseh gazdaság jelentős átalakulásokon ment keresztül, egyre nagyobb igény merült fel új lakások, irodaházak stb. építésére, és ezzel egy időben az olcsó munkaerőre (*Čermáková, Kohlbacher* 2012). Felismerve a felpörgő cseh gazdaság növekvő munkaerőpiaci igényeit és a cseh munkaerőhiányt, valamint az ukránok egyre bővülő migrációs hálózatát és külföldi munkavállalás iránti érdeklődését (*Čermáková et al.* 2011; *Kovály, Čermáková* 2016), gyors ütemben kezdtek el megjelenni ukrán érdekeltségű vállalkozások is.⁴

Adatközlőim elmondása szerint a legtöbb ukrán érdekeltségű cég munka-közvetítőként jelent meg a cseh gazdasági színtéren, és legfőként a mezőgazdaság, az építőipar és a szolgáltatóipar (ezen belül is éttermek, hotelek, irodaházak stb. takarítását végző vállalatok) számára, a fürdővárosok környékén pedig a turizmushoz kapcsolható vállalkozásoknak szolgáltatott munkaerőt, amely jelentős többségében ukrán állampolgárokból állt.⁵ Az ukrán vállalkozások ezen ágazati szerkezete a vizsgálat időszakában (2015) is hasonló képet mutatott és a *niche-elmélettel* magyarázható, mely szerint a bevándorló csoportok vállalkozásai olyan gazdasági tevékenységek köré szerveződnek, amelyekben hatékonyan tudnak érvényesülni és ami összeköthető a láncmigráció jelenségével is. Ahogy *Várhalmi* (2013) fogalmaz:

Ha egy migráns csoport kiépített egy „hídállást” valahol, akkor az új migránsok nem véletlenszerűen választanak célállomást, hanem kapcsolataik által vezérelve követik korábban érkezett társaikat. A migráció kockázatai – amik lényegében a kapcsolathányos és idegen kulturális társadalmi környezetből, a nyelvhasználatból vagy akár a tudás eltérő

⁴ Mindez megfelel az interakcionizmus elméletének, mely szerint a migráns vállalkozások a bevándorló csoportok általi kínálat és a helyi igények függvényében alakulnak (*Light* 2004; *Razin, Langlois* 1996).

⁵ Meg kell azonban említeni, hogy ezen vállalkozások közül sok szenvedte meg a 2008-as gazdasági világválságot, főleg az építőipar területén, ugyanis a krízis ezt a szektort érintette leginkább (*Čermáková, Kohlbacher* 2012).

értelmezéséből fakadhatnak — így minimalizálódnak, az újonnan érkezők bevett minták alapján kezdik meg gazdasági tevékenységüket. (93.)

A hivatalos adatok szerint 2015 végén 10 512 ukrán érdekeltségű vállalkozást tartottak számon Csehországban, csaknem 72 százalékukat Prágában. Ezek túlnyomó többsége kis- és középvállalkozás, nagyvállalatokat nem igazán találunk közöttük (például 1. és 2. ábrák).

Azonban a hivatalos statisztikai adatok nem tükrözik a Csehországban ténylegesen működő ukrán vállalkozások számát. Ennek legfőbb oka az, hogy a 2008-as gazdasági világválság következtében szigorított feltételek miatt vállalkozói engedéllyel könnyebb volt megszerezni a Csehországban való legális tartózkodáshoz szükséges papírokat, mint munkaszerződéssel (erről lásd bővebben: *Drbohlav, Valenta 2014; Čermáková, Kohlbacher 2012*). Éppen ezért gyakori jelenség volt, hogy az ukrán bevándorlók vállalkozást alapítottak, ezek azonban csak formálisan működtek, valójában a cégalapítók is egy-egy csehországi cég alkalmazottaiként dolgoztak (*Čermáková, Kohlbacher 2012*).



1. ábra:
Ukrán tulajdonban lévő étterem
Prága belvárosában
Fotó: Kovály Katalin



2. ábra:
Ukrán tulajdonban lévő, ukrán
termékeket árusító vegyesbolt Prágában
Fotó: Kovály Katalin

A fentiek fényében nem meglepő, hogy a megvizsgált csehországi ukrán migráns vállalkozások jelentős többsége úgynevezett kényszervállalkozásként jött létre. Adatközlőim többsége nem direkt befektetési céllal települt át Csehországba, legtöbbször vendégmunkásként érkeztek, hosszabb távú csehországi tartózkodás vagy letelepedés szándéka nélkül. Vállalkozást legfőképpen a fentebb említett, a Csehországban való legális tartózkodás megteremtésének okán vagy egyéb alternatívák hiányában, a cseh munkaerőpiacon való sikertelen elhelyezkedés miatt hoztak létre. Csehországot a már az országban élő vagy dolgozó családtagjuk, barátjuk, ismerősük miatt választották, akik „elő-készítették a terepet számukra” (C12). Az ilyen kényszeredettségéből alakult vállalkozások legfőbb hátrányát az jelenti, hogy résztvevői nem rendelkeznek kellő motivációval és megfelelő szaktudással ahhoz, hogy sikeres gazdasági tevékenységet tudjanak folytatni. Akadt azonban olyan adatközlő is, aki kifejezetten befektetési céllal érkezett a Cseh Köztársaságba, a nyugodtabb gazdasági környezet reményében.

„2009-ben bezártam az utolsó vállalkozásomat is ott [Ukrajnában]... Mert ugye ott [Ukrajnában] nem lehet tisztán üzletelni, nincsenek törvények, nincs semmi. Van mindig valami probléma, amit meg kell oldani. Például mindig jönnek hozzád valami ellenőrzések. Ha kijönnek hozzád a tűzoltók rutinellenőrzésre, muszáj adni nekik valamit a zsebbe is, kávéra. És ezek a különböző ellenőrzések, a korrupciós nyomás... ebből lett elegem... és ezért is szüntettem meg mindent Ukrajnában.” (C7)

A fenti példa azonban nem mondható széleskörűen elterjedtnek, mindez a csehországi ukrán vállalkozások töredékére jellemző, amit a Csehországi Ukrán Vállalkozók Klubjának tagjai is megerősítettek (C1, C2, C3). Elmondásuk szerint azonban a 2014-es ukrán válság óta egyre több vállalkozó „menekíti” át pénzét Kelet-Ukrajnából Csehországba, így egyre több a valódi ukrán tőkebefektetés is.

Az etnikai kapcsolati tőke szerepe a csehországi ukrán vállalkozások működésében és azok térszerveződésében

A Csehországban ukrán tőkével nyilvántartott vállalkozások térbeli elhelyezkedése igazodik a csehországi gazdasági igények kielégítéséhez. Az ukrán vállalkozások túlnyomó többsége (több mint 70%-a) Prágában (7559 cég) és annak vonzaskörzetében (353 cég) létesült, ami azzal hozható összefüggésbe, hogy itt koncentrálódik a cseh ipar ereje, így itt van a legnagyobb igény az új építkezésekre és a különböző szolgáltatásokra is. Másrészt e régióban voltak a legkedvezőbb infrastrukturális és egyéb piaci feltételek a vállalkozásindításra és vállalkozásfejlesztésre (Kovály, Čermáková 2016). Így a ténylegesen működő (és nem csak az adminisztratív okok miatt létrehozott) ukrán vállalkozások jelentős része itt összpontosul. Ezt erősítették meg a fővárosban telephellyel rendelkező adatközlőim is, akik elmondása szerint főként e két tényező befolyásolta őket a prágai vállalkozás létesítése során. Nagy számban találunk ukrán érdekltségű vállalkozásokat a cseh fürdővárosok (Karlovy Vary (217 cég), Teplice (126 cég) és a cseh nagyvárosok (Brno (385 cég), Plzeň (177 cég), Ústí nad Labem (148 cég) környékén is (3. ábra).



3. ábra:
A Csehországban élő ukrán állampolgárok és a csehországi ukrán érdekltségű vállalkozások térbeli elhelyezkedése

Mint ahogyan az a 3. ábrán látható, a Csehországban bejegyzett ukrán érdekltségű vállalkozások földrajzi elhelyezkedése többé-kevésbé korrelál a Csehországban élő ukrán bevándorlók földrajzi elhelyezkedésével. A kvantitatív eredmények alapján tehát azt a megállapítást tehetnénk, hogy az ukrán befektetők az ukránok lakta területeken keresik az üzleti lehetőségeket. A kvalitatív kutatás alapján azonban más eredményre jutottam:

1) egyrészt, mivel ezek a cégek sokszor csupán adminisztratív okok miatt lettek létrehozva, ténylegesen nem végeznek gazdasági tevékenységet, ilyen formán a statisztikai adatok alapján megjelenített térképi ábrázolásból nem vonhatunk le messzemenő következtetéseket;

2) másrészt az interjúk kutatásból az derül ki, hogy az ukrán migráns vállalkozók nem keresik a többi ukrán vállalkozóval az együttműködés lehetőségét; ennek okaira a következő alfejezetekben részletesen kitérek, az etnikai kapcsolati tőkének a bizalom, az együttműködés, valamint a kölcsönös segítségnyújtás és a szolidaritás aspektusaira fókuszálva.

a) A bizalom aspektusa

Az egyes kutatásokból világossá vált, hogy Ukrajnában igen alacsony a társadalmi tőke szintje (Ermolina 2017; Szereda 2013; Voicu 2005), ami elsősorban az egymás iránti és a formális szervezetekbe vetett bizalom hiányának rovására írható. Ezt erősítették meg adatközlőim is, ugyanis az általam vizsgált vállalkozók körében a kölcsönös bizalom szintje igen alacsony az ukrán vagy akár más posztszovjet térségből származó személyek irányába. Interjúim alapján – más empirikus kutatásokkal (Åberg 2000) összhangban – az a következtetés vonható le, hogy mindez az otthonról hozott negatív üzleti- és más élettapasztalatokból ered. Sok ukrán vállalkozóban él még a Szovjetunió ideje alatt, valamint a rendszerváltás utáni első években erősen burjánzó maffiarendszer ténykedése, amelynek működése erősen korlátozta őket. Ezeknek a negatív hatásoknak köszönhetően az ukrán vállalkozók sokszor nagyobb bizalmat szavaznak cseh- vagy más nyugat-európai üzletembereknek, mint saját honfitársaiknak és szívesebben kötnek üzletet velük, félve az átverés vagy a kizsákmányolás lehetőségétől.

„Nem igazán szeretek üzletelni az ukránokkal. Ismerem a kultúrájukat és nem szeretnék kapcsolatba kerülni velük.” (C13)

Másrészt az Ukrajnában ma is széles körben elterjedt korrupciós és bürokratikus rendszer tapasztalatai is hozzájárultak e negatív attitűdök kialakulásához (Kovály, Čermáková 2016). Az ukrán bevándorlók célja egy békés és gazdaságilag prosperáló csehországi élet, mellyel adatközlőim elmondása szerint

nem összeegyeztethető az ukrán üzleti hálózatokban való részvétel. Mindez érthető, ugyanis több interjúalanyom nyilatkozott úgy, hogy pont a korrupció, az illegális cselekedetekkel átszótt ukrán gazdasági környezet elől menekült el Ukrajnából (C2, C6, C7, C8, C9, C14, C16).

„Nincsenek üzleti kapcsolataim Ukrajnában. Őszintén szólva attól a szar korrupciós rendszertől és attól a sok szemétségtől menekültem el, ami abban az országban [Ukrajnában] zajlik.” (C8)

Meg kell említenünk a bizalom aspektusának egy másik oldalát is, mégpedig azt, ahogyan a cseh cégek, hatóságok, hivatalok, bankok stb. kezelik az ukrán vállalkozókat/vállalkozásokat. A nyugat-európai társadalomban kialakult egyféle negatív sztereotípia az ukrán vállalkozói kultúráról illetően, ami előnytelenül bélyegzi meg az ukrán (és a posztszovjet térségből származó) üzletembereket, így sok esetben eleve hátránnyal indulnak egy cseh- vagy egy nyugat-európai üzleti partnerrel szemben. Adatközlőim egybehangzó véleménye szerint velük szemben jóval bizalmatlanabbak, mint egy hazai vagy egy másik nyugat-európai vállalkozóval szemben. Általánosságban véve interjúalanyaim nem tartották ezt különösebben hátráltató tényezőnek az üzleti tevékenységük során, azonban éreznek némi gyanakvó attitűdöt a cseh hatóságok felől. Véleményük szerint nekik jóval nagyobb erőfeszítéseket kell tenniük annak érdekében, hogy elnyerjék egy-egy bank vagy az adóhatóság bizalmát, mint cseh társaiknak: gazdasági stabilitásuk, hitelességük, valamint az elvégzett munka minősége és a piaci árai tekintetében.

„Az ukránokat jobban figyelik a cseh hatóságok. Mert tudják, hogy voltak azok a bizonyos kilencvenes évek, amikor a mieink [az ukránok] csináltak egy pár balhét, úgyhogy az ukrán cégeket nagyon figyelik, érted? Az adóhivatal is, meg más hivatalok is. Nem kötnek amúgy beléd, ha mindent jól csinálsz, de többször behívnak, mittudom én... hogy akkor most ti mivel is foglalkoztok? Vagy akkor

most kik is vagytok ti? Kamu a cég? Meg ilyenek... Ez szar érzés amúgy, de hát ez van". (C15)

A bankok migránsokkal szembeni bizalmatlanságára számos kutatás is rávilágít, melyek a mellett érvelnek, hogy ezen negatív attitűdök miatt a migráns vállalkozások nehezebb fejlődési útvonalat járnak be, mint hazai társaik (Light 2004).

b) Az együttműködés aspektusa

Az általam vizsgált csehországi ukrán vállalkozók körében egyfajta extrovertált gazdasági irányultság figyelhető meg. Ők elsősorban a csehekkal (vagy más nyugat-európaiakkal) való kooperációra törekednek, mintsem az ukránokkal való együttműködésre. Interjúalanyaim körében ugyanis az etnikai csoporton belüli gazdasági kooperáció és az erre való hajlandóság igen alacsony. Egyesek elmondása szerint még akkor sem keresik egymással (és más posztsovjettársaságokból érkezőkkel) a gazdasági lehetőségeket, ha mindez pénzügyi előnyökkel jár. Válaszadóim szerint ennek egyik legfőbb oka a csalástól és a kizsákmányolástól való félelem, ami egyenes következménye a bizalom hiányának és a fentebb részletezett negatív tapasztalatokra vezethető vissza. Elmondásuk szerint mindez az írott és a szóbeli szerződések be nem tartásában, az elvégzett feladatok alacsony színvonalában, a határidők elmulasztásában nyilvánul meg (C11, C12, C16). Továbbá adatközlőim úgy érzik, ha egy ukrán vállalkozóval kerülnek üzleti kapcsolatba, az visszahúzza őket abba a korrupcióval átszőtt rendszerbe, amelytől elmenekültek (C10). A honfitársakkal való üzleti kapcsolatok kerülése annak félelmével is magyarázható, hogy mindez összekapcsolná őket a maffiával vagy más illegális tevékenységgel. A megkérdezett vállalkozók úgy nyilatkoztak, hogy ha kapcsolatba kerülnek más posztsovjettársaságokból érkező vállalkozóval, óvakodniuk kellene a szovjet háttérből eredő kockázatoktól is. Azonban azt is meg kell említeni, hogy egyik adatközlőm sem tudott konkrét példákat felhozni az ukrán maffia

Csehországban való tevékenységét illetően, így saját tapasztalataik sincsenek e téren.

Adatközlőim másik, népesebb tábora szerint, ha az ukrán migráns vállalkozónak lehetősége van választani egy ukrán vagy egy cseh, esetleg más nyugat-európai országból származó partner között, utóbbiak mellett teszi le a voksát, de nem zárkózik el teljesen az ukránokkal való üzleteléstől sem. Ezek az adatközlőim azonban kiemelik, hogy az ukránokkal való gazdasági együttműködést fenntartásokkal kezelik és óvatosabbak a velük való üzletelés során (C13, C15).

„Hogyan működnek együtt az ukránok? Leginkább sehogy! Azokkal működnek együtt, akivel gazdaságilag jobban megéri.” (C7)

Egy másik fontos indok, amiért a csehekkal való gazdasági kooperációt részesítik előnyben, az a többségi társadalomba való integrálódás vágya (Drbohlav, Dzúrová 2007): úgy tekintenek a cseh vagy más EU-s vállalkozókkal való együttműködésre, mint az „európai kultúrába való belépésre” (C3). Drbohlav és Dzúrová egy 2007-ben végzett kérdőíves kutatása szerint a Csehországban élő ukránok többsége gyakran látogat haza és szoros kapcsolatot ápol az otthonmaradottakkal, vagyis tipikus transznacionalizációs mintákat követnek. Kutatásom alapján azonban mindez a mintámban szereplő, az ukrán bevándorlók többségétől általában magasabb társadalmi státuszban lévő ukrán vállalkozókról már nem mondható el. Berry (1994) akkulturációs modelljének értelmében – amely a bevándorló egyén származási csoportja és a befogadó társadalom közötti viszonyokat vizsgálja, és amely az asszimilációt, az integrációt, a szeparációt és a marginalizációt különbözteti meg – a Csehországban élő ukrán vállalkozók többsége leginkább az asszimiláció stratégiáját követi. Eszerint lemondtak az otthoni kultúrájukról és elfogadták a befogadó ország kultúráját, elutasítva az etnikai közösségen belüli vállalkozás lehetőségét egy szélesebb, nem etnikai alapú gazdasági orientáció érdekében (Singh, DeNoble 2004).

