

Óbudai Egyetem

Doktori (PhD) értekezés
tézisfüzete



**Légi közlekedés környezetbiztonsági
kapcsolatrendszerének modellezése a helikopterzaj
tükrében**

Bera József

Témavezető:

Pokorádi László CSc.

Biztonságtudományi Doktori Iskola

Budapest, 2015

1. KUTATÁS ELŐZMÉNYEI

Vizsgálataim kiindulási pontját azon megállapításokra alapoztam, hogy a környezetben zajló jelenségek sajátos kapcsolatban vannak egymással, a környezeti hatások így összetett jelenségek útján alakulnak ki. A modern környezeti problémát *FÖRSTNER* [13] a XX. században bekövetkezett technikai fejlődés figyelembevételével írja le, ezzel együtt rögzíti a hagyományos és a modern környezetszennyezés mennyiségi és minőségi különbségeit is.

A *FÖRSTNER* [13] által leírt megközelítésben már fellelhető a környezetvédelem azon meghatározó kérdése, mint az emberi tevékenységek szükségszerű folytatásával szemben támasztott globális és társadalmi igény. Közreadott megfogalmazásában már modern környezetszennyezésről beszél, azáltal, hogy az emberi tevékenységekre az egyének és a társadalmak úgy tartanak igényt, hogy azok megvalósulása természetes és az átlagos élet szükséges velejárója legyen.

A környezetvédelem szükségességét a *Környezet- és Természetvédelmi Lexikon* [19] az emberi tevékenységek okaként fogalmazza meg, ehhez hasonlóan *BARÓTFI* [1] is kijelenti, hogy a környezetkárosítás egyik jelentős forrása maga az emberi tevékenység. Az emberi tevékenységekkel kapcsolatos főbb megállapításokat *SIEFERLE* [31] úgy rögzíti, hogy a lokális környezeti problémák helyére az átfogó környezeti problémák kerülnek, az egyszerűek helyébe a komplex hatások lépnek. Ebből adódik, hogy érzékelés alapján leírt környezeti hatáselemzést a tudományos megközelítéssel való elemzés váltja fel, sok esetben lépnek visszafordíthatatlan folyamatok a visszafordítható folyamatok helyébe.

Követve a *FÖRSTNER* [13] modern környezetszennyezésre vonatkozó megállapításából adódó iránymutatást, megfogalmazható a környezetvédelem újkori problémája, miszerint olyan tevékenységekkel állunk szemben, melyek fenntartása természetes és alapvető a legtöbb ember számára, az emberi lét már elképzelhetetlen ezek hiányában. Ilyen tevékenységek sorába tartozik a közlekedés, ezen belül a légi közlekedés is. Tehát társadalmi és globális értelemben is igényt tartunk a repülésre – utasszállítás, teherszállítás, rendkívüli helyzetek kezelése és mentési feladatok – azzal a kitételrel, hogy a környezet védelme szükségszerű és javítani kell a környezet állapotán. Ez két ellentétes folyamat, melyek együttes kezelését kell megtanulni és a környezethasználat fenntartása mellett kell a környezetvédelmet megvalósítani.

A légi közlekedés esetében tehát egy olyan környezethasználattal járó komplex tevékenységről van szó, amire globális, társadalmi és helyi értelemben széleskörű igény van. Ennek egyik következménye, hogy a repülésbiztonság problémáját és fejlesztési elveit is kutatni kell, ahogy erre *ROHÁCS* és *HORVÁTH* [30] elemzésében látunk példát. Rámutatnak a repülésbiztonság alapvető problémájára, a repülési kockázat a repülőgépek és a felszállások számának növekedése miatt egy eléggé alacsony szinten stabilizálódik. Ebben a megközelítésben megjelennek ugyan a kockázatkezelési eljárások, de ezek nem környezetvédelmi, hanem repülésbiztonság (safety) és repülésvédelem (security) célzattal, a váratlan és nem tervezett repülőesemények vizsgálatára összpontosítva kerülnek górcső alá.

Repülésbiztonság vonatkozásában meg kell említeni *FIELDING, J. P.* [11] munkásságát, aki részletesen tanulmányozta a szállító repülőgépek rendszereinek megbízhatósági és meghibásodási kockázatát. *FIELDING, J. P.* [11] a kockázatbecslést egy üzemeltetés-modellezési és szimulációs módszer alkalmazásával végezte el, a rendsze-

rek elemeinek meghibásodását és azok következményeit a szállítógépek jellemző repülési feladatának, és a repülés útvonalának modellezésével szemlélteti. Figyelemre méltó az általa alkalmazott módszer, ahogy a repülési feladat modellezésébe beépíti a feltételezett alternatívák véletlenszerűségét, az üzemeltetési részfolyamatot pedig Markov-folyamatként modellezi. Ennek lényege, hogy a repülési feladat a rendszer fázisainak egymásutánisága, minden fázis és alternatíva kiválasztását Monte-Carlo szimulációs módszerrel oldotta meg.

Repülőtér-közel-i katasztrófa kockázatának becslésével foglalkozott *PIERS* [29], aki a katasztrófa becsléséhez az egy repülőesemény bekövetkezésének valószínűségét határozta meg, továbbá az általa elvégzett vizsgálatok keretében kitért a baleset lokális valószínűség eloszlására és a következmény várható mértékére. *PIERS* [29] alapján nagy jelentőséggel bír a repülőterek közelében bekövetkező légi-katasztrófák kockázatának becslése a repülőterek üzemeltetésének meghatározása és módosítása az elővárosok fejlesztése szempontjából.

A repülésbiztonság kérdéskörét vizsgálta többek között *KRAUSE* [18], *SIKLÓSI* [33], *WHITE* [39], valamint *DUDÁS* [7] és [8] által közreadott elemzés is. Ezek a szerzők, hasonlóan a repülésbiztonságról *FIELDING* [11] és *PIERS* [29] által közölttekhez, a tényleges környezetvédelmi problémákkal és ezek részleteivel nem foglalkoztak. Tény ugyanakkor, hogy a repülésbiztonság önmagában hordozza a környezet védelmének bizonyos elemeit, hiszen a repülésbiztonság a repülési balesetekből adódó környezetszennyezés bekövetkezési valószínűségét csökkenti. A környezeti hatások és a repülésbiztonság együttes vizsgálatára vonatkozó tényleges információ azonban a rendelkezésre álló szakirodalomban és publikált kutatási adatok sorában csak szűkösen, utalás szintjén lelhető fel.

Repüléselmélet és a légi közlekedés tekintetében a környezetvédelem egyik jelentős szakterületét, a zaj elleni védelmet tárgyalja közel négy oldalon keresztül a *Repülési Lexikon* [35]. A környezeti hatások jelentősége szempontjából kiemelt figyelmet érdemel a *zajcsillapítás* címszó alatt megfogalmazott tény, miszerint "*A zajcsillapítás napjaink repülésének egyik legfontosabb kérdése*".

A repülésbiztonságot is érintő megállapítást is tartalmaz a *Repülési Lexikon* [35], ami a repülőgépek által kibocsátott zaj csökkentésére irányul, így a zajcsökkentés egyik lehetősége a repülési manőverek olyan szervezése és irányítása, hogy a repülőgépek által kibocsátott zaj elsősorban a lakott területek felett, minimális legyen. A másik lehetőség olyan repülőgép hajtóművek létrehozása, melyek zajkibocsátása általában alacsony.

Zajcsökkentés tekintetében a lehetőségeket szintén felsorolja a *Repülési Lexikon* [35], a járműszerkezeti megoldások mellett külön figyelmet szentel a zajcsökkentő üzemeltetési eljárásoknak, például a meredekebb emelkedésnek, kisebb hajtóműteljesítménynek, a megfelelő szárnymechanizáció-kitérítésnek, vagy a szárnymechanizáció késleltetett működtetésének leszálláskor. Ezek szintén összefüggésbe hozhatók a repülésbiztonsággal, hiszen a repülési módozatokba való beavatkozást jelentik, megfogalmazásában a *zajcsökkentett repülés* megvalósítását célozzák meg. Zajcsökkentett repülés "*a repülőtér környezetében a felszállás után, illetve a leszállás előtt a repülési pályának és/vagy a hajtómű üzem módjának megváltoztatása a teljesítmény és gazdaságosság szempontjából optimális viszonyítva a repülőtér környezetében bizonyos területeken fellépő zajszint csökkentésére*" [35].

Amennyiben bármilyen okból, így a környezetvédelem és környezetbiztonság, illetve zajcsökkentés érdekében beavatkozunk a repülésbe, arra csak a repülésbiztonságra tekintettel kerülhet sor, amit szintén a *Repülési Lexikon* [35] által közreadott fogalmi meghatározás figyelembevételével támasztok alá.

A repülésbiztonság alapján: "a levegőben történő mozgásban komplex emberi tevékenység eredményeként létrehozott, az adott feltételek között optimális működőképességi, valószínűségi állapot". Továbbiakban a *Repülési Lexikon* kijelenti, hogy a repülésbiztonságot a befolyásoló tényezők tömege határozza meg [35]. A befolyásoló tényezők közé LÁNG [19], BARÓTFI [1], THYLL [36] és FÖRSTNER [13] részéről tett megállapításokra is tekintettel a zajcsökkentés igénye, így a környezetvédelem, a környezetbiztonság, valamint a biztonság tudomány kérdésköre is beletartozik.

