DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

Doktori értekezés

Buruzs Adrienn

Széchenyi István Egyetem, Audi Hungaria Járműmérnöki Kar

2015

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

Buruzs Adrienn

Fenntartható regionális hulladékgazdálkodási rendszerek értékelése fuzzy kognitív térképpel

doktori értekezés

témavezetők:
Dr. Kóczy T. László Széchenyi István Egyetem
Dr. Bulla Miklós Széchenyi István Egyetem

Infrastrukturális Rendszerek Modellezése és Fejlesztése
Multidiszciplináris Műszaki Tudományi Doktori Iskola
Győr

2015

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés 9

1.1 Témafelvezetés 11
1.2 Az értekezés felépítése 13
1.3 A kutatás módszertana 13

2. A regionális fenntarthatóság és a hulladékgazdálkodás rendszerszemléletű összefüggései 18

2.1 A fenntartható fejlődés értelmezése 18
2.2 Regionális fejlesztések 21
2.3 A regionális hulladékgazdálkodás jellemzői 22
2.3.1 A hulladékgazdálkodás történeti háttere 22
2.3.2 Korszerű regionális hulladékkezelő központok létesítése 23
2.3.3 A hulladékgazdálkodási rendszer technológiai elemei 26
2.3.4 A fenntartható fejlődés területén várható eredmények 28
2.4 A jelenleg alkalmazott értékelési módszerek 31
2.5 Rendszerszemléletű megközelítés 36

3. Alkalmazott kutatási módszerek ismertetése 40

3.1 Fuzzy Kognitív Térkép (FCM) módszer 43
3.2 A kérdőíves felmérés módszertana 53
3.3 Szakértői workshop módszertana 55
3.4 Szövegbányászat, idősorok alkotása 58
3.4.1 A szövegbányászat jellemzői és alkalmazási területei 58
3.4.2 Idősorok alkotási folyamata 60

4. A módszertan alkalmazása az input adatok előállítására 62

4.1 A hulladékgazdálkodás hat fő rendszerelemének azonosítása és bemutatása . 62
4.2 Kérdőíves felmérés eredménye 67
4.3 A workshop eredménye 71
4.4 Idősorok előállítása 80
4.4.1 A szakirodalmi adatok alapján előállított idősor 81
4.4.2 A szövegbányászat menete és eredménye 81

5. A kutatás eredményei 88

5.1 Kérdőíves felmérés eredményének alkalmazása 88
5.2 A szakirodalomra alapozott idősor alkalmazása 89
5.3 Az FCM-szimuláció 90
5.4 A kapcsolati mátrix elemeinek meghatározása a BEA alkalmazásával 93
5.5 A workshop eredményének alkalmazása 98
5.6 A szövegbányászat eredményeként a rendszerelemekre létrehozott idősor alkalmazása 104

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

5.7 Az FCM-modell állapotredukciójának alkalmazása 106
5.7.1 Hurkok és önmagukba visszatérő hurkok a kapcsolati mátrixban 109
5.7.2 Állapotredukció az FCM-ben 110
5.8 A bemutatott módszer gyakorlati alkalmazásának lehetőségei 119

6. Az értekezés téziseinek összefoglalása 121

7. Összefoglalás 126

8. Köszönetnyilvánítás 129

9. Irodalomjegyzék 130

10. Ábrajegyzék 143

11. Táblázatjegyzék 144

12. Függelék 146

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

Összefoglalás

A hatékony hulladékgazdálkodási rendszer támogatásához elengedhetetlen a helyi igények és körülmények értékelése, amelyek bázisán az e feltételeknek legjobban megfelelő rendszerelemek és hulladékkezelési módozatok, illetve ezek erőforrásigényei kiválaszthatóak. Ezen tevékenységek mindegyike körültekintő tervezést igényel, azonban a fenntartható települési hulladékgazdálkodás modellje átfogó interdiszciplináris keretet kínál.

Jelen dolgozat célja egy környezetmérnöki probléma, a regionális települési hulladékgazdálkodási rendszerek fenntarthatóságának értékelésére a gyakorlatban is alkalmazható módszertan kidolgozása, és annak bemutatása.

A vizsgált probléma modellezésére a fuzzy kognitív térkép (FCM) módszer került kiválasztásra, mely alkalmas a rendelkezésre álló input adatok alapján a hulladékgazdálkodási rendszer modellezésére, azaz a fenntarthatóság értékelésére. E módszer két bemeneti adatcsoportból képes a modell működését szimulálni: rendelkezésre kell állnia olyan input-adatkészleteknek, amelyek tartalmazzák a rendszerre jelentős hatással lévő tényezőket, valamint ezen tényezők historikus idősorát, amelyek együttesen lehetővé teszik a vizsgált rendszer működésére vonatkozó jellemzők bemutatását, a működés leírását.

A kutatás két fő szakaszra bontható: az első szakaszban a települési hulladékgazdálkodás hat fő faktora és e faktorok történelmi idősora került a szakirodalom alapján definiálásra, valamint szakértői kérdőíves felmérés alapján e faktorok egymásra gyakorolt hatása is meghatározásra került. Ezt követően a fuzzy gráfstruktúra alapján modellszámítások készültek.

A kutatás második szakaszában – az előző vizsgálatok eredményei alapján felismert ellentmondás okán – rendszerszemléletű megközelítéssel, szakértői workshop keretében megalkotásra került a rendszer sokkal összetettebb, 33 elemet tartalmazó modellje, valamint az e modell elemeinek a szövegbányászat eredményeit felhasználva előállított idősorai. A komplex modell szimulációja során a jelölt javaslatot tett egy teljesen új faktorredukciós módszer alkalmazására. A módszer lényege a fuzzy értelemben vett faktorok klaszterezése és e klaszterek felhasználásával új, redukált modell létrehozása. Ily módon a faktorok számának csökkentésével a modellt könnyebben érthetővé és használhatóvá lehetett tenni.

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

A kutatás eredményeként egy olyan integrált és interdiszciplináris módszer jön létre, amely regionális szinten hatékonyan alkalmazható és pontos képet ad a hulladékgazdálkodással összefüggő tervezési folyamat, valamint annak megvalósulása során az egyes tényezők szerepének és hatásának tényleges alakulásáról.

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

Summary

In order to support effective waste management systems it is essential to evaluate local needs and conditions which help to select the most appropriate system components, treatment methods and natural resource needs. Each of these activities requires careful planning, however, the model of sustainable municipal waste management offers a comprehensive interdisciplinary framework.

The aim of the present thesis is to develop and to introduce a practical methodology for evaluation of regional development's sustainability, in particular of regional municipal waste management systems'.

In order to model the problem under investigation, the method of fuzzy cognitive map (FCM) has been selected, which is suitable to model the waste management system based on the available input data, namely to evaluate its sustainability. This method is capable to simulate the operation of the model; there must be available input data sets that include the factors with significant effects on the system and the historical time series of these factors, which together allow the representation of the features of factors describing the operation of the systems.

The research is divided into two main phases: in the first phase, the six key factors of the municipal waste management and their historical time series have been determined based on the relevant literature and the interaction between these factors on the basis of an expert survey have been defined. Next, model calculations were made on the basis of fuzzy graph structure.

In the second phase of the investigation – on the basis of a contradiction realized from the results of the previous research – based on the system-of-systems approach, in the frame of an expert workshops the model of the system including 33 elements, as well as the time series of these elements based on the results of the text mining methods were developed. During the simulation of this complex model, the author proposed a new method for factor reduction, where three different distances definition were introduced. The essence of this method is to create clusters of factors and using these clusters to develop a new reduced model. Thus, reducing the number of factors, the model is more easily understandable and realistic.

The result of this thesis is the development of an integrated research methods which can effectively be applied on regional developments, in addition it gives an accurate

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

overview of the planning process associated with waste management, furthermore the role and actual effects of each elements during the implementation.

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

1. Bevezetés

A fogyasztás az élet elválaszthatatlan része. Fogyasztjuk a levegő oxigénjét, a folyók vizét, a természet nyújtotta terményeket, állatokat és a Föld ásványkincseit. A fogyasztás folyamán ezeket olyan formába alakítjuk át, melyek finomabbak, hasznosabbak számunkra. Végül ezek a javak visszakerülnek a természetbe, amely ismét igyekszik át-vissza alakítani azokat a saját logikájának megfelelő energiaoptimum-szintre. A körforgás évmilliók óta zajlik, az ember azonban az utolsó néhány évszázadban próbára teszi a Föld és a természet körforgató képességét, egyre több feladatot adva az egyensúly biztosításáért felelős felsőbb szabályozásnak.

Az emberiség eddigi történelmének megismerésében a későbbi korok kutatóinak sokat segített az elődeink által hátrahagyott „hulladék" elemzése. Az adott társadalmat és annak fejlettségét jól jellemzi annak hulladéka. Ipari hulladék mindig is képződött, környezetvédelmi szempontból mégis csupán mérsékelt problémát jelent, mivel koncentráltan képződik, ismert összetételű, így csak pénz, technológia és jogszabály kérdése az ártalmatlanítása vagy másodlagos anyagként való újrahasznosítása.

Sokkal nagyobb gondot jelent a kisebb mennyiségű, de vegyes összetételű kommunális, azaz települési hulladék.

A települési hulladék mennyisége az egész világon növekszik, köszönhetően a népesség rohamos gyarapodásának, a fogyasztási szokások változásának és az ezzel együtt járó ipari termelés bővülésének. A nem megfelelően kezelt szilárd hulladék veszélyt jelent az emberi egészségre és a környezetre. Az ellenőrizetlen hulladéklerakás és a helytelen hulladékkezelés a környezeti elemekben, az élővilágban és az emberi egészségben is károsodást okozhat. Ezért a hulladékgazdálkodás körültekintő tervezése és végrehajtása átfogó programozást igényel. A hulladékok gyűjtésére, szállítására, valamint ártalmatlanítására megfelelően kidolgozott és létrehozott programok segítségével ezek a problémák kiküszöbölhetők.

A környezetvédelem, ezen belül a hulladékgazdálkodás viszonylag rövid múltra visszatekintő gazdasági, társadalmi és jogi terület, ebből következően még nem alakulhattak ki az önálló elemzés, értékelés és tervezés módszerei (Kiss 2007). Annak érdekében, hogy ezt a hiányosságot minél könnyebben pótolni lehessen, olyan tudományterületek módszereinek alkalmazhatóságát szükséges megvizsgálni – figyelembe véve természetesen az egyedi sajátosságokat –, melyek más hasonló,

menedzsment típusú kérdéskörök esetén hasznosnak bizonyultak (Torma et al. 2014) a fenntarthatóság jellemzőinek azonosításában, az azok közötti egyensúly biztosításában.

A regionális hulladékgazdálkodási rendszerek (RHGR) megalkotása átfogó programozást jelent, amely tartalmazza a hulladékok keletkezésének megelőzését, hasznosítását és ártalmatlanítását. A hatékony hulladékgazdálkodási rendszer támogatásához elengedhetetlen a helyi igények és körülmények értékelése, amely bázisán az e feltételeknek legjobban megfelelő hulladékkezelési módozatok és rendszerelemek kiválaszthatóak. Ezen tevékenységek mindegyike körültekintő tervezést igényel a finanszírozás, a hulladékok gyűjtése és szállítása, a feldolgozási és ártalmatlanítási technológia kiválasztása, a jogszabályi előírások és a rendszer használói (a lakosság) igényeinek és lehetőségeinek figyelembe vétele szempontjából. A fenntartható települési hulladékgazdálkodás a hulladékok kezelésére átfogó interdiszciplináris keretet kínál. A tervezés szempontjából kulcsfontosságú tényező az összes érintett fél (lakosság, közszolgáltatók, önkormányzatok, hatóságok, kutatóközpontok, civil szervezetek, stb.) bevonása a döntéshozatalba.

Az optimális szilárdhulladék-gazdálkodási rendszer kialakítása és működtetése egyetemes érdek. A fenntartható hulladékgazdálkodás megvalósítása integrált megközelítést igényel, amely magába foglalja az alábbiakat:

- a különböző gyűjtési és kezelési lehetőségek, amelyek tartalmazzák hulladékok keletkezésének megelőzését, hasznosítását, a hulladékok energiatartalmának visszanyerését és végül környezetkímélő ártalmatlanítását,
- az érintettek bevonása és részvétele a döntéshozási folyamatban,
- a hulladékgazdálkodási rendszer és egyéb rendszerek közötti szinergiák (pl. a hulladékokat másodnyersanyagként felhasználó feldolgozóipar).

A különböző technológiák és módszerek ilyen jellegű ötvözésével, a fenntartható hulladékgazdálkodás megvalósításával lehetővé válik a hulladékok keletkezésével kapcsolatban felmerülő problémák kezelése, amelynek során szükséges figyelembe venni különböző szempontokat. Ezek a követelmények kapcsán a rendszeren belül oly módon szükséges az egyensúlyt kialakítani, hogy létrejöjjön a rendszer hosszú távú, fenntartható működése. A települési hulladékokkal kapcsolatos szolgáltatások fenntartható modelljének megteremtése a helyi önkormányzatok számára kihívást jelentő feladat.

Jelen értekezés célja a regionális fejlesztések, ezen belül is a hulladékgazdálkodás átfogó elemzésére szolgáló módszerek áttekintésén túlmenően a regionális települési

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

hulladékgazdálkodási rendszerek fenntarthatóságának értékelésére a gyakorlatban is alkalmazható módszertan kidolgozása, és annak bemutatása.

A minőségi értékelés feltétele a mennyiségi (input) adatok rendelkezésre állása. Mivel az adatok nem álltak rendelkezésre, olyan új módszert kellett keresni, amivel ezek az adatok rekonstruálhatóvá váltak.