„Úgy szeretnének élni, mint az EU-s állampolgárok, az EU-s értékek szerint. Talán azt gondolják, hogy könnyebb az integráció, ha az európaiakkal működnek együtt.” (C4)

Noha Csehország tradicionális migrációs célpontnak számít az ukránok körében, az etnikai alapon szerveződő intézményesített üzleti kapcsolatok is igen ritkák.⁶ A formális intézmények iránti általános bizalmatlanságot jól példázza a 2014-ben alapított Csehországi Ukrán Vállalkozók Klubja. A szervezet az ukrán–ukrán gazdasági kapcsolatok fejlesztésének, az ukrán vállalkozók csehországi és nemzetközi gazdasági piacokon való versenyképességének javításának, illetve a cseh–ukrán gazdasági együttműködések támogatásának érdekében hozták létre (C1, C2, C3). Annak ellenére, hogy a megkérdezett vállalkozók többsége még soha nem hallott a kezdeményezésről, látatlanban is negatív hozzáállást tanúsítottak a szervezet irányába és inkább gyanakvással tekintettek rá.

„Még soha nem hallottam erről az egyesületről. De nem szeretnék csatlakozni hozzájuk, mert szerintem ez csak egy pénzmosás.” (C13)

A megkérdezett vállalkozók egyike sem tartotta fontosnak egy Csehországban működő ukrán szakmai, civil vagy más szervezethez való csatlakozást, továbbá a hasonló cseh intézményekkel sem vették fel a kapcsolatot, nem voltak tagjai semmilyen hivatalos formációnak. Interjúim alapján az rajzolódik ki, hogy a bizalmatlanságon túl ez a kényszervállalkozások hátrányaként említett hiányos szaktudás és üzleti motiválatlanság eredménye is. A legtöbb vállalkozó mindössze „a túlélésre játszott”, hosszabb távú üzleti stratégia felállítása nélkül.

6 Leginkább kulturális és társadalmi civil szervezetekre korlátozódik.

c) A kölcsönös segítségnyújtás és a szolidaritás aspektusa

Az általam megkérdezett ukrán vállalkozók körében a kölcsönös segítségnyújtás, illetve a szolidaritás nem volt jellemző. Egyik válaszadóm sem tudott beszámolni olyan konkrét lépésről, amellyel ukrán honfitársán segített volna vállalkozása indításában vagy fejlesztésében. A szolidaritás elve nem érvényesült az alkalmazottak tekintetében sem. A vállalkozók többsége mindezt azzal indokolta, hogy a csehek alkalmazása az ukránokkal szemben sokszor előnyösebb: nyelvi kompetenciáik, helyismeretük, a cseh munkaerőpiacon való jártasságuk (például logisztikai feladatok, könyvelés, ügyféllel való kapcsolattartás) mind olyan tulajdonságok, amelyek alapján még akkor is őket preferálják, ha nekik magasabb munkabért kell kifizetniük.

Azok az adatközlőim, akik mégis ukrán honfitársaik foglalkoztatása mellett tették le a voksukat, azzal érveltek, hogy az ukránok teherbírása, alkalmazkodóképessége nagyobb, összehasonlítva a csehekkel vagy más etnikumúakkal. Ebben az esetben viszont nem beszélhetünk etnikai szolidaritásról vagy arról, hogy az ukrán munkaadó jobban megbízna az ukrán munkavállalóban. Itt leginkább csak arról van szó, hogy „a vállalkozó tudja, hogyha ukránt alkalmaz, akkor ő [az ukrán munkavállaló] bevállalja a túlórákat, az éjszakai műszakot, a hétvégét és mindezt még jóval olcsóbban is, mint a csehek.” (C15)

A Csehországban élő ukránok körében a kölcsönös szolidaritás és a segítségnyújtásra való hajlandóság inkább a magánéletben, a szoros családi, baráti közösségekben jellemző,⁷ ami azonban nem (csak) etnikai alapon szerveződik. A kisebb baráti közösségek az interperszonális kapcsolatok útján, nem pedig etnikai alapon formálódnak. Szinte mindegyik adatközlőm beszámolt arról, hogy a szűkebb baráti körükhöz cseh nemzetiségűek is (vagy csak csehek) tartoznak.

7 Bernard és Vašat (2015) is hasonló következtetésre jutottak.

„Nem mondhatnám, hogy az ukránok valamiféle közös dolog felé orientálódnak, ami az egymásnak való segítségnyújtást illeti. Elég jól érzik ebben a [cseh] társadalomban magukat és viszonylag könnyen tudnak kommunikálni is a csehekkel. Sok ukránnak van cseh barátja is amúgy.” (C2)

Adatközlőim elmondása szerint a Csehországban élő rokonok, szűkebb baráti társaságok összetartanak ugyan, de a tágabb ukrán közösség nem igazán ismeri egymást és nincs is meg az erre való igény. A Prágában működő Ukrán Hétvégi Iskola munkatársai szerint az ott élő ukránokra nem jellemző az összetartás vagy az egymás iránti érdeklődés és nem jellemző az etnikai alapú segítségnyújtás vagy a szolidaritás sem (C4).

Mindez alátámasztja azon empirikus kutatások eredményeit, amelyek a korlátozott szolidaritáson alapuló társadalmi tőke fejletlenségét szemléltetik a Csehországban élő ukránok körében (Bernard, Vašát 2015; Drbohlav, Dzúrová 2007; Grzymała-Kazłowska 2014). Mivel az ukránok viszonylag jól integráltak a cseh társadalomba (Drbohlav, Dzúrová 2007), továbbá külső jegyeikben, nyelvi-kulturális identitásukban közel állnak a cseh társadalomhoz, így nincs külső veszélyforrás, amely az etnikai szolidaritás fejlesztésére ösztönözné őket, ezért nem alakul ki az etnikai alapú segítségnyújtás és a szolidaritás iránti kényszer sem. Ez a típusú szolidaritás Csehországban leginkább a többségi társadalomból kirekesztett közösségekre jellemző (például az ázsiaiakra) (Bagwell 2006).

Következtetések

A vizsgálatba bevont csehországi ukrán migráns vállalkozókról összességében az mondható el, hogy korlátozott mértékben használják ki etnikai kapcsolati tőkéjüket. A rendelkezésre álló társadalmi tőke szerepe leginkább a baráti, rokoni viszonyokra koncentrálódik, a gazdasági tevékenységeken belül kevésbé hangsúlyos. A kutatás eredményei alapján mindez azzal hozható összefüggésbe, hogy az egymás iránti bizalmatlanság miatt a kapcsolati tőke fejletlen. A bizalom alacsony szintje azzal is magyarázható, hogy az Ukrajnában széleskörűen elterjedt korrupció miatt a társadalmi tőke beágyazottsága intézményi alapon vertikális, leginkább a civil társadalom és az államapparátus közötti kommunikációra szolgál, tehát nem közösséglévő, ami akadályozza a bizalom kialakulását. A bizalom átvihető ugyan a határon, az intézmények – amelyek Ukrajnában valamiféle korrupt informális státusrendet és szívésségcsere-rendszert legitimálnak – viszont nem. Az így létrejövő intézményes, nem komunitárius társadalmi tőke pedig ellehetetleníti a bizalom kialakulását az új környezetben is. A bizalom alacsony szintje pedig az együttműködések és a kapcsolati hálók korlátozottságát is előidéz.

Továbbá a Csehországban működő ukrán érdekeltségű vállalkozások többsége kényszervállalkozásként jött létre, így körükben érvényesülnek a kényszeredettségéből létrejövő üzleti hátrányok: az innovatív gondolkodásmód hiánya, az együttműködésekben való részvétel elhanyagolása stb. Mindehhez társul még az ukrán vállalkozók többségi társadalomba való erős asszimilációs törekvése is. Úgy vélik, hogy a csehekkel folytatott üzleti kapcsolatok révén a nyugati üzleti környezetbe is könnyebben integrálódhatnak. Mivel igen erős a többségi társadalomba való törekvés, az enklávósodás vagy a transznacionalizmus helyett inkább az asszimiláció/integráció stratégiáját követik, amit a cseh, valamint az ukrán nyelv és kultúra hasonlósága is ösztönöz.

Az interjúkutatás eredményei alapján az is megállapítható, hogy az ukrán vállalkozók élesen elkülönítik a személyes és a gazdasági etnikai kapcsolataikat.

Léteznek ugyan etnikumbeli interakciók, de kapcsolati hálójukat csak ritkán használják gazdasági együttműködés céljából. A kölcsönös segítségnyújtás és a szolidaritás szintén a magánéletre korlátozódik, a vállalkozói tevékenységeket csak marginálisan érinti.

Összességében tehát az állapítható meg, hogy a Csehországban tevékenykedő ukrán vállalkozók körében az etnikai kapcsolati tőke vállalkozásokban betöltött szerepe elhanyagolható. Gazdasági tevékenységeiket nem az etnikai, sokkal inkább a nem etnikai, tehát a cseh (vagy más nyugat-európai) gazdasági szereplőkkel kialakított kapcsolati hálójukra támaszkodva végzik. Az egyetlen kivételt – amely az etnikai kapcsolati tőke gazdasági tevékenységen belüli felhasználásához köthető – az úgynevezett „kliens” hálózat képezi, amelynek révén ukrán közvetítő ügynökök, „kliensek”, ukrán bevándorlóknak szerveznek munkát, leginkább az építő- és a szolgáltatóiparban, valamint a mezőgazdaságban.⁸

Az eredmények arra is rávilágítanak, hogy a Csehországban működő ukrán migráns vállalkozások esetében az etnikai alapon szerveződő kapcsolati tőkének közvetett szerepe van a vállalkozások térszerveződésében. Noha az esetek többségében a vállalkozók nem az ukrán–ukrán gazdasági kapcsolataikat kihasználva döntöttek egy adott telephely mellett, azonban legtöbbször ott létesítettek céget, ahol családjuk, rokonaik, ukrán ismerőseik éltek. Ugyanis a vizsgált vállalkozások döntő többsége nem direkt befektetési céllal jött létre, sokkal inkább a vendégmunkásként Csehországba érkező cégalapító/cégtulajdonos túlélését, a Csehországban maradás feltételeit biztosították. Ennek okán ott létesült a telephely, ahol a vállalkozó épp élt/dolgozott, ahová viszont informális etnikai kapcsolatai révén került. Ilyen értelemben az etnikai kapcsolati tőkének meghatározó szerepe van a csehországi ukrán migráns vállalkozások térbeli szerveződésében.

⁸ Erről lásd bővebben: Kovály 2019.

Felhasznált irodalom

- Åberg, M. (2000): Putnam's social capital theory goes east: A case study of Western Ukraine and L'viv. *Europe–Asia Studies*, 2., pp. 295–317.
- A Cseh Statisztikai Hivatal honlapja (CsSH) (<https://www.czso.cz/csu/cizinci/number-of-foreigners-data#rok>). Letöltés: 2020. október 30.
- Bagwell, S. (2006): UK Vietnamese businesses: Cultural influences and intra-cultural differences. *Environment and Planning C: Government and Policy*, 24, pp. 51–69.
- Bernard J., Vašát P. (2015): Formování komunit, nebo sociální integrace? Analýza personálních sítí ukrajinských imigrantů v Plzni. *Sociologický časopis/Czech Sociological Review*, 51 (2), pp. 199–225.
- Berry, J. (1994): Acculturation and psychological adaptation: An overview. In: Bouvy, A. et al. (eds.): *Journeys into cross-cultural psychology*, pp. 129–141.
- Coleman, J. S. (1988): Social capital in the creation of human capital. *American Journal of Sociology*, 94, Chicago, pp. 95–120.
- Čermáková D., Kohlbacher J. (2012): Ethnic entrepreneurship. Case study: Prague, Czech Republic. *European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions*. (<http://edz.bib.uni-mannheim.de/daten/edz-ma/esl/12/ef112116en.pdf>). Letöltés: 2017. október 3.
- Čermáková D., Schovánková S., Fiedlerová K. (2011): Podnikání cizinců v Česku: vliv struktury příležitostí. *Geografie* 116 (4), pp. 440–461.
- Drbohlav D., Dzúrová, D. (2007): „Where are they going?” Immigrant inclusion in the Czech Republic (a case study on Ukrainians, Vietnamese, and Armenians in Prague). *International Migration*, 45 (2), pp. 1–25.
- Drbohlav D., Valenta O. (2014): *Building an integration system. Policies to support immigrants' progression in the Czech Republic. A Series on the labor market integration of new arrivals in Europe: Assessing policy effectiveness*. Migration Policy Institute and International Labour Organization, 29 p.

- Ermolina, A. (2017): Social capital as the source of subjective well-being in the late life in Central and Eastern European countries. Konferencia előadás.
- Flap H., Kumcu A., Bulder B. (1998): The social capital of ethnic entrepreneurs and their business success. *Immigrant Businesses*, pp. 142–161.
- Giorgas, D. (2000): Social capital within ethnic communities. *Sociological Sites/ Sights*, TASA 2000 Conference, Adelaide: Flinders University, December 6–8 (<https://pdfs.semanticscholar.org/3701/5852eeb8755e7b65cf8b-2f19a75a276f0965.pdf>). Letöltés: 2018. szeptember 9.
- Gödri Irén (2007): A kapcsolati tőke szerepe a magyarországi bevándorlásban. *Kisebbségkutatás*, 16 (4), pp. 699–727.
- Gödri Irén (2008): Bevándorlók munkaerő-piaci integrációját meghatározó tényezők Magyarországon — a kapcsolati erőforrások szerepe. *Statistikai Szemle*, 6, pp. 534–563.
- Grzymała-Kazłowska, A. (2014): The role of different forms of bridging capital for immigrant adaptation and upward mobility. The case of Ukrainian and Vietnamese immigrants settled in Poland. *Ethnicities*, 15 (3), pp. 460–490.
- Hotchkiss J. L., Rupasingha A. (2018): Individual social capital and migration. Federal Reserve Bank of Atlanta, *Working Paper Series*, 55 p.
- Kovály Katalin (2019): *Az etnikai kapcsolati tőke szerepe a vállalkozások térszerveződésében kelet-közép-európai befektetések példáján*. Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Földtudományi Doktori Iskola, 147 p.
- Kovály K., Čermáková, D. (2016): The role of social capital in economic life of the Ukrainian entrepreneurs in Czechia. *Acta Universitatis Carolinae Geographica*, 51 (2), pp. 135–144.
- Leontiyeva, Y. (2016): Ukrainians in the Czech Republic: On the pathway from temporary foreign workers to one of the largest minority groups. In: Fedyuk O., Kindler, M. (eds.): *Ukrainian migration to the European Union, IMISCOE Research Series*, pp. 133–149.

- Light, I. H. (2004): The ethnic ownership economy. In: Stiles C. H., Galbraith C. S. (eds.): *Ethnic entrepreneurship: Structure and process. International Research in the Business Disciplines*, 4, pp. 3–45.
- Light I. H., Gold S. J. (2000): *Ethnic economies*. Academic Press, San Diego, 294 p.
- Light I. H., Karageorgis S. (1994): The ethnic economy. In: Neil, J. (ed.): *Handbook of economy and sociology*. Princeton University Press, Princeton, pp. 647–671.
- Orbán Annamária, Szántó Zoltán (2005): Társadalmi tőke. *Erdélyi Társadalom*, 2, pp. 55–70.
- Portes, A. (2014): Downsides of social capital. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111 (52), pp. 18407–18408.
- Portes A., Sensenbrenner J. (1998 [1993]): Beágyazottság és bevándorlás: megjegyzések a gazdasági cselekvés társadalmi meghatározóiról. In: Lengyel, Gy. Szántó, Z. (szerk.): *Tőkefajták. A társadalmi és kulturális erőforrások szociológiája*. Aula, Budapest, pp 281–317.
- Portes A., Vickstrom E. (2015): Diversity, social capital and cohesion. *Annual Review of Sociology*, 37, pp. 461–479.
- Putnam, R. D. (2007): E pluribus unum: Diversity and community in the Twenty-First Century. *Scandinavian Political Studies*, 2, pp. 137–174.
- Razin E., Langlois A. (1996): Metropolitan characteristics and entrepreneurship among immigrants and ethnic groups in Canada. *International Migration Review*, 30 (3), pp. 703–727.
- Sahin M., Nijkamp P., Baycan-Levent T. (2007): Migrant entrepreneurship from the perspective of cultural diversity. In: Dana, L. P. (ed.): *Handbook of Research on Ethnic Minority Entrepreneurship: A Co-evolutionary View on Resource Management*, pp. 99–113.
- Sik Endre (2012): *A kapcsolati tőke szociológiája*. ELTE TáTK, Eötvös Kiadó, Budapest, 172 p.