A biztonság tudomány kérdéskörével behatóan foglalkozó szerzők főként a biztonságra, mint összetett tudományágra tekintenek. *CSUTORÁS* [5] részletesen kifejti a biztonság lényegét ráirányítva a figyelmet arra, hogy biztonság nem egyféle van. Rámutat arra is, hogy a biztonság területei markánsan elkülönülnek és ennek megfelelően épülnek be a biztonság tudományba. Ezt figyelembe véve *CSUTORÁS* [5] szerint a biztonság tudomány területei: szociális biztonság, jogi biztonság, gazdasági biztonság, politikai biztonság, környezetbiztonság, tűzvédelem, ökológiai biztonság, munkavédelem, katasztrófavédelem, katonai biztonság, nukleáris biztonság, stb. A felsoroltakból következik, hogy a biztonság, mint komplex fogalom területenként sajátos jelentéssel bír. A biztonság fogalma *CSUTORÁS* [5] megfogalmazásában: "A biztonság egy pillanatnyi veszélymentes, bántódásmentes állapot".

A biztonság, mint veszélymentes állapot gyakran jelenik meg a természeti katasztrófák vonatkozásában, ebből az aspektusból megközelítve a katasztrófák előfordulása, következményei és az előrejelzés kap szerepet. A természeti katasztrófákkal kapcsolatban tesz javaslatokat részletes elemzésre támaszkodva *ГРИННИ* és *НОСИКОЕ* [41] is, összefüggésbe hozva az emberi viselkedésformákat a napjainkra számos helyen kialakult bonyolult környezettel. *ГРИННИ* és *НОСИКОЕ* [41] a figyelmet más kutatókhoz hasonlóan a vészhelyzetek előrejelzésére és a mentési műveletekre irányítja, ezáltal a környezetet még mindig a vészhelyzeten keresztül vizsgálja, a népesség mentését tartva elsődleges szempontnak, melyben nem kap kellő hangsúlyt a környezetvédelem.

A modern környezetvédelemnek véleményem szerint ezen túl kell mutatnia, így szükségszerűnek tartom azoknak a tudományos eredményeknek a megismerését, melyek a veszély megszüntetését az emberi tevékenységek és a környezeti igénybevétel közötti összhang megvalósulásával segítik elő.

Ennek jelentőségére hívja fel a figyelmet *ЗАХВАТКИН* [43] is, amikor az általános és a mezőgazdasági ökológián keresztül mutatja be a hagyományos tevékenységeket a környezetvédelmi perspektívákkal és módszertannal együtt. Az általa megfogalmazott módszertan szerint nem csak arra kell összpontosítani, hogy a környezeti igények alkalmazkodjanak a mezőgazdasági termeléshez, hanem az általános elképzelést kell bővíteni a környezeti tényezők és a folyamatok rendszerelemzésével.

A *ROHÁCS* és *HORVÁTH* [30], *KRAUSE* [18], *SIKLÓSI* [33], *WHITE* [39], *DUDÁS* [7] és [8], valamint *CSUTORÁS* [5] által adott értelmezésben a biztonság mozgatórugója a veszély. A veszély megjelenési formája és jellege ugyanakkor igen sokrétű, a társadalmi folyamatok számos területén jelen van, tehát a tevékenységekben rejlő

kockázat magában hordozza a veszélyt, azaz egy jövőbeni esemény kedvezőtlen körülményeinek kialakulását is. Ahogy *CSUTORÁS* [5] rögzíti, a veszély a biztonság mértékét csökkenti.

A veszélyt és a biztonság mértékét egyes kutatók abból a szempontból közelítik meg, hogy a katonai és háborús tevékenység ellentétes az ökológiai biztonsággal, hiszen a katonai tevékenységek jelentős környezeti károkat okoznak.

Erre világít rá *KYKYVIIIKIHA* [44] is, amikor a fegyveres konfliktusok környezetvédelmi következményeiről ad részletes elemzést. A biztonság és a környezetvédelem kapcsolatában nem találkoztam más kutatók által közzé tett hasonló megközelítéssel, így a *KYKYVIIIKIHA* [44] által feltárt környezeti problémafelfogás egyedinek mondható.

Az eddigiekben hivatkozott tudományos publikációk alapján ki kell emelnem egy fontos tényt. Ahogy többen, így *BARÓTFI* [1], *THYLL* [36] vagy *FÖRSTNER* [13] közzé tettek környezetvédelmi vonatkozású megállapításokat és ezzel hívták fel a figyelmet a környezeti problémákra, a környezethasználatok, így a légi közlekedés és a helikopteres repülés, valamint a repülésbiztonság jelentősége mellett is – a felsorolt érveket és vizsgálati eredményeket látva – több meggyőző vélemény is napvilágot látott [9], [15], [30].

A szerzők megállapításai egymástól függetlenül és más-más megközelítésben irányulnak a környezethasználatra és a légi közlekedésre, ez az eltérő megközelítés a repülés szükségessége és a környezetvédelem vagy környezetbiztonság elengedhetetlen volta. Együttes megjelenésük azonban számos kockázatot rejt magában, hiszen a környezetvédelmi eredményesség magában hordozza a repülés korlátozását és olyan szabályok bevezetését, melyek összefüggésben vannak a repülésbiztonsággal, tehát a környezetvédelmi érdekek megjelenése akadályoztatással is együtt járhat. Ennek oka az alábbi kérdésre vezethető vissza: Mit tegyünk vagy tehetünk a környezet védelme érdekében?

Amennyiben környezetvédelmi indíttatásból befolyásoljuk légi járművek használatát – például repülési magasság vagy repülési irányok megváltoztatásával, a légi forgalom korlátozásával – a repülésbiztonság fenntartása érdekében további kockázatkezelési feladatokkal is számolni kell, miközben a légi közlekedés szakirodalmának tanulmányozása során nem találtam olyan véleményt, ami a repülés visszaszorítására vonatkozó megalapozott igényt tárna fel. Ezt az ellentmondásos helyzetet az eddigiekben elmondottakon túl az alábbiakban bemutatásra kerülő tudományos publikációkkal támasztom alá.

A forgószárnyas repülőgépek gyakorlati alkalmazásában és érdemi fejlődésében megfigyelhető pozitív tendenciára hívja fel a figyelmet *KAVAS* és *ÓVÁRI* [15]. Több ponton is rámutatnak a helikopteres repülés széles körben való alkalmazására és ezzel kapcsolatban megfogalmazott igényekre, valamint több szempontból is a repülőgépek sajátos körülmények közötti üzemeltetésére.

Regionális repülőterek fejlesztésének jelentőségét emeli ki *TIBOLDI* [37], amikor kifejti, hogy az ilyen típusú repülőterek regionális érdekeket szolgálnak. A regionális repülőterek fejlesztésének feltételrendszerét is vizsgálja, felhívja a figyelmet egy-egy régió technikai infrastruktúráira és a repülőtér működtetéssel összefüggő gazdasági előnyökre. Jelentős tényezőnek nevezi, hogy nemcsak a repülés előnyeire kell gondolni, hanem az egyéb kapcsolódó gazdasági tevékenységekre is.

További, a repüléssel kapcsolatos társadalmi igényről számol be *Erdősi* [9], rámutatva arra az általános összefüggésre, mely szerint a légi közlekedés és a gazdaság kölcsönhatásban van egymással, mennél fejlettebb a légi közlekedés, annál magasabb szinten áll egy ország gazdasági-társadalmi szempontból.

A légi közlekedés a legegységesebben és leglátványosabban azokban az országokban bizonyítja nemzetgazdasági szerepét, ahol alacsony a népsűrűség, valamint a nehezen leküzdhető természeti akadályok és a földi közlekedési hálózat elégtelensége miatt a repülés az egyetlen teljesítő képes közlekedési eszköz szerepét tölti be. A fejlettebb országokban a normálisan működő légi közlekedési rendszer lehetővé teszi a javakkal való ellátás magasabb szintjét [9].

Más kutatók a légiközlekedés pozitív hatásainak feltérképezése alapján értékelik a repülést, ahogy erre *LEGEZA* és *TÖRÖK* [20], *BOKOR* és *TÁNCZOS* [2] is rávilágít. Tanulmányukban kifejtik, hogy a repülés hatására a távolságok lerövidültek, az utazási idő csökkent, ezáltal új elérhetőségi rangsor alakult ki Európában.

Ennek jelentőségét emeli ki *ERDŐSI* [10] is, véleményében kifejti a régiók közlekedési versenyképességének jelentőségét, valamint ráirányítja a figyelmet a közlekedési kínálat gazdaságra kifejtett pozitív hatásaira, amit azzal indokol, hogy a légi közlekedés a régiók szempontjából napjainkra már rangos tényezővé lépett elő.

Az ellentmondásos helyzetet támasztja alá, hogy a légi közlekedés más megközelítésben az eddigiektől eltérő képet mutat, amikor a hatásokból és a környezethasználatokból – egyfajta környezethasználat a repülés is – eredő következmények vizsgálata kerül előtérbe a környezeti állapotváltozás és a környezetvédelmi célok tükrében, amire *KOLOSZÁR* [17] több szakterületre kiterjedő vizsgálati adatsorokra támaszkodva rámutat.

Hasonló következtetést von le *HANKÓ* és *FÖLDI* [14] is a környezetszennyezés optimális szinten tartásával kapcsolatban, kiemelve a környezettel való ésszerű gazdálkodás jelentőségét. A környezet és a technológiák összefüggéseinek elemzése során a repülés környezeti hatásairól tesznek említést, egyben rámutatnak arra is, hogy komplexitása révén a környezetbiztonság a gazdaság mellett – értelmezésben az emberi tevékenységek – a környezetvédelmet is felforgatta. *HANKÓ* és *FÖLDI* [14] megállapítása, hogy új környezetvédelmi megoldásokra lesz szükség, ami véleményem szerint megfelel *FÖRSTNER* [13] által a modern környezetszennyezésről megalkotott képnek.