A kutatás eredményeként egy olyan integrált módszer jött létre, amely regionális szinten hatékonyan alkalmazható és pontos képet ad a hulladékgazdálkodással összefüggő tervezési folyamat, valamint annak megvalósulása során az egyes tényezők szerepének és hatásának tényleges alakulásáról.

Az értekezés a regionális szintű települési hulladékgazdálkodás fenntarthatósági vizsgálatára fókuszál. Az értekezésben javasolt új modellezési megközelítések a – regionális szintű – fejlesztések széles körében alkalmazhatóak, ezzel is hozzájárulva a fenntarthatóság irányába mutató döntések komplexebb alapokon történő megközelítéséhez.

A vizsgálatban olyan korszerű modell alkalmazására van szükség, amely egy környezetmérnök eszköztárán túlmutat, ezért támaszkodtam Dr. Hatwágner F. Miklós informatikus kollégám segítségére.

A kutatás alatt elvégzett feladatok során a környezetmérnöki kérdéseket minden esetben saját magam, egyedül (témavezetőm támogatásával) végeztem, míg az informatikai eszköztárat kutatótársaim segítségével vettem igénybe. Erre utal a dolgozatban használt egyes szám első, illetve többes szám első személy használata.

Hangsúlyozni szeretném azonban, hogy az értekezés tézisei kizárólag azokat a megállapításokat tartalmazzák, amelyek a környezetmérnöki (hulladékgazdálkodási) probléma megoldásához visznek közelebb.

A kutatás során létrehozott új (intelligens) informatikai módszertani eredmények természetesen a résztvevő kollégám eredményei, ezek a tézisekben mint eredmények nem szerepelnek. Felhasználásukkal azonban újszerű megoldásokat, javaslatokat tudtam tenni a vizsgált kérdéskör megoldásában, újszerű megközelítésében.

1.1 Témafelvezetés

Számos tanulmány foglalkozik a települési hulladékok kezelési lehetőségeinek vizsgálatával, a hulladékgazdálkodási rendszerek általánosságban meghatározott fő elemeinek interakcióival, de a kutatók viszonylag kevés figyelmet fordítottak a

tényezők részelemekre bontásával és azok egymásra gyakorolt hatásának vizsgálatával. A jelen értekezés célja azon feltételek azonosítása, amelyek megléte esetén a települési szilárdhulladék-gazdálkodási rendszer kialakítható és hatékonyan működtethető. A hulladékok kezelése eljárásrendszerének megismerése kulcsfontosságú annak megértéséhez, hogy a különböző szakpolitikák és jogszabályok, a finanszírozási lehetőségek, a lakosság motivációja, az elérhető technológiák, stb. milyen hatással lesznek a hulladékgazdálkodás eredményességére.

A települési szilárdhulladékok kezelésének arculatát az európai uniós, nemzeti és települési szintű előírások és jogszabályok formálják. Bár a jogszabályok többsége hozzájárult ahhoz, hogy a települési szilárdhulladék-gazdálkodás magas szintűvé váljon, e jogszabályok egy része azonban vitathatatlanul jelentős zavarokat okozott a rendszerekben (Wilson et al. 2001). A fenntartható társadalom megvalósításának kulcskérdése a hulladékgazdálkodás legjobb módjának minden szempontból megfelelő kiválasztása.

Az ember és a társadalom által gerjesztett folyamatok gyakorta kedvezőtlen környezeti változásokat eredményeztek és eredményeznek napjainkban is. A 20. század közepére rendkívüli módon felgyorsult az ipar fejlődése. Az ipari termelés növekedése során azonban akkor még kevés figyelmet fordítottak a gyártási és elosztási folyamatokban keletkező hulladékok kezelésére (Láng 2002). Ekkor még nem vették figyelembe, hogy a környezeti elemek, illetve ezek minőségi változásai és az ebből származó következmények visszahatnak az emberre, a társadalomra. Ez a körkörös folyamat, ha kontrollálatlanul működik, akkor annak értelemszerűen beláthatatlan következményei vannak. Éppen ezért szükséges vizsgálni és foglalkozni ezen változások hatásaival, amelyek visszahatnak a társadalom működésére, az emberi egészségre és az embert körülvevő földrajzi környezetre (Varjú 2010).

A fenntartható fejlődéshez Gyulai (2002) nyomán szükség van:

- olyan támogató hatalmi, politikai rendszerre, amely lehetővé teszi az állampolgári részvételt a döntéshozatalban;
- olyan gazdasági rendszerre, amely képes arra, hogy a műszaki ismeretek hatékony alkalmazásával fenntartható módon állítson elő termékeket és szolgáltatásokat;
- olyan innovatív termelési rendszerre, amely tiszteletben tartja az ökológiai értékek megőrzésének kötelezettségét és folyamatosan keresi az új megoldási lehetőségeket;

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

- olyan szociális rendszerre, amely lehetőséget ad az egyenlőtlen fejlődésből adódó feszültségek feloldására;
- olyan nemzetközi rendszerre, amely a kereskedelmi és a pénzügyi eljárások fenntartható módszereit részesíti előnyben;
- olyan adminisztratív rendszerre, amely rugalmas és képes az önkorrekcióra.

A társadalmi-gazdasági folyamatok fenntarthatóságának megítélése céljából az aktuálisan meghatározott léptéknek megfelelően kell együttesen az ökológiai, a gazdasági, a technológiai, a szociális, a politikai komponenseket vizsgálni (Bulla és Guzli 2006). A legalapvetőbb lépés ezért a komplex környezet aktuális állapotának fölmérése, a változás és változtatás irányának és feltételeinek meghatározása, és a változás irányából következtetések levonása.

Az értekezés arra a legfontosabb kérdésre keresi a választ, hogy miként és milyen módszerrel alakítható ki olyan hulladékgazdálkodási rendszer, amely megfelel a szakmai követelményeknek, a különböző szintű jogszabályi előírásoknak, a lakosság igényeinek és egyben gazdaságosan üzemeltethető; tehát, hogy a fenntartható hulladékgazdálkodás mily módon valósítható meg egy adott régióban.

1.2 Az értekezés felépítése

Az 1. Bevezető rész után az értekezés 2. fejezete áttekintést ad regionális fenntarthatóságról, a regionális hulladékgazdálkodási rendszerek kialakításáról és működtetéséről és azok értékelési módszereiről. A 3. fejezet ismerteti a vizsgálat során alkalmazott kutatási módszereket, majd a 4. fejezet bemutatja a szimuláció input adatainak előállítására alkalmazott módszertan eredményeit. Az 5. fejezet összefoglalja a kutatás eredményeit és ismerteti a konklúzióit, majd áttekintést ad a gyakorlati alkalmazás lehetőségeiről.

1.3 A kutatás módszertana

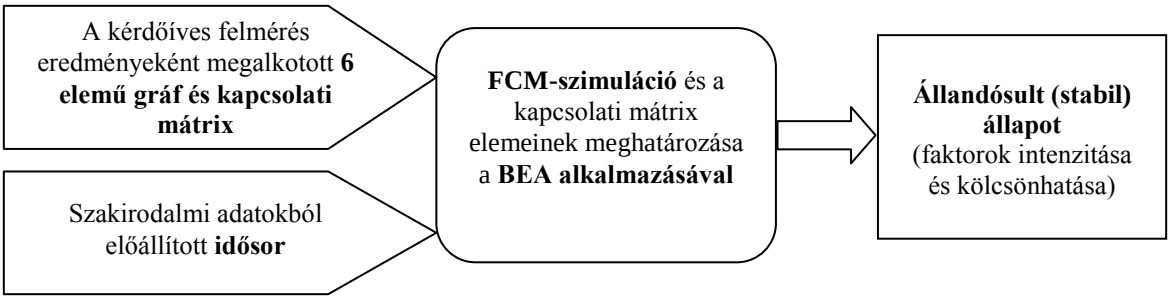
A kutatás első lépéseként az elméleti alapok megteremtése során a szerző a vonatkozó hazai és nemzetközi szakirodalmat tekintette át. Az így megszerzett „ismeretbázist” egészítették ki a tudományterület hazai és nemzetközi konferenciáin kialakított kapcsolatfelvételek során nyert további információk.

A terület vizsgálatára a fuzzy kognitív térkép (FCM) módszer került kiválasztásra. E módszer két bemeneti adatcsoportból képes a modell működését szimulálni.

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

A kutatás két fő szakaszra bontható a továbbiakban. Az első szakaszban (1. ábra) a szakirodalom alapján meghatározásra került a települési hulladékgazdálkodásnak a szakirodalom által általánosan elfogadott hat fő faktora. A vonatkozó szakirodalomban erős konszenzus található arra vonatkozóan, hogy a tipikus regionális hulladékgazdálkodási rendszer (RHGR) legalább hat fő tényezőt tartalmaz. Ezek a tényezők a fenntartható RHGR „fő mozgatórugói", amelyek meghatározzák, hogy a vizsgált rendszer miért a megfigyelt módon működik. A másik input adatkészlet megfigyeléseken alapult, amely viszonylag objektív technikának tekinthető. A vizsgált faktorok trendje a szakirodalmi adatok alapján történő elemzést követően állt össze. A faktorok történelmi adatainak elemzésével súlyuk és szerepük visszamenőleges rekonstrukciója került elvégzésre.

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009



1. ábra: Az FCM-modellezés első fázisa

A szakértői tudás megszerzésére a szerző az online kérdőíves megkérdezés módszerét választotta. A kérdőív-készítés célja az volt, hogy a szakemberek visszajelzései alapján azonosítani lehessen a hulladékgazdálkodási rendszerek meghatározó faktorainak egymásra gyakorolt hatását és a hatás mértékét. Ennek segítségével a tényezők kölcsönhatásának erősségét egyszerűen ábrázolni lehet. Ezt követően a fuzzy gráf struktúra alapján modellszámítások készültek tetszőleges számú változat előállítására, amely segítségével az egyes tényezők értékelése függetleníthető lett a szubjektív megítéléstől. Az első szimulációban a kiindulási alap a fix kapcsolati mátrix volt. Ebben a megközelítésben a faktorok jelentőségének időben bekövetkező változását tanulmányoztuk. A második vizsgálat a BEA alkalmazásával a paraméterek meghatározásáról szólt.

Annak ellenére, hogy a hulladékgazdálkodási rendszerek az előző megközelítésben meghatározott hat fő faktorból állnak, nyilvánvalóvá vált a vizsgálat első szakaszának végére, hogy a teljes folyamat áttekintéséhez szükség van egy újszerű, rendszerszemléletű modellre. Ez a modell alkalmas lehet az alapvetően különböző jellegű rendszerelemeket tartalmazó tényezők (komponensek) vizsgálatára, ahol az együttműködés és a „láthatatlan" összefüggések elemzése is szükséges. A kutatás második fázisában (2. ábra) a rendszerszemléletű (system-of-sytems) megközelítés alapján a szakértői workshop került megszervezésre. A workshop mint elemzési módszer célja az volt, hogy a számos tényezőt tartalmazó RHGR komplex, 33 tényezőt tartalmazó modellje megalkotásra kerüljön. Ebben a szakaszban vált ismertté a szerző számára, hogy a szakértők hogyan érzékelik és értékelik a RHGR-rel kapcsolatos jövőbeli kilátásokat és kockázatokat a tényezők tükrében.

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

2. ábra: Az FCM-modellezés második fázisa

A 33 tényezőre vonatkozó idősor előállítása akár szakirodalmi információkra alapozva, akár szakértői becslésre hagyatkozva nehézkes eljárás lett volna, és megbízhatatlan eredményekhez vezetett volna. Ezért az idősor előállítására a szövegbányászat módszere ígérkezett alkalmasnak, amely lehetővé teszi a strukturálatlan vagy csak kis mértékben strukturált szöveges állományokból történő ismeretanyag kinyerését, különböző dokumentumforrásokból származó szöveges ismeretek és információk gépi intelligenciával történő kigyűjtését és reprezentációját. A feltételezés az volt, hogy ennek az eszköznek segítségével elő lehet állítani a hulladékgazdálkodási rendszer historikus idősorát.

A vizsgálat során közel 115 irányelv, jogszabály és stratégiai dokumentum szövege került tanulmányozásra. Ezt követően az évtizedekre leosztott szógyakoriságok az egyes időszakokon belül a 33 alrendszeri elemhez történt besorolása után előálltak a vizsgált évtizedekre és alrendszeri elemekre vonatkozó gyakorisági táblázatok, amelyben az egyes szavak, kifejezések szerepét az előfordulási gyakoriságuk határozza meg. Ennek a kutatási szakasznak tehát a célja az volt, hogy az idősort történelmi adatokra alapozva elő lehessen állítani.

A komplexitásából adódóan, a 33 tényezőből álló modell a rendszerelemek leírását tekintve sokkal precízebb, mint a kutatás első szakaszában alkalmazott hatelemű modell. A komplex modell a hat faktor elemekre bontásával jött létre. Az alap- és a részletes modell, valamint a kapcsolati mátrixok elemzése után teljesen új ötletként merült fel, hogy a két modell oly mértékben különbözik koncepcionálisan is, hogy a 33 tényezőnél jelentősen kevesebb is elegendő lehet ahhoz, hogy a RHGR hatásmechanizmusát jó megközelítéssel le lehessen írni. A szerző javaslatot tett egy teljesen új faktorredukciós módszer alkalmazására. Ily módon a faktorok számának csökkentésével a modellt könnyebben érthetővé és használhatóvá lehetett tenni.