Singh G., DeNoble A. (2004): Psychological acculturation of ethnic minorities and entrepreneurship. In: Stiles C. H., Galbraith C. S. (eds.): Ethnic entrepreneurship: structure and process. *International Research in the Business Disciplines*, 4, pp. 279–289.

Szereda, Y. V. (2013): Sotsialnii kapital v Ukraini ta insih krainah Ievropi: lehitimnisth ahrehovanoho konstrukt (Соціальний капітал в Україні та інших країнах Європи: легітимність агрегованого конструкту). *Ukrainskii Sotsium*, 4 (47), pp. 81–97.

Várhalmi Zoltán (2013): Vállalkozó migránsok Magyarországon. In: Kováts, A. (szerk.): *Bevándorlás és integráció. Magyarországi adatok, Európai indikátorok*. MTA Társadalomtudományi Kutatóközpont, Kisebbségkutató Intézet, Budapest, pp. 89–101.

Voicu, B. (2005): *Social capital: Bonding or bridging Europe?* (<http://www.iccv.ro/valori/texte/bogdan%20-%20b&b%20sc.pdf>). Letöltés: 2018. február 7.

1. Melléklet: Az adatközlők alapinformációi

Adatközlő	Név	Életkor	Családi állapot	Képzettség	Foglalkoztatottak száma	A Csehországban való tartózkodás hossza (év)	Vállalkozás alapítása (év)	Interjúkészítés helye	Interjúkészítés nyelve	Gazdasági ágazat/ Foglalkozás
C1	Taras	–	H	F	–	–	–	Prága	ukrán	A Csehországi Ukrán Vállalkozók Klubjának tagja
C2	Oleksandr	–	H	F	–	20	–	Prága	ukrán	A Csehországi Ukrán Vállalkozók Klubjának tagja
C3	Bohdan	37	S	F	–	37	–	Prága	ukrán	A Csehországi Ukrán Vállalkozók Klubjának tagja
C4	Lyudmila	42	H	F	–	10	–	Prága	ukrán	Az Ukrán Hétvégi Iskola egykori tanára
C5	Vladislav	44	H	F	–	9	–	Karlovy Vary	orosz	A Csehországi Ukránok Egyesületének tagja

Kovály Katalin

C6	Mariya	33	M	F	0	6	2009	Prága	ukrán	Vállalkozó/ turizmus
C7	Oleksandr/a	44	M	Sz.	4	10	2006	Karlovy Vary	ukrán	Cégtulaj- donos/ ingatlanipar
C8	Oleksandr/b	46	S	A	5	11	2010	Karlovy Vary	ukrán	Vállalkozó/ turizmus
C9	Tatjana	37	S	F	3	9	2009	Karlovy Vary	orosz	Vállalkozó/ ingatlanipar
C10	Oleg	40	H	Sz.	2	16	2000	Prága	ukrán	Vállalkozó/ szolgáltató- ipar
C11	Bohdan	36	S	F	21	20	1995	Prága	ukrán	Vállalkozó/ építőipar
C12	Ivan	53	E	F	20	22	1997	Prága	ukrán	Cégtulaj- donos/ építőipar
C13	Roman	34	H	Sz.	23	15	2011	Prága	ukrán	Cégtulaj- donos/ szolgáltató-
C14	Nataliya	36	S	F	3	15	2009	Prága	ukrán	Étterem- tulajdonos
C15	Anton	33	S	F	3	8	2012	Prága	ukrán	Vállalkozó/ logisztika
C16	Pavlo	28	S	F	0	4	2013	Prága	ukrán	Vállalkozó/ turizmus

Dr. László Elemér és Dr. Palcsu László
Izotóp Klimatológiai és Környezetkutató Központ (IKER),
Atommagkutató Intézet (ATOMKI)
Külföldi kutatás helyszíne: Ecuador; Svájci–Olasz Alpok

*„Tiszteld a múltat, hogy érthesd a jelent,
és munkálkodhass a jövőn”*
Széchenyi István

Expedíciók a nagyvilágban: Ecuadortól a Svájci-Olasz Alpokig

Bevezetés

A kutatócsoportunk fontos expedíciókat szervezett meg az utóbbi két évben, melyek a múltbeli klímaváltozás vizsgálatát célozták meg. A sikeres kutatóutak egyik fontos előzménye, hogy az Atommagkutató Intézetben (ATOMKI) pályázati forrásból kialakították az Izotóp Klimatológiai és Környezetkutató Központot (www.iker.atomki.hu). A projekt fő célja, hogy a recens és a paelo-környezetgeokémiai kutatásfejlesztési irányokat megerősítse, valamint elősegítette a korábbi kutatási infrastruktúra fejlesztését és új módszerek kidolgozását.

Az ATOMKI-ban nagy hagyománya van a légköri (Csongor and Hertelendi, 1986; Major et al., 2018; Varga et al., 2019a), geológiai (Balogh et al., 1986), közettani (Balogh et al., 2010), hidrológiai (Hertelendi et al., 1996; Hertelendi and Vető, 1991), hidrogeológiai (Palcsu et al., 2014; Varsányi et al., 2011), hidro-meteorológiai (László et al., 2020; Palcsu et al., 2018), talajtani (Buró et al.,

2019; Sümegi and Hertelendi, 1998), üledéktani (Braun et al., 2013; Hubay et al., 2018), biológiai (Lisztos-Szabó, 2019; Lisztos-Szabó et al., 2019), régészeti (Molnár, 2013; Molnár et al., 2010; Mook et al., 1983), valamint multidiszciplináris kutatásoknak.

Az ATOMKI, azon belül is az Izotóp Klimatológiai és Környezetkutató Központ (IKER), a régióban egyedülálló módszerekkel és berendezésekkel rendelkezik. A laboratóriumi infrastruktúrához több mérőműszer tartozik: héliumra, argonra és a többi nemesgázra specifikált tömegspektrométerek (Balogh et al., 2010; Benkó et al., 2014; Palcsu et al., 2010; Papp et al., 2012; Pécskay et al., 2015), stabilizotóp-arány tömegspektrométer (Hertelendi et al., 1996; Vodila et al., 2011), MAT253 Plus típusú tömegspektrométer kapcsolt izotóparányok mérésére, EnvironMICADAS AMS radiokarbon gyorsító tömegspektrométer (Janovics et al., 2018; Molnár, 2013), lézerablációs berendezéshez kapcsolt induktív csatolású plazma-tömegspektrométer (LA-ICP-MS), multikollektoros induktív csatolású plazmaionforrású tömegspektrométer (MC-ICPMS).

Az 1954-ben alapított Atommagkutató Intézetben 2016-ban létrejött Izotóp Klimatológiai és Környezetkutató Központ (IKER) kutatócsoport tagjaként több expedícióban vehettünk részt. A tanulmányban két kutatást szeretnénk kiemelni, amelyek jelentős kutatási eredményeket ígérnek, ezek közül az ecuadori expedíciót¹, valamint a Svájci-Olasz Alpokban megvalósult kutatást.²

A kutatócsoportunk felszíni és felszín alatti lenyomatokat vizsgál, ami információt nyújt a jelenkori és a múltbeli klimatológiai változásokról. Ezek a lenyomatok több ezer évesek lehetnek, amelyek őrzik a múltbeli éghajlat jellemzőit. A természeti képződmények közül többek között a következőket vizsgáljuk: jégmagok, tavi üledékek, faévgűrűk és cseppkövek. Ahhoz, hogy

¹ Cseppkövek és faévgűrűk vizsgálatán alapuló paleoklíma-rekonstrukció az Amazonas menti esőerdőkben, Ecuadorban – Forrás: <https://iker.atomki.hu/2019/03/05/cseppkovak-es-faevgyuruk-vizsgalatan-alapulo-paleoklima-rekonstrukcio-az-amazonas-menti-esoerdokben-ecuadorban/>

² Expedíció a Svájci-Olasz Alpokba: jégfúrás a Colle Gnifetti gleccser tetején – Forrás: <https://iker.atomki.hu/2020/09/03/expedicio-a-svajci-olasz-alpokba-jegfuras-a-colle-gnifetti-gleccser-tetejen/>

ezekből a mintákból egy idősort nyerünk ki, kormeghatározási módszereket alkalmazunk, valamint geokémiai vizsgálatokat végzünk. A képződményekből kinyert geokémiai adatokból elkészítjük a klímarekonstrukciót.

Mi az a paleoklimatológia és klímarekonstrukció?

A paleoklimatológia az éghajlat azon részét vizsgálja, amelyről nincs műszeres megfigyelésünk, adatunk. A meteorológiai mérésekből származó információk a Föld éghajlattörténetének csak egy kis szeletét jelentik, így azok csak az ún. jelenkori (recens) és jövőbeni éghajlat (éghajlati projekciók) vizsgálatához alkalmasak. Az éghajlat változásának vizsgálatához nagyobb távlatokat nyit azon természeti jelenségek tanulmányozása, amelyek az éghajlattól függenek. Ezen változások konzerválódnak, beépülnek a geológiai és környezeti képződmények (pl. az üledékek, a cseppkő) anyagszerkezetébe. Ezek az információk kiolvashatók, így az éghajlat adatforrásaként szolgálnak. Úgy nevezzük ezeket, hogy természetes archívumok rekordjai vagy más megközelítésből – proxy-adatok.

A múltbeli éghajlati ingadozások részletesebb és megbízhatóbb adatainak összeállításával megnő az éghajlati változások okainak és mechanizmusainak feltárásának lehetősége. Számos archívummal rendelkezünk, melyek jó alapot adnak a múlt éghajlatának rekonstrukciójához és a klímaváltozás okaival kapcsolatos hipotézisek teszteléséhez. Ha jobban megértjük a múltbeli éghajlat-ingadozások okait, a jövőre vonatkozó éghajlati előrejelzések eredményeit megbízhatóbbá fejleszthetjük.

A múltbeli éghajlat tanulmányozását úgy kezdjük el, hogy a rendelkezésre álló proxy-adatok típusait és az elemzésük során alkalmazott módszereket mélyen megismerjük. Fontos tisztán látni az alkalmazott módszerekkel kapcsolatos nehézségeket és egyes feltételezéseket. Ezen háttértudás segítségével vállalkozhatunk a különböző múltbeli bizonyítékok összegzésére, helyezhetjük saját eredményeinket a korábbi éghajlati ingadozások átfogó képébe, valamint tesztelhetjük a klímaváltozással kapcsolatos hipotézisünket.

A paleoklimatológiai információk forrásai

A múltbeli éghajlati viszonyok változását általában megőrzik a természetes archívumok. A múlt éghajlatának forrásai a következők lehetnek: tengeri üledékek, lösz, jég, barlanglerakódások (cseppkövek, cseppkőlefolyások), glaciális lerakódások, eróziós jellemzők, paleo-talajok, biológiai maradványok, tavi üledékek, faévgűrűk, valamint pollenek (1. sz. ábra).



1. ábra: A paleoklíma proxy-k és rekonstrukciói a Föld múltbeli éghajlatának megértésére szolgálnak

(Forrás: <https://www.ncdc.noaa.gov/data-access/paleoclimatology-data/datasets>)

A lerakódott üledékek tartalmaznak olyan izotópokat, amelyek közvetett indikátorok vagy jelek a múltbeli éghajlati viszonyokról. Az ilyen klímproxy-rekordok mind tartalmaznak éghajlati jelet, de ez a jel viszonylag gyenge is lehet, vagyis sok más hatás következtében fellépő zaj elfedheti. A paleoklimatológiai idősor összetett és más jeleket is tartalmazhat, amelyek lényegtelenek az elemzés során, ezért a proxy-adatokból történő kivonáshoz először az idősort kell értelmezni, majd kalibrálni. A kalibráció során összevetjük a modern klimatikus adatot egy proxy idősorral, hogy feltárjuk, a proxy-adatok

hogyan és milyen mértékben függenek az éghajlattól. A módszer alkalmazásánál feltételezni kell, hogy a megfigyelt modern kapcsolatok változatlanul működnek a vizsgált régmúlt időszakra is. A múltbeli éghajlat kutatásának a jelenkori természeti jelenségek éghajlati függőségének tanulmányozásán kell alapulnia. Erre jó példaként szolgálhatnak a dendroklimatológiai vizsgálatok, hiszen az éghajlat és a fa növekedési összefüggése jól leírható, modellezhető, ellenőrizhető, mivel szilárd módszertani elveken alapul. Tehát: nagyon fontos a megfelelő modern adatbázis (meteorológiai megfigyelések, pontos izotóp-aránymérések) és az éghajlati rendszer, a közelmúltbeli és korábbi folyamatok a megértése – mindezek összesége előfeltétele a klímarekonstrukciónak.

A kalibrációnál meg kell jegyezni, hogy a recens megfigyelések időszakában nem minden múltbeli környezeti viszony képviselteti magát. Ezért fontos jól ismerni azt a lehetőséget, hogy hibás klímarekonstrukcióra juthatunk a modern éghajlat-proxy adatkapcsolatok használatakor, amikor a múltbeli viszonyoknak nincs jelenkori analógiája. Több kalibrációs egyenlet alkalmazásával lehetőség nyílik az ilyen periódusok azonosítására és a kapcsolódó hibák elkerülésére.

A paleoklimatikus adatok forrásainak a főbb jellemzőit láthatjuk az 1. sz. táblázatban. A múltbeli proxy-adat értéke nagyon függ a minimális mintázási intervallumtól és a korolás felbontásától, mivel ezek határozzák meg az adott rekonstruált idősor részletességét. A geológiai és környezeti képződmények rekordjai eltérő időbeli felbontásúak lehetnek, melyek a szezonálistól több ezer évig terjedhetnek. A proxy adatok segítségével többféle éghajlati információt származtathatunk, ezek közül a legfontosabbak a hőmérséklet, csapadék, páratartalom, vízháztartás és a tengerszint változás (1. sz. táblázat).

Archívum	Minimális mintázási intervallum	Időbeli tartomány (év)	Lehetséges információk kinyerhetők
Történeti feljegyzések	Nap/óra	$\sim 10^3$	T, P, B, V, L, S
Faévgűrűk	Éves/évszakos	$\sim 10^4$	T, P, B, V, S
Tavi üledékek	Évestől 20 évig	$\sim 10^4$ - 10^6	T, B, M, P, V, Cw
Korallok	Éves	$\sim 10^4$	Cw, L, T, P
Jég furatok	Éves/évszakos	$\sim 10^6$	T, P, Ca, B, V, M, S
Pollen	20 év	$\sim 10^6$	T, P, B
Cseppkövek	Éves	$\sim 5 \times 10^5$	Cw, T, P, V, B
Paleoszolok (ősi talajok)	100 év	$\sim 10^6$	T, P, B
Löss	100 év	$\sim 10^6$	P, B, M
Geomorfológiai jellemzők	100 év	$\sim 10^6$	T, P, V, L, P
Tengeri üledékek	100 év	$\sim 10^7$	T, Cw, B, M, L, P, S
Mészkö	1000 év	$\sim 10^8$	T, Cw, B, M, L, P, S

1. táblázat: A természetes archívumok (múltbeli lenyomatok) jellemzői:

T, hőmérséklet; P, csapadék, páratartalom vagy vízháztartás (P-E);
C, levegő (Ca) vagy víz (Cw) kémiai összetétele; B, biomassa vagy vegetációs
mintákról információ; V, vulkánkitörések; M, geo-mágneses mező variációk;
L, tengerszint; S, naptevékenység (Bradley and Eddy, 1991)

Kormeghatározási módszerek

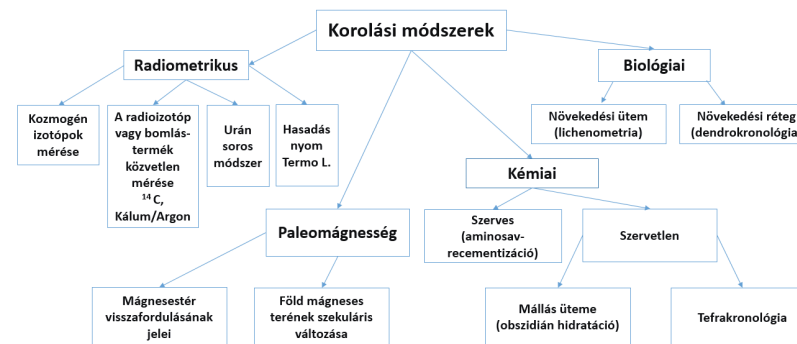
A klímarekonstrukció fontos követelménye, hogy az adott mintaanyagot (faévgűrűt, magmás kőzetet, üledékes kőzetet, karbonátos kőzetet) megfelelő kormeghatározási módszer felhasználásával datáljuk. A pontos kormeghatározás alapvető fontosságú a paleoklimatikus vizsgálatok szempontjából.