Átfogó kutatások eredményeit felhasználva veszi sorra *FLEISCHER* [12] a környezeti biztonság fogalmának kérdéseit, a katasztrófavédelmi vetületét, majd következtetéseket von le a környezeti biztonság és a külpolitikai stratégiai alkotás között. Érdekes és figyelemre méltó megjegyzése, hogy a környezettől való biztonság akkor érhető el, ha a környezet is biztonságban van a mi beavatkozásainkkal szemben. Több ponton is megállapítja a konfrontációt felváltó kooperáció, a felkészülés és a megelőzés szerepét.

A környezet biztonsága, ahogy *FLEISCHER* [12] megfogalmazta az emberi beavatkozások elleni védelem lényegét, jelentős mértékben függ a biztonságos repüléstől. Ennek alapja a *ЖУЛЕБ* és *ИВАНОВ* [42] által adott iránymutatást tekintve az ember, illetve a repülőgép-vezetők cselekvési modellje a szokásostól eltérő vagy különleges helyzetekben. *ЖУЛЕБ* és *ИВАНОВ* [42] repülésbiztonsági mutatók alapján elemezte az 1960 és 1983 évek által felölelt időszakban rögzített adatokat, és vizsgálták,

hogy mennyi repülési idő jut egy repülési eseményre. Munkájuk keretében összevetették a polgári és a katonai repülések átlagos idő-esemény mutatóit. Megállapításuk szerint a mutatószámok javulása figyelhető meg a légi közlekedésben, amit a repülési rendszerek, valamint a rendszerek elemeinek korszerűsödésével hoztak összefüggésbe.

Véleményük szerint a polgári repülés biztonsági mutatói jóval kisebbek, mint a katonai vagy a speciális repülési feladatok biztonsági mutatói, aminek több oka is van. A katonai repülés specifikus mutatói, a repülési sebesség és magasság szélesebb skála szerinti változásai mellett lényeges szempont, hogy egy fő repülőgép vezető tartózkodik a repülőgépen, vagy a vezetőn kívül még számos utas van a repülőgépen.

ЖУЛЕБ és *ИБАХОБ* [42] másik figyelemre méltó megállapítása, hogy általános integrált mutatókkal nem lehet kimutatni és pontosan meghatározni a különböző hatások és a repülési biztonsági szint közötti összefüggéseket. A megoldás véleményük szerint az egyéni és részletes mutatószámok használata, ezért véleményük szerint az általános vagy integrált mutatószámokon alapuló hagyományos módszert meg kell változtatni. Az abszolút vagy viszonylagos mutatószámokat részesítették előnyben, ezáltal rámutattak a műszaki rendszerek veszélytelenségéhez és biztonságához vezető új módszerek elméletére. A biztonságtudomány ilyen jellegű megközelítését a katasztrófák és az áldozatok számának évek szerinti összevetésével igazolták.

Az eddigiekben hivatkozott tanulmányok alapján kijelenthető, hogy a környezet használata és védelme közötti összhang napjainkban még alacsony szinten van. Az összhang megteremtése azonban nem lehetetlen feladat, amit több szerző, így *BARÓTFI* [1] is megállapítja, amikor felhívja a figyelmet, hogy a technika minden lehetőségét felhasználhatjuk a környezetszennyezés kivédésére. Ezzel együtt *BARÓTFI* [1] arra is rámutat, hogy a technikai lehetőségek nemcsak korlátok, hanem a környezet érdekében alkalmazott technika, az úgynevezett környezettechnika a környezetszennyezés megelőzésének eszköze is.

A modern technika és technológia lehetőségeit elfogadva a légi közlekedés vonatkozásában is megjelennek azok a törekvések, melyek a környezetvédelmi igényeket hivatottak szolgálni. Megfigyelhető, hogy ezek a fejlesztések a megfogalmazott javaslatok mellett szorosan kapcsolódnak a repülésbiztonsághoz.

Ez a szemlélet fedezhető fel *ÓVÁRI* és *SZEGEDI* [27] által adott áttekintésben is, melyben szerzők rámutatnak a környezetvédelmi szempontok jelentőségére a légi járművek hajtóműveihez használt tüzelőanyagok tekintetében. *ÓVÁRI* és *SZEGEDI* [27] megfogalmazásában ezek a fejlesztések környezetvédelmi céllal, de a repülésbiztonság keretein belül valósulhatnak meg.

Számos tudományos megállapítás támasztja alá, hogy a repülés szükségessége és a repülésbiztonság, illetve a környezetvédelem és környezeti biztonság között a biztonság, vagy a veszélymentes állapot rögzítésében van a kapcsolódási pont. A biztonságot a szerzők minden esetben a saját álláspontjuk alapján, illetve a számukra lényeges szempontok figyelembevételével írják le.

A biztonság ugyanakkor nem kap ténylegesen környezetvédelmi jelleget, vagyis nem környezetvédelmi célzattal kerül be egy légi jármű vagy repülőtér üzemeltetési folyamatába. A környezetvédelmi megoldások a háttérben maradnak, ami az emberi tevékenységekkel való kapcsolat ellenére is fennáll annak ellenére, hogy a környezetvédelem szükségessége az emberi tevékenységekkel kezdődik.

Más megközelítést ad az a szemlélet, mely szerint az ember jelentős hatást gyako-

rol környezetére, így az esetleges negatív folyamatokat tekintve az ember kerül középpontba. Ezáltal az emberi viselkedésformák mellett a tevékenységekben bekövetkező hibák, a szabályoktól való eltérések is meghatározóak lesznek. Ezt a megközelítést érdemesnek tartom összevetni más kutatók azon véleményével, mely szerint központi kérdésként kell kezelni az emberi tényezőket a repülésbiztonsággal összefüggésben. Így tesz *MÜLLER* [25] is, aki egyetért *ЖУЛЕБ* és *ИБАХОБ* [42] véleményével, amikor rögzíti azt a megállapítást, hogy a repülés biztonsága a technológia fejlődésének köszönhetően jelentősen növekedett az elmúlt évtizedekben, azonban *MÜLLER* [25] kiemelten kezeli azt a tényt, hogy a repülésbiztonság legnagyobb kockázati tényezője az ember.

Az általam áttekintett tudományos megállapítások a repülésbiztonság kockázati tényezőinek vonatkozásban ráirányították a figyelmet az emberi viselkedésre, mint kockázati tényezőre, ezért ennek tükrében tartom célszerűnek vizsgálni a továbbiakban a környezetvédelmi szempontoknak való megfelelés feltételeit. Ez előre vetíti, hogy a környezet védelmét célzó intézkedések megfogalmazásába beletartozik a repülés biztonságát is meghatározó légiforgalmi irányítás és az ezzel járó felelősség. Mindez feltételezi az együttes követelmények érvényesítésére való törekvést is, alátámasztó vizsgálati eredményt azonban csak érintőleges utalás formájában, közvetetten találtam a tudományos szakirodalomban.

Érintőleges utalást találtam *NEWMANN* és *BARKEMA* [26] elemzésében, amikor azokról a technikai lehetőségekről és törekvésekről adnak képet, melyek a légi közlekedés környezetvédelmi hatásainak kezelésében rendelkezésre állnak. Hasonló fejlesztésekről számol be *DOLLMAYER* és *CARL* [6], amikor a légi jármű üzemeltetési rendszerek problémájaként mutatják be az energia ellátásban jelentkező feszültségeket és azoknak a fejlesztéseknek az irányvonalát, melyek új hajtóművek alkalmazására és a káros anyagok kibocsátásának csökkentésére irányulnak. A napjainkban zajló fejlesztések tehát magukkal hozzák azokat a változtatásokat, melyek környezetvédelmi vonatkozása a jövőben jelentős és eredményes lehet.

A repülőgép hajtómű fejlesztések környezetvédelmi hozam esetén sem kerülhetik meg a repülésbiztonságot, ami így természetesen kedvező hatással van a környezetbiztonságra [6] és [27]. Következtetésként kijelenthető, hogy csak az olyan környezetvédelmi beavatkozásokat, technikai fejlesztéseket és új technológiákat lehet adaptálni a gyakorlatban, melyek megfelelnek a repülésbiztonság, ezen keresztül az egyéb környezetbiztonság feltételeinek. Ezeknek a feltételeknek tartalmazniuk kell az emberi cselekvési modell elemeit, amire *SIEFERLE* [31], *MÜLLER* és *BÄTTIG* [24], *АЛЕКСЕЕВ* [40] ad magyarázatot.

Azon túl, hogy ma már szép számmal vannak környezetvédelmi eredményességgel is bíró, a technológiákra irányuló fejlesztések, az emberi tényező más aspektusban továbbra is meghatározó szerepet kap a légi jármű üzemeltetés és a környezetbiztonság közötti összefüggésben.

A hajtóművek káros anyag kibocsátásának csökkentése mellett a környezeti zaj csökkentése is egyre inkább előtérbe került az utóbbi évtizedekben, melyben meghatározó volt, hogy a repülési zajjal a sugárhajtóművek megjelenését követően, csak az 1950-es évektől kezdődően kezdtek intenzíven foglalkozni a gyártók és üzemeltetők [3]. A kedvező változások ellenére a repülőgépek a mai napig a legzajosabb közlekedési eszközök, az hamar kiderült, hogy a légi járművektől származó zaj a hajtómű fej-

lesztésekkel nem csökkenthető olyan mértékűre, ami elfogadható minden érintett számára. Ennek legfőbb oka, hogy a hajtómű mellett a légi jármű repülése közben kialakuló aerodinamikai hatások okozzák a zajt. *BUNA* [3] összehasonlítást ad a repülőgép zajforrásokról és a rész-zajforrásokról, ezen keresztül rámutat arra, hogy a zajforrásnál adódó beavatkozások korlátozottak, a környezetvédelmi eredményesség az elvárt mértékhez képest nem elégséges.