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

Jelen dolgozatban a szerző tehát kísérletet tesz arra, hogy számszerűen is értékelhető módszert dolgozzon ki annak vizsgálatára, mennyire sikerül komplexen, egy regionális hulladékgazdálkodási rendszer fejlesztési koncepcióján belül a fejlődés különböző, de egymással összehangolt rendszert alkotó, összes fontos tényezőinek figyelembevételével a kívánatos fejlődési irányt, az annak elérését szolgáló intézkedéseket és célszerű tevékenységeket megfogalmazni.

A szerző által alkalmazott módszer egy informatikai eszköz, a fuzzy kognitív térkép segítségével értékeli a lehetséges koncepciót. A dolgozatban bemutatott módszertan újszerűségéből adódóan tesztelést és ennek mentén finomítást, pontosítást igényel. Remélhetőleg ez a munka hozzájárul a települési hulladékgazdálkodási rendszerek ésszerű fejlesztéséhez.

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

2. A regionális fenntarthatóság és a hulladékgazdálkodás rendszerszemléletű összefüggései

A hazai hulladékgazdálkodás jelenlegi helyzetét az elmúlt években egy erőteljes átalakulás jellemezte. Ezt az átalakulást a tágabb környezetből meghatározzák a globális gazdasági válság alatt lassuló európai gazdasági környezet, illetve a fenntarthatóság elvei mentén megfogalmazott új fejlesztéspolitikai irányelvek, amelyek egy új, környezettudatosabb, anyag- és energiatakarékosabb „magas forráshatékonysági szinttel működő, európai újrafeldolgozó társadalom" megteremtését vizionálják. Mindez segíti az élhetőbb, egészségesebb környezet megteremtését. A jövőben a környezeti elemeket kímélő hulladékkezelés, a környezetbarát, innovatív technológiák alkalmazása kerül előtérbe, csökken a veszélyes anyagok használata. A hulladékra a társadalom mint erőforrásra kell, hogy tekintsen. A nemzeti stratégiai célok teljesülésének köszönhetően a hulladéklerakás csökken; a jövőben csak az a hulladék kerül lerakásra, amelynek a hasznosítása nem megoldható, valamint a települési hulladék részeként a biológiailag lebomló hulladék csak minimálisan kerül lerakásra.

Ahhoz, hogy ezek a célok időben teljesülni tudjanak a hazai hulladékgazdálkodás teljes megújítása szükségessé válik; olyan rendszereket kell kialakítani, fenntartani és működtetni, amelyek elemei hosszú távon is biztosítani tudják a hazai hulladékgazdálkodás hatékonyságát és fejlesztését, ezáltal az irányelvi célok elérését.

Az Országos Hulladékgazdálkodási Terv (OHT 2014-2020) szerint a jövőkép eléréséhez a következő átfogó célkitűzések szükségesek:

1. hasznosítási arányok növelése
2. hulladékképződés csökkentése
3. elkülönített gyűjtés kialakítása és fejlesztése
4. a hulladékká vált termékek újrahasználható összetevőinek elkülönítése, javítása és ismételt felhasználása.

2.1 A fenntartható fejlődés értelmezése

A fenntartható fejlődés három alappilléren nyugszik: a környezeti, gazdasági és szociális pilléreken, és mindhármat mérlegelni kell a konkrét intézkedésekben,

cselekvésekben (Láng 2002). A tudományos ismereteinkben mutatkozó esetleges hiányok nagymértékben hátráltatják azon törekvéseket, melyek egyidejűleg próbálják előmozdítani a gazdasági hatékonyságot, a környezet fenntarthatóságát és a társadalmi egyenlőséget. A fenntarthatóság nem egy könnyen definiálható egyensúlyi állapot, hanem dinamikus folyamat, fejlődés (Bulla és Guzli 2006).

A fenntartható fejlődés értelmezése az elmúlt években jelentős fejlődésen ment keresztül, de máig sincs mindenki (kormányzat, civil szféra, különböző tudományterületek) által elfogadott fogalmi rendszer (Mozsgai 2011). A fenntartható fejlődés az emberek életminőségének hosszú távú és tartós megőrzését, illetve javítását célozza (NFFS 2007). A fenntartható fejlődés az életminőség javulását szolgálja, amely magában foglalja a környezet minőségét, a demokratikus jogok érvényesülését, a természeti erőforrásokhoz valamint a társadalom nyújtotta szolgáltatásokhoz és intézményekhez való hozzáférést, a teljes testi, lelki egészséget, a szabadidőt, a biztonságot is.

A társadalmi jólét a környezetminőség és a társadalmat alkotók életminőségének együttes megnyilvánulása. A fenntartható fejlődés tehát olyan fejlődés, amely lehetővé teszi a jelen generációk szükségleteinek kielégítését úgy, hogy ez nem veszélyezteti a jövő generációk azon lehetőségét, hogy szükségleteiket kielégítsék.

Az ember, és a társadalom által gerjesztett folyamatok gyakorta kedvezőtlen környezeti változásokat eredményeznek. A 20. század közepén rendkívül felgyorsult az ipar fejlődése, különös tekintettel a vegyiparra. Az ipari termelés növekedése során azonban akkor még kevés figyelmet fordítottak a gyártási és szállítási folyamatokban keletkező melléktermékek, hulladékok, szennyvizek kezelésére (Varjú 2010). Nem vették figyelembe, hogy a környezeti elemek, illetve minőségi változásainak a következményei visszahatnak az emberre, a társadalomra (Szabó 2009). Ez a körkörös folyamat, ha kontrollálatlanul működik, akkor annak értelemszerűen beláthatatlan következményei vannak. Éppen ezért szükséges vizsgálni és foglalkozni ezen változások hatásaival, amelyek visszahatnak a társadalom működésére, az emberi egészségre és az embert körülvevő földrajzi környezetre.

A fenntarthatóság meghatározásából látható, hogy fontos különbséget tenni az emberiség szükségletei és igényei között (Gyulai 2002). A szükségletek a jogos igényeket jelentik, amelyeket mindenki számára ki kellene elégíteni. Környezetünk teljesítőképességének két fő komponense van. Az egyik a környezet minőségének

biztosítása, a másik a természeti erőforrások bősége. A fenntarthatóság egyszerre szól a környezet minőségének megőrzéséről, és az erőforrások fenntartható használatáról.

A gazdasági növekedés, a természeti erőforrások felhasználása és a hulladéktermelés közötti kapcsolatnak meg kell változnia. A nagy gazdasági teljesítménynek együtt kell járnia a természeti erőforrások fenntartható hasznosításával és a hulladék fenntartható mennyiségével, a biológiai sokféleség védelmével, az ökológiai rendszerek megőrzésével és a sivatagosodás elkerülésével. Felelősebben kell gazdálkodni a természeti erőforrásokkal.

Fő célkitűzések ezen a területen: szét kell választani a gazdasági növekedést az erőforrások felhasználásától és a hulladék keletkezésétől (Fenntartható Fejlődés Bizottság 2002).

Az emberiség, az egyes emberek és társadalmak közvetlenül vagy a gazdaság révén szükségleteik kielégítése érdekében természetes környezetükből veszik el azokat a javakat, amelyeket a földi rendszer létezése óta felhalmozott. A fenntarthatóság biztosítása azt kívánja tőlünk, hogy a jelen és jövő generációk létfeltételeihez szükséges természeti és épített környezet minőségét, értékeit megőrizzük. Ettől a rendszertől az ember annyit és olyan körülmények között vehet el, hogy ne sértse saját létkielégítésének jövőbeli esélyeit.

A termelési és fogyasztási minták a fenntartható fejlődés fő kérdései. Számos környezeti és egészségügyi probléma hozható kapcsolatba az árutermeléssel és termékhasználattal, valamint a feleslegessé vált termékek kezelésével, mivel azok komolyan fenyegetik a kívánatosnak tartott gazdasági fejlődést.

Éppen ezért minden (infrastrukturális) fejlesztést úgy kell megvalósítani, hogy az a fenntartható fejlődést, valamint a környezet védelmét és állapotának javítását előmozdítsa. A gazdasági, kormányzati szféra, valamint a fogyasztók egyaránt felelősek döntéseik globális társadalmi és környezeti hatásaiért. A társadalmi, környezeti és gazdasági megfontolásokat egy termék életciklusának minden fázisában figyelembe kell venni, a kitermeléstől a feldolgozáson, szállításon, termelésen és fogyasztáson át egészen az újrahasznosításig, illetve a lerakásig.

A jelenlegi termelési és fogyasztási minták természeti erőforrásokra rakódó terheinek csökkentése érdekében elengedhetetlen az erőforrás-használat, illetve az ahhoz kapcsolódó környezetterhelés elválasztása a gazdasági növekedéstől. Ennek keretében törekedni kell a hatékonyabb erőforrás-kihasználásra, a környezetbarát technológiák és termékek kifejlesztésére, különös tekintettel a megújuló erőforrások és az

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

újrahasznosítás kínálta lehetőségekre. Szükség van továbbá az emberek környezettudatos gondolkodásmódjának kialakítására annak érdekében, hogy a kevésbé környezetszennyező termékek fogyasztását részesítsék előnyben. Ezek a változások kedvező hatással vannak az erőforrás- és általában a gazdasági hatékonyságra, valamint az innovációknak köszönhetően a versenyképességre is.

A fenntartható fejlődés célja mindezek értelmében az emberi társadalom fenntartása. Ebben az állandó feladatban a környezet feltételként jelenik meg, amely azt jelenti, hogy addig a mértékig használhatjuk természetes környezetünk erőforrásait, amíg nem sértjük annak megújulási lehetőségét, azaz eltartó-képességét. A gazdaság a társadalom fenntartásának, és ezen keresztül a környezet használatának eszköze. A fenntartható fejlődés célja a növekedéssel ellentétben nem az, hogy nagyobbak legyünk, hanem az, hogy „jobbak”. Amíg a fejlesztés megvalósítása visszahat a környezet minőségére, addig a környezetünk erőforrásai, és állapota meghatározza, hogy az emberiség mit és mennyit vehet el a környezetből fejlődéséhez.

A környezet jó minőségét a fejlesztések közben kell garantálni, s arról nem utólag kell gondoskodni, amikor a károsodást már létrehoztuk, tehát a környezet károsodását a jól megfontolt fejlesztésekkel meg tudjuk előzni. A fenntartható fejlődés az önkéntes, gondos és megelőző magatartás megvalósításával képes megőrizni a környezet, társadalom és gazdaság dinamikus egyensúlyát.

2.2 Regionális fejlesztések

Regionális fejlődésen valamely területre, egy ország egészére, különböző részeire, a településcsoportokra, településekre jellemző változások összességét értjük. Tartalmilag e fogalom a természeti erőforrások, a népesség, a termelés, az infrastrukturális hálózatok és ellátó intézmények területi eloszlási viszonyait, a közöttük meglévő kapcsolatokat ötvözi magába.

A területi fejlődés tényezőit a következők szerint lehet meghatározni:

- természeti,
- társadalmi,
- gazdasági,
- műszaki,
- a már kialakult területi együttműködés és struktúra, valamint az
- irányítási elemek.

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

A természeti tényezőknek a területi fejlődésre gyakorolt hatását általában nem vitatják, jelentőségét illetően azonban megoszlanak a vélemények. A társadalom természeti környezetének vizsgálata a geográfia egyik hagyományosan központi témája, amelynek jellemző irányzatai időről-időre változnak (Nemes Nagy 1997).

Egy társadalom természeti környezetének azok az adottságok, feltételek tekinthetők, amelyek a termelőerők és termelési viszonyok adott színvonalán az illető társadalom számára ismeretesek. A természeti környezet közvetlen hatást fejt ki a társadalomra, és közvetve befolyásol. A természet és a társadalom közötti kapcsolatok állandó változásban vannak: ennek lényege az, hogy a hatások mennyiségileg is és minőségileg is módosulnak.

Az ember által létrehozott komplex rendszerek fenntarthatósága nem egy spontán kialakult és magától fennmaradó állapot, hanem egy olyan folyamat eredménye, amely csak átfogó, rendszerorientált döntésekkel, beavatkozásokkal valósítható meg. A célok nem választhatók meg szabadon egy-egy dimenzióban, hanem azoknak bonyolult rendszerösszefüggések következtében figyelembe kell venniük bizonyos korlátokat (Péti 2006). A fenntarthatóság lényege mindenképpen olyan fejlődési pályára való törekvés, amely tartósan követhető, azaz amely mentén haladva a fejlődés során nem éljük fel a későbbi létezésmódok tartalékait és lehetőségeit.

Mozsgai (2004) nyomán megállapíthatjuk, hogy a regionális fejlesztés feladata a területi adottságok, lehetőségek és a térelemek közti kölcsönkapcsolatok törvényszerűségeinek feltárása és hasznosítása révén a társadalmi alapfunkciók gyakorlásához szükséges kedvező feltételek megteremtése, más szóval a lakosság életkörülményeinek javítása.

2.3 A regionális hulladékgazdálkodás jellemzői

Egy komplex hulladékgazdálkodási rendszer jellemzői, hogy földrajzilag összefüggő területen, a terület összes településeire kiterjedően, azonos környezetvédelmi, műszaki szempontoknak megfelelően, egységes rendezési elvek szerint, azonos műszaki színvonalon oldja meg a területi egység hulladékgazdálkodását.

2.3.1 A hulladékgazdálkodás történeti háttere

A regionális hulladékgazdálkodási rendszereknek gazdaságilag megfizethetőnek, környezeti szempontból hatékonynak és társadalmilag elfogadottnak kell lenni. Ez

többek között a hulladékgazdálkodás gyakorlati elemeit (pl. szállítás, kezelés és ártalmatlanítás) foglalja magába, valamint az embereknek a témához való hozzáállását (hogyan gondolkodnak a szelektív gyűjtésről, hasznosításról, égetésről, stb.) (Wilson et al. 2001). A hulladékgazdálkodás történeti fejlődése a szállítástól a lerakásig, ezen túlmenően pedig az integrált rendszerek megvalósításáig mindig időt és erőforrásokat igényelt.