A múltbeli események korára vonatkozó megbízható datálások nélkül lehetetlen megvizsgálni, hogy azok szinkronban voltak-e vagy bizonyos események másokat vezettek-e, vagy egymáshoz képest késésben voltak. A múltbeli környezeti változások sebességének pontos meghatározása nem lehetséges megfelelő kormeghatározás nélkül, mint például az üledékeskőzet rétegeinek képződési üteme.

A kormeghatározási módszerek négy alapvető kategóriába sorolhatók:

1. radiometrikus módszerek, amelyek a mintában vagy annak környezetében bizonyos radioaktív izotóp mennyiségének mérésein alapulnak;
2. paleomagnetikus (korrelációs) módszerek, amelyek a Föld mágneses mezőjének korábbi megfordulásaira és azok mintára gyakorolt hatásaira támaszkodnak;
3. szerves és szervetlen kémiai módszerek, amelyek a mintában időtől függő kémiai változásokon vagy a minta kémiai jellemzőin alapulnak;
4. biológiai módszerek, amelyek egy organizmus szaporodásán alapulnak a szubsztrátum dátumáig, amelyben található.

Az érdeklődés időtartamától függően a különböző datálási módszerek alkalmasabbak lesznek, mint mások (2. sz. ábra).



2. ábra: A paleoklimatológiában alkalmazott korolási módszerek (saját szerkesztés)

Megjegyzés: nem minden kormeghatározási módszer nyújt megbízható abszolút kort, de jelezheti a különböző minták relatív korát, ezt pedig a későbbiekben lehet kalibrálni radioizotópos módszerekkel. Ennél fogva a kormeghatározásának több megközelítése létezik: abszolút kormódszerek, kalibrált kormódszerek és relatív kormeghatározási módszerek, a legutóbbi a rétegsorok korrelációján alapul. A kormeghatározási módszerek közül a legtöbbet alkalmazott módszerek a radiokarbon és uránsoros, amelyek alapvetően szükségesek a klímarekonstrukció elkészítéséhez.

Radiokarbon kormeghatározás

A radiokarbon módszer azon alapul, hogy a légköri szén-dioxidban a szénnek 14-es atomtömegű izotópja (^{14}C) meghatározott százalékban van jelen. Élő szerves anyag keletkezésekor a szövetébe beépült radiokarbon (^{14}C) izotóp százalékaránya ugyanaz, mint a légkörben. Az élőlény elpusztulása után a 14-es atomtömegű szénizotóp a radioaktív bomlás miatt fogy, minél több idő telt el az elpusztulás után, mennyisége annál kevesebb. Ismerve a ^{14}C felezési idejét ($5,700 \pm 30$ év), így az elpusztult szerves maradvány kora meghatározható (Molnár, 2006). Ez ellenőrizhető a faévgűrűk vizsgálatakor, hiszen a fa a szén-dioxiddal együtt felveszi a radiokarbont a légkörből fotoszintézis folyamata révén, ami beépül a faévgűrűbe. A növény szövetébe beépült izotóp egy adott év radiokarbon-koncentrációját képviseli, amit nem cserél ki, míg a fiatalabb faévgűrű a következő év radiokarbon-koncentrációját építi a szövetébe. Minden egyes faévgűrű rendelkezik egy rá jellemző szénizotóp-koncentrációval, amivel megbecsülhető az egyes faévgűrűk kora. Ugyanakkor a kormodell pontossága ellenőrizhető, hiszen a faévgűrűket vizuálisan meg tudjuk különböztetni, így megállapíthatjuk a fa korát az évgűrűk megszámlálásával (Jull *et al.*, 2018; Varga *et al.*, 2019b).

Uránsoros kormeghatározás

Az uránsoros kormeghatározás egy olyan kifejezés, amely számos korlási módszert tartalmaz, amelyek mindegyike a ^{238}U vagy ^{235}U különböző bomlástermékein, a fő bomlási sorozat pedig nuklidokon és azok felezési idején alapul (Ku, 1976). A kormeghatározás szempontjából a legfontosabb izotópok: ^{238}U és ^{235}U , ^{234}U , ^{230}Th és ^{231}Pa . Az uránbomlási sorozat végterméke a stabil ólom. A kormeghatározás módszerének az alapja, hogy az urán oldódik a vízben uranil-ion formájában (UO_2^{2+}). A cseppkőképződés folyamán a vízből az uranil-ion beépül a kalcium-karbonát (CaCO_3) szerkezetébe, míg a tórium nem. Ez a folyamat főként az édesvízi karbonát képződésére jellemző, míg a tengeri mészkövek esetében nem valósul meg, hiszen az uranil-ion nagyon kis koncentrációban fordul elő (Harmon *et al.*, 1975). Kivéve a sekély vízi tengeri üledékek esetét, hiszen a korallok aragonit vázába beépülhet az oldott uranil, így meghatározható a minták kora. A beépült urán bomlásnak indul és tórium keletkezik (^{230}Th). Az anya- és leányelem izotóparányok mérésével a karbonátos üledékek kora meghatározható, ha a minta szennyeződésmentes. A szennyeződések forrásai közül kiemelhető az agyag tóriumtartalma, ami jelentősen befolyásolja a pontos kor meghatározását a cseppkővek esetében (Richards and Dorale, 2003).

Éghajlatfüggő jelek feltárása geokémiai módszerekkel

A víz az egyik leggyakoribb vegyület a Földön. A víz a természetben elérhető üledékes formában közvetlenül a fű és jégképződésből, közvetett módon a vízdátok lerakódásaiból. A víz stabil izotópjai, elsősorban a deutérium és a ^{18}O , megtalálhatóak nemcsak a jégmagokban, hanem a tengeri és tavi üledékekben, a korallokban, a barlangokban, a faévgűrűkben és a tőzeglben is.

Az elmúlt idők hőmérsékleti viszonyait rekonstruálhatjuk, ha meghatározzuk az oxigén 18-as és 16-os atomtömegű izotópjainak arányát, azaz $\delta^{18}\text{O}$ értéket. A víz $\delta^{18}\text{O}$ értéke és a hőmérséklet között olyan szigorú kapcsolat áll fenn (Dansgaard, 1964), hogy segítségével viszonylag kis hibával meghatározható az a hőmérséklet, ami az adott jégréteg keletkezésének időpontjában volt. A különböző cseppkőrétegek (laminák) stabilizotóp vizsgálata megfelelő információt szolgáltat a barlang korábbi hőmérsékletének meghatározásához.

Expedíció Ecuadorban: cseppkőgyűjtés és faévgűrűk fúrása

2019 február elején utaztunk el Ecuadorba, ahol paleoklimatológiai kutatáshoz alkalmas cseppkőveket, faévgűrűmintákat gyűjtöttünk és csapadékgyűjtő állomást telepítettünk, valamint elkezdtük a barlangi hőmérséklet mérését. Az expedíció résztvevői Palcsu László fizikus projektvezető, Marjan Temovski, karsztkutató-barlangász, Danny Vargas, PhD-hallgató és László Elemér, meteorológus (3. sz. ábra). A terepmunka előkészítésében és végrehajtásában együttműködtünk a Salesian Politechnic University (UPS-Quito) kutatóival, Sheila Serrano fizikussal és Marco Cerna biológussal, valamint két hallgatóval, Madison Herrerával és Lisseth Carlosamával.

Cseppkőgyűjtést végeztünk a Pestaza környéki barlangokban, amelyek a Mera karsztterület dél-kelet keresztmetszetében helyezkednek el, továbbá dendrokronológiai vizsgálatokhoz alkalmas faévgűrű-mintákat gyűjtöttünk be az Amazonas-i esőerdőben. Az expedíció során tíz álló cseppkővet gyűjtöttünk négy különböző barlangból, valamint tizennégy faévgűrű-mintát hoztunk az IKER laboratóriumába. Az összegyűjtött mintákat feldolgozzuk, azaz meghatározzuk a rétegek szerkezetét, nyomelem-összetételét, stabilizotóparányait, valamint az egyes rétegek korát, képződési idejét. Az említett mérési

eredményekből és adatokból elkészítjük az adott vidék klímarekonstrukcióját, ami bemutathatja akár az utóbbi 100 ezer év éghajlati viszonyait is.



3. ábra: Az Ecuadori Mera karsztterület barlangja
(Balról jobbra: Palcsu László, Danny Vargas, Marjan Temovski, László Elemér)

Majdnem az Alpok tetején (4554 m): jégmagmintavétel a Colle Gnifetti gleccseren

A második fontos kutatástunk a Svájci-Olasz Alpokban valósult meg, melynek helyszíne a Colle Gnifetti gleccser volt. A gleccser a Monte Rosa csoport tetején a Svájci-Olasz Alpokban található, amely 4450–4560 méter magasan fekszik, részét képezi a Grenz-gleccser legfelső felhalmozási területének. A hágó jég-domborzati felszínét majdnem vízszintes és párhuzamos jégrétegek alkotják, ami több tízméter vastag lehet, egyes részeken elérheti akár a 70 métert. Az éghajlati viszonyokat tekintve az év során a hőmérséklet főként fagyponthoz közel van, általában a nyári időszakban lehulló csapadék marad meg a fennsík-szerű jégfelszínen. A firn és a jég fizikai tulajdonságai összehasonlíthatók a sarki területekkel. Ezért széles körben kutatott gleccsernek tekinthető Európában. A jégfuratok alkalmasak az éghajlat-rekonstrukcióhoz.

A jégfúrás helyszínétől jól elérhető a szállás, a közeli Capanna Regina Margherita hütte, amely Európa legmagasabb fekvésű menedékháza. A napi munka után a szálláson tartózkodtunk, hiszen biztonságos menedéket nyújtott az időjárási viszonyoktól. A mintázó felszerelés helyszínre szállítását csak helikopterrel lehetett megoldani, hiszen a két csomagunk tömege egyenként meghaladta a 150-175 kg-ot. Különleges kihívást jelentett a csapat számára az időjárási körülmények gyors változása, valamint az alacsonyabb légköri nyomás. Ezért a magassági betegség elkerülése érdekében a fúrás helyszín (4. sz. ábra) elérése előtt legalább két napos akklimatizációra volt szükség. Ezt úgy értük el, hogy az alacsonyabb fekvésű helyszíneken túráztunk 2800-3200 méter közötti magasságban.



4. ábra: A Colle Gnifetti gleccseren munka közben, háttérben a Matterhorn csúcsa



5. ábra: A furat kihúzása közben és a jégmagminta

A kutatás fő célja az, hogy megerősítsük a napsík és a csapadékban található kozmogén eredetű trícium közötti összefüggést jégmagminták elemzésével. A naptevékenység változása erőteljesen befolyásolja a felső légkörben képződött radiogén izotópok termelődését úgy, mint például a berillium- (^{10}Be), a radiokarbon- (^{14}C) és a trícium- (^3H) izotópokét. A trícium a sztratoszférában keletkezik nitrogénből és oxigénből a kozmikus sugárzás hatására. A trícium keletkezése után oxidálódik, bekerül a troposzférába, majd csapadék hullásakor a felszínre jut. A magashegyi környezetben minden egyes év csapadékleNyomata megmaradhat, azaz rétegenként lerakódik a hó, majd csonthóvá átlakul és folyamatosan tömörödik jéggé, gyarapítva a gleccser kiterjedését. A csapadékleNyomatok elkülöníthetővé válnak egymástól megőrizve az egyes évek sajátosságait, geokémiai tulajdonságait. A Colle Gnifetti gleccsert alkalmasnak találtuk, hogy egy hosszabb időszak leNyomatait feltárjuk. Ennek érdekében két 33 méter mélységű jégfuratot készítettünk és a magmintákat a mélységi modell szerint tároltuk (5. sz. ábra). Kutatásunkban a nukleáris korszak előtti időszak (1930–1950) csapadék idősorát szeretnénk rekonstruálni, hiszen ez a periódus tartalmazza a naptevékenység által kiváltott csapadék-tríciumkoncentráció természetes változását.

Összegzés

A csapatunk a régmúltban képződött természetes lenyomatokat vizsgálja korszerű geokémiai módszerekkel. Az egyes üledékekből kinyert információt felhasználva készítjük el a paleoklíma-rekonstrukciót. Ennek két fő eleme van, a vizsgált üledékréteg kora és hozzá tartozó éghajlatfüggő geokémiai adatok, így két párhuzamos adatsor segítségével készíthető egy idősor, amiből a paleo-környezet éghajlatváltozásai értelmezhetők.

A nemzetközi együttműködések és a kutatási expedíciók lehetőséget nyitottak, hogy az új módszereket elsajátítsuk, tapasztalatot szerezzünk, és terepi munkát tanuljunk extrém körülmények között. Ezen kutatóutak célja olykor nem helyi vagy regionális jellegű, hanem akár globális méretet is ölthet, hiszen egy régió klímaváltozásának eredményei akár nagyobb térségre kiterjeszthetők bizonyulhatnak.

Az Ecuadorból összegyűjtött cseppkövek és faévgűrű-minták jó alapot biztosítanak arra, hogy egy kevésbé kutatott terület éghajlatviszonyait feltárjuk. Az ehhez szükséges geokémiai módszereket már honosítottuk és alkalmaztuk az Izotóp Klimatológiai és Környezetkutató Központban. Ezen módszerek közül az újabbak az uránsoros kormeghatározási módszer, valamint a cseppkövek nagyfelbontású mintavételezése. A Svájci-Olasz Alpokban végzett jégfúrások eredményei lehetőleg megerősítik a korábbi eredményeinket, azaz a naptevékenység és a csapadék-tríciumkoncentráció közötti kapcsolatot (Palcsu *et al.*, 2018).

Köszönetnyilvánítás

A kutatást az Európai Unió és Magyarország támogatta az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásában a GINOP-2.3.2.-15-2016-00009 azonosítószerű 'IKER' pályázatban.

Irodalomjegyzék

- Balogh, K., Árvai-Sós, E., Pécskay, Z., 1986. K/Ar dating of post-Sarmatian alkali basaltic rocks in Hungary. *Acta Mineral.*
- Balogh, K., Németh, K., Itaya, T., Molnár, F., Stewart, R., Thanh, N., Hyodo, H., Daróczi, L., 2010. Loss of ^{40}Ar from leucite-bearing basanite at low temperature: Implications on K/Ar dating. *Cent. Eur. J. Geosci.* <https://doi.org/10.2478/v10085-010-0026-3>
- Benkő, Z., Molnár, F., Lespinasse, M., Billström, K., Pécskay, Z., Németh, T., 2014. Triassic fluid mobilization and epigenetic lead-zinc sulphide mineralization in the Transdanubian Shear Zone (Pannonian Basin, Hungary). *Geol. Carpathica* 65, 177–196. <https://doi.org/10.2478/geoca-2014-0012>
- Bradley, R.S., Eddy, J.A., 1991. Records of Past Global Changes In: *Global changes in the past*. Univ. Corp. Atmos. Res.
- Braun, M., Hubay, K., Magyar, E., Veres, D., Papp, I., Bálint, M., 2013. Using linear discriminant analysis (LDA) of bulk lake sediment geochemical data to reconstruct lateglacial climate changes in the South Carpathian Mountains. *Quat. Int.* 293, 114–122. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2012.03.025>
- Buró, B., Lóki, J., Gyori, E., Nagy, R., Molnár, M., Négyesi, G., 2019. New Radiocarbon Data from the Paleosols of the NYÍRSÉG blown Sand Area, Hungary. *Radiocarbon* 61, 1983–1995. <https://doi.org/10.1017/RDC.2019.137>
- Csongor, E., Hertelendi, E., 1986. Low-level counting facility for ^{14}C dating. *Nucl. Inst. Methods Phys. Res. B.* [https://doi.org/10.1016/0168-583X\(86\)90195-3](https://doi.org/10.1016/0168-583X(86)90195-3)
- Dansgaard, W., 1964. Stable isotopes in precipitation. *Tellus* 16, 436–468. <https://doi.org/10.3402/tellusa.v16i4.8993>
- Harmon, R.S., Thompson, P., Schwarcz, H.P., Ford, D.C., 1975. Uranium-series dating of speleothems. *Natl. Speleol. Soc. Bull.* <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-814124-3.00128-x>