A járműszerkezettel összefüggő technikai beavatkozás korlátai miatt megfigyelhetők a repülési zaj szabályozására irányuló azon törekvések, melyek már ténylegesen a légi közlekedést érintik szabályozási eszközök alkalmazása mellett. A gyakorlatban ez a repülési módokba való beavatkozást jelenti, emiatt hangsúlyt kap a repülés szabályozottsága, valamint a szabályok betartása minden érintett részéről. Ennek részeként a légi irányítók és a légi jármű vezetők fegyelmezettsége meghatározóvá vált, ami szervesen kapcsolódik a repülésbiztonságban és a környezetbiztonságban oly fontos emberi tényezőhöz [32], [25], [42]. A környezetvédelmi vonatkozású szabályozási eszközök alkalmazásakor szükségesnek tartom megemlíteni, hogy az emberi tényező szerepe és a fegyelmezetség a repülésbiztonságot is befolyásolja.

Az emberi tényező ugyanakkor más megközelítésben is szerephez jut a légi közlekedés szabályozásában. Amikor *ЖУЛИБ* és *ИБАНОВ* [42] vizsgálta a biztonságos repülés feltételeit és a biztonság mutatóit, rögzítette azt a következtetést, hogy a repülésbiztonság évek szerinti mutatói annak függvényében is változtak, hogy időben eltérő számú ember tartózkodott a repülőgépeken a balesetek bekövetkezésekor. A *ЖУЛИБ* és *ИБАНОВ* [42] részéről bemutatott vizsgálati adatokra hivatkozással kijelenthető, hogy minden beavatkozásnál figyelemmel kell lenni az utas-biztonságra, vagyis arra, hogy a légi jármű vezetője felelős a repülőgépen utazók biztonságáért, életéért és veszélymentes utazásáért.

Az emberi tényezőkből adódó korlátok ellenére a környezeti zaj elleni védelem szinte egyetlen hatásos eszköze a repülés szabályozása és a repülési módokba való beavatkozás. Ennek oka, hogy a repülési zaj kialakulása az utóbbi évtizedekben a kis számú, de nagyobb zajterheléssel járó repülési események irányából elmozdult a csendesebb üzemű, de nagyobb eseményszámú repülések felé [4]. Az eseményszám megnövekedett, ami a környezeti zaj időtartamát növelte. A repülési zajjal érintett területek minősítésében azonban jelentős különbségek vannak, amennyiben a területhasználatot, azaz a beépítettség jellegét és a természetes élőhelyek jellemzőit vesszük alapul a vizsgálatokhoz.

Ebben a tekintetben meg kell említeni, hogy van olyan kutatási eredmény, ami a repülési zaj hatását és a zavaró hatás megítélését csak az emberi észleléssel hozza összefüggésbe. *KEMPF* és *HÜPPOP* [16] vizsgálta a tartós zajterhelés egészségügyi vonatkozásait, valamint a természetes környezetben élő állatok zaj hatására kialakuló viselkedési szokásait.

Tanulmányukban rámutatnak arra a megfigyelésre, hogy a természetes közegben élő állatok számára nem minden esetben jelentette a kizárólag zajterhelés a zavaró hatást, a zavarásban a repülőgépek vizuális megjelenése is szerepet játszott. A sugárhajtóműves repülőgépek zaja és a hangrobbanás részleges megriadásokat okozott bizonyos egyedcsoportoknál, és ez a tény szerepet játszott a negatív válaszreakciók kiváltásában, de a vizuális inger is meghatározó volt. A *KEMPF* és *HÜPPOP* [16] által publikált megfigyelések szerint az állatok egy idő után megszokták a zajt és ekkor ke-

vésbé reagáltak a zajhatásokra, mint a látványra. Ettől függetlenül a zajterhelésből eredő kár az állatvilágnál is lényeges, *KEMPF* és *HÜPPOP* [16] alapján kijelenthető, hogy a zaj élővilágra gyakorolt hatása még nyitott kérdés, csak további vizsgálatokkal lehet alátámasztani az eddigi tapasztalatokból nyert következtetéseket.

A légi közlekedés szabályozására a repülőterek működése és a kapcsolódó légi forgalom miatt a lakókörnyezetben fellépő zajhatások kezelése miatt vannak törekvések. A legtöbb kutató, így *MASCHKE*, *HECHT* és *WOLF* [21] is ebből az indítatásból hangsúlyozza az átrepülések miatti éjszakai felébredések problémáját a lineáris-dózis összefüggésben, az általuk megfogalmazott stratégia a megelőző egészségvédelemben az éjszakai zajterhelés kérdéseit helyezi előtérbe. *MASCHKE*, *HECHT* és *WOLF* [21] következetesen az éjszakai 52-53 dB(A)-es zajszint túllépését tartja vegetatív értelemben károsnak.

MASCHKE, *HECHT* és *WOLF* [21] rámutatnak, hogy a zavaró hatás megítélésében központi helyen szerepel a repülési zaj mértéke. Hasonló, az egészségre gyakorolt hatással kapcsolatos megállapításra jutott repülőterek környezetében végzett felmérések alapján *MÜLLER* és *BÄTTIG* [24], valamint *WANNER* is [38]. Más kutatók, így *MATSCHAT* és *MÜLLER* [23] a repülőgépek keltette zaj bemutatása és elemzése mellett a kialakult probléma kezelését is kiterjedten tárgyalják, megfogalmazzák azt a fontos kérdést, hogy a repülési zaj ellenőrzését mennyire sikerült megvalósítani, illetve a rendelkezésre álló szabályozási eszközök alkalmazása mennyiben ítéltető sikeresnek.

A légi közlekedéstől származó zaj szabályozása az alkalmazott eszközöktől és az alkalmazás sikerétől függ. *SOBOR* [34] részletesen bemutatja a szabályozás lehetőségeit a vonatkozó jogszabályi környezet alapján, egyben kitér a repülési zaj számítási módszereire is. *SOBOR* [34] áttekintése nyomán megállapítható, hogy a szabályozás meghatározó eleme a légi forgalom, sarkalatos kérdés a legnagyobb zajterhelést adó forgalmi időszak, amit a jelenleg hatályban lévő előírások szerint távlati időszakra kell meghatározni.

SOBOR [34] kitér a repülőter környezetkímélő üzemeltetésére, ami az úgynevezett zajgátló védőövezet kijelölése alapján kell megvalósuljon. A bemutatott számítás vonatkozásában említést érdemel, hogy a módszer átlag értékek, illetve időegységre vetített egyenértékű hangnyomásszint értékkel dolgozik. A környezetterhelési értékek átlagolása tehát napjainkban is változatlan módon szerepel a zajszámítási eljárásokban annak ellenére, hogy *SOBOR* [34] is utal a zaj terjedését befolyásoló egyéb körülményekre, mint a repülési profil, a pályagörbék mérése, a légköri csillapítás, a terep befolyásoló hatása. A leírt zajszámítási módszer számos, a környezeti adottságok és az üzemeltetés körülményeiből adódó bizonytalan elemet tartalmaz, melyből következik a zajminősítés bizonytalansága is.

Hasonló következtetést vontam le *PALIK* és *CSERMELY* [28] által adott összehasonlító elemzés alapján is. Az alkalmazott mérőszámok az átlagolt egyenértékű hangnyomásszintek, ami *PALIK* és *CSERMELY* [28] véleménye szerint nem reprezentálja kellő mértékben a repülési zaj zavaró hatását. Az általános integrált mutatók alkalmazási problémájára a repülésbiztonság vonatkozásában *ЖУЛЕБ* és *ИБАХОБ* [42] is felhívta a figyelmet.

Az eltérő időben és más-más probléma elemzése alapján *PALIK* és *CSERMELY* [28], valamint *ЖУЛЕБ* és *ИБАХОБ* [42] hasonló következtetésre jutott, amit *SOBOR* [34] is megerősít az általa bemutatott zajszámítási módszerrel keresztül, illetve részle-

tesen kifejti a zajszint számításának elemzésekor [34]. Ebből következik számomra, hogy a továbbiakban a figyelmem a repülési eseményekhez jobban köthető egyedi zaj-eseményekre irányítsam.

Az egyedi zajesemények alkalmazásában rejlő problémát támasztja alá *BUNA* [4] is, amikor a műveleti zajszinteken keresztül, a zaj időbeliségének sztochasztikus jellegére tekintettel ad áttekintést a repülési zaj zavaró hatásáról. Az éjszakai zavarásra *BUNA* [4] is a *MASCHKE*, *HECHT* és *WOLF* [21] megállapításaihoz hasonló véleményt fogalmaz meg, melyben kiemeli az éjszakai zajeseményszám, a fellépő legnagyobb zajszint értékek, valamint a zajhatásszint (az 1 másodperc időtartamra vonatkoztatott repülési zajeseményszám) jelentőségét. A zaj szubjektív zavaró hatásához kapcsolatosan tesz említést a zajesemények előfordulási gyakoriságának kérdéséről. Felvetésével *SOBOR* [61], valamint *BUNA* [4] is iránymutatást ad a további kutatásokhoz, hiszen a bekövetkezési valószínűség – a zajszint küszöbérték átlépésének valószínűsége – értelmezése már túllép az átlagolt mutatószámok problémáján.