Számos tanulmány ismerteti a hulladékgazdálkodás történetét. Shmeleva és Powell (2006) szerint az 1960-as évekig a települési hulladékok kezelése kimerült a hulladékok összegyűjtésében és a háztartásoktól a hulladéklerakókig történő szállításában. A folyamatokat pusztán a költséghatékonyság végett tervezték vagy optimalizálták, a környezeti hatásokat csak nagyon kis mértékben vették figyelembe. Ezt követően azonban a hulladékkezelési és a hulladéklerakási technológiák színvonala javulni kezdett.

Hung et al. (2007) nyomán, az 1970-es években a települési hulladékgazdálkodási rendszerek célja egyszerűen a hulladékgyűjtési útvonalak optimalizálása volt. Az 1980-as években, a települési hulladékgazdálkodást rendszerszinten kezdték értelmezni, elsősorban a költségek minimalizálása végett. Ez volt az első alkalom, hogy a hulladékra erőforrásként tekintettek. Komplex hulladékgazdálkodási rendszereket elsőként az 1980-as évek végétől vezettek be és fejlesztettek. Az 1990-es évektől a különböző hulladékáramok kezelésére speciális technológiákat alkalmaztak (Salhofer et al. 2007). A hulladékgazdálkodástól az anyaggazdálkodás irányába történő átmenettel olyan eszközökre volt szükség, amelyek a hulladékgazdálkodás minden aspektusát és hatását figyelembe vették (Wilson et al. 2001).

A következő alfejezetek áttekintés nyújtanak az elmúlt néhány év során hazánk területén kiépített regionális hulladékgazdálkodási rendszerek műszaki tartalmáról, gazdasági előnyeiről, társadalmi hasznáról és környezeti hatásairól (Buruzs és Kovács 2012a, Buruzs és Kovács 2012b).

2.3.2 Korszerű regionális hulladékkezelő központok létesítése

Egy adott térségében megalakult önkormányzati társulásnak a működési terület földrajzi, gazdasági és társadalmi környezetéhez legjobban igazodóan – a kitűzött hulladékgazdálkodási célok elérésére és a környezetvédelmi normák teljesítésére – a haszonanyagok és a biohulladékok szelektív gyűjtését és a lerakásra kerülő hulladék

ártalommentes elhelyezését kell optimálisan megvalósítani. Ehhez hulladékgyűjtő szigeteket, hulladékudvarokat, átrakóállomásokat és a komplex hulladékkezelő központban megvalósítandó haszonanyag-válogatóművet, mechanikai és biológia hulladékkezelési technológiákat, valamint korszerű és biztonságos hulladéklerakót kell kiépíteni, továbbá ennek működtetésére biztosítani a logisztikai és technológiai eszközöket, gépeket (Buruzs et al. 2011).

A regionális kezelőközpontok rendszere elősegíti a gépesítettség fokozását, a lerakási technológia hatékonyabb és gazdaságosabb üzemeltetését, valamint – a helyi lehetőségek kihasználásával – a keletkező biogázok energetikai hasznosítását; elősegíti továbbá a komplex hulladékkezelési eljárások alkalmazását (zöld- és biohulladékok komposztálása, a szelektíven gyűjtött alkotók ipari hasznosításra történő előkészítése, az építési hulladékok hasznosítási célú előkezelése). A regionális rendszerek kialakítása szükségszerűen maga után vonja a gyűjtési-szállítási rendszer változtatásának szükségességét is.

A kezelési körzetek kialakítását és a kapcsolódó lerakók kiépítését a hulladékkeletkezési súlypontok, a lehetséges lerakási helyek környezetföldtani és vízföldrajzi adottságai és a szállítási körülmények együttesen határozzák meg. A regionális lerakók országos hálózatának kiépítését a települési hulladékgazdálkodás minimálisan szükséges alaprendszerének kell tekinteni, amely részben kiegészül a már említett komplex hulladékkezelő rendszerekkel, részben pedig lehetőséget biztosít a korszerűbb (pl. termikus) hulladékkezelési eljárások maradékanyagainak kifogástalan ártalmatlanítására (KVVM 2003).

Az előírások szerint új hulladékgazdálkodási rendszer csak regionális célra épülhet, és minimum 100.000 lakos hulladékának ártalmatlanítását kell megoldania. A rendszerek szolgáltatási területére és a hozzájuk kapcsolódó hulladékkezelő központok helyszínére vonatkozóan a megyei vagy regionális területfejlesztési koncepciónak, területi (regionális) hulladékgazdálkodási tervnek tartalmaznia kell azt, hogy ilyen létesítmény üzemelését határozta el a régió közössége.

A hulladékgazdálkodási rendszerek különböző funkcionális egységekből (hulladékgyűjtés és -szállítás, hulladékválogatás, hulladékártalmatlanítás) állnak, ezek különböző mértékben fejleszthetők, illetve kombinálhatók egymással, szem előtt tartva a hulladékgazdálkodás fő célját, a lerakásra kerülő hulladék mennyiségének és a környezet veszélyeztetésének minimalizálását. A regionális hulladékgazdálkodási

rendszerben az önkormányzatokkal és egyéb hulladéktermelőkkel (pl. vállalatok) hosszú távú együttműködések jönnek létre.

A rendszerek kialakításának stratégiai célja van (Győr Nagytérségi Hulladékgazdálkodási Önkormányzati Társulás Projekt Megvalósító Szervezete 2007). Ez azt jelenti, hogy a legelőnyösebb, komplex környezetvédelmi szolgáltatásokat nyújtó, a hulladékkezelés valamennyi ágazatában teljes körű megoldást eredményező, a regionális elveket szem előtt tartó rendszerek alakuljanak ki.

A regionális hulladékgazdálkodási rendszerek egyes lényegi elemeit az alábbiakban lehet összegezni:

- kialakul a hulladékok valamennyi fajtájának együttes kezelése;
- hatékonyabb a gyűjtés, szállítás, előválogatás, ill. előkezelés, ártalmatlanítás és hasznosítás;
- kisebb térfogatú és minél kisebb kockázatot jelentő (veszélytelenebb) hulladék kerül végleges lerakásra;
- az elhelyezett hulladék sem a jelenben, sem a jövőben nem veszélyeztetheti a környezet állapotát;
- összességében egy jól ellenőrizhető, irányítható rendszer alakul ki (Győr Nagytérségi Hulladékgazdálkodási Önkormányzati Társulás Projekt Megvalósító Szervezete 2007).

A kommunális hulladékok lerakással történő ártalmatlanítása terén az ártalmatlanítandó hulladék mennyisége csökkenthető, mivel a rendszer kialakítása során olyan előkezelő technológiákat kell működtetni, amelyekkel a hulladék további, elsősorban energetikai célú hasznosítása megoldható.

A regionális rendszerek fő intézkedései az alábbiak:

- a keletkezett hulladékok mennyiségének csökkentése;
- a heti rendszerességű hulladékszállítás bevezetése;
- korszerű gépjárműpark és egységes edényzet biztosítása;
- optimális járatszervezési és logisztikai rendszerhez alkalmazása;
- a hasznosítható komponensek arányának növelése;
- a felhasználható hulladék tényleges hasznosítása;
- a maradékhulladék biztonságos elhelyezése (KVVM 2003).

A regionális hulladékgazdálkodási rendszer várható eredményei a fentiekből adódóan a következők: kevesebb hulladék kerül a lerakókba, növekszik a hasznosított

hulladékok mennyisége, csökken az égetőkben ártalmatlanításra kerülő anyagmennyiség, csökken a környezetterhelés és -igénybevétel, a hasznosítható hulladékok feldolgozása hatékonyabbá és szélesebb körűvé válik, a hulladékok illegális vagy szakszerűtlen elhelyezéséből származó környezetszennyezés csökken, valamint várhatóan növekszik a környezeti tudatosság.

Összességében egy térségi integrált hulladékgazdálkodási rendszer kialakítása jelentheti a problémák végleges megoldását (Buruzs et al. 2014).

2.3.3 A hulladékgazdálkodási rendszer technológiai elemei

2.3.3.1 A hulladékok gyűjtésének és szállításának korszerűsítése

A hulladékkezelés technológiai folyamatának első fázisa a hulladéknak a keletkezés üteméhez igazodó, szervezett, környezetkímélő összegyűjtése és készletezése az elszállításig. Ennek során alkalmazkodni kell a hulladék keletkezésének üteméhez, anyagi tulajdonságaihoz, a keletkezési és kezelő hely környezetéhez, jellemzőihez, valamint a gyűjtési módokhoz, azok változataihoz és a gyűjtési kapacitáshoz.

A hulladékok gyűjtése és szállítása egymással szoros kölcsönhatásban van, egységes rendszert képez. A hulladékok gyűjtésére, szállítására különböző módszerek alakultak ki, attól függően, hogy:

- milyenek a gyűjtendő hulladékok tulajdonsága,
- a keletkezési helyről milyen mennyiséget, milyen gyakran kell elszállítani,
- melyek a gyűjtési és szállítási feladat megvalósítása iránti közegészségügyi és környezetvédelmi követelmények,
- milyen gazdaságossági szempontok merülnek fel.

A hulladékok gyűjtésének és szállításának összehangolt tárolási és anyagmozgatási folyamata a hulladékgyűjtési rendszer, amely lehet együtemű és kétütemű (Buruzs és Kovács 2012b).

2.3.3.2 A hulladékkezelés korszerűsítése

A hulladékkezelés önállóan is alkalmazható eljárásokból álló, összehangolt technológiai rendszer, amely magában foglalja a hulladék gyűjtését, átmeneti tárolását, esetleges előkezelését, valamint szállítását, továbbá hasznosítását, ártalmatlanítását és bizonyos ártalmatlanító létesítmények utólagos gondozását. Célkitűzés a hulladékok szelektív gyűjtési rendszerének alkalmazásával és a regionális hulladékkezelő

központok a hulladék mechanikai-biológiai előkezelése eredményeként a lerakásra kerülő hulladék mennyiségének mintegy 30-35 %-ra történő csökkentése, valamint az előkezelt hulladék hasznosítása.

A mechanikai-biológiai hulladékkezelés (MBH) technológiája

A korszerű és a környezetvédelmi előírásoknak is minden szempontból megfelelő hulladékkezelő központok és hulladéklerakók magas beruházási költségei, valamint a maximális kihasználtság elérése mind azt kívánják, hogy az épített létesítmény a lehető leghosszabb ideig befogadóképes legyen, és minél több hulladék ártalmatlanítását tegye lehetővé (Bulla et al. 2010). Ennek értelmében a vegyesen gyűjtött települési szilárdhulladék lerakással történő ártalmatlanítását kizárólag előkezelést követően lehet elvégezni. Ezzel együtt előtérbe került napjainkban a másodlagos energiaforrások, a hulladék alapú tüzelőanyagok alkalmazása energiakinyerés céljából.

Mindkét követelménynek eleget tesz a vegyes települési hulladékok előkezelési módszerei között az a mechanikai-biológiai hulladékkezelési (MBH), stabilizálási eljárás, amely a kezelt hulladék térfogatát, tömegét, nedvességtartalmát jelentős mértékben csökkenti, mindezt alacsony üzemeltetési költségekkel, a környezet terhelése nélkül.

A stabilitási eljárás lényege az, hogy a begyűjtött hulladék nedvességtartalmát minimálisra csökkentik, és csak a kiszárított, további bomlási folyamatoktól mentes, stabil állapotú hulladék kerül a lerakóba. A stabilizálás révén a kezelt hulladékból könnyen és egyszerűen leválaszthatók egyes hasznosítható komponensek (stabilizált biohulladék, üveg, fém), valamint magas fűtőértékű másodlagos tüzelőanyag. Ezzel jelentős további térfogatcsökkenés érhető el a lerakni kívánt hulladéknál, továbbá a szilárd tüzelőanyag hasznosításával jelentősen növelhető a rendszer hatékonysága.

Komposztálás

A komposztálóműben a biohulladék, illetve a zöldhulladék kerül feldolgozásra. A zöldhulladék lakosság által a hulladékudvarokra beszállított részét laza állapotban, nagykonténeres célgépekkel, a további részét szabvány edényzetben, a családi házas övezetben közvetlenül a lakosságtól, tömörítős célgépekkel gyűjtik.

A tervezhető átlagos komposztkihozatal (értékesíthető végtermék) a feldolgozott hulladék 35-40 %(m/m)-a.

Válogatóművek

A válogatómű feladata a gyűjtőszigetekről, a hulladékudvarokról és a házhoz menő szelektív gyűjtésből beszállított szelektíven gyűjtött másodnyersanyagok típusazonos –

döntően kézi – válogatása és értékesítésre történő előkészítése, valamint a papír és a műanyag hulladékok bálázott formába hozása.

A szelektív hulladékgyűjtő szigetekről beszállított anyagok a válogatóműbe kerülnek. A másodnyersanyag-frakciók utóválogatására szolgáló válogatómű a kézi válogatásra épül, vasleválasztóval kiegészítve. A válogatóműveket a fokozatosan kiépülő szelektív gyűjtési rendszer elején meg kell valósítani, biztosítva a felfutás miatti kapacitástartalékokat (Bulla et al. 2011).