- Hertelendi, E., Svingor, É., Rank, D., Futó, I., 1996. The origin of the water in Lake of Vrana. *Acta Geol. Hungarica*.
- Hertelendi, E., Vető, I., 1991. The marine photosynthetic carbon isotopic fractionation remained constant during the Early Oligocene. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* [https://doi.org/10.1016/0031-0182\(91\)90059-Z](https://doi.org/10.1016/0031-0182(91)90059-Z)
- Hubay, K., Molnár, M., Orbán, I., Braun, M., Bíró, T., Magyari, E., 2018. Age–depth relationship and accumulation rates in four sediment sequences from the Retezat Mts, South Carpathians (Romania). *Quat. Int.* 477, 7–18. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.09.019>
- Janovics, R., Futó, I., Molnár, M., 2018. Sealed tube combustion method with MnO₂ for AMS 14C Measurement. *Radiocarbon* 60, 1347–1355. <https://doi.org/10.1017/RDC.2018.110>
- Jull, A.J.T., Pearson, C.L., Taylor, R.E., Southon, J.R., Santos, G.M., Kohl, C.P., Hajdas, I., Molnar, M., Baisan, C., Lange, T.E., Cruz, R., Janovics, R., Major, I., 2018. Radiocarbon dating and intercomparison of some early historical radiocarbon samples. *Radiocarbon*. <https://doi.org/10.1017/RDC.2018.18>
- Ku, T.L., 1976. The Uranium-Series Methods of Age Determination. *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.* 4, 347–379. <https://doi.org/10.1146/annurev.ea.04.050176.002023>
- László, E., Palcsu, L., Leelőssy, Á., 2020. Estimation of the solar-induced natural variability of the tritium concentration of precipitation in the Northern and Southern Hemisphere. *Atmos. Environ.* 223, 117605. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2020.117605>
- Lisztcs-Szabó, Z., 2019. Complex environmental research: Do we need exact knowledge of plant anatomy? A critical discussion of Rashid et al. (2019). *Earth-Science Rev.* 198, 102920. <https://doi.org/10.1016/j.earsci-rev.2019.102920>

- Lisztcs-Szabó, Z., Braun, M., Csík, A., Pető, Á., 2019. Phytoliths of six woody species important in the Carpathians: characteristic phytoliths in Norway spruce needles. *Veg. Hist. Archaeobot.* 28, 649–662. <https://doi.org/10.1007/s00334-019-00720-x>
- Major, I., Haszpra, L., Rinyu, L., Futó, I., Bihari, Á., Hammer, S., Jull, A.J.T., Molnár, M., 2018. Temporal Variation of Atmospheric Fossil and Modern CO₂ Excess at a Central European Rural Tower Station between 2008 and 2014. *Radiocarbon* 60, 1285–1299. <https://doi.org/10.1017/RDC.2018.79>
- Molnár, M., 2013. EnvironMICADAS: A Mini 14C AMS with Enhanced Gas Ion Source Interface in the Hertelendi Laboratory of Environmental Studies (HEKAL), Hungary. *Radiocarbon*. https://doi.org/10.2458/azu_js_rc.55.16331
- Molnár, M., 2006. A szén és az idő: radiokarbon kormeghatározás. *Fiz. Szle.* 56, 41–45.
- Molnár, M., Rinyu, L., Nagy, T., Svingor, É., Futó, I., Veres, M., Jull, A.J.T., Burr, G.S., Cruz, R., Biddulph, D., 2010. Developments and results from the new Hungarian graphite target line. *Nucl. Instruments Methods Phys. Res. Sect. B Beam Interact. with Mater. Atoms.* <https://doi.org/10.1016/j.nimb.2009.10.069>
- Mook, W.G., Csongor, E., Waterbolk, H.T., Bogner-Kutzian, I., Szabó, I., Hertelendi, E., 1983. Radiocarbon dating of holocene bone samples in Hungary, in: *Proceedings of the First International Symposium 14C and Archaeology: Groningen 1981*.
- Palcsu, L., Major, Z., Köllő, Z., Papp, L., 2010. Using an ultrapure 4 He spike in tritium measurements of environmental water samples by the 3 He-ingrowth method. *Rapid Commun. Mass Spectrom.* 24, 698–704. <https://doi.org/10.1002/rcm.4431>

- Palcsu, L., Morgenstern, U., Sültenfuss, J., Koltai, G., László, E., Temovski, M., Major, Z., Nagy, J.T., Papp, L., Varlam, C., Faurescu, I., Túri, M., Rinyu, L., Czuppon, G., Bottyán, E., Jull, A.J.T., 2018. Modulation of Cosmogenic Tritium in Meteoric Precipitation by the 11-year Cycle of Solar Magnetic Field Activity. *Sci. Rep.* 8, 12813. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-31208-9>
- Palcsu, L., Veto, I., Futó, I., Vodila, G., Papp, L., Major, Z., 2014. In-reservoir mixing of mantle-derived CO₂ and metasedimentary CH₄-N₂ fluids - Noble gas and stable isotope study of two multistacked fields (Pannonian Basin System, W-Hungary). *Mar. Pet. Geol.* <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2014.03.013>
- Papp, L., Palcsu, L., Major, Z., Rinyu, L., Tóth, I., 2012. A mass spectrometric line for tritium analysis of water and noble gas measurements from different water amounts in the range of microlitres and millilitres. *Isotopes Environ. Health Stud.* 48, 494–511. <https://doi.org/10.1080/10256016.2012.679935>
- Pécskay, Z., Gméling, K., Molnár, F., Benkó, Z., 2015. Neogene calc-alkaline intrusive magmatism of post-collisional origin along the Outer Carpathians: a comparative study of the Pieniny Mountains and adjacent areas. *Ann. Soc. Geol. Pol.* 85, 77–89. <https://doi.org/10.14241/asgp.2014.006>
- Richards, D.A., Dorale, J.A., 2003. Uranium-series chronology and environmental applications of speleothems, in: *Uranium-Series Geochemistry*. <https://doi.org/10.1515/9781501509308-015>
- Sümegei, P., Hertelendi, E., 1998. Reconstruction of microenvironmental changes in the Kopasz Hill loess area at Tokaj (Hungary) between 15 and 70 ka BP. *Radiocarbon*. <https://doi.org/10.1017/s0033822200018828>
- Varga, T., Barnucz, P., Major, I., Lisztes-Szabó, Z., Jull, A.J.T., László, E., Péntes, J., Molnár, M., 2019a. Fossil Carbon Load in Urban Vegetation for Debrecen, Hungary. *Radiocarbon* 61, 1199–1210. <https://doi.org/10.1017/RDC.2019.81>

- Varga, T., Palcsu, L., Ohta, T., Mahara, Y., Jull, A.J.T., Molnár, M., 2019b. Variation of ¹⁴C in Japanese Tree Rings Related to the Fukushima Nuclear Accident. *Radiocarbon*. <https://doi.org/10.1017/RDC.2019.47>
- Varsányi, I., Palcsu, L., Kovács, L.Ó., 2011. Groundwater flow system as an archive of palaeotemperature: Noble gas, radiocarbon, stable isotope and geochemical study in the Pannonian Basin, Hungary. *Appl. Geochemistry*. <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2010.11.006>
- Vodila, G., Palcsu, L., Futó, I., Szántó, Z., 2011. A 9-year record of stable isotope ratios of precipitation in Eastern Hungary: Implications on isotope hydrology and regional palaeoclimatology. *J. Hydrol.* 400, 144–153. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.01.030>

Dr. Seremet Sándor

Külügyi-, és Külgazdasági Intézet, külső szakértő

Külföldi kutatás helyszíne:

Károly Egyetem, Prága, Cseh Köztársaság

Miért éppen Csehszlovákia?

Regionális, vagy helytörténeti témákkal dolgozva hajlamosak vagyunk arra gondolni, hogy minden szükséges kutatási anyagot a regionális-, az intézményi-, vagy esetleg az adott ország központi levéltáraiban megtalálunk. Sok esetben ez így is van. De mi a helyzet akkor, ha a régió ugyanaz, a központok viszont már nem? Napjainkra közhelyessé vált az a kárpátaljai anekdota, amelyben egy tetszőleges nemzetiségű, vallású idős személyt egy laikussal folytatott beszélgetés során megkérlik, hogy meséljen kicsit az életéről. Az illető elmondja, hogy az Osztrák-Magyar Monarchiában született, Csehszlovákiában járta ki az iskoláit, Magyarországon kezdett el dolgozni, a Szovjetunióban házassodott, ott születtek a gyermekei is és valószínűleg Ukrajnában temetik majd el. A meglepett beszélgető társ konstatálja, hogy a megkérdezett sokat utazhatott, amire kiderül, hogy az illető valójában még sosem hagyta el szülőhelyét.

A XX. század folyamán, mint azt már tudjuk, születése óta Kárpátalja több állam kötelékében volt, így a kutatáshoz szükséges anyagok is más-más helyen érhetők el. Kutatásaim során témám a mai Kárpátalja határainak kialakulása volt, ennek a körülményeit és okait igyekeztem feltárni. Doktori képzésemet Budapesten, a Pázmány Péter Katolikus Egyetem Bölcsészettudományi Kar, Történelemtudományi Doktori Iskolájában kezdtem meg Botlik József vezetése alatt 2010-ben. Kézenfekvő volt, hogy elsősorban a budapesti könyvtárakban és levéltárakban kezdtem meg a munkát. Az Országos Széchényi Könyvtárban elérhető szakirodalom, valamint a Magyar Nemzeti Levéltár iratai tanulmányozása során merült fel, hogy a prágai kutatás elengedhetetlen a téma alapos feltárásához.

Az elképzelések arról, hogy Kárpátalja – akkor még a Magyar Rusz, ahogyan azt a helyi ruszinok vagy a cári oroszok nevezték – melyik állam kötelékébe fog tartozni, már kialakulóban voltak. Annak pontos határai azonban nem voltak kijelölve. Egy dolog volt világos: a Kárpátok déli lejtőin a magyar, román és egyéb nemzetiségek mellett jelentős létszámban szláv ajkú nép él, és az általuk lakott terület egy egységként fog valamelyik államhoz kerülni vagy éppen megmaradni annak kötelékében. Elsősorban Oroszország tartott igényt a területre, a szlávság és a nyelvi rokonság miatt. A háború elején Oroszország közölte szövetségeseivel, hogy hatalma alá kívánja keríteni Galíciát és az akkor még Uhorszka Ruszként emlegetett területet, mivel annak lakosságát orosznak tekintette, mi több, Szergej Szazonov orosz külügyminiszter 1914 szeptemberében kijelentette a szentpétervári brit és francia követségen, hogy a háborúba lépéssel számít ezen területek Oroszország kötelékébe való csatolására (*Rychlík – Rychlíková, 2013*). Egyes részeit azonban Románia követelte magának, egy az oroszokkal kötött egyezmény értelmében, akik bőkezűen adakoztak a még meg nem hódított régióból. A XIX. század végén Románia határain kívül nagyon sok román ajkú ember élt. Ismerte ezt a tényt Oroszország Románia támogatására igyekezett szert tenni azzal, hogy felajánlotta számára a románok által sűrűn lakott Bukovinát a Prut folyóig, valamint Máramaros megye egy részét a Tisza folyóig, ahol jelentős román közösségek éltek. (*Spector, 1962*). Tomaš Garrigue Masaryk, a későbbi csehszlovák elnök, Oroszország területi növekedését kész tényként kezelte. A skót szlavista Robert William Seton-Watsonnal 1914. október 24-25-én Rotterdamban tartott titkos találkozója alkalmával a csehszlovák állam keleti határait az akkori szlovák-ruszin néprajzi határon állapította meg, mindeközben Masaryk kifejtette, hogy Ung, Bereg és Máramaros vármegyék orosz fennhatóság alá fognak kerülni. Masaryk ehhez hasonlóan az általa 1915 májusában az antanthatalmak részére összeállított memorandumban is kinyilvánította, hogy jövőbeli állama keleti határa az északi magyar határtól Ungvárig húzódná, gyakorlatilag az Ung folyása mentén, onnan Kassa felé haladna tovább (*Rychlík – Marzik, 1995*).¹

¹ R. W. Seton-Watson and his relations with the Czechs and Slovaks documents, 1906-1951. Praha: Ústav T. G. Masaryka. 1995. dok. 61. 213. o.

Az orosz területi igények az 1917-es forradalmi események következtében tárgyalanná váltak. Mi több, maga a cári birodalom is az összeomlás szélére került. A birodalom kötelékében élő nemzetiségek, köztük az ukránok is, megkezdték önrendelkezési törekvéseik megvalósítását. Kijevben megalakult az Ukrán Néptanács, amely eleinte föderatív alapon a megújult orosz állam kötelékében kívánt maradni, de később a bolsevik hatalomátvétel után 1918. január 28-án kikiáltotta az autonóm Ukrán Népköztársaság függetlenségét (*Subtelnyj, 1993*). Egyes ukrán elképzelések szerint a mai Kárpátaljai területeket is Ukrajnához kellett volna csatolni, mivel a később az Osztrák-Magyar Monarchia romjain alakuló Nyugat Ukrán Népköztársasággal volt közvetlenül határos. A két ukrán népköztársaság 1919 januárjában egyesült ugyan, de ez nem járt sikerrel. Masaryk 1917-ben Kijevben tartózkodott. Visszaemlékezéseiben azt írta, hogy az ukrán mozgalom vezetőinek nem volt ellenvetése az ellen, hogy a ruszin területeket Csehszlovákiához csatolják (*Masaryk, 2008*.)

Más államok területi igényei mellett a magyar kormánynak is megvoltak az elképzelései a mai Kárpátalját alkotó vármegyékkel (nevezetesen Ung, Bereg, Máramaros és Ugocsa) kapcsolatban. Az 1918. október 31-ei őszi forradalom után a Károlyi Mihály által vezetett Magyar Nemzeti Tanács, miután szembesült azzal, hogy de facto elveszítette Erdélyt és Felvidéket, a mai Kárpátaljára összpontosított. A Károlyi-kormány a népek önrendelkezési jogának biztosítása érdekében, a régióban megalakult ruszin néptanácsok képviselőivel egyeztetve 1918. december 25-én fogadta el a X. Néptörvényt, amely értelmében Ung, Bereg, Ugocsa és Máramaros vármegyék ruszin lakta területein autonóm közigazgatási egységet hoz létre Ruszka Krajna néven. A törvény Zemplén, Szepes, Sáros és Abaúj-Torna vármegyék kérdését nyitva hagyta, ugyanis azok csehszlovák megszállás alatt álltak.²

Ebből kifolyólag, a kutatás kiinduló pontja Ruszka Krajna volt. A terület kialakítására és közigazgatási határai kijelölésére vonatkozó anyagokat a budapesti Országos Széchényi Könyvtárban, különös tekintettel a mikrofilm

² 1918 évi törvények, és néptörvények. 1919 214-215.

részlegesen található korabeli sajtó gyűjteményből, az Országgyűlési Könyvtár, valamint a Magyar Nemzeti Levéltár mikrofilmen tárolt Minisztertanácsi jegyzőkönyveiből gyűjtöttem össze.

Ungvárt már 1919 januárjában megszállták a csehszlovák csapatok, a déli területekre pedig román csapatok vonultak be. A régió területi hovatartozása és határainak megállapítása immár csak hónapok kérdése volt és a világháborút lezáró párizsi békekonferencia kompetenciája lett. Magyarország nem vett részt a békéket előkészítő tárgyalásokon, így nyilvánvalóvá vált, hogy Kárpátalja egy olyan korábbi birtokosa központjában kell keresni a forrásokat, amely ezeken jelen volt.

A történeti viszonylatban tiszavirág életű közigazgatási egység anyaga feldolgozása után szükségessé váltak a prágai kutatások. Az MNL Bécsi kapu téri épületében tárolt Magyar–csehszlovák határmegállapító bizottság iratai akkor még korainak mutatkoztak. Több próbálkozás után, végül a 2014/2015-ös tanévben a Visegrádi Alap Ösztöndíj-pályázatának köszönhetően megkezdhettem a kutatómunkát Prágában.

Az ösztöndíj keretein belül a prágai Károly Egyetem Bölcsészettudományi Kar Közép-Európai Tanulmányok tanszékére kerültem, ahol Robert Pejša segítette a munkámat. Fiatal kutatói buzgósággal a Cseh Köztársaság Nemzeti Levéltárában kezdtem. A katalógusok tanulmányozása, valamint az első kikért anyagok átvétele után kiderült, hogy a helyzet a budapestihez hasonló – korai volt még. A Nemzeti Könyvtárban is hasonlóan alakultak a dolgok. Fogadótanárom javasolta, hogy keressem fel a Prágai Nemzeti Múzeum Levéltárát, azon belül az Antonín Hajn³ fondot. A levéltár egy kis, alig néhány asztalnyi kutatóteremmel rendelkezik, ahol csak a katalógusok találhatók, az iratokat ez alapján lehet megrendelni. Az átfutási idő több hétig is eltarthat, mivel maga az irattár máshol található. A Hajn fond tanulmányozásával párhuzamosan a Jelenkori Történelemtudományi Intézet könyvtárában zajlott az ismerkedés a

³ Antonín Hajn (1868-1949) – Cseh politikus, parlamenti képviselő. Tevékenysége során komoly hangsúlyt helyezett a ruszin kérdésre. A Kárpátaljai Ruszinok Alekszandr Duchnovich társaság tiszteletbeli tagjává választotta.

cseh történelemtudomány Kárpátalja problematikájával foglalkozó kutatásaival. A könyvtár használata egyébként ingyenes, katalógusa online is elérhető⁴.

A Hajn-anyagoknak köszönhetően jóláthatóan körvonalazódott a téma további kidolgozása. Elsősorban a párizsi békekonferencia történései, valamint Kárpátalja területi hovatartozása kérdésében igen nagy szerepet játszó amerikai ruszin emigráció tevékenysége kerültek a központba.