2. KUTATÁSI CÉLKITŰZÉSEK

Kutatómunkám során elvégzett zajmérések eredményeinek elemzése és üzemeltetési folyamatokkal való összevetése vezetett arra a következtetésre, hogy a légi közlekedés környezetbiztonsági kérdéseire a környezetvédelem, valamint a környezet- és a repülésbiztonság olyan irányú integrált kezelése adhat választ, ami a bekövetkezés valószínűségére és a bizonytalanságra figyelemmel, de a kibocsátási folyamat és az információk összerendezése alapján veszi figyelembe az érintett környezet kapcsolatrendszerét.

Ezért döntöttem a kutatási téma meghatározása során a légi közlekedés környezetvédelmi kérdései mellett, ebből az indíttatásból választottam speciális szakterületként a hozzám leginkább közelálló zaj elleni védelmet. Doktori disszertációmban *a légi közlekedés környezetbiztonsági kapcsolatrendszerének modelljét vizsgáltam a helikopterzaj tükrében*.

Célul tűztem ki a légi jármű üzemeltetéssel kapcsolatos környezetbiztonsági és környezetvédelmi probléma átfogó vizsgálatát, a légi közlekedés zajvédelmi kérdéseinek rendszerszintű elemzését és olyan, a zaj elleni védelmet is magába foglaló környezetbiztonsági koncepció alapjainak megalkotását, ami az elért eredmények gyakorlati felhasználásával egy kooperatív és modern elveknek is megfelelő környezeti stratégia alkalmazását segíti elő. A környezetbiztonságot ezért kettős megközelítésben vizsgáltam. Egyrészt elemeztem a környezethasználat és az érintett környezet kapcsolatrendszerét a "biztonság és a veszélytelen állapot" elméleti megközelítésből. Másrészt műszeres zajmérési adatokra támaszkodva elemeztem a környezeti hatás kialakulásában fennálló bizonytalanságot és bekövetkezési valószínűséget a környezetbiztonsági követelmények körében.

Értekezésem megírásával az alábbi részterületek kidolgozását tűztem ki célul:

- a környezetbiztonság és a környezetvédelem integrált, rendszertani megközelítéséhez szükséges fogalmak megalkotása és rögzítése;
- a környezetbiztonság és a környezetvédelem rendszerszemléletű elemzése, rendszermodellezési eljárások kidolgozása;

- a környezetbiztonság és a környezetvédelem kettős modelljének elemzése alapján a környezetbiztonsági szint fogalmának és jellemzőinek meghatározása;
- a környezetbiztonsági szint értékelése a környezetvédelmi rendszerműködés és a környezeti hatások elemzésével;
- szimulációs eljárás alapján a környezetterhelés valószínűségi eloszlásainak és a környezetvédelmi rendszer lehetséges környezetterhelési értékekkel leírt kimeneteinek jellemzése és átfogó vizsgálata.

A célokból adódóan a légi közlekedés környezeti hatásainak olyan területén végeztem kutatásokat, ahol a megoldás a szakterület speciális jellege miatt már hosszú ideje várat magára. Az általam kutatott szűkebb szakterület a *környezet zaj elleni védelem*. Tapasztalataim szerint környezetvédelmi szempontból a *környezeti zaj* érinti a légi közlekedést napjainkban a legérzékenyebben, kutatásaim célkitűzéseiként ezért állítottam középpontba a rendszerműködést és a bizonytalanságot, valamint a repülésbiztonság és a környezetvédelem kapcsolódási pontjait.

3. VIZSGÁLATI MÓDSZEREK

A kutatási célkitűzésekben ismertetett kérdések megválaszolásához az alábbi *kutatási feladatok elvégzésével* jutottam el.

1. Tanulmányoztam a környezetbiztonsági, környezetvédelmi, rendszerelméleti, rendszertechnikai és repülésbiztonsági témájú magyar, angol, német és orosz szakirodalmakat. Az áttekintett irodalmak elemzését a dolgozatom 2. fejezete tartalmazza. Ezután mélyebben kitértem a környezeti zaj elemzésére, a 3. fejezetben.
2. Műszeres zajméréseket végeztem több repülőtéren és helikopter leszállóhelyen. Ezekből kiemelem a következő kutatási helyeket, ahol zajszint adatokat gyűjtöttem:
 - Szentkirályszabadja, MH 87. Bakony Harcihelikopter Ezred;
 - Szolnok, MH 86. Szolnok Helikopter Bázis;
 - Mogyoród, Hungaroring Versenypályán létesített helikopter leszállóhely;
 - Budapest Hold utcai helikopter leszállóhely;
 - Budapest Ferihegy és Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtér környezete;
 - MH 59. Szentgyörgyi Dezső Repülőbázis környezete;
 - Esetileg szervezett helikopteres repülések Budaörs, Tata és Budapest területén.
3. A helyszíni zajvizsgálatok alkalmával konzultációt folytattam hajózó személyzetekkel, a repülés résztvevőivel és a légiforgalmi irányítókkal, valamint az üzemeltetőkkel. Hasonló módon konzultáltam a helikopter vezetőkkel azokban az esetekben, amikor helikopter leszállóhelyek létesítésére vonatkozó dokumentáció elkészítése volt a feladat.
4. Az 1997. évtől kezdődően rendszeres résztvevője vagyok tudományos konferenciáknak, ahol a légi közlekedési szakemberek is rendszeresen beszámolnak tudományos eredményeikről és tapasztalataikról. A konferenciákon a szakterületemet érintően több előadást is meghallgattam, illetve konzultáltam az előadókkal, az általuk

közreadott ismereteket feldolgozást követően felhasználtam kutatómunkám során, illetve a következtetéseket adaptáció útján beépítettem disszertációmba.

5. Összevettem azokat a tudományos megállapításokat, melyek a légiközlekedés és a környezetvédelem oldaláról, ellentétes szempontrendszer alapján közelítik meg a környezetbiztonság kérdéseit.
6. Az addig elért eredményeimet 2010-ben megjelent könyvemben [B1] összefoglaltam és a szakmai közönség elé tártam.

A kutatás keretében helyszíni műszeres zajméréseket végeztem a fentiekben megadott helyszíneken, ahol minden esetben a valós körülményeknek megfelelő, szokásos előírások és feltételek mellett végrehajtott helikopteres repülésektől származó hangnyomásszint adatokat rögzítettem. A mérések során vizsgáltam

- leszállóhelyhez érkező és azt megközelítő, leszállóhelyen állóhelyi üzemben működő, valamint leszállóhelyről induló;
- leszállóhely felett függésben üzemelő;
- észlelési pont felett különböző magasságon és távolságokban átrepülő;
- különböző műveleti fázisban lévő;
- gyakorló légtérben repülést végző egy és több

helikoptertől származó hangnyomásszinteket.

A mérések alkalmával az *MSZ 13-183-3:1992* "A közlekedési zaj mérése. Repülési zaj" című, valamint az *MSZ 13-183-4:1992* "A közlekedési zaj mérése. Repülési zaj heliportok és kisrepülőterek környezetében" című műszaki szabványok szerinti zajjellemzőket, valamint az L_{Aeq} egyenértékű, L_{max} . legnagyobb, L_{min} . legkisebb és L_{peak} csúcs hangnyomásszinteket mértem a vizsgált repülési művelet vagy zajesemény időtartamának megfelelően. A mérések során a hangnyomásszinteket a frekvencia függvényében is rögzítettem.

Dolgozatomban felhasználtam olyan általam mért, eltérő beépítettségű területekre vonatkozó és az *MSZ 18150-1:1998* "A környezeti zaj vizsgálata és értékelése" című műszaki szabvány szerint meghatározott háttérterhelés adatokat, melyek általános zajállapotokat tükröznek. Helyszíni méréseket végeztem üzemek és üzemi zajforrások, valamint közúti közlekedési zajforrások környezetében, ahol az általános zajjellemzők mellett a megítélési zajterhelést¹ vizsgáltam.

A helyszíni zajmérésekhez *Bruel & Kjaer 2238* típusú, valamint *SVAN 945* típusú integráló hangszint mérő (Sound Level Meters) műszert használtam. Mindkét hangszintmérő alkalmas valamennyi zajjellemző párhuzamos mérésére és tárolására. A *SVAN 945* típusú integráló hangszint mérő mérési tartománya az infrahangtartományra is kiterjed, így az ember számára nem hallható infrahang szinteket is mértem, illetve a mért adatokat felhasználtam a kutatási munkám során.

Disszertációmban az általam kutatott és a fentiekben ismertetett témát – az elvégzett vizsgálatok és az eredmények bemutatása szempontjából – három egységre tagoltam.

¹ Megítélési zajterhelés az *MSZ 18150-1:1998* szerint meghatározva.

Az első egységben a környezeti zajról adok áttekintést a légi közlekedést érintő megközelítésben. A zaj, mint környezeti hatás kialakulásának bemutatása mellett hangsúlyt kapott a zaj kialakulását befolyásoló tényezők logikai összefüggése, amit rendszerszintű kapcsolati hálóban foglaltam össze. Bemutattam a zaj környezeti hatások körében elfoglalt helyét és szerepét a biztonság megítélése szempontjából lényeges jellemzőkkel.

A második egységet a környezetbiztonság és környezetvédelem kapcsolatának vizsgálatával kezdem, majd elvégeztem a környezetbiztonság és környezetvédelem rendszerszintű elemzését. Rendszertani áttekintést adok a környezeti állapotjellemzők és a bizonytalanság kezeléséhez azoknak a tényezőknek az elemzésével, melyek a környezeti hatások tekintetében kapcsolati vonalat jelentenek a kibocsátó forrás és az érintett környezet között. A környezeti hatások leírásához szükséges modellezési eljárások vizsgálata egészíti ki a második egységbe foglalt témarészletet, melyben vizsgálati eredményekkel szemléltettem a modellválasztást.