Égetőmű alkalmazása

Magyarországon jelenleg egyetlen települési hulladék égetésére alkalmas égetőmű üzemel Budapesten. Az elmúlt években a lakosság fogyasztási szokásaiban és az ország településszerkezetében lassú változás kezdődött, ezért a keletkező hulladék egyes régiókban nagyobb mennyiségben keletkezik a korábbiaknál. Ez a tendencia kedvező feltételeket teremt a hulladékban lévő – onnan szelektív gyűjtéssel el nem különíthető – energiatartalom égetéssel történő hasznosítására.

Hulladéklerakás alkalmazása

A hulladékgazdálkodási szempontok megkövetelik a települési szilárd hulladék nem hasznosítható összetevőinek ártalmatlanítását, lerakását. Az elmúlt évtizedekben végzett lerakási gyakorlat számos esetben környezetszennyező, területigényes, nyersanyag- és energiapazarlással járó tevékenység volt. A legtöbb hazai település saját, korszerűtlen, a környezetvédelmi előírásoknak nem megfelelő lerakón ártalmatlanította a hulladékot.

A cél – érvényt szerezve a jogszabályok előírásainak –, hogy hazánkban regionális hulladékkezelő központok, azokon belül olyan hulladéklerakók működjenek, amelyek megfelelnek a környezetvédelmi követelményeknek (műszaki védelemmel készülnek) és regionális jellegük miatt több települést képesek kiszolgálni. Így a magasabb műszaki színvonalon, viszont nagyobb költséggel épült lerakók kapacitásával ésszerűbben lehet gazdálkodni, és ellenőrzésük is könnyebb. A szelektív hulladékgyűjtés elterjedését követően továbbra sem lesznek nélkülözhetők a lerakók a maradékhulladék ártalmatlanítása terén (KVVM 2006).

2.3.4 A fenntartható fejlődés területén várható eredmények

A fenntartható fejlődéshez való hozzájárulás a térségi hulladékgazdálkodás szintjén, több módon is megjelenhet. A rendszer fenntarthatóságnak való megfelelése akkor biztosítható, ha a rendszer minden eleme megfelel a fenntarthatóság szempontjainak,

így e szempontokat szem előtt kell tartani a beruházás tervezésekor, a rendszer kivitelezésekor, üzemeltetésekor és létesítmények, illetve tevékenység felhagyásakor.

A regionális rendszerek üzemeltetői két fenntarthatósági kategóriában tehetnek vállalásokat: (1) környezettudatos menedzsment és tervezés és (2) fenntartható fejlődést szolgáló megvalósítás és fenntartás (Buruzs és Torma 2011).

2.3.4.1 A térségi hulladékgazdálkodási rendszer környezeti hatásai

A térségi hulladékgazdálkodási rendszer megvalósítása a következő várható környezeti hatásokkal jellemezhető:

- A hulladékkezelő központ környezetterhelése a hulladékgazdálkodási tevékenység során a munkavégzéssel járó ülepedő és szálló por, szag, valamint a gépek üzemeltetéséből származó levegőterhelésből és környezeti zajterhelésből adódhat.
- A talaj- és talajvíz-szennyeződés kockázatát a hulladékkezelés létesítményeinek előírásszerű műszaki védelmi rendszere (aljzatszigetelés, vízzáró térburkolat, csurgalékvíz-elvezetés, gyűjtés, visszaforgatás) minimálisra csökkentheti.
- A tevékenységből eredő környezetterhelések nyomon követésére monitoring rendszert kell kialakítani.

A megfelelő színvonalú hulladékgazdálkodási rendszer működéséből adódó környezeti előnyök a következők: (1) a környezet állapotának javulása, (2) a táj esztétikai hatásának növekedése, (3) a környezeti elemek veszélyeztetésének megszűnése, (4) a levegőszennyezés csökkenése.

2.3.4.2 A regionális rendszerek gazdasági hatásai

A Köztisztasági Egyesülés (2010) tanulmánya alapján azonosíthatók a hulladékok megfelelő kezelésével összefüggésbe hozható gazdasági hatások: (1) haszonanyagok visszaforgatása a nyersanyag-áramba, (2) energiatermelés, (3) a hatásterületen található ingatlanok értékének növekedése, (4) munkahelyteremtés.

A lakosság által fizetendő hulladékkezelési közszolgáltatási díjak fedezetet kell, hogy nyújtsanak:

- a hatékonyan működő közszolgáltató vállalat folyamatos ráfordításaira, azaz a műszakilag megalapozott, a szolgáltatási feladatok ellátását biztosító költségek fedezetére,

- a működéshez szükséges, azaz a gazdálkodás biztonságát garantáló nyereségre,
- a pótlási, rekonstrukciós munkálatokra,
- indokolt fejlesztésekre és a befektetések megtérülésére.

A települési hulladékkezelési közszolgáltatási díj megállapítására a döntéshozás lehetősége és felelőssége az önkormányzatoké. A díjstruktúrával a díjak nagyságával szembeni elvárások többek között, hogy a díjmeghatározás legyen stabil, az érintettek számára áttekinthető, vállalható, egyértelmű és objektív tényezők által meghatározott. A társulások által folytatott díjpolitika általában figyelembe veszi a „szennyező fizet" elv alkalmazását, illetve működési költségek megtérülését, de törekszik arra, hogy a fizetendő díj összhangban legyen az elszállított hulladék mennységgel. A regionális rendszerek bevételei az alábbi tételekből tevődnek össze:

- Elsődleges bevételi források
  - Bevétel hulladékgyűjtésből (vegyes, bio- és maradék hulladék),
  - Bevétel másodlagos nyersanyagok – papír, üveg, műanyag és fém – értékesítéséből.
- Másodlagos bevételi források
  - Bevétel komposzt értékesítéséből.

2.3.4.3 A rendszerek társadalmi hatásai

Egy térség településeire kiterjedő, regionális szintű hulladékgazdálkodási rendszer megvalósításának közvetlen célcsoportjai a hulladékgazdálkodási közszolgáltatást igénybevevő háztartások és intézmények. A közvetett célcsoport magába foglalja az állandó lakónépességet és a térségben ideiglenesen tartózkodó lakosokat, látogatókat.

A fentiekhez hasonlóan meghatározhatók a társadalmi hatások is: (1) a társadalmi kohézió növekedése, (2) a lakosság elégedettségének növekedése, (3) a lakosság környezettudatos gondolkodásának fejlődése, (4) a települések vonzerejének megtartása, növelése, (5) esélyegyenlőség biztosítása.

2.3.4.4 A komplex hulladékgazdálkodási rendszer hasznai

A komplex hulladékgazdálkodási rendszerek előnye, hogy a lerakandó hulladékmennyiség csökkentésével, az egyes hulladékfajták elkülönítésével (szelektív kezelésével) igen hatékony hulladékhasznosítás érhető el, számottevő hulladékmennyiség a kezelés (pl. komposztálás) után visszaforgatható a természetes

körfolyamatba, és fokozatosan elérhető, hogy a hulladék jelentős része megszűnik hulladék lenni.

A rendszerek jelentősége elsősorban a környezeti hatásokban várható, mivel a számtalan helyi lerakó bezárásával csökken a felszín alatti vízkészletek szennyezettsége, szennyezésének kockázata, valamint jelentős mértékben csökken a lerakott hulladék mennyisége. Számottevő mértékben javul az érintett területek környezeti állapota, ezáltal bővül a térségek gazdasági potenciálja is (Buruzs és Torma 2012).

Ennek eredményeként teljes körűen megvalósul a szelektív hulladékgyűjtés, nagymértékben lecsökken a lerakóban elhelyezett települési szerves hulladék szervesanyag-tartalma, csökken a lerakó terület- és térfogatigénye, csökken a környezetterhelés, a szelektív gyűjtéssel a veszélyes hulladék kikerül a körből és felszámolásra kerülnek a nem megfelelően működő lerakók.

A bevezetett intézkedések olyan léptékűek, hogy jelentős hatást gyakorolnak a környezetvédelmi problémák megoldására a rendszerek teljes területén. A rendszer összességében hatással van a komplex vidékfejlesztésre, a helyi társadalom kulturált, természetbarát, a jövő számára alapvetően fontos, a fenntartható fejlődéshez való viszonyának alakítására (Buruzs 2003, Buruzs 2012).

2.4 A jelenleg alkalmazott értékelési módszerek

A jelen kutatás célja egy olyan módszertan kidolgozása, amely megoldást nyújt a korábbi módszerek bizonytalansági tényezőinek kezelésére. A következő fejezet áttekintést ad a jelenlegi értékelési módszerekről és azok esetleges hiányosságairól.

Az értékelés teljesítőképessége azon nyugszik, hogy mennyire tudja biztosítani a beavatkozások átvilágíthatóságának és hatékonyságának biztosítását (MEANS 2000). A beavatkozások értékelésének lényege, hogy megítélje valamely beavatkozás értékét explicit kritériumok szerint speciálisan összegyűjtött és elemzett információk alapján. Valamely beavatkozás értelmének, értékelésének célja részben a sikerek megismételhetőségének megerősítése, részben a hibák megismétlődésének elkerülése, részben jelentés a polgárok felé. A cél a siker- és kudarctényezők elemzése, hogy ennek segítségével a végrehajtók kiigazíthassák a saját beavatkozási és programmegvalósítási munkájukat.

Az értékelés a stratégiai és operatív döntéshozás eszköze is. Gyakorlati haszna abban áll, hogy a beavatkozás céljait, forrásait, eredményeit és hatásait összekapcsolja a

projekt vagy fejlesztés hatékonyságának és hatásosságának növelése érdekében. Európában az értékelés az északi országokban kezdett fejlődni (Anglia, Svédország, Dánia, Hollandia), amelyekben manapság már szabványok érvényesülnek e téren. Mára már azonban mindegyik tagország adaptálta az értékelést saját hagyományaihoz és készít ilyeneket.

A regionális programok értékelésével foglalkozó szakembereknek nagyon sok különböző kézikönyvet és egyéb forrásmunkát kell igénybe venniük, különösen a gazdaság és a társadalomtudományok köréből, ha meg akarják ismerni az értékelésben használatos eszközöket. Az alkalmazó szakember sajátos nehézségekkel kerül szembe a komplex társadalmi-gazdasági programok értékelése során, mivel ezek általában több szektort érintenek és több célkitűzés elérése érdekében valósulnak meg, miközben hatásukat térségi szinten fejtik ki.

Egy (vidéki) térség akkor működik jól, akkor egészséges és fejlett, ha a rendelkezésre álló természeti, emberi és ember alkotta erőforrásokból maximális jólétet tud előállítani, amelynek elsősorban a térségben élő embereket kell szolgálnia. Egy-egy térség egészséges működése és fejlődése tehát az egész ország érdeke is (Szakál, 2002). Így az adott térség mint a nagyobb egész alrendszere, harmonikusan illeszkedhet az ország egész rendszerébe.

A regionális fejlesztések fenntarthatósági értékelésekor mindenekelőtt szükséges különbséget tenni az „assessment for sustainability" (érékelés a fenntarthatóságért) és a „sustainability assessment" (fenntarthatósági értékelés) koncepciók között. Az előbbi során ugyanis a kérdéses folyamatot vizsgálják, és meghatározzák azt az útvonalat, ami be kell járni a fenntarthatóság értékeléséhez, míg az utóbbi csak egy statikus jelentés.

A szakértői ismereteket, tudást számos környezeti probléma megoldása során lehet a hasznosítani (Özemi és Özemi, 2004), többek között a regionális hulladékgazdálkodási rendszerek modellezése esetén is. Az elmúlt évtizedekben számos modellt dolgoztak ki a települési hulladékgazdálkodással kapcsolatos döntéstámogatás céljára, amelyek ellenőrzik a jelen folyamatokat, értékelik a jövőbeni kockázatokat és megjelenítik az alternatív jövőképeket (Hung et al. 2007, Papageorgiou és Kontogianni 2012). Hung et al. (2007), Salhofer et al. (2007) és Tanskanen (2000) áttekintést adtak az 1960-1970-es években kifejlesztett hulladékgazdálkodási modellekről. Ezek a modellek az egyes funkcionális elemekre fókuszálnak, azaz csupán a szállítójárművek hulladékgyűjtési útvonalának optimalizálására vagy a kezelőközpontok megfelelő elhelyezésére. Az 1980-as években a vizsgálatokat rendszerszintre emelték, minimalizálva

hulladékkezelés költségeit. Az 1990-es években a hulladékgazdálkodási modellek kutatási területét kiterjesztették gazdasági (pl. a rendszer üzemeltetési költsége és hasznai), környezeti (pl. levegő-emisszió, vízszennyezés) és technológiai (kezelési és szállítási technológia) tényezők vizsgálatára is.

Egy újszerű környezeti hatásvizsgálati modell, az életciklus-elemzés (LCA) is gyakran került alkalmazásra a hulladékgazdálkodási döntéshozatal támogatására. Számos stratégiai tervezési modellben, a hulladékgazdálkodás költségeit és szennyezőanyag-emisszióit is bevonták a kutatásba. Egyes modellek a hulladékgazdálkodási rendszer vizsgálata helyett a termék egész életciklusát tanulmányozták a környezetileg optimális hulladékgazdálkodási stratégiák megalkotása céljából. Az LCA egy termék, folyamat vagy szolgáltatás életútja során vizsgálja a környezeti szempontokat és a potenciális hatásokat. Egy termék életútjának nevezzük a szükséges nyersanyagbányászattól és előkészítéstől a termék gyártásán keresztül a termék használatáig és a használat után keletkező hulladék elhelyezéséig terjedő szakaszt. A környezeti hatásoknál figyelembe kell venni a források felhasználását, az emberi egészséget és az ökoszisztéma állapotát. Az életciklus-elemzés tárgya általában olyan termék, folyamat vagy szolgáltatás, melynél választási lehetőségünk van az azonos funkciójú, de a környezetre eltérő mértékben ható rendszerek közt. Az életciklus-elemzés (LCA) néhány előnye: termékek, szolgáltatások, folyamatok környezeti hatásainak értékelése; folyamatlánc javítása; új fejlesztési lehetőségek meghatározása; termék design javítása; költségcsökkentés; stb. Az LCA gyengeségei: az elemzés komplexitása és időigényessége, nagy mennyiségű adat rendelkezésre állása.