1919. január 18-án kezdetét vette az I. világháborút lezáró békekonferencia. Nemzetközi téren a csehszlovák diplomácia jelentős sikereket ért el. Ekkorra világossá vált, hogy a ruszin kérdés a csehszlovák változat útján kerül megoldásra. A szomszédos Románia és Lengyelország nem igazán tudtak ártani a csehszlovák elképzeléseknek. Lengyelország ugyan intenzíven kiállt egész Galícia annektálása ügyében, beleértve az egységes ukrán és/vagy ruszin területeket, azonban nyíltan kifejezte, hogy nem kívánja államához csatolni a Kárpátok déli lejtőin található ruszin területeket az Ólubló környékén lévő egyes területeken kívül. A román diplomaták még titkon bíztak abban, hogy Kárpátalja Oroszországhoz fog kerülni, és így, a szövetségesekkel 1916-ban kötött titkos egyezmény alapján, a két ország közötti határvonalat a Tisza képezhetné. A Párizsba érkezett sztaniszlávi⁵ és kijevei ukrán kormányok küldöttségeit és azok beadványait nem vették komolyan, mivel Ukrajnát életképtelen politikai egységnek tekintették. Magyarországra legyőzött államként tekintettek, ezért a magyar követelések sem voltak komolyan vehetőek. Oroszországgal kapcsolatban pedig az ott zajló polgárháború kimenetelének bizonytalansága, valamint a bolsevik diktatúra arra kényszerítette a szövetségeseket, hogy elvessenek minden olyan elképzelést, amely Kárpátalja Oroszországhoz való csatolását helyezi kilátásba (Magocsi, 1994). Így a csehszlovák diplomaták joggal érezheték magukénak a sikert Kárpátalja ügyében, különösen, hogy az Amerikában élő ruszinok támogatása mellett már a helyi, Északkelet-Magyarországon élő ruszinok egy részének támogatását is magukénak tudhatták.

⁴ <http://www.usd.cas.cz/knihovna/>

⁵ Sztaniszláv (ma Ivano-Frankivszk) a Nyugat-Ukrán Köztársaság központja volt 1919 januárjától fennállása végéig.

Maga a csehszlovák delegáció két részben érkezett Párizsba. A küldöttség elnöke Dr. Karel Kramář miniszterelnök volt, a fő delegált pedig Dr. Eduard Beneš külügyminiszter. A bizottságnak 17 kérdésre vonatkozó tanácsadói testülete volt. Köztük a Kárpátalja kérdéseiben felelős tanácsadók Anton Beszkid és Jan Sobin, a Kárpátorosz Néptanács képviselői voltak. Sobin a Galíciában élő kárpátoroszokat képviselte (*Houdek, 1931*).

A békekonferencia élén a Tízek Tanácsa állt. Eleinte az új államok területi igényeit hallgatták, de ez sok időt vett igénybe, ezért minden állam ügyében saját bizottságot hoztak létre, hogy először állapítsák meg az esetleges határokat, ami után majd következhetnek a javaslatok és módosítások. A csehszlovák bizottság februárban ülésezett, és az Egyesült Államok, Franciaország, Nagy-Britannia és Olaszország képviselőiből állt. A bizottságot Franciaország képviselője, Jules Cambon vezette, aki teljes mértékben országa érdekeinek keresztülvitelére törekedett. Célja az volt, hogy Lengyelország és Csehszlovákia a lehető legtöbb stratégiaiilag fontos területre tegyen szert, hogy a jövőben egy határos elszigetelési övezet részét képezzék, egyrészt a bolsevik Oroszország, másrészt pedig Németország ellensúlyaként (*Magocsi, 1994*).

A csehszlovák bizottság 1919. február 5-én ülésezett. A tanácskozáson több pontosításra is szükség volt. A felmerült kérdésekkel kapcsolatban a csehszlovák bizottság ezeknek megfelelően 11 emlékiratot (memoire) készített elő. Ezek közül mindegyik egy adott problémával foglalkozott. Szlovákia területi igényeit a Memoire №5 foglalta össze, Kárpátalja kérdését a Memoire №6 taglalta (*Houdek, 1931*). Ezeket a dokumentumokat csak márciusban mutatták be a területi bizottságnak. A Memoire №6 előkészítésében már az amerikai ruszinság képviselője, Gregory Zhatkovich is részt vett.

A dokumentum az alábbi következtetéseket tárta a területi bizottság elé:

1. Magyarország ruszinjai a szlovákhhoz nagyon közel álló nép, amely azonos körülmények között él, akikkel szoros kapcsolatokat ápol, ezért a Csehszlovák Köztársasággal való egyesülésük problémamentes volna.

2. Ez a döntés felel meg a legjobban a politikai valóságnak és az igazságelveknek. Ez az, amire a magyarországi ruszinoknak törekedniük kellene.
3. Egyes Magyarországon élő ruszinok már a nevezett döntés mellett foglaltak állást.⁶

A régió területi hovatartozásának kérdése márciusban eldőlt. A további hónapok inkább a terület jogi státuszának, közigazgatása megszervezésének módja kérdéskörének megvitatásával zajlottak. A párizsi eseményekről a Kárpátalján működő ruszin néptanácsokat Zhatkovich tájékoztatta. Elsődleges feladata a három különböző irányzatot képviselő ráda⁷ összhangba hozása volt. Mindhárom néptanács a régió autonómiájáért küzdött, de más-más állam keretein belül: az eperjesi (korábban teljesen oroszpárti) Csehszlovákia kötelékében, az ungvári Magyarországon és a huszti Ukrajnában.

Zhatkovich 1919. március 12-én érkezett Eperjesre, ahol a helyi ruszin rádával tanácskoztak. Képviselői mindent jóváhagytak, amiről az amerikai bizottság beszámolt, majd felhatalmazták, hogy tevékenykedjen a három ráda, azaz az eperjesi, az ungvári és a huszti, egyesítésének érdekében.

Zhatkovich az Ungvári Ruszin Néptanács képviselőivel március 15-én találkozott; nekik is válaszolt az Egyesült Államokban élő ruszinok döntését, a Masarykkal folytatott tárgyalásokat, valamint a párizsi eseményeket, ami után az ungvári ráda elfogadta a ruszin területek Csehszlovákiához történő csatolásának Zhatkovich által kidolgozott feltételeit. A tanácsok egyesítésének folyamata viszonylag gyorsan ment (*Zhatkovich, 1921*). A három ruszin néptanács képviselői 1919. május 8-án az ungvári vármegyeháza épületében ültek össze, amelyet felfegyverzett légionárius katonák vettek körül. A megjelentek a három rádából megalakították a Központi Orosz (Ruszin) Néptanácsot (Centraljna Ruszka Narodna Rada). A gyűlés végül kimondta a Ruszinföld Csehszlovákiához való önkéntes csatlakozását (*Botlik, 2005*).

⁶ ANM: Fond. Antonín Hajn K. č. 216. 5887. Memorie №6... 9. o.

⁷ Magyarország és az Egyesült Államok területén létrejött néptanácsokat a „ráda” néven is említették, ami a „tanács” ruszin (és egyéb keleti szláv nyelvekben) megfelelője.

A Központi Orosz Néptanács ülése után további tárgyalások zajlottak a csehszlovák vezetőség és az immár egyesített ruszinság képviselői között azoknak a bizonyos jogi feltételeknek, valamint az egyetlen megoldatlan kérdés – a szlovák-ruszin határ ügyében. A többhónapos tárgyalások eredményeképpen születtek azok a feltételek, amelyeket később a Saint Germain en Laye-i szerződésben is rögzítettek. A ruszin-szlovák határt a csehszlovák diplomácia szájízének megfelelően alakították, annyi kitételrel, hogy az ideiglenes marad, de mint tudjuk, semmi sem olyan állandó, mint az, amit ideiglenesnek terveznek. Jelen határvonal Kárpátalja teljes Csehszlovák korszaka idején éles viták tárgya volt. A „külső” határokat 1919 nyarán két jegyzékben rögzítették: a csehszlovák-magyar határt június 12-én, a csehszlovák-román határt augusztus 7-én. Ezt már csak a Saint-Germain-en-Laye-i szerződés aláírása követte szeptember 10-én.

A diplomáciai iratok jelentős része, más a kutatás szempontjából fontos iratok mellett, az Antonín Hajn fondban is megtalálható volt. Ilyenek voltak a csehszlovák-magyar és csehszlovák-román jegyzékek, a Saint Germain en Laye-i szerződés, de ott sikerült megtalálni a Memoire № 6 egyik példányát is, valamint a ritkaságnak számító Expose-t, Zhatkovich 1921-ben kiadott ruszin nyelven, latin betűkkel írt emlékiratait. A csehszlovák béke delegáció iratainak túlnyomó részével azonban a Cseh Külügyminisztérium Levéltárában dolgozhattam. A Külügyminisztérium épületében a tetőtér a kutatóké. Az egyetem által kiállított támogató nyilatkozatnak köszönhetően sikerült beiratkozni. A levéltárlátogatás külön procedura, hiszen az egyértelmű e-mailes bejelentkezésem kívül, miután a kutató az épületbe érkezik, a portán található telefonon hívja fel a levéltárat és bemondja a nevét. Ezután átesik egy repülőtérihez hasonló biztonsági ellenőrzésen, majd a levéltár dolgozója felkíséri a kutató terembe. Belépésre csak minden óra egészkor van lehetőség, tehát késés esetén akár egy órát is kell várni. Hasonlóképpen zajlik a távozás is. Csak dolgozói kísérettel lehet elhagyni a levéltári szintet, amely kíséret a földszinti portáig tart.

Mivel a csehszlovák béke delegáció kötelékében a ruszinság képviselői is dolgoztak, a külügyminisztériumi levéltárban nagy mennyiségű regionális vonatkozású dokumentum is fellelhető. A delegációnak több orosz/ruszin nyelven írt levelet is címeztek a különböző bizottságok és tanácsok vezetői, amelyben kifejtették hogyan látják a régió és azon belül közösségük jövőjét. Ezek között nagy mennyiségű dokumentum vonatkozik a szlovák-ruszin határ problémájára.

Kárpátalja határainak kialakulása kérdésében ritkán merül fel a csehszlovák (kárpátaljai) – lengyel határ. A csehszlovák delegáció ruszin képviselője, a Beszkid Anton vezetése alatt álló eperjesi központú Ruszin Tanács még 1918. december 21-én tartott gyűlésén egyesült a Galíciában élő Lemkók Orosz Tanácsával, ezzel megalakítva a Csehszlovákiával való egyesülést támogató Kárpátorosz Néptanácsot. 1919 első heteiben nem volt komolyabb megnyilvánulásuk, azonban 1919. január 21-én a Galíciai Kárpátaljai Ruszinok Tanácsának (Rada Galickih Podkarpatskich Ruszinov) titkára, Dimitrij Viszlockij levelet írt Beszkidnek. Viszlockij rövid felvezetéssel nyitja a levelét, amelyben vázolja, hogy Galícia több körzete⁸ egyhangúan kifejezte akaratát még 1918. december 5-én, Nyugat Galícia minden orosz településének gyűlésén, hogy a körzetek orosz lakossága „osztatlan egységben szeretné sorsát összekötni a magyar oroszokkal.” A szerző Beszkid közbenjárását kérte az ügyben, valamint jelezte, hogy a községek csatlakozási leveleinek egy részét csatolja, a többi gyűjtése folyamatban van. A levélhez egy térképet és a települések listáját is csatolta.⁹ A kezdeményezésnek természetesen nem lett eredménye. Bár Beszkid erőteljesen kiállt a Galíciában élő ruszinok csatlakozása mellett, de Beneš ezt elvetette. Úgy vélte, hogy az elképzelés megvalósíthatatlan, mi több, konfliktushoz vezethet Lengyelországgal, amellyel amúgy is területi igényütközésben állnak Tessény és környéke miatt (Pop, 2005).

8 Novjé (Új) Torh (Новый Торгъ) Novjé (Új) Szjan (Новый Санъ), Gribov (Грыбовъ) Gorlice (Горлицы), Jaszlo (Ясло), Koriszno (Корисно), Szjanok (Сянокъ), Leszko (Льско)

9 Archiv Ministerstva Zahraničnich Vecí Praha (a továbbiakban AMZV): Mírová Konf. a Reparace 1918-1938. Karton č 3. Svaz č 12. věc 304. o.

Visszatérve az Egyesült Államokban élő ruszinokra, tevékenységükről és az európai folyamatokra gyakorolt hatásukról elmondható, hogy az amerikai diaszpóra már akkor tudta és eldöntötte, hogy az akkor még Magyarországhoz tartozó páttriájuk az új Csehszlovákiához fog tartozni, amikor otthonmaradt testvéreik még épphogy csak megkezdték a különböző tanácsaik megszervezését.

Az USA-ban élő ruszinok nem rendelkeztek politikai szervezetekkel és kis mértékben foglalkoztak régiójuk jövőjével. Egyes csoportok úgy vélték, hogy a régiónak Galíciával és Oroszországgal kellene egyesülnie, hiszen az egykori orosz háborús tervek következtében közös határa lett volna a Kárpátok két oldalán élő szlávoknak. A Kárpátjáról, Bukovinából és Galáciából származó ruszinok 1917-ben megalapították a Kárpátmelléki Rusz Felszabadításáért Szövetséget, amelynek célja pont az orosz integráció volt. A bolsevik hatalomátvétel persze felülírta ezeket a terveket. Az oroszpartí mozgalom egyik vezéralakja, a galíciai születésű Pjotr Hatalak így emlékezett vissza az eseményekre: „Már 1917 végére világossá vált a magyarorosz vezetők részére, hogy a Magyar Rusz nem egyesülhet Oroszországgal, de Magyarország része sem maradhat tovább. Oroszországhoz azért nem csatlakozhat, mert ott a bolsevikok uralkodnak már, a kommunisták hatalma alatt pedig nem kívántunk lenni.” (*Hatalak, 1935. 19-20.*).

Az események 1918 májusától gyorsultak fel, amikor Masaryk az Egyesült Államokba érkezett. Május 30-án Pittsburghban aláírásra került a cseh és a szlovák nemzet képviselői egyezménye, amely kijelentette a csehszlovák egységet és célul tűzte ki a közös állam létrehozását. Itt vették fel Masarykkal a kapcsolatot a korábban még oroszpartí ruszin csoportok képviselői. 1918. június 23-án a ruszin egyházi és vallási szervezetek Homesteadban tartottak gyűlést, amelyen megalakították a Magyaroroszok Amerikai Néptanácsát (Amerikanszka Narodna Rada Uhroruszinov, ANRUR). A tanács élére a fiatal jogász, Gregory Zhatkovich került. A gyűlés a Magyarországon belüli autonómia mellett foglalt állást. Ha erre nem lenne lehetőség, akkor a ruszinoknak a Galíciában és Bukovinában élő ukránokkal kellene egyesülniük, ha ez sem

valósulhat meg, akkor egy másik állam kötelékében kapjanak autonómiát, úgy, hogy megmaradjon nemzeti jellegük (*Rychlík – Rychlíková, 2013*).

Zhatkovich az említett lehetőségek megvalósításán dolgozott. Kapcsolatainak köszönhetően október 21-én már Woodrow Wilson elnök elé terjeszthette az ANRUR kidolgozott memorandumát. Wilson tanácsára Zhatkovich Masarykkal is találkozott. A tárgyalások és egyeztetések következtében, amelyekről Zhatkovich folyamatosan tájékoztatta az ANRUR-t, a végleges döntés a tanács november 12-ei Scrantonban megtartott ülésén született meg: Kárpátjának Csehszlovákiával kell egyesülnie. A scarntoni döntés nyomatékosítása érdekében az Amerikában élő ruszinok körében népszavazást tartottak, amely során a szavazók 67%-a döntött Csehszlovákia mellett. A csehszlovák béke delegáció Párizsban ezekre az eredményekre hivatkozva alapozta meg területi igényeit Kárpátjára nézve (*Zhatkovich 1921*).