A harmadik egységbe foglalom bele a környezetbiztonsági szint értelmezését a rendszerműködés és a környezeti hatások vizsgálatával. Kitérek a környezeti hatások és a környezetbiztonság alapelvének behatóbb elemzésére, ehhez kapcsoltn a kockázatra és bizonytalanságra, amit az általam elvégzett zajmérések eredményeivel támasztok alá. Ebbe az egységbe foglalom bele a légi közlekedés, a lokális környezetvédelem és a környezetbiztonság, mint három alaptényező között fennálló kapcsolat részletes vizsgálatát.

4. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

Értekezésemben bemutatott kutatómunka új tudományos eredményeit az alábbi tézisekben foglalom össze.

1. Kidolgoztam a környezetbiztonság és a környezetvédelem rendszerszemléletű, integrált elemzéséhez szükséges fogalmi feltételeket.

- 1.a. Meghatároztam a környezetbiztonság egy új fogalomrendszerét, ennek keretében bevezettem a kompromisszum feltétel fogalmát.
- 1.b. Feltártam és logikai modellbe foglaltam a környezetbiztonság és a környezet-használati folyamatok összefüggéseit.
- 1.c. Feltártam és értelmeztem a zajterhelés kialakulását meghatározó tényezők közötti kapcsolatrendszerét és felállítottam annak logikai modelljét.

Kapcsolódó publikációim: [B1]; [B2]; [B4]; [B6]; [B7]; [B13]; [B20]; [B21].

2. A környezetbiztonsági vizsgálatok egy általános modelljét építettem fel, amit kettős modellnek neveztem el, alkalmazásával kapcsolatban az alábbi megállapításokat tettem:

- 2.a. A természetes környezet terhelése minden esetben valamilyen formájú és mérvű kockázatot von maga után, ezért a környezetbiztonság értelmezése az antropocentrikus környezet-definíció kiterjesztésével lehetséges.
- 2.b. A környezetbiztonsági vizsgálatokat össze kell kötni az alkalmazott modellek bizonytalanságának elemzésével, az eredmények kiértékelése során, például Monte-Carlo szimuláció alkalmazásával.

Kapcsolódó publikációim: [B1]; [B2]; [B4]; [B9]; [B10]; [B12]; [B22]; [B23]; [B24].

3. A kompromisszum feltétel, valamint a kettős modell alapján feltártam a környezeti hatások összefüggéseit, melyek alapján:

- 3.a. Kidolgoztam a környezetbiztonság háromszög modelljét a kompromisszum-helyzet áttekintéséhez és fenntartásához.
- 3.b. Megállapítottam, hogy a légi közlekedés abban az esetben felel meg a környezetbiztonsági szempontoknak, amennyiben a környezeti hatásokkal kapcsolatos beavatkozások megvalósíthatósága, valamint a környezeti hatások kezelése és a beavatkozások eredményének bizonytalansága a repülésbiztonsággal szoros kapcsolatrendszeret alkot.
- 3.c. Igazoltam, hogy a repülés közvetlenül és közvetve is kedvező hatást gyakorolhat a környezetre, mivel léteznek olyan esetek, amikor szerepet kap a környezetterhelés csökkentésében.

Kapcsolódó publikációim: [B1]; [B2]; [B5]; [B8]; [B9]; [B14]; [B15]; [B16]; [B17]; [B25].

4. Monte-Carlo szimulációs eljárást dolgoztam ki, valamint alkalmaztam a környezetterhelés és a környezetbiztonsági szint vizsgálatára eseti helikopter leszállóhely, illetve egyedi repülési műveletek gyakorló légterek környezetében kialakuló zajhelyzet elemzésére. A szimulációs eredmények alapján az alábbi megállapításokat tettem:

- 4.a. Nem önmagában a repülési forgalom jelenti a környezetterhelést, hanem a kialakuló hangnyomásszint érték, illetve a környezet alapállapotához képest bekövetkező hangnyomásszint változás. Ezért nem csak a forgalom becslését vagy mérését kell elvégezni, hanem a hangnyomásszintek bekövetkezési valószínűségeit szükséges vizsgálni.
- 4.b. A kimutatható hangnyomásszintek bekövetkezési valószínűség-eloszlása a kibocsátó forrásra, a terjedést befolyásoló környezeti jellemzőkre és a terhelést meghatározó környezeti tényezőkre egységes információt ad.
- 4.c. A gyakorló légterekben végrehajtott kiképzési repülések során az egy feladat alkalmával végrehajtott manőverek számának növelése csak kismértékben növeli a légtér környezetében a zajterhelést.

Kapcsolódó publikációim: [B2]; [B3]; [B6]; [B8]; [B10]; [B11]; [B12]; [B18]; [B19].

5. EREDMÉNYEK HASZNOSÍTÁSI LEHETŐSÉGE

Értekezésemben bemutatott kutatómunka új tudományos eredményeinek hasznosítási lehetőségeit az alábbiakban foglalom össze.

A légi közlekedés megoldatlan alapproblémája az időben változó környezetterhelés leírása és a valósággal megegyező vagy ahhoz közelítő modellek felállítása. E tekintetben első helyen szerepel a zaj, a légi jármű és a repülőtér üzemeltetésétől származó zajterhelés kezelése, csökkentése, az eredményes megoldások keresése.

A probléma oda vezethető vissza, hogy az instacioner környezeti állapot leírásához elterjedt az átlagértékek használata, ami a légi közlekedésben hosszú idejű vonatkoztatási időt jelent. Az egyszámos határértékek alkalmazása növeli ezt a problémát, számtalan kérdést vet fel a téma, amit már hosszú ideje kutatunk, de megnyugtató válasz még nem született. A napjainkban is alkalmazott eljárások a valóságban észlelt zaj jel-

lemzőinek jelentőségét a háttérbe szorítják, a modellek és a valóságos állapotok között nagy különbség adódik.

A becsléseknél és a tervezésnél a leszállóhelyek és a helikopteres repülés környezetében kialakuló zajterhelés a nagy időtávlatra meghatározott műveletszámok és várható zajterhelés leírásával csak nagy bizonytalansággal mutatható ki, ami a környezet-használat és a környezeti állapot vonatkozásában egyaránt kockázatokat rejt magában. Az új környezetbiztonsági fogalomrendszer megalapozza és elősegíti az instacioner környezeti állapotok azonosítását, definiált fogalmak alapján történő kezelését és vizsgálatát, ezen keresztül a környezet védelméhez szükséges beavatkozások pontos és informatív meghatározását.

A környezetbiztonsági háromszög modell alkalmazásával lehetőség nyílik a környezetvédelmi és környezetbiztonsági szempontból szükséges, légi közlekedéssel kapcsolatos kompromisszumhelyzet áttekintésére és fenntartására. A modell lehetőséget ad a kedvező és kedvezőtlen, illetve a legkedvezőbb és az arányos helyzeteket vizsgálatára, az esetleges változások levezetésére és nyomon követésére. Felhasználásával a folyamatok figyelemmel kísérhetők azáltal, hogy egy-egy döntés eredményeként kialakuló megváltozott helyzet kiértékelését teszi lehetővé a környezeti hatások és a biztonság közötti kapcsolati pont megteremtésével, összességében a környezetbiztonság keretein belül.

A kettős modell alapján lefolytatott elemzés a bizonytalanságelemzésben kapott válaszok hibahatáraitól ad információt, a valósághoz közelebb álló környezeti adatokat szolgáltat a Monte-Carlo szimuláció, alkalmazása az észlelt zajjellemzők leírásához megfelelő eszköz. A Monte-Carlo szimuláció a környezetterhelések hatásainak korszerű elemzésére alkalmas, a korábbiakhoz képest pontosabb eredményt ad a helikopter leszállóhelyektől származó zaj és a helikopteres egyedi repülésektől származó zaj becslésére.

Alkalmazása lehetőséget teremt olyan zajjellemzők vizsgálatára a bekövetkezési valószínűségek becslésével, melyek nem a csak a műveletszámokhoz kötődnek, hanem a környezeti állapot megváltozásához.

Ezáltal a módszer a határérték alapú minősítés mellett, a rendszerkörnyezetből érkező válaszokat is figyelembe veszi. A zajszintek bekövetkezési valószínűség értékeit területegységekre lehet vonatkoztatni, ami lehetőséget ad az érintett területek érintettségének súlyozására, ezáltal a környezeti hatás csökkentését koncepcionálisan rangsorolva és időben megtervezve teszi lehetővé.

6. HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] BARÓTFI ISTVÁN (ed.) *Környezettechnika*, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 2000, 981 p.
- [2] BOKOR ZOLTÁN - TÁNCZOS LÁSZLÓNÉ *A közlekedés társadalmi költségei és azok általános és közlekedési módtól függő hazai sajátosságai*, Közlekedéstudományi Szemle 8., Budapest, 2003, pp. 281-291.
- [3] BUNA BÉLA *A közlekedési zaj csökkentése*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1982, 202 p.
- [4] BUNA BÉLA *Egyedi repülési zajesemények szabályozási lehetőségei*, Közlekedéstudományi Szemle LX. évfolyam 4. szám, Budapest, 2010, pp. 51-60.