Az elmúlt években végzett vizsgálatok alkalmával számos LCA-módszer megbízhatatlannak bizonyult, mert a szükséges és rendelkezésre álló adatok pontatlanok vagy hiányosak voltak a feldolgozása során. Az LCA-módszerek nem alkalmasak a szociális, gazdasági és környezeti kérdések egységes értékelésére sem (Basanth et al. 2011).

Az olyan típusú modellek iránti egyre növekvő kereslet, amelyek ötvözik a környezetvédelmi, gazdasági és egyéb, pl. társadalmi, technológiai szempontokat, vezetett a számítógépes modellek legújabb generációs fejlesztéséhez, amelyek az LCA-alapú modellekhez hasonlóak, de ezeken túlmenően tartalmazzák a többletköltségek hatásait és a társadalmi hatásokat is. Ilyen típusú modellek például a különösen a német nyelvű közösségben jól ismert GABI és az Umberto szoftverek (Kalakula et al. 2014). A környezeti hatásokra, a költségekre és a szociális szempontokra is kiterjedő

változatok összehasonlítása mind módszertani, mind gyakorlati szempontból összetett feladat. A legtöbb esetben a költségek minimalizálása, a környezeti hatások csökkentése és a használók kényelme (főként a hulladékok gyűjtése terén) ellentétes céloknak bizonyulnak, amelyeknek egyetlen forgatókönyv megvalósításával nem lehet eleget tenni.

A környezeti hatásvizsgálat (KHV) szintén a döntéshozatal támogató eszköze, amely egy tervezett létesítmény lehetséges környezeti hatásainak azonosítására és elemzésére szolgál. A döntéshozatal vagy megvalósítás előtt a tervezett projekt vagy tevékenység környezeti következményeiről beszámolót készít a döntéshozók számára. Bár az Agenda 21 úgy tekinti a KHV-t, mint a fenntarthatóság biztosításának alapvető eszközét, mégis ma már úgy tekintik, mint fenntarthatósági célok elérésének egy kevésbé sikeres alkalmazását. Ennek okai az alábbiak:

- A KHV egyedi projekteket vizsgál. Ezért a programozás elve mentén, két vagy három, KHV által jóváhagyott projekt együttesen már veszélyt jelenthet a fenntarthatóságra.
- A KHV előzetes vizsgálaton alapul.
- A KHV nem elégíti ki azt az integrált szemléletmódot, mely mindhárom dimenzió (környezet, gazdaság, társadalom) kölcsönhatásait figyelembe veszi.
- A vizsgált beruházás bővítésének hatásai nem tudja kezelni a KHV, továbbá regionális szintű fejlesztések elemzésére nem létezik KHV-módszertan.
- A KHV jelenlegi módszere a szubjektív elemeket nem tudja kezelni.

A stratégiai környezeti vizsgálat (SKV) olyan eszköz, amely eredetét tekintve a KHV-ból nőtt ki és önállósult. A beruházások környezeti hatásvizsgálata során a legfontosabb eldöntendő kérdés az, hogy adott emberi tevékenység gyakorlása miatt kialakuló új környezetállapot elfogadható-e vagy sem számunkra. Más a helyzet, ha feljebb lépünk a SKV irányába, ugyanis ezek nem egy-egy konkrét beruházásra vonatkoznak, ahol a terv elfogadása, vagy el nem fogadása a tét. A stratégiai hatásvizsgálatok alapját adó ágazati fejlesztési koncepcióknál, programoknál, területi terveknél, és más, a beruházási szint felett elhelyezkedő terveknél, a döntés nem lehet a tervek el nem fogadása, csak a tervek megvalósítási módjának befolyásolása. A SKV egyik fő jellegzetessége, hogy nem konfrontál, hanem együtt készül a szakpolitikával, menet közben juttatja érvényre a környezeti érveket. A hatásvizsgálati munkának

minden esetben környezetvédelmi szempontból is elfogadható kompromisszumokat tartalmazó programot kell eredményeznie.

Számos olyan szakmapolitikai javaslat született, hogy célszerű lenne az SKV-ra vonatkozó konkrét tartalmi kérdésekkel foglalkozó módszertani útmutató készítése. Mivel az SKV által vizsgált terveknek kötelező fejezete az SKV főbb megállapításainak bemutatása, már az is nagy előrelépést jelentene, ha a tervek fenntarthatósággal való kapcsolatát egységes módszertan alapján tennék közzé. Mindaddig, amíg minden fenntarthatósági szempontot érvényesítő eljárás az adott tervezői szakemberek „saját meggyőződésére" hagyatkozik, a fenntarthatósághoz való viszony meghatározása éppúgy, mint maga a fenntartható fejlődés értelmezése, szubjektív marad (Mozsgai 2011). Speciális tárgyának köszönhetően az SKV számtalan korláttal bír. Említhetők nagy bizonytalansági korláttal rendelkező technikai korlátai, úgy, mint a nagy kiterjedésű érintett terület, a nagyszámú alternatíva, a kiterjedt társadalmi, gazdasági, politikai környezet, az információhiány. Felmerülnek megvalósítási korlátok is, gyakran a folyamat önmagában sem elég kiforrott, nem komplex, nem lineáris és nem iteratív (Péti 2006).

Az általános értékelési gyakorlatban a feladat ritkán jelenik meg úgy, hogy általában kell a fenntarthatóságot értékelni, ezzel szemben legtöbbször valamilyen végrehajtani kívánt tevékenységet, létesítmény építését, működtetését kell elbírálni fenntarthatósági szempontból. Ilyenkor az a fő kérdés, hogy a tevékenységünk, beavatkozásunk eredményeképpen létrejövő folyamatok a fenntarthatóbb rendszerállapot felé képeznek-e elmozdulást, vagy pedig rossz esetben éppen ellenkezőleg, a tervezett tevékenység távolítana a fenntarthatóságtól. Ezekben az esetekben tehát a beavatkozásunk irányát szükséges elbírálni.

A nemzetközi szakirodalomban publikált eredmények nyilvánvalóvá teszik, hogy a kutatók érdeklődését jelenleg is ébren tartja az a törekvés, hogy új módszereket fejlesszenek ki és alkalmazzanak. Ezen módszerek alapvetően a döntéstámogatást (decision support systems, DSS) célozzák meg, és abban segítik a döntéshozókat, hogy a lehetséges alternatívák (hulladékok hasznosítása, égetése, lerakása) közül az optimális változatot lehessen kiválasztani. A DSS módszereket három csoportra lehet tagolni: költség-haszon elemzés (cost-benefit analysis, CBA), élettartam-elemzés (life cycle assessement, LCA) és többkritériumos elemzés (multicriteria assessment, MCA).

A fentiekben ismertetett módszerek hiányosságai teszik szükségessé új módszerek kifejlesztését és alkalmazását.

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

2.5 Rendszerszemléletű megközelítés

Annak érdekében, hogy a rendszereket elemezni lehessen, meg kell határozni a rendszerhatárokat, amely megmutatja, hogy mely elemek tartoznak a vizsgált rendszerhez és melyek esnek annak határain kívül. Klang (2005) szerint minden műszaki rendszert a rendszer határain kívül lévő tényezők befolyásolnak, ugyanakkor a rendszer saját környezetét is befolyásolja. Ezt a rendszer és környezete közötti kölcsönhatást az input és output paraméterekkel lehet jellemezni.

Boardman és Sauer (2005) kutatásai alapján a rendszer részegységek és kapcsolataik akkumulálása során jön létre, ahol az „egész" (egység) több mint a részek összege. Ezért vizsgálataik során figyelmüket a részegységekre és az ezek közötti kapcsolatokra irányították, és így az „egész" értelmezésük szerint teljesebb, mint a részegységek halmaza. Rajtuk kívül számos más tanulmány (pl. Mittal et al. 2008, Sterman 2001) foglalkozik a részegységek egységes rendszerbe történő integrációjának „system of systems" elven alapuló a rendszerelméletű megközelítésével, amely megadja a problémakör fogalmi alapjait, és a rendszert úgy kezeli, hogy ehhez a komponensek egymással összekapcsolódva alkotnak egy magasabb szintű, egységes rendszert.

Ahhoz, hogy egy tetszőleges típusú infrastrukturális rendszer fenntarthatóságát objektíven értékelni tudjuk, a döntéshozatal során vizsgálnunk kell annak komplexitását. Ehhez átfogó rendszerszemléletű megközelítés szükséges, mivel a műszaki, társadalmi és környezeti rendszerek szorosan kötődnek egymáshoz. A fenntarthatóság irányába tartó utazás egy „démoni" kihívás: magába foglalja a komplexitást, a bizonytalanságot, több perspektívát és számos érdekelt felet érint, versengő értékeket és akár kétértelmű terminológiát is tartalmazhat. Így sürgető szükség van a dinamikus komplex rendszerek jobb megértésére.

Rendszerszemléletben gondolkodni és cselekedni gyakran nem egyszerű, de életszemléletünk elengedhetetlen részévé kell válnia, ha a világot fenntartható módon akarjuk fejleszteni. Ahhoz, hogy elsajátítsuk a rendszerszemléletű gondolkodást, az szükséges, hogy eltávolodjunk a hétköznapi viszonyulásainktól.

A jelenlegi tudományos és technológiai gondolkodás hatalmas léptekkel segíti hozzá az emberiséget az anyagi jóléthez, de ez nem minden gond nélkül történik. A rendszer egységek gyűjteménye, amelyek egymással kölcsönhatásban állnak, hogy együtt létrehozzanak és működtessenek valamit; pl. technológiát, társadalmi folyamatot vagy gazdasági eseményeket. A globális fenntarthatóságra való hatékony törekvés a

fejlesztési politikák és stratégiák esetében is a rendszerszemléletű megközelítését igényli (Fiksel 2005).

Az RHGR mint nyílt rendszer esetében fontos meghatározni a rendszerhatárokat, hogy a részelemek közötti kapcsolatokat értékelni lehessen (Sundberg et al. 1994). A hulladékgazdálkodás rendszerszemléletű megközelítésének alapos szakirodalmi áttekintését tették közzé Klang és munkatársai (2005). A hulladékgazdálkodási rendszerek elemzésének célja, hogy átfogó képet kapjunk a különböző technológiai lehetőségek kihatásairól, és megismerjük a környezeti, gazdasági és társadalmi impulzusokat is. Ezáltal a rendszerelemzés a döntéshozók számára olyan lehetőséget kínál, amely támogatásával a rendelkezésre álló információk bázisán a fenntarthatóság irányába mutató döntést lehet hozni. Ennek a folyamatnak az erősítésére érdemes számítógépes programot fejleszteni és alkalmazni (Klang et al. 2005).

Simon (1982) korlátozott racionalitással kapcsolatos gondolatainak egyik alapvetése, hogy döntéseinket egy komplex és bizonytalan világban hozzuk meg. A környezet e jellemzői egyaránt közegéül szolgálnak a háztartások, a vállalatok és a szakpolitika-alkotók döntéseinek. A regionális szintű rendszerek komplex adaptív rendszereknek tekinthetők (1. táblázat), ahol a kapcsolatokon keresztül kialakuló tudás és információáramlás meghatározó jelentőségű. Ma a komplex rendszerek elméletét egyre szélesebb körben alkalmazzák.

Schneller és munkatársai (2005) kutatásai nyomán komplex rendszereknek az olyan rendszerek tekinthetők, amelyeknek egyidejűleg több tulajdonságát vesszük figyelembe és a tulajdonságok egyidejű és együttes értékelése problémát jelent, azaz nem triviális feladat.

A rendszerek komplexitásának értelmezésekor különbséget kell tennünk a „komplexitás” és a „komplikáltság” között. Egy komplikált (bonyolult) rendszer az alkotóelemei közötti interakciók sokaságát tartalmazza. Megfigyelhetők benne bizonyos önszerveződési formák (rendezett struktúrák), vagyis a rendszer szerveződésére vonatkozó információkkal a rendszer alkotóelemei rendelkeznek. A komplex rendszerek hierarchikus felépítésűek: rendszerekből állnak és rendszereket építenek fel. Minden komplex rendszer egyedi jellemzője az önszerveződés. Ez a rendszer egészének következménye. Ezek a rendszerszintű tulajdonságok az irreverzibilitás, a nem-lineáris dinamika, az elágazási pontok léte, a változások nem-determinisztikus jellege, az egyensúlytól távoli dinamika és az adaptációs képesség. A komplex rendszereket önerősítő folyamatok és pozitív visszacsatolási mechanizmusok jellemzik. A rendszer

jelenlegi állapota és jövőbeli lehetséges állapotai csak a múltbéli események sorozatának ismeretében érthetőek meg (Elekes és Bajmócy 2013). A nagy rendszerekben komoly kérdés, hogy mennyire lehet azokat kisebb alrendszerekre bontani, hogy elemezni lehessen a közöttük lévő kommunikáció sűrűségét (Varga 2015).