Az ruszin emigráció tevékenységének feltárásához a rendkívül gazdag szakirodalom és a számos emlékirat feldolgozása mellett forrásokra is szükség volt. A prágai Tomáš Garrigue Masaryk Intézet Levéltára (Eduard Beneš és a Podkarpatská Rus fond) nagy segítséget nyújtott az adott kérdésben, ugyanis az amerikai ruszin szervezetek vezetői memorandumai, levelei és nyilatkozatai eredeti példányai is megtalálhatók ott. Az ANRUR egyes jegyzőkönyveit a Cseh Köztársaság Elnöki Hivatalának Levéltárában őrzik. A kutatás során érdekességgént mutatkozott, hogy különböző munkákban és forrásokban az amerikai ruszinok elképzelései különbözőképpen kerülnek bemutatásra. Erre először Magocsi, mára már bibliográfiai ritkasággá szorult, eredetileg 1978-ban angolul megjelent 1994-es ukrán nyelvű munkájában figyeltem fel. A TGM intézetben őrzött, Woodrow Wilsonnak október 21-én átadott memorandumban az alábbi olvasható:

1. „Ha a háború után a legkisebb nemzeteket is megilleti a teljes függetlenség, ebben az esetben arra kérjük Excellenciáját, hogy a békekonferencián figyelembe vételessék, hogy a magyaroroszok önmaguk saját országot kell, hogy alapítsanak

2. Ha a magyaroroszok részére a teljes függetlenség megvalósíthatatlan, így eredeti határaikon belül alakíttasson egy a magyar ruszinokból, valamint Galícia és Bukovina ruszinjaiból álló köztársasági kormány.
3. Ha a békekonferencián az országok megtartják eredeti határaikat, a magyar ruszinok pedig továbbra is Magyarország határain belül maradnak, arra kérjük Excellenciáját, hogy fordítsa minden befolyását arra, hogy a magyar ruszinok kapják meg a lehető legszélesebb autonómiát, hogy a jövőben is biztosítva legyen nemzeti létük.”¹⁰

A szakirodalomban lévő eltérésekre terjedelmi okokból kifolyólag nem térek ki, azonban *Magocsi 1994-es*, fentebb már említett munkájában kihangsúlyozza, hogy a homesteadi egyezmény jelentősen eltér attól a memorandumtól amelyet Zhatkovich csak 1918 októberében terjesztett Wilson elé. Magocsi az Egyesült Államokban megjelenő Amerikansky Russky Viestnikre hivatkozik, amelyben az ANRUR alakuló üléséről tudósítottak. A kérdés roppant érdekes. Sajnos az amerikai lapot sem Prágában sem Budapesten nem lehetett elérni, online is csak a Historical Society of Pennsylvania felületén találtam meg, ott is csak annyit, hogy mikrofilmen elérhető. 2015-ben egy magánutazás keretén belül sikerült eljutni az intézet philadelphiai székhelyére. A látogatást több hónapos levelezés előzte meg, de végül a Philadelphiai Történelmi Közösség kutatótermében sikerült mikrofilmen megtalálni az Amerikansky Russky Viestnik 1918. június 26-ai számát, ahol az alábbi sorokat olvashatjuk: „*A Néptanács kéri, hogy kerüljön kidolgozásra a ruszinok önrendelkezése Magyarországon. Akár megmaradnak Európa országainak háború előtti határai, akár nem, önrendelkezést kérünk a magyar ruszinok számára. Ha megmaradnak a háború előtti határok, a ruszinok, mint a leghűségesebb nép, gens fidelissima, megérdemlik, hogy Magyarország adjon nekik autonómiát. Ha új határok lesznek, azokat minden néppel egyeztetni kell; tehát a magyaroroszok nem csatlakozhatnak senki másához, mint legközelebbi vér-, nyelv-, és vallás szerinti testvéreikhez – a*

10 AÜTGM – fond TGM R Podkarpatska Rus Krabice 400. Složka 1. 1918-1920. Memorandum from The American National Council of Uhro-Rusins to His Excellency Woodrow Wilson, The President of the United States of America. 3. o.

*galíciai és bukovinai ruszinokhoz. De amennyiben az ukrán és orosz (galíciai ruszofil) idegen igények következtében feloszlattatnánk, a Nemzeti Tanács autonómiát fog követelni a magyaroroszok részére, úgy, hogy megtarthassák nemzeti jellegüket.”*¹¹

Az intézet könyvtára és mikrofilm-tára ingyenesen használható. A korabeli újságokat mikrofilmen tárolják. Az olvasáshoz ugyanazokat a gépeket használják Amerikában is, amelyeket Budapesten az Országos Széchényi könyvtárban is. A könyvtár ingyenes használata mellett a mikrofilmek tartalma ingyen szkennelhető. Az egyedüli feltétel, hogy a szkennelt anyagot töltsük fel az intézet tárhelyére is.

A Cseh Köztársaság Nemzeti Levéltárába végül csak akkor kerültem vissza, amikor a párizsi és az amerikai események kérdéskörének lezárása után kutatásom konkrétan a határkijelölés folyamatára szűkölt. A határkijelölést ugyanis a csehszlovák Közmunka Minisztériuma (Ministerstvo Verejních Práci) felügyelte és valósította meg. Iratait a Cseh Köztársaság Nemzeti Levéltárában őrzik. Az adott kérdéshez a Klementinum ritkábban látogatott Szlavisztikai könyvtára is jelentős segítséget nyújtott. A könyvtárban az amerikai emigránsok emlékiratai (mint pl. Hatalaké is) a Csehszlovák köztársaság évkönyvei (Ročenka Československé Republiky) is megtalálhatók. Az évkönyvek részletesen beszámoltak az országban zajló eseményekről és eredményekről. Az első évfolyamban olvashatunk Podkarpatszka Ruszról is. A terület bemutatásán kívül Csehszlovákiához való csatlolásának jogossága mellett is hevesen érveltek a szerzők. Minden évben tudósításokat közöltek a határkijelölés munkálatairól is. Ebből a szempontból az évkönyvek nélkülözhetetleneknek bizonyultak a kutatásban.

A határkijelölés hosszú és bonyolult folyamat volt, amely a terepmunkákon kívül rendkívül pontos háromszögelési és térképészeti munkát is jelentet. A munkákat három szakaszon – csehszlovák-magyar, csehszlovák-román és

11 Американский Русский Вестникъ (Amerikansky Russky Viestnik, mikrofilm – Library of the Historical Society of Pennsylvania, Philadelphia) Homestead, Pennsylvania, USA, XXVII évf. № 28. 1918. 07. 26/08.08., 1. o.

csehszlovák-lengyel – folytatták. A határkijelölés 1926 tavaszán fejeződött be a csehszlovák-lengyel határszakasz határköveinek elhelyezésével. A határ-dokumentáció előkészítése 1927-re maradt (Ročenka Československé Republiky, 1927). Az elkészült iratokat, az 1:200.000 léptékű általános térképet, a határ részletes leírását és a hozzá tartozó 1:2880 léptékű térképet, valamint a munkabizottságok jegyzőkönyveit tartalmazó dokumentációt 1927. szeptember 10-én írták alá Párizsban, pontosan 8 évvel a Saint-Germain-el-Laye-i szerződés aláírása után.

Kárpátalja múltja összetett. Különböző államok kötelékében fejlődött más-más érdekek mentén. Történetét pont emiatt nem lehet és nem is szabad egy állam, egy nézőpont szerint vizsgálni. A több országban (és végül is kontinensen) elhelyezett és őrzött dokumentumok, tudományos munkák és sajtótartalmak lehetőséget biztosítottak arra, hogy betekintést nyerjünk a régió kialakulásában résztvevő nemzetközi politikai játékosok gondolataiba.

Akkor végül is miért éppen Csehszlovákia? A területre igényt tartó létező és még csak tervben lévő államok ezt a bizonytalanságot kihasználva igyekeztek a maguk oldalára állítani azt a kis népcsoportot, amely szentül hitte, hogy önmaga rendelkezik sorsa felett. De ahogyan az életben lenni szokott, a ruszinok és a területük csupán a náluk jóval erősebb és jelentősebb játékosok gazdasági, politikai és katonai céljai elérésének eszköze lett az első világháború lezárása után kialakult játszmában. Az adott körülmények között egy többnemzetiségű Csehszlovákia valóban kecsegető lehetőségnek mutatkozott, hiszen egy tiszta lappal induló új államban megalapozható lett volna a ruszin államiság. A ruszinság Ruszinszko szeretett volna lenni Csehszko és Szlovenszko mellett a Cseh-Szlovák-Ruszin Köztársaságban.

Felhasznált források

Archív Ministerstva Zahraničních Vecí, Praha (Külügyminisztériumi Levéltár, Prága): Fond Mírová Konf. a Reparace 1918 - 1938.

Archív Národního Muzea, Praha (A Cseh Nemzeti Múzeum Levéltára, Prága): Fond Antonín Hajn

Archív Ústavu TGM, Praha (TGM Intézet Levéltára, Prága): Fond Podkarpatská Rus

Publikált források, szöveggyűjtemények, emlékiratok:

1918. évi X. néptörvény – teljes szöveg: *1918. évi törvények és néptörvények*. Budapest, Franklin Társulat, 1919. 214-215.

Hatalák, Petr: *Jak vznikla myšlenka připojití Podkarpatskou Rus k Československu*. Štátní Tiskárna, Užhorod, 1935. 38. o.

Masaryk, T. G.: *Svetová Revoluce II. Ústav Tomaše Garrigue Masaryka Praha*, 2008. 357. o.

Ročenka Československé Republiky. Ročník VI. red. Dr. Antonín Hajn, Náklad Tiskového Odboru ČSL, *Národní Demokracie v Praze*, 1927.

Rychlík, J. – Marzik, Th. D. – Bielik, M. (eds.) *R. W. Seton-Watson and his relations with the Czechs and Slovaks documents, 1906-1951. I. Praha: Ústav T. G. Masaryka*. 1995. 648. o.

Zsatkovich, G. I.: Expose. „Rusin Information Bureau” printed by „*Am. Russky Viestnik*” Homestead, 1921. 25. o.

Американскій Русскій Вѣстникъ (Amerikansky Russky Viestnik, mikrofilm – Library of the Historical Society of Pennsylvania, Philadelphia) Homestead, Pennsylvania, USA, XXVII. évf. № 28. 1918. 07. 26/08.08.

Felhasznált irodalom

- Orest S.: *Istoriya: Ukraina*. Kyiv, Lybid (Орест Субтельний Україна Історія. Київ Либідь). 1992. 592 o.
- Pop, I.: *Dějiny Podkarpatské Rusi v datech*. Libri Praha 2005. 534. o.
- Rychlík J. – Rychlíková M.: *Hospodářský, sociální, kulturní a politický vývoj Podkarpatské Rusi 1919-1939*. Národohospodářský ústav Josefa Hlávky, Praha. 2013. 183. o.
- Botlik J.: *Közigazgatás és nemzetiségi politika Kárpátalján I*. Nyíregyháza, 2005., Kiad. Nyíregyházi Főiskola Ukrán és Ruszin Filológiai Tanszéke, Veszprémi Tanárképző Kara. 522. o.
- Magocsi, P. R.: *Formuvannya Nacionaljnoji Szamoszvidomosztyi: Pidkarpatszka Rusz (1848-1948)* (Paul Robert Magocsij – *A nemzeti öntudat kialakulása: Podkarpatszka Rusz (1848-1948)*) Uzshorod, 1994.
- Spector, Sh. D.: *Rumania at the Paris Peace Conference*. Bookman Associates, INC. New York, 1962, 368. o
- Houdek, F.: *Vznik hraníc Slovenska*. Prudón, Bratislava, 1931. 412. o.

Dr. Szakál Imre

*II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola, Történelem-
és Társadalomtudományi Tanszék*

Külföldi kutatás helyszíne: Cseh Nemzeti Levéltár, Prága, Cseh Köztársaság

Kárpátalja két világháború közötti történetének kutatási lehetőségei Csehország közgyűjteményeiben

„Az a miénk volt!” Csehszlovákia és Kárpátalja

2012 őszén volt először lehetőségem arra, hogy a Cseh Nemzeti Levéltárban kutathassak. Akkori témám az első csehszlovák földreform során létrehozott kárpátaljai telepes falvak története volt, ami föltétlenül megkívánta a prágai, pozsonyi kutatóutakat, amelyekre azóta is meleg szívvel emlékszem vissza. A Cseh Nemzeti Levéltár Prága külterületén található modern, színes épülete az első látogatás alkalmával zord őszi idő ellenére is mosolyt csalt az arcomra. Kutatói vággyal és csapnivaló cseh nyelvtudással – ami leginkább abból állt, hogy az ukrán a szlovák és a cseh furcsa elegyét próbáltam csehnek tűnő hangsúlyozással eladni – regisztráltam. A regisztrációs pult mögött egy, az első Csehszlovák Köztársaság domborzati viszonyait bemutató térkép volt a falon. A levéltáros – akinek köszönhetően az első mondatváltás után az is tudatosodott bennem, hogy nemcsak beszélni nem tudok csehül, de a hallott szövegértésem sem a legjobb (hiába, egy cseh nyelvtanuló CD kalózpéldányának

néhány hónapig tartó hallgatása az autóban nem tesz csodát) – a regisztrációs lapom átvételekor boldog mosollyal konstata, hogy azon Kárpátját tűntettem fel, és széles mozdulattal a térkép felé bökkve kijelentette: „Az a miénk volt!”.

A párizsi békekonferencián a csehszlovák béke delegáció vezetője, Edvard Beneš 1919. február első napjaiban tárta a csehszlovák követeléseket a konferencia Legfelsőbb Tanácsa elé. Ekkorra Csehszlovákia leendő területeinek jelentős részét már fennhatósága alá vonta a csehszlovák hadsereg. Februárban kezdett el foglalkozni a békekonferencia cseh-szlovák ügyek bizottsága a ruszinok lakta hegyvidék kérdésével (*Ádám–Ormos–Barabás, 2007*). A bizottság igazán színes összetételű volt. Tagjai között volt kalandos életű olasz márk, amerikai történész, angol főúr, a világháborúban edzett francia tábornok, vagy éppen egy volt ausztrál miniszterelnök. A bizottság jegyzőkönyvei arról árulkodnak, hogy a ruszinok területének jövőjével kapcsolatosan több elképzelés is felmerült. Az első az volt, hogy az akkor épp az egyik oldalról a szovjetek, a másik oldalról a lengyelek által szorongatott, bontakozó ukrán államhoz csatolják a ruszinokat. A második felvetés az volt, hogy maradjassanak Magyarország kötelékében. A harmadik a Csehszlovákián belüli ruszin autonómia terve volt. A negyedik szerint a terület egy részét Csehszlovákiához, Máramaros vármegyét pedig Romániához csatolták volna. Felmerült továbbá az is, hogy a Kárpátok déli lejtőin élőket Lengyelország gondjaira bízák (*Ádám–Ormos–Barabás, 2007*). Az első kettőt a bizottság hamar elvetette. Az ukrán állam létrehozásának kérdése nehéz ügy volt, hisz a függetlenségüket kívánó ukránok olyan területeket igényeltek, melyeket az újonnan létrejövő Lengyelország is követelt, így Párizsban egyáltalán a galíciai ukrán államiség támogatása is erősen kérdéses volt. Azt, hogy Magyarországnál hagyják a ruszinok területét, az olasz küldöttn kívül mindenki elvetette, mégpedig azzal az indokkal, hogy ilyen esetben nem jöhetett volna létre a Csehszlovákia és Románia közötti vasúti összeköttetés, mely a bizottság döntéshozatalának egyik nagyon fontos szempontja volt (*Ádám–Ormos–Barabás, 2007*). A Csehszlovákiával való

egyesülést az amerikai delegátusok javasolták elsőként. Amerikai javaslat volt az is, hogy Csehszlovákiát kötelezzék a ruszin autonómia biztosítására, illetve javasolták, hogy győződjenek meg arról, a ruszinok is szívesen fogadják-e ezt a forgatókönyvet. A brit küldött üdvözölte a javaslatot, azzal az indoklással, hogy ezzel megakadályozhatják, hogy Magyarország Románia és Csehszlovákia közé ékelődjék. A francia küldött pedig biztosította kollégáit, hogy a „ruszin lakosság bizonyos felvilágosult elemei is kijelentették, hogy szívesen egyesülnének a csehszlovákokkal”. Erről a megoldásról még megjegyezte: „Ez nem tökéletes, de ez a legcélszerűbb” (*Ádám–Ormos–Barabás, 2007*). A ruszin területek akár egy kis részének is Romániához való csatolását az amerikai, a brit és a francia küldöttek is ellenezték, még akkor is, ha ezzel nemcsak a csehszlovák-román, de a román-lengyel összeköttetés is létrejöhetett volna a Kárpátok hágóin keresztül. Legtöbbször hangoztatott – nem túl meggyőző – ellenérvük az volt, hogy nem lenne szerencsés a görögkatolikus ruszinok és a görögkeleti románok egy államban való egyesítése. A Lengyelországgal való egyesülés csupán említésszerűen merült fel, s gyakorlatilag vita tárgyát sem képezte. Az elvi döntés a ruszinok sorsáról így már februárban megszületett a békekonferencián. A cseh-szlovák ügyek bizottságában csak az olasz küldött fejezte ki elégedetlenségét a tervvel kapcsolatban, mindazonáltal megjegyezte: „ez a megoldás rossz megoldás; ám – mindent összevéve – egy ellenséges állam [értsd: Magyarország] számára kedvezőtlen” (*Ádám–Ormos–Barabás, 2007*).