- [5] CSUTORÁS GÁBOR *Biztonságtudomány, Környezetmérnöki Tudástár XXIX. kötet*, Pannon Egyetem, Veszprém, 2013, 153 p.
- [6] DOLLMAYER J. - CARL U. B. *Einfluss des Leistungsbedarfs von Flugzeugsystemen auf den Kraftstoffverbrauch*, Deutscher Luft- und Raumfahrtkongress 2004, 20-24. Szeptember 2004. DGLR-2004-261, Dresden, 2006, pp. 1-10.
- [7] DUDÁS ZOLTÁN *A repülési biztonságkultúra fejlesztésének lehetőségei a Magyar Honvédség Légierében különös tekintettel az emberi tényező formálására*, PhD értekezés ZMNE, Budapest, 125 p.
- [8] DUDÁS ZOLTÁN *Basics of the flight safety risks*, Hadmérnök 2007: (1) pp. 1-7.
- [9] ERDŐSI FERENC *Gondolatok a közlekedés szerepéről a régiók/városok versenyképességének alakulásában*, Tér és Társadalom 16. évfolyam 2002/1., Budapest, 2002, pp. 135-159.
- [10] ERDŐSI FERENC *Légi közlekedés és területi fejlődés*, Tér és Társadalom 13. évfolyam 4. szám, Budapest, 1999, pp. 45-76.
- [11] FIELDING, J. P. *Safety and Reliability Prediction Methods for Aircraft Preliminary Design*, Proc. of the ICAS' 98, Melbourne, 1999, (CD-version).
- [12] FLEISCHER TAMÁS *Környezeti biztonság*, In: *A gazdasági biztonság kihívásai. Háttér tanulmányok a magyar külstratégiához (2)*, Világgazdasági Kutatóintézet, Budapest, 2007, pp. 120-134.
- [13] FÖRSTNER, ULRICH *Umweltschutztechnik*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1990, 462 p.
- [14] HANKÓ MÁRTA - FÖLDI LÁSZLÓ *A környezeti kockázatok elemzése*, Hadmérnök IV. évfolyam 2009.4. szám, Budapest, 2009, pp. 39-48.
- [15] KAVAS LÁSZLÓ - ÓVÁRI GYULA *A XXI. század helikopterfejlesztésének néhány fontosabb irányzata*, Repüléstudományi Közlemények XXV. évfolyam 2013.1. szám, Szolnok, 2013, pp. 210-222.
- [16] KEMPF NORBERT - HÜPPOP OMMO *Auswirkungen von Fluglärm auf Wildtiere. ein kommentierter Überblick*, Journal für Ornithologie 137/1., Springer-Verlag, Berlin, 1996, pp. 101-113.
- [17] KOLOSZÁR MIKLÓS *A környezetvédelem 10 éve (1990-2000)*, Budapesti Közgazdaságtudományi és Államigazgatási Egyetem, Budapest, 2002 december, 39 p.
- [18] KRAUSE, SHARI *Stamford Aircraft Safety: Accident Investigations, Analyses, & Applications*, Second Edition, McgrawHill, 483 p.
- [19] LÁNG ISTVÁN (ed.) *Környezet- és Természetvédelmi Lexikon*, Akadémiai Kiadó és Nyomda Vállalat, Budapest, 1993, 1010 p.
- [20] LEGEZA ENIKŐ - TÖRÖK ÁDÁM *Európa térképe átalakul a légiközlekedés hatására*, Tér és Társadalom 23. évfolyam 2009/2. szám, Budapest, 2009, pp. 225-235.
- [21] MASCHKE C. - HECHT K. - WOLF U. *Nächtliches Erwachen durch Fluglärm Beginnen Aufwachreaktionen bei Maximalpegeln von 60 Decibel(A)?*, Journal für Ornithologie 137/1., Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz 44/10., Berlin, 2001, pp. 1001-1010.
- [22] MATSCHAT K. - MÜLLER E. A. *Fluglärm I. Ausmaß und Entstehung*, Naturwissenschaften 64/6, Springer-Verlag, Berlin, 1977, pp. 317-325.

- [23] MÜLLER ROLAND - BÄTTIG KARL *Der Einfluss von Fluglärm auf die Anwohner des Flughafens Zürich-Kloten*, Sozial- und Präventivmedizin 22/4, Birkhäuser-Verlag, Berlin, 1977, pp. 191-192.
- [24] MÜLLER, MANFRED *Risikomanagement und Sicherheitsstrategien der Luftfahrt - ein Vorbild für die Medizin?*, Z. Allg. Med. 2003: 79, Stuttgart, 2003, pp. 339-344.
- [25] NEWMAN M. E. J. - BARKEMA G. T. *Monte-Carlo Methods in Statistical Physics*, Oxford University Press Inc., New York, 1999, p. 475.
- [26] ÓVÁRI GYULA - SZEGEDI PÉTER *Alternatív üzemanyagok alkalmazásának lehetőségei a repülésben*, Repüléstudományi Közlemények 2010/2, Szolnok, 2010, p. 29.
- [27] PALIK MÁTYÁS - CSERMELY ILDIKÓ *A repülőterekre vonatkozó stratégiai - és a zajgátló védőövezet számítási metodikájának összehasonlítása, egységesítési lehetőségei az Európai Unió jogrendjében*, Repüléstudományi Közlemények XXV. évfolyam 2013. 2. szám, Szolnok, 2013, pp. 245-254.
- [28] PIERS, M. A. *The Development and Application of a Method for the Assessment of Third party Risk due to Aircraft Accidents in the Vicinity of Airports*, Proc. of the ICAS' 94, Anaheim, 1994, pp. 507-518.
- [29] ROHÁCS JÓZSEF - HORVÁTH ZSOLT CSABA *A repülésbiztonság problémája és fejlesztési elvei*, Repüléstudományi Közlemények XXV. évfolyam 2013.3. szám, Szolnok, 2013, pp. 39-55.
- [30] SIEFERLE, R. P. *Fortschrittsfeinde? Opposition gegen Technik und Industrie von der Romantik bis zur Gegenwart*, C. H. Beck Verlag, München, 1984., 301 p.
- [31] SIEGFRIED, J. *Gerathewohl Die Flugsicherheit, Die Psychologie des Menschen im Flugzeug*, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, 1954, pp. 241-264.
- [32] SIKLÓSI ZOLTÁN *A NATO előírásokhoz illeszkedő repülésbiztonság alapelveinek rendszerszemléleti vizsgálata és integrálása a magyar szabályozók rendszerébe*, PhD értekezés, ZMNE, Budapest, 2008.
- [33] SOBOR ÁKOS *Repülőterek forgalmából eredő zajövezetek, valamint repülőgépek zajminősítése*, Repüléstudományi Közlemények Különszám II. 2001, Szolnok, 2001, pp. 117-121.
- [34] SZABÓ JÓZSEF (ed.) *Repülési Lexikon*, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1991, I. kötet 623 p., II. kötet 603 p.
- [35] THYLL SZILÁRD (ed.) *Környezetgazdálkodás a mezőgazdaságban*, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 1996, 425 p.
- [36] TIBOLDI TIBOR *Az önkormányzatok szerepe a regionális repülőterek fejlesztésében*, Tér és Társadalom 22. évfolyam 2008/4., Budapest, 2008, pp. 135-148.
- [37] WANNER, H. U. *Belästigungen durch den Strassenverkehrs- und Fluglärm*, Sozial- und Präventivmedizin 27/2-3, Birkhäuser-Verlag, Berlin, 1982, pp. 119-123.
- [38] WHITE, JOHN (2012) *Aviation safety program*, NASA http://www.aeronautics.nasa.gov/reno_presentations/avsp_reno_011206.pdf, (2015. 02. 06)
- [39] АЛЕКСЕЕВ, С. П. *Борьба с шумом и вибрацией в машиностроении*, Машиностроение, Москва, 1970, p. 210.

- [40] ГРИНИН А. С. - НОСИКОЕ В. Н. *Экологическая безопасность. Защита территории и населения при чрезвычайных ситуациях*, ФАИР-ПРЕСС, Москва, 2002, p. 336.
- [41] ЖУЛЕВ В. И. - ИВАНОВ В. С. *Безопасность полетов летательных аппаратов*, Транспорт, Москва, 1986, p. 224.
- [42] ЗАХВАТКИН, ЮРИЙ *Основы общей и сельскохозяйственной экологии. Методология, традиции, перспективы*, Либроком, Москва, 2013, p. 352.
- [43] КУКУШКИНА, А. В. *Экологическая безопасность, разоружение и военная деятельность государств*, ЛКИ, Москва, 2008, p. 176.