Kiss (2007) a fentiekhez hasonlóan fogalmazza meg az ember és környezete rendszerszintű kapcsolatát: ahogy fajunk kezében egyre több csoportosul az erőforrásokból és egyre több lesz az anyag- és energiaáramlásokból a részarányunk, éppúgy nő a felelősségünk is a bolygó egyensúlyi folyamatainak fenntartásában. Minden alkalommal, amikor a természetes szabályozási folyamat valamelyik részét jelentősen megváltoztatjuk, megnöveljük a valószínűségét, hogy a létrejövő változások egyike befolyásolni fogja a teljes rendszer stabilitását. Ez abból fakad, hogy bármely működő rendszer törekszik a fennálló állandósult állapottól való, az energiaáramlásnak vagy a válaszidejének változásai által okozott eltérések kiigazítására és optimum keresésére. A folyamat visszacsatolása érdekében rövid időn belül döntenünk kell arról, hogy a kibocsátott melléktermékek milyen arányban és milyen módon vezethetők vissza a primer folyamatokba.

1. táblázat: A komplex rendszerek tulajdonságainak megjelenése az RHGR-ekben (Elekes, Bajmócy 2013 nyomán saját szerkesztés)

Komplex adaptív rendszerek jellemzői	**Integrált hulladékgazdálkodási rendszerek jellemzői**
Szétszórt erőforrások	A folyamatokhoz szükséges információ a szereplők sokaságának kezében van szétszórva
Laza határok	Átfedések más települési közműszolgáltató rendszerrel
Korlátozott funkcionális felbonthatóság	Az egyes alrendszerek, rendszerelemek teljesítményéből nem következik a rendszer egészének teljesítménye
Irreverzibilitás	A rendszer időbeli változása útfüggő, vagyis a múltbeli események és döntések szűkítik, és keretek közé szorítják a jelenben hozható döntések és bekövetkező események körét
Nem-lineáris dinamika	Változás (technológiai, jogi, stb.) kapcsán fellépő pozitív visszacsatolási mechanizmusok
Elágazási pontok	Múltbéli események jelentősége
Nem determinisztikus változás	A változás (pl. technológiai, intézményi) nem determinisztikus jellege

A RHGR-ek kialakítását alapvetően befolyásolják a természetes és az épített környezeti tényezők. Ugyanakkor a kapcsolat kétoldalú, mivel nemcsak a hulladékgazdálkodási rendszer hat a környezetre, hanem a környezet is hat a vizsgált

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

rendszerre. A RHGR és – egyaránt az épített és a természetes – környezete között folyamatos az anyag-, az energia-, valamint az információáramlás. Ezek egymásra gyakorolt hatásáról – különösen rendszerszemléletű megközelítésben – viszonylag kevés ismeretünk van. Kutatásom egyik fő célkitűzése az volt, hogy ezeket a kölcsönhatásokat mélyebben, tudományos igénnyel megismerjem és leírjam.

A RHGR és környezetének komplex vizsgálata lehetővé teszi olyan, eddig fel nem tárt, illetve kellően nem vizsgált kölcsönhatások kimutatását, amelyek alapvetően meghatározzák a rendszer működését és annak fenntarthatóságát, illetve determinálják a jövőbeni fejlesztési lehetőségeket.

A rendszerszemléletű (system-of-systems) megközelítés elveit a RHGR modelljének alrendszerekre bontásánál alkalmaztam, a 4.4 fejezetben bemutatott szakértői workshop keretein belül.

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

3. Alkalmazott kutatási módszerek ismertetése

A környezetmérnöki feladatokhoz kapcsolódó integrált rendszerek sokfélesége életre hívott számos olyan kezdeményezést, amelyek segítségével új módszertani eszközök fejleszthetők a jelenbeli állapotok ellenőrzésére, a jövőbeni kockázatok értékelésére és a lehetséges jövőképek megjelenítésére.

Ezen rendszerek elemei anyag-, energia- és információáramok útján kapcsolódnak és alkotnak összefüggő hálózatot. A hulladékgazdálkodási rendszerek egyik meghatározó elemét az emberek (egyének vagy szervezett társadalmi egységek) alkotják, akik lehetnek például a hulladék megtermelői, a díjfizetők, a környezeti hatások elszenvedői, stb. Az információáram (széles értelemben véve) jelentős szerepet játszik az emberek, valamint az épített és természeti környezet közötti kapcsolatok szervezésében. Az integrált települési hulladékgazdálkodási rendszereket ezért térbeli és időbeli lépték mentén tervezik és működtetik.

A környezeti problémák modellezése kihívást jelentő feladat (Bulla 2012), főként, ha embereket is bevonunk a kutatásba. A környezeti problémák jellemzője, hogy komplexek, több szereplősek, és megoldásukra nincs egyszerű válasz. Az ilyen problémák elemzésére alkalmas modellező eszköz képes egybegyűjteni a különböző szakértői területek képviselőinek ismeretanyagát, képes összehasonlítani a szakértők különböző aspektusait, és képes több (környezet)politikai változat szimulációjára, hogy betekintést engedjen a döntéshozók számára a változ(tat)ások előnyeiről és hátrányairól (Özemi és Özemi 2003).

A kutatás módszerét minden esetben a kutatás tárgya határozza meg. A tárgy és a módszer viszonyában a tárgy a meghatározó elem, de ez nem jelenti azt, hogy a módszer ne volna jelentős. A módszer annyira szoros kapcsolatban van a valóság tudományos megismerésével, hogy a tudomány fejlődésének minden jelentős lépése új kutatási módszereket hozhat felszínre. Ezért bármely tudomány fejlettségének szintje megítélhető az általa alkalmazott módszerek fejlettségéből. A helyes módszer megválasztása sarkalatos kérdés, ugyanis gyakran a módszerektől függ a kutatás sorsa (pl. ugyanaz a tényanyag ellentétes következtetésekre vezethet, ha különböző módon közelítjük meg). A tanulmányozott tárgy helyes képét csak helyes megközelítéssel, helyes módszerrel kaphatjuk meg. A módszer tehát akkor helyes, ha a valóságot helyesen tükrözi vissza (Gőcze 2010).

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

A döntéshozók számára a komplex rendszerek átlátása a siker legfontosabb eleme, de egyben jelentős kockázatot is hordoz magában. Az összetett problémák megoldása alapos elemzést igényel. Bizonyos bonyolultsági szint alatt a rendszert a matematika analitikus eszközeivel kielégítően modellezhetjük, de az úgynevezett komplex rendszerek esetén más módszerek után kell néznünk. Ilyenkor a számítógépes szimuláció hasznos kiegészítő eszköz lehet, amellyel költséghatékonyan és biztonságosan tanulmányozhatjuk a problémát. Ma már lehetőség van e komplex rendszerek hatékony szimulálására és elemzésére [1].

A komplex rendszerek esetében az emberi viselkedés felfogható úgy, mint a környezetből érkező jelek értelmezésére adott reakció. Adott ügy iránti elkötelezettség az egyéni és csoportos halmozott ismeretanyagon alapszik. Az ismeretek különböző formái tükrözik a környezet iránti elkötelezettség különböző formáit, és ugyanarra a komplex rendszerre vonatkozóan eltérő perspektívákat szolgáltatnak. A regionális szintű környezeti menedzsment területén a stakeholderek tudása, ismeretanyaga fontos szerepet kaphat, és az alábbiak szerint csoportosítható: tradicionális tudás, helyi ismeret és szakértői tudás (Wildenberg et al. 2010).

A városi közműszolgáltatások fenntarthatósága tervezési folyamatának bázisát jelentős mértékben a közvélemény, kultúra, szociális környezet, személyes tapasztalatok, továbbá szakértői vélemények, ellentétes vélemények szintézise, valamint műszaki elgondolások (pl. a technológia műszaki színvonala, helyi infrastrukturális adottságok) adják (Xirogiannis et al. 2004). Bár a szakértő tudása általában valamilyen mértékben szubjektív, e vélemények hozzájárulása az épített környezet teljességéhez létfontosságú. A modern települési környezet tervezéséhez köthető technikák összetettek, számos változót (pl. munkahelyteremtés, közegészség) és külső tényezőt (feldolgozóipar struktúrája, intézményrendszer, politikai és hatalmi helyzet, stb.) foglalnak magukba. A hagyományos módszerek alkalmazhatósága (pénzügyi és építőmérnöki tervezés, monitoring hálózat) az ilyen komplex dinamikus rendszerek modellezésében és ellenőrzésében csekély. Adott regionális környezeti rendszer hajtóerőinek és hatásainak elemzésére, az emberi érzékelés ábrázolására az egyik legalkalmasabbnak tűnő eszköz a fuzzy kognitív térkép (FCM) mint lágy számítási módszer, ún. „soft system methodology” (Wildenberg et al. 2010).

Napjaink egyik legnagyobb kihívása, hogy a döntéshozatal során olyan megoldásokat találjunk, amelyek hatékonyan oldják meg a soft problémákat; és a döntéshozók gyakran szembesülnek konfliktusokkal e problémák megoldása során.

Számos környezeti dilemma profitálhat az olyan modellekből, amelyek az emberi tudásra alapoznak (Özemi és Özemi 2003).

A környezetvédelmi tervezés integrált megközelítésére egy lehetséges megoldás az érintett felek közvetlen bevonása. Ebben a módszerben olyan szemléletre van szükség, amely megkönnyíti a kommunikációt a multidiszciplináris kutatócsoportok és szakértői területek képviselői között. Olyan részvételi menedzsment keretfeltételek szükségesek, amelyek a helyi ismeretek kiaknázásában érdemi változást kínálnak. Az érintettek (stakeholderek) bevonásával a részvételi menedzsment erősíti a stratégiai vonatkozást, csökkenti a bizonytalanságot, javítja az ellenőrzést és növeli a megvalósítás hatékonyságát.

A stakeholder-elemzés módszereit két fő kategóriára oszthatjuk:

1) makro-stakeholder-elemzés és
2) mikro-stakeholder-elemzés.

Az előbbi kategória magában foglalja mindazokat a megközelítéseket, amelyek a társadalmi csoportok kölcsönhatására és dinamikájára vonatkoznak (pl. szociális háló elemzése). Az utóbbi kategóriába az olyan módszerek tartoznak, amelyek feltárják az egyén értékeit és hozzáállását a vizsgálat tárgyához. Ezen módszerek magukban foglalják a következő eszközöket:

1) fuzzy kognitív térkép,
2) gondolati térkép (mind mapping),
3) fogalmi térkép (concept mapping),
4) fókuszcsoport és
5) mélyinterjú (Papageorgiou és Kontogianni 2012).

A tudásreprezentáció a komplex, tudás alapú rendszerek alapvető kérdéseivel foglalkozik. Ennek során szakértőket kérnek fel, hogy adják át ismereteik és szaktudásukat azon célból, hogy a vizsgálat következtetései reálisak legyenek (Ketipi et al. 2012). Az integrált települési hulladékgazdálkodási rendszer olyan komplex és kiterjedt rendszer, ahol a különböző szakértők és érintettek szempontjainak és igényeinek figyelembe vételével kell megvalósítani és fenntartható módon működtetni a rendszert.

Néhány kutató (pl. Chekland 1978) úgy gondolja, hogy a tradicionális mérnöki megközelítés olyan strukturált, ún. „hard” problémák esetében alkalmazható, ahol a kérdéses szituáció jól körülírható. Viszont nagy bonyolultságú és rosszul modellezhető

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

„soft” problémák esetében a tradicionális mérnöki megközelítés szerepe gyengülhet és a soft rendszerszemléletű eljárások szerepe hangsúlyosabb lehet.

Az alábbiakban Schuyler (1995) műve nyomán bemutatom a hard és soft problémák jelentését:

- Hard problémák: olyan problémák, amelyek jól definiáltak és jól strukturáltak. Ezeket jól érthető képlet, folyamat vagy tervezés segítségével rutinszerűen lehet megoldani.
  - Jellemzőik: világos folyamatok, stabil megoldások.
  - Példák: ütemezés; lízing vs. vásárlás döntése.
- Soft problémák: olyan problémák, amelyek nagymértékben a résztvevők és érintettek észlelésétől és érzékelésétől függnek.
  - Jellemzőik: kétértelműek, változékonyak, nehezen érthetőek és dinamikusak.
  - Példák: motiváció, változásmenedzsment.

3.1 Fuzzy Kognitív Térkép (FCM) módszer

A kognitív térképeket már régóta használják elemzésre és a döntéshozatal támogatására azért, mert lehetővé teszi a tényezők közötti okozati összefüggések vizsgálatát. A fuzzy kognitív térkép a kognitív térkép kiterjesztése további adottságokkal, melyek a súlyozott okozati kapcsolatok által írják le a visszacsatolásokat. A módszer az integrált modellezés viszonylag fiatal, de ígéretes eljárása. A módszer a komplex rendszerek működésére vonatkozóan két lehetőséget kínál:

1) a tudományos vagy üzleti szféra érintettjei integrálásának folyamatát és
2) az eltérő szakmai ismeretek kinyerésének, grafikus ábrázolásának és elemzésének opcióját.

Az integrált modellezés nemcsak a fizikai környezeti rendszer, hanem az emberi tényező figyelembe vételét is megköveteli. Az ezt támogató eszközöknek képesnek kell lenniük olyan helyzeteket kezelni, amelyek esetében a rendelkezésre álló információ nem elegendő a rendszer teljes mennyiségi ábrázolásához, ahol nagy a bizonytalansági tényező, ahol egy sor nem számszerűsíthető, az emberi tényezőből eredő elem válik fontossá. Az adatgyűjtés, az összetett struktúra ábrázolása és a különböző rendszerek összehasonlítása így alkalmas arra, hogy megkönnyítse a döntéshozatalt. Ez a típusú módszer inkább minőségi megközelítésnek tekinthető, ami alatt azt értjük, hogy csak a

paraméterek trendjéről, nem pedig mennyiségi változásukról szolgáltat információkat (Wildenberg et al. 2010).