1919 márciusától 1919 júniusáig döntés született a véglegesnek szánt csehszlovák–magyar határról, amit persze majd a határmegállapító bizottságok hosszas helyszíni munkája követett. Párizsban viszont eldőlt a legfontosabb elvek. Nem elhanyagolható tény, hogy az első Csehszlovák Köztársaság kötelékében létrehozott Podkarpatszka Rusz alföldi részén többségében magyarok éltek. A fentebb leírtakból is világos, hogy Kárpátalja déli határának kialakításában a legfontosabb tényező a magyar etnikai területen húzódó vasút volt, mely a Csehszlovákia és Románia közötti kapcsolatot biztosíthatta. Ennek megfelelően döntöttek, városok, falvak, közösségek hovatartozásáról. Az amerikai fél

hangoztatta kétségeit azzal kapcsolatban, hogy jelentős számú, tömbben élő magyar kisebbség kerüljön csehszlovák fennhatóság alá, megjegyezve, hogy ez a későbbiekben az irredentizmus veszélyét jelentheti. A bizottság azonban, az etnikai elv figyelembevételével szemben, a már ismertetett gazdasági és stratégiai érvek mellett egy másikat is megnevezett: az ellenség gyengítésének szükségességét.

1919. szeptember 10-én Saint-Germain-en-Laye-ben Ausztriával megkötött békeszerződés kimondta:

„Tekintettel arra, hogy Csehországnak, Morvaországnak és Szilézia egy részének népei, úgyszintén Szlovákia népe saját akaratukból elhatározták, hogy Csehszlovák Köztársaság név alatt egy egységes, szuverén és független állam létesítése céljából állandó szövetségben egymással egyesülnek és ezt az egyesülést végre is hajtották, figyelemmel arra, hogy a Kárpátoktól délre lakó rutén nép ehhez a szövetséghez csatlakozott... a Szövetséges és Társult Főhatalmak a Csehszlovák Köztársaságot szuverén és független államként elismerik” (Fedinec, 2001).

A békeszerződés 10. és 13. cikkelyében a prágai kormány kötelezte magát, hogy autonómiát ad „Podkarpatszka Rusznak”, azonban ez 1938 őszéig elmaradt. A terület közigazgatása több lépcsőben formálódott. Jan Breicha (csehszlovák részről) és Edmund Hennoque francia tábornok (szövetségi részről) kiadták 1919. november 8-án az ún. Generalny Statutumot, amely kimondta, hogy Csehszlovákia kötelezi magát létrehozni a kárpátaljai Ruszin Területet, mint autonóm egységet a csehszlovák államban, és felruhazza a „legmesszebb autonómiával.” 1920. február 29-i csehszlovák Alkotmánylevelével 3.§-a is megerősítette, hogy Kárpátalja a legszélesebb körű autonómiát fogja kapni az „egységes és oszthatatlan” csehszlovák államon belül (Fedinec, 2001).

Kárpátalja csehszlovák államon belüli külön igazgatását 1919 novembere és 1920 februárja között a Direktórium, utána pedig a kormányzói hivatal és az élén álló kormányzó biztosította (Fedinec, 2001). A rövidéletű Direktórium,

mely a kárpátaljai lakosság körében nem volt egyértelműen népszerű, Gregory Zhatkovich ruszin–amerikai ügyvéd vezetésével a békeszerződésben foglalt azon előírást volt hivatott betartani, mely szerint a terület igazgatását a ruszinok láthatják majd el (Pejša, 2016). A terület első kormányzója is Zhatkovich volt, aki 1921-ben a ruszin autonómia ügyének sikertelensége feletti csalódottságában lemondott. Jól jellemzi Prága politikáját Kárpátalja irányába, hogy ezt követően két évig nem is neveztek ki kormányzót, a kormányzó pontos adminisztratív hatáskörét nem írták körül. Egy idő után Kárpátalja bizonyos mértékű közigazgatási különállását egyedül a kormányzói tisztség jelképezte. 1923-ban Anton Beszkid válhatott a terület első emberévé, és tisztségét 1933-ig töltötte be. Őt Konstantin Hrabár követte, aki 1935 és 1938 között bírhatta a hivatalt. Aztán 1938-ban majd egy hónapig, az autonóm Podkarpatszka Rusz létrejötte előtt Iván Párkányinak is jutott egy hónap kormányzóság; valamennyien ruszin származásúak voltak. (Pejša, 2016) A kormányzó mellett, a közigazgatás valódi vezetője az 1919 nyaratól az 1928-as közigazgatási reformig a Polgári Közigazgatási Hivatal vezetője, az alkormányzó volt. 1928-ban a közigazgatási reform következtében a Közigazgatási Hivatal Tartományi Hivatallá alakult, élén a tartományi elnökkel, aki a korábbi alkormányzó lett. Az első alkormányzó 1920–1923 között Petr Ehrenfeld volt, őt Antonin Rozsy-pal követte egészen 1937-ig irányítva a területet. 1928-tól tartományi elnökként. 1937–1938-ban Jaroslav Meznik töltötte be ezt a pozíciót. Valamennyien cseh nemzetiségűek voltak. (Tokar–Fedinec, 2010)

A kormányzó intézményét az autonómia kezdeti lépésének aposztrofálta a központi hatalom. A lényeges dolgok továbbra is Prágában dőltek el. 1920-ban Kárpátalja még a választásokból is kimaradt, mert ekkor a területének máramarosi részén még a román hadsereg tartózkodott (Tokar–Panov, 2010). A területen nagyszámú cseh hivatalnok jelent meg. Prágában azzal érveltek, hogy a helyi ruszinság körében nincs megfelelő számú értelmiség a közhivatalok ellátására, a magyar, a német, esetleg a zsidó értelmiségiek pedig megbízhatatlanok (Tokar–Panov, 2010). 1921-re szilárdult meg a közigazgatási tagolás

– Ungi, Beregi, Máramarosi zsupára osztották fel a területet. 1928 júliusától Kárpátalja – Csehországgal, Morvaországgal, Sziléziával, Szlovákiával együtt – Csehszlovákia egyik tartománya lett, ami a közigazgatás uniformizálását is magával hozta, bár Kárpátalján megtartották a kormányzó jelképes hivatalát is. Az 1928-as közigazgatási reform hozta létre azt a járási rendszert Kárpátalján, ami kisebb-nagyobb változásokkal napjainkban is működik. Ezzel felszámolva azokat a zsupákat, melyek területüket tekintve a régi vármegyerendszerre alapultak (*Tokar–Panov*, 2010).

Az első világháború után létrejövő új közép-európai államalakulat sajátos egysége volt Podkarpatszka Rusz, az államalkotó központtól mind földrajzilag, mind gazdasági fejlettség tekintetében messze elhelyezkedő terület ismeretlen terep volt Prága számára. Ferdinand Peroutka a két világháború közötti Csehszlovákia egyik legismertebb publicistája, már-már történészi alapossággal megírt *Budovani Štatu*, az *Állam Építése* című többkötetes munkájában is szikár egyszerűséggel úgy jellemezte Kárpátalját: Podkarpatszka Rusz természetesen ismeretlen volt a cseheknek, mondhatni teljesen ismeretlen. A csehszlovák időszak egyik első politikai pamfletjében a mélyszegény Kárpátaljáról pedig mint „problémás ügyről” írtak, úgy fogalmaztak, hogy „hátrány inkább, mintsem előny” a köztársaság számára (*Magocsi*, 1978).

Kutatási lehetőségek

A történész kutatásait általában könyvtárban kezdi. A Kárpátalja történetével kapcsolatos szakirodalom roppant gazdag, igaz ez a cseh nyelvű munkákra is. Ha valaki csehországi kutatásra adja a fejét, akkor nagy valószínűséggel nem kerülheti meg a Cseh Nemzeti Könyvtárban való kutatásokat. Prága pezsgő belvárosában, a Klementinum épületegyüttesében található könyvtár gazdag tárháza a Kárpátalja két világháború közötti történetével foglalkozó irodalomnak.

A könyvtár könnyen használható internetes katalógusában¹ nem csak kikereshetjük a minket érdeklő könyveket, de akár online előrendelhetjük őket. A könyvtárba történő bejutáshoz pedig csupán egy egyszerű regisztráció szükséges. Jó hír, hogy a Cseh Nemzeti Levéltárnak immár egy nagyon jól használható digitális gyűjteménye is elérhető, amelyben rengeteg szabadon hozzáférhető tartalom között böngészhetünk.²

A levéltári kutatások előkészületeihez jó segítséget nyújthat a Badatelna.eu³ című honlap, amely több csehországi közgyűjtemény katalógusának, illetve digitalizált iratainak gyűjtőhelye. A felületen egy szabadszavas kereső mellett több közgyűjtemény fondkatalógusa is böngészhető. A Csehországban elérhető digitális levéltári kutatási lehetőségekről Kún Emese 2018-ban publikált tanulmánya nyújt betekintést.

Ha Kárpátaljával kapcsolatos iratokat kíván valaki kutatni Csehországban, a legvalószínűbb, hogy a Cseh Nemzeti Levéltár gyűjteményét fogja felkeresni először. A csehországi levéltári kutatásokkal kapcsolatban, így a Cseh Nemzeti Levéltárban történő kutatás praktikus tudnivalóiról Málik Zoltán 2016-ban publikált hasznos ismertetőt.⁴ A Cseh Nemzeti Levéltárba érkezést megelőzően érdemes a fentebb ajánlott webhelyen, vagy a levéltár weblapján tájékozódni a kutatni kívánt fondról. A cseh levéltári rendszerben iratörző osztályokba sorolva őrzik az iratokat. Kárpátalja történetének kutatása tekintetében a 3. osztály a legrelevánsabb, hiszen az őrzi az 1918–1945 között keletkezett iratokat. A kutató tájékozódását levéltári segédletek segítik, amelyek jelentős része elérhető digitálisan.⁵ Érdemes, még a kutatás megkezdése előtt e-mailben megkeresni a kutatószolgálat munkatársait, akikkel akár a kutatni kívánt iratanyag előkészítéséről is lehet egyeztetni. A levéltárban történő kutatás

¹ <https://aleph.nkp.cz>

² <http://kramerius5.nkp.cz/>

³ <http://www.badatelna.eu/>

⁴ http://mlp.archivportal.hu/media/uploads/MLP_Tanulmanyok/kun_emese_szlovak_level-tarak.pdf

⁵ <https://www.nacr.cz/verejnost/badatelna/seznam-archivnich-pomucek>

ingyenes, a regisztráció gyors. Napi öt doboz, vagy öt szálas irat kérhető ki. Fényképezőgéppel ingyenesen lehet másolatokat készíteni a levéltári iratokról. A Cseh Nemzeti Levéltár 3. osztályában őrzött központi szervek iratanyaga bőségesen tartalmaz Kárpátalja történetével kapcsolatos forrásokat. Kutatás esetén mindenképp érdemes a levéltár munkatársaival konzultálni arról, hogy miről is szeretne anyagot gyűjteni a kutató, mert könnyen el lehet veszni a tetemes dokumentumennyiségben.

Kárpátalja csehszlovák időszakával foglalkozó történésznek érdemes lehet felkeresnie a T.G. Masaryk Intézet levéltárát, ahol az intézet névadója, a Csehszlovák Köztársaság alapító elnökének személyes fondjában van a Podkarpatszka Rusz című gyűjtemény.⁶ Ugyanebben az intézetben Edvard Beneš fondjában is bőven találhatunk Kárpátaljával kapcsolatos iratokat.⁷

Tekintélyes, több mint kilencszáz tételből álló kifejezetten Kárpátaljával kapcsolatos iratokat tartalmazó gyűjteményt őriznek a Cseh Elnöki Hivatal Levéltárában. A főként a két világháború közötti Kárpátalja társadalmi és politikai helyzetéről szóló iratok leltára szabadon böngészhető.⁸ A kutatást megelőzően érdemes ebben az esetben is felvenni a kapcsolatot a levéltár munkatársaival.

Az elmúlt években nem volt kutatható a Kárpátalja két világháború közötti történetének megismerése szempontjából igazán fontos közgyűjtemény, a cseh Központi Katonai Levéltár. Jelenleg a levéltár már kutatható és gyűjteményében elérhető az Ungvári Tartományi Katonai Parancsnokságának 1919 és 1925 közötti iratanyaga. A közel háromezer tételből álló iratanyag – ami szintén online szabadon böngészhető segédlettel rendelkezik – a csehszlovák Kárpátalja első évtizedének történetéhez kínál hiánypótló forrásokat.

A 2012 és 2015 között Csehországban végzett kutatásokat minden alkalommal ösztöndíjak segítségével valósíthattam meg. A Visegrádi Alap, valamint

⁶ <https://www.mua.cas.cz/cs>

⁷ <https://www.mua.cas.cz/cs/node/2245>

⁸ https://www.prazskyhradarchiv.cz/file/edee/fondy_sbirky/pr01.pdf

a Nemzeti Kiválóság Program nyújtottak támogatást a prágai kutatóutakhoz. A cseh levéltári rendszerben való kezdeti bizonytalanságaim leküzdésében leginkább Simon Attila, a Fórum Kisebbségkutató Intézet igazgatója nyújtott felbecsülhetetlen segítséget.

Felhasznált irodalom jegyzéke

- Fedinec Cs. (2001): *Iratok a kárpátaljai magyarság történetéhez 1918–1944. Törvények, rendeletek, kisebbségi programok, nyilatkozatok*. Lilium Aurum – Fórum Kisebbségkutató Intézet. Dunaszerdahely
- Francia diplomáciai iratok 1. 1918-1919. Szerk. Ádám M.–Ormos M.–Barabás J. (2007.) <https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/francia-diplomaciai-1/ch02s03.html>
- Kún E. (2018): Szlovákia és Csehország online levéltári felületei. 2018. http://mlp.archivportal.hu/media/uploads/MLP_Tanulmanyok/kun_emese_szlovak_leveltarak.pdf
- Málik Z. (2016): *Kutatási lehetőségek a szlovák és a cseh levéltárakban* http://mlp.archivportal.hu/media/uploads/MLP_Tanulmanyok/malik_zoltan_kutat%C3%A1si_lehet%C5%91s%C3%A9gek_a_szlov%C3%A1k_%C3%A9s_cseh_lev%C3%A9lt%C3%A1rakban.pdf
- Tokar, M. –Panov, A. (2010): Kárpátalja társadalmi-gazdasági fejlődése a Csehszlovák Köztársaságban. Közigazgatás. In: *Kárpátalja 1919–2009. Történelem, politika, kultúra*. Szerk.: Fedinec Cs. – Vehes M. Budapest
- Tokar, M. – Fedinec Cs. (2010): Kárpátalja társadalmi-gazdasági fejlődése a Csehszlovák Köztársaságban. A csehszlovák állam integráló politikája. In: *Kárpátalja 1919–2009. Történelem, politika, kultúra*. Szerk.: Fedinec Cs. – Vehes M. Budapest

Magocsi, P.R. (1978): *The Shaping of a National Identity Subcarpathian Rus' 1848–1948*. Cambridge–London 1978.

Pejša, R. (2016): *Podkarpatská Rus v Československu 1919–1922. Právní a politicko-společenské aspekty připojení Podkarpatské Rusi k Československu*. Praha

TARTALOMJEGYZÉK

Előszó	7
Bevezetés	
DR. FERENC VIKTÓRIA: Kárpátaljai magyar fiatal kutatók a nagyvilágban	11
TANULMÁNYOK	
DR. BÁM MAJA: Üzemszervezés: Folyamatok fejlesztése az egészségügyben és azon túl	37
DR. BÁTYI SZILVIA: A nyelvkopás vizsgálata: elméleti és módszertani megfontolások	55
DR. DEMES SÁNDOR: Molekuláris ütközések a csillagközi tér belsejében	81
FEJES FERENC: A felhőben meghúzódó virtuális architektúrák feltárása	95
DR. FISER BÉLA: (Reakció)Úton... ..	105
DR. HECZEL ANITA: Nagynyomású csavarással deformált nagy-entrópiás ötvözetek	119
KOVÁLY KATALIN: Az etnikai kapcsolati tőke szerepe a csehországi ukrán vállalkozók befektetési tevékenységében és vállalkozásaik térszerveződésében	139
DR. LÁSZLÓ ELEMÉR, DR. PALCSU LÁSZLÓ: Expedíciók a nagyvilágban: Ecuadortól a Svájci-Olasz Alpokig	165
DR. SEREMET SÁNDOR: Miért éppen Csehszlovákia?	185
DR. SZAKÁL IMRE: Kárpátalja két világháború közötti történetének kutatási lehetőségei Csehország közgyűjteményeiben	203
Tartalomjegyzék	215

Kiadó:

Momentum Doctorandus
90202 Ukrajna, Beregszász, Kossuth tér 6.,
momentum.doktorandus@gmail.com

Видавник:

ГО «Моментум Докторандус», м. Берегове,
пл. Кошута 6, Закарпатська обл., Україна, 90202.
momentum.doktorandus@gmail.com

ISBN 978-617-596-318-0

Borítóterv és nyomdai előkészítés:

Fazekas Virág

Дизайн: Віраг Фазекаш

Nyomdai munkálatok:

Polihrafcentr "Lira" – www.lira-print.com
Надруковано в Поліграфцентрі «Ліра», м. Ужгород,
вул. Митрака 25, Закарпатська обл., Україна, 88000