7. TÉZISPONTOKHOZ KAPCSOLÓDÓ TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

- [B1] BERA JÓZSEF - POKORÁDI LÁSZLÓ *Helikopterzaj elmélete és gyakorlata*, Debrecen, Campus Kiadó, 2010., 192 p.
- [B2] BERA JÓZSEF - POKORÁDI LÁSZLÓ *Environmental Risk Management of Air-Transport developmen*, ACTA TECHNICA JAURINENSIS 5:(3), 2012, pp. 245-252.
- [B3] BERA JÓZSEF - POKORÁDI LÁSZLÓ *Monte-Carlo Simulation of Helicopter Noise*, Acta Polytechnica Hungarica 12:(2), 2015, pp. 21-32.
- [B4] BERA JÓZSEF - POKORÁDI LÁSZLÓ *A helikopterzaj vizsgálata*, HADI-TECHNIKA 2001:(1) pp. 2-5.
- [B5] BERA JÓZSEF *Légi közlekedés és környezetbiztonság összefüggéseinek elemzése*, REPÜLÉSTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK XXVII:(1.), 2015, pp. 18-29.
- [B6] BERA JÓZSEF *Zajjellemzők vizsgálata*, DEBRECENI MŰSZAKI KÖZLEMÉNYEK 2007:(1) pp. 89-99.
- [B7] BERA JÓZSEF - POKORÁDI LÁSZLÓ *Légiközlekedés környezetbiztonsági fogalomrendszere*, REPÜLÉSTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK KÜLÖNSZÁM 2014, pp. 274-285.
- [B8] POKORÁDI LÁSZLÓ - BERA JÓZSEF *Repülésfejlesztés környezetvédelmi kockázatkezelése*, REPÜLÉSTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK KÜLÖNSZÁM 2012, pp. 523-536.
- [B9] BERA JÓZSEF - POKORÁDI LÁSZLÓ *Repülési zaj kezelésének bizonytalansága*, REPÜLÉSTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK KÜLÖNSZÁM, 2013, pp. 730-731.
- [B10] BERA JÓZSEF - POKORÁDI LÁSZLÓ *Noise protection investigation of heliports*, 11th Mini Conference on Vehicle System Dynamics Identification and Anomalies, VSDIA 2008, In: Zobory István (szerk.) Proceedings of the Mini Conference on Vehicle System Dynamics, Identification and Anomalies. Konferencia helye, ideje: Budapest, Magyarország, 2008.11.10-2008.11.12. Budapest: BME, pp. 577-581.
- [B11] BERA JÓZSEF - POKORÁDI LÁSZLÓ *Industrial Helicopter Application and its Noise Protection Problems*, In: Zobory István (szerk.) Proc. Of the VSDIA 2010. Konferencia helye, ideje: Budapest, Magyarország Budapest: BME, pp. 343-350.
- [B12] POKORÁDI LÁSZLÓ - BERA JÓZSEF *Assessment of Heliport Noise Emission*, 13th Mini Conference on Vehicle System Dynamics Identification and

- Anomalies, VSDIA 2012, In: Zobory István (szerk.) Proceedings of the Mini Conference on Vehicle System Dynamics, Identification and Anomalies. Konferencia helye, ideje: Budapest, Magyarország, 2012.11.05-2012.11.07. Budapest: BME, pp. 461-467.
- [B13] BERA JÓZSEF *Háttérzaj értékelése eltérő környezeti adottságok függvényében*, In: Pokorádi László (szerk.) Műszaki Tudomány az Észak Alföldi Régióban 2008. Konferencia helye, ideje: Debrecen, Magyarország, 2008.05 Debrecen: MTA Debreceni Akadémiai Bizottság, pp. 99-107.
- [B14] BERA JÓZSEF *Környezeti zaj és határértékek közötti összefüggések*, In: Pokorádi László (szerk.) Műszaki Tudomány az Észak Alföldi Régióban 2009 Konferencia: Debreceni Akadémiai Bizottság Műszaki Szakbizottsága. Konferencia helye, ideje: Debrecen, Magyarország, 2009.05.20 Debrecen: Magyar Tudományos Akadémia Debreceni Területi Bizottsága, pp. 101-106.
- [B15] BERA JÓZSEF *Zajjellemzők természetes és épített környezetben*, In: Bitay Enikő (szerk.) Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka XIV.: Nemzetközi Tudományos Konferencia. 282 p. Konferencia helye, ideje: Kolozsvár, Románia, 2009.03.26-2009.03.27. Kolozsvár: Erdélyi Múzeum-Egyesület, pp. 41-44.
- [B16] BERA JÓZSEF *Iparfejlesztés és környezeti zajvédelem összefüggései*, In: Bitay Enikő (szerk.) Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka, XV. Kolozsvár, 2010. március 25-26, Konferencia helye, ideje: Kolozsvár, Románia, 2010.03.25-2010.03.26. Kolozsvár: Erdélyi Múzeum-Egyesület, pp. 33-36.
- [B17] BERA JÓZSEF *Ipari helikopteres repülés környezeti hatása*, In: Pokorádi László (szerk.) Műszaki Tudomány az Észak-kelet Magyarországi régióban 2011: a konferencia előadásai. Konferencia helye, ideje: Miskolc, Magyarország, 2011.05.18 Debrecen: DAB, pp. 89-94.
- [B18] BERA JÓZSEF *Kockázatkezelés a környezetvédelmi tervezés folyamatában*, In: Bitay Enikő (szerk.) Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka XVII. Konferencia helye, ideje: Kolozsvár, Románia, 2012.03.22-2012.03.23. Kolozsvár: Erdélyi Múzeum-Egyesület, pp. 35-38.
- [B19] BERA JÓZSEF - POKORÁDI LÁSZLÓ *Légi forgalom és repülőtér fejlesztés környezetvédelmi kockázatkezelése*, In: Horváth Balázs, Horváth Gábor (szerk.) Közlekedéstudományi Konferencia Győr 2012: Hogyan tovább közforgalmú közlekedés?. 360 p. Konferencia helye, ideje: Győr, Magyarország, 2012.03.29-2012.03.30. Győr, Universitas-Győr Kht., pp. 137-148.
- [B20] BERA JÓZSEF *Környezeti bizonytalanság és környezetbiztonság összefüggései*, In: Pokorádi László (szerk.) Műszaki Tudomány az Észak-kelet Magyarországi Régióban 2013. 518 p. Konferencia helye, ideje: Magyarország, 2013.06.04 Debrecen: MTA Debreceni Akadémiai Bizottság, pp. 114-121.
- [B21] BERA JÓZSEF - POKORÁDI LÁSZLÓ *Műszaki környezetvédelem és a kockázatkezelés összefüggései*, In: Bitay Enikő (szerk.) Műszaki Tudományos Füzetek - FMTÜ XVIII. Kolozsvár, Románia, 2013.03.21-2013.03.22. Kolozsvár: Az Erdélyi Múzeum-Egyesület, pp. 69-73.
- [B22] BERA JÓZSEF - POKORÁDI LÁSZLÓ *Műszaki folyamatok hatása a környezetbiztonságra*, In: Bitay Enikő (szerk.) Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka XIX.: Nemzetközi Tudományos Konferencia. 480 p. Konferencia helye, ideje:

- Kolozsvár, Románia, 2014.03.20-2014.03.21. Kolozsvár: Erdélyi Múzeum-Egyesület, pp. 57-60.
- [B23] BERA JÓZSEF - POKORÁDI LÁSZLÓ *Monte-Carlo Szimuláció alkalmazása a légi közlekedés környezeti hatásainak elemzésére*, Innováció és fenntartható felszíni közlekedés, IFFK 2014., Konferencia helye, ideje: Budapest, Magyarország, 2014. 08.25-2014.08.27., Budapest: Magyar Mérnökakadémia, pp. 246-250.
- [B24] POKORÁDI LÁSZLÓ - BERA JÓZSEF *Helikopter leszállóhely zajkibocsátásának Monte-Carlo szimulációja*, In: Bitay Enikő (szerk.) Műszaki Tudományos Füzetek - FMTÜ XVIII.: Nemzetközi Tudományos Konferencia, International Scientific Conference. Konferencia helye, ideje: Kolozsvár, Románia, 2013.03.21-2013.03.22. Kolozsvár: Az Erdélyi Múzeum-Egyesület, pp. 327-330.
- [B25] POKORÁDI LÁSZLÓ - BERA JÓZSEF *A légiközlekedés környezetbiztonsági modelljének keresése*, In: Bitay Enikő (szerk.) Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka XIX.: Nemzetközi Tudományos Konferencia. 480 p. Konferencia helye, ideje: Kolozsvár, Románia, 2014.03.20-2014.03.21. Kolozsvár: Erdélyi Múzeum-Egyesület, pp. 333- 336.

Teljes publikációs lista az MTMT-ben:

<https://vm.mtmt.hu/www/index.php?AuthorID=10043304>

Publikációs lista a SCOPUS-ban:

<http://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=35614290900>

MTMT közlemény és idéző összefoglaló táblázat

Bera József adatai (2015.05.12.)

Közlemény típusok	Száma		Hivatkozások	
	Ösz- szesen	Részle- tezve	Füg- getlen	Ösz- szes
Teljes tudományos közlemények ²				
I. Tudományos folyóiratcikk	17	---	---	---
nemzetközi szakfolyóiratban	---	0	0	0
hazai kiadású szakfolyóiratban idegen nyelven	---	2	0	0
hazai kiadású szakfolyóiratban magyar nyelven	---	15	3	3
II. Könyvek	1	---	---	---
a) Könyv, szerzőként	1	---	---	---
idegen nyelvű	---	0	0	0
magyar nyelvű	---	1	3	3
b) Könyv, szerkesztőként	0	---	---	---
idegen nyelvű	---	0	³ ---	---
magyar nyelvű	---	0	---	---
III. Könyvrészlet	0	---	---	---
idegen nyelvű	---	0	0	0
magyar nyelvű	---	0	0	0
IV. Konferenciaközlemény folyóiratban vagy konfe- renciakötetben	33	---	---	---
Idegen nyelvű	---	11	1	1
Magyar nyelvű	---	22	1	1
Tudományos közlemények összesen (I.-IV.)	51	---	8	8
További tudományos művek⁴	---	5	0	0
Összesített impakt faktor	0,5	---	---	---
Idézetek száma⁵	---	---	8	8
Hirsch index⁵	2	---	---	---
Közérdekű és nem besorolt művek	0	---	0	0
Absztrakt	1	---	0	0
Egyéb szerzőség	0	---	0	0
Idézők szerkesztett művekben	---	---	0	0
Idézők disszertációban, egyéb típusban	0	---	2	2
Idézők összesen, minden típus, minden jelleg	---	---	10	10