A mai modern – mérnöki, műszaki – rendszerek összetettek, és általában nagyszámú, egymásra kölcsönösen ható elemből és összefüggő egységből állnak, amelyeket alrendszereknek vagy faktoroknak hívunk. Ezen rendszerek viselkedése nemlineáris, így nem lehet egyszerűen csak az elemzett komponensek viselkedésének összegzéséből származtatni a következtetéseket (Stylos és Groumpos 2004, Stylos et al. 1997).

Az utóbbi években a kutatások középpontjába kerültek azok a komplex és összetett rendszerek, ahol az érintettek különböző nézőpontokat képviselnek. A hagyományos vagy klasszikus megközelítések gyengeségét (minden érintett fél véleményének összehangolása és a javasolt változtatások hatékonyságának biztosítása) figyelembe véve egy új módszertani megközelítés, a Fuzzy Cognitive Map (fuzzy kognitív térkép, FCM) alkalmazását láttuk indokoltnak.

A fuzzy kognitív térkép Axelrod (1975) politikai kutató kognitív, politikai és gazdasági kölcsönhatásokat modellező térképének továbbfejlesztése, és kombinálása a Zadeh (1955) által megalkotott fuzzy logikával. A fuzzy kognitív térkép elnevezés Kosko (1985) nevéhez fűződik. Kosko, miután felismerte az oksági kapcsolatok fuzzy jellegét és a tudásreprezentációban megjelenő előnyét, javaslatot tett a fuzzy kognitív térkép módszertani alkalmazására. Az FCM a komplex rendszerek működése és viselkedése modellezésének egy módszertani eszköze. Ez a technika a korszerű fuzzy logika és a neurális hálózatok fúziójából fejlődött. A módszert elsőként Kosko mutatta be, aki a kognitív térképeket a fuzzy gondolkodással ötvözte, és először társadalmi-gazdasági, majd politikatudományok területen használta a társadalmi döntéshozatali helyzetek elemzésére. Az FCM elvont fogalmakat (pl. az élővilág társadalmi elfogadottsága) és a fizikai környezetre vonatkozó mennyiségileg meghatározható elemeket (pl. infrastruktúra) reprezentáló faktorok széles körét is képes kezelni. Az FCM azon képessége, hogy alkalmas dinamikus rendszerek rendszerszintű megközelítésére, sok tudós érdeklődését felkeltette (Keitipi et al. 2012).

A meghatározott változók (a továbbiakban az alábbi szinonimákkal jelölve: csomópontok, faktorok, tényezők, paraméterek, illetve komponensek) és a közöttük fennálló okozati kapcsolatok segítségével a paraméterek lehetnek mérhető fizikai mennyiségek (pl. a szelektíven gyűjtött hulladék mennyisége vagy a közszolgáltatásba bevont háztartások száma), illetve összetett faktorok vagy elvont fogalmak (pl. jogszabály-alkotás, kultúra vagy oktatás).

Az FCM-nek mint modellezési eszköznek használatával lehetővé válik a különböző szakértők nézőpontjainak összekapcsolása és csoportos FCM-ek kialakítása. A módszer tehát egy hosszú, életen át tartó tanulási és tapasztalati folyamat során megszerzett tudás algoritmizálására képes. Ezáltal az FCM döntéstámogató eszközként alkalmazható a javaslattétel és változtatások bevezetésének fázisában.

Az FCM olyan összetett rendszerek leírására képes, amelyek idővel változnak. Az FCM egy fuzzy dinamikus visszacsatolási rendszerben összekapcsolja az okozati eseményeket, cselekményeket, értékeket, célokat (Carvalho 2012).

A társadalmi-gazdasági-műszaki rendszerek sebezhetőségében és rezilienciában (Tamás és Bulla 2011) a visszacsatolási mechanizmusok nagyon fontosak, ugyanakkor a közvetlen visszacsatolásokkal rendelkező rendszerek elemzése nagy kihívás is jelent. Mivel az FCM a tényezők és kapcsolatok helyes meghatározásával egy kiválasztott rendszerre vonatkozik, a paramétereket tekintve lehetőség van a rendszer mennyiségi szimulációjára. A részvételi folyamat alkalmazásával biztosítható, hogy a szinergiák kialakításakor figyelembe vételre kerüljenek a különböző érdekek és értékek, így lehetőség nyílik a közös döntés során, a hosszútávon fenntartható megoldások kialakítására.

Az FCM egyaránt jól használható idővel változó statikus és dinamikus forgatókönyvek elemzésére. Az FCM olyan formában képezi le a szakértői tudást, hogy az alkalmassá válik arra, hogy viszonylag könnyen integrálható legyen a csoportos döntéshozatali folyamatba.

Kognitív térképet szinte minden rendszerről és problémáról lehet készíteni. A kognitív térkép egy rendszer minőségi leképezése, amely a változókat és a közöttük fennálló okozati kapcsolatokat mutatja be. A kognitív térkép egy olyan kvalitatív modell, amely egy adott rendszer működését mutatja be. A vizsgálat során az érintettek környezettel kapcsolatos észlelései, megfigyelései tárhatók fel. Az FCM a környezeti modellezés számára számos lehetőséget kínál: képes az absztrakt vagy összetett paraméterek, valamint az ezek közötti bizonytalan és bonyolult kapcsolatok (visszacsatolások) modellben történő ábrázolására, továbbá az információ forrásának megszerzésére és az információ egyesítésére.

Az elmúlt években hagyományos módszereket használtak a rendszerek modellezésére és irányítására, de e módszerek alkalmazhatósága limitált a komplex rendszerek megjelenítésében, analízisében és megoldásában. Ilyen rendszerek esetében, a működés vizsgálata a humán menedzsmenttől függ. Ezért nagy szükség van autonóm

komplex módszerek fejlesztésére, amelyek kihasználják az emberi érvelés és a rendszerek bemutatásának előnyeit. Bármely modell számára az emberi gondolkodás folyamata kezelni tudja a bizonytalan meghatározásokat és meg tudja különböztetni a kis különbséggel bíró időbeli és térbeli változókat; ezért az ilyen helyzetekben az FCM-megközelítés megfelelőnek tűnik (León et al. 2010).

Az FCM modellje a felhasználó számára lehetővé teszi, hogy az ok-okozati rendszert meghatározó faktorok viselkedését megvizsgálja. Az FCM-módszer használatával a felhasználó a rendszer egy elemét vagy alrendszerét megváltoztatva, megfigyelheti az ennek hatására a rendszerben végbemenő változásokat. Az FCM megengedi a gráf struktúrájának frissítését, például egy faktor vagy egy kapcsolat felvételét, illetve eltávolítását a modellből. A módszert használhatjuk minőségi és mennyiségi adatok bemutatására is (Papageorgiou és Kontogianni 2012).

Az FCM-modell szerkezetét és paramétereit a szakértői tudás és tapasztalat segítségével határozhatjuk meg, így az interaktív, egymásra ható paraméterek alkalmazásával lehet ezeket az intelligens rendszereket létrehozni. A folyamat sikere erősen függ az FCM-rendszer megfelelő gráfstruktúrájától. Az elmúlt évtizedekben a kutatók számos erőfeszítést tettek arra vonatkozóan, hogy az FCM-módszer segítségével gépi tanulás módszereket alkalmazzanak. A domináns FCM-alkotási eljárás nagymértékben függ a folyamat során integrált szakértői tapasztalattól és tudástól (Stach et al. 2010). A szakértői tudáson alapuló FCM-alkotási módszer kiválóan alkalmas társadalmi-politikai-gazdasági rendszerek modellezésére. A társadalmi-politikai-gazdasági rendszerek dinamikusak, sokfélék és életszerűek; az őket alkotó és összefüggő komponensek alrendszereiből lehet a fő rendszereket jellemezni.

Természetesen, egy működő gyakorlati modell kialakításához csapatmunka kell, ahol az érintett terület szakértőinek gyakorlati, mindennapi tapasztalatait a modellezés elméleti hátterét ismerő szakemberekkel együtt formalizálják (Takács 2014, Stach et al. 2005). Mivel az FCM-rendszerek létrehozása nagymértékben célzott ismeretekre támaszkodik, amelyet a szakértői tudásbázis képvisel, alapvetően fontos, hogy a minőségi FCM modellek létrehozásához rendelkezésre álljon a megfelelő módszertan (Khan és Quaddus 2004).

Az FCM tervezése olyan folyamat, mely nagymértékben támaszkodik a szakértők és az érdekeltek által szolgáltatott információkra. E módszertan szakértők tudására épít és felhasználja a rendszer modellezésére és viselkedésére vonatkozó tapasztalataikat. Az FCM viszonylag egyszerű és a résztvevők számára könnyen érthető, ez a tény a

döntéshozási folyamatban megnyitja a lehetőséget mind a laikusok, mind pedig a tervezők, a menedzserek és szakértők részvételére. Mindezek ellenére, a FCM kognitív jellege elkerülhetetlenül a rendszer szubjektív ábrázolását eredményezni (Papageorgiou és Kontogianni 2012). Tan és Özemi (2005) ugyanakkor hangsúlyozza, hogy a modell nem önkényesen készül, mivel az érdekelt felekkel együtt (egyénileg vagy csoportosan), átgondolva és a visszacsatolásokat figyelembe véve alakul ki.

Az FCM-modellben valamilyen szerepet betöltő tényezők, más néven faktorok a rendszer csomópontjai. Amennyiben kapcsolatban állnak egymással, akkor azokat irányított élek kötik össze. A rendszerelemek közötti kapcsolatrendszert egyrészt gráf formájában, másrészt olyan matematikai modellel írják le, amely jól érzékelteti a rendszerelemek kölcsönhatását. A kölcsönhatást az elemeket összekötő élek súlyozásával érzékeltetjük. Az értékek helyett alkalmazott fuzzy súlyok magukban hordozzák a rendszer bizonytalan viselkedésének megjelenítését és a kapcsolódó, a rendszer jövőbeli viselkedését előrejelző tanuló algoritmusok alkalmazását (Carvalho 2012, Takács 2014). A kognitív térkép különösen alkalmas és hasznos eszköz a változók közötti komplex kapcsolatrendszer modellezésére. A kognitív térképezéssel, a döntéshozók térképe elemezhető, valamint összehasonlíthatók az azonosságok és a különbségek, továbbá a különböző stratégiai változatok hatásai is könnyen modellezhetők (Özemi és Özemi 2003).

Egy n csomópontú FCM $n^2 - n$ irányított éllel rendelkezik (a visszahurkoló éleket kizárva). A fuzzy kognitív térképek gráfjai C_i tényezőből, valamint az egyes C_i és C_j tényezőket összekötő e_{ij} élekből állnak, és összetett rendszereket modelleznek, valós időben, és a tényezőket, illetve a közöttük fennálló ok-okozati kapcsolatokat és azok egymásra gyakorolt hatását rajzolják ki.

A modellben szereplő csomópontok és élek mutatják, hogy az okozati tényezők milyen mértékben és hogyan befolyásolják egymást a dinamikus fuzzy rendszerben. Az FCM önmagában nemlineáris dinamikus rendszerként viselkedik. A kimeneti egyensúlyi állapot a válasz az okozati „mi van, ha?” kérdésre (Dickerson és Kosko 1993). Ahogy egy neurális hálózat, úgy az FCM is leképezi az egyensúlyi állapot bemeneti és kimeneti értékeit. Egyszerű FCM-ek esetében a szimulációs folyamat fix pontban vagy határciklusokban végződik.

Az FCM grafikus struktúrája lehetővé teszi az okozati kapcsolatok szisztematikus jelölését, különösen az oda- és visszakapcsolódást, amelynek segítségével az elemző megállapíthatja a vizsgált tényező rendszerre gyakorolt hatásának erősségét (Kosko

1985). Ezen túl a tényezők közötti okozati kapcsolatok rávilágítanak a különböző megoldási lehetőségek ellentmondásaira, illetve összefüggéseire. Ennél fogva arra lehet következtetni, hogy az FCM-modell használatával könnyebbé válik a mindenre kiterjedő megoldás kiválasztása, amellyel a vizsgált kérdéskör feltételeinek állapotán javítani tudunk.

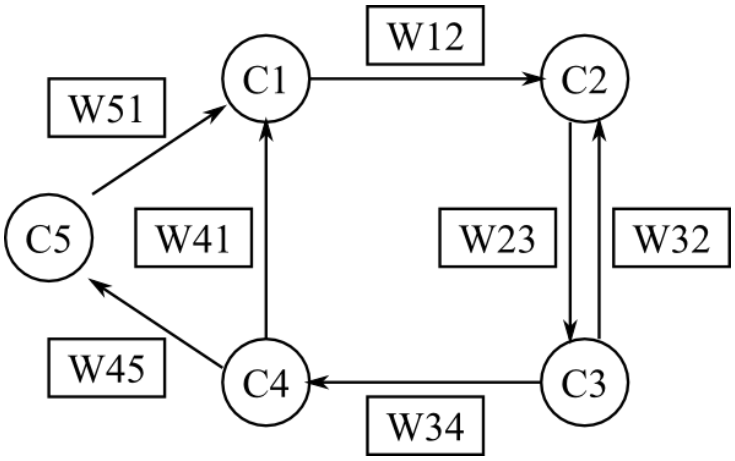
Az a személy, aki a módszer alapján a fuzzy kognitív térképet elkészíti, dönti el, hogy melyek azok a lényeges tényezők, amelyek a rendszer működésére hatnak, majd felrajzolja a köztük fennálló okozati kapcsolatokat, feltüntetve a kapcsolat relatív erősségét a [-1; 1] tartományban. Az okozati kapcsolat irányát nyíllal jelölik (Özemi és Özemi 2003). A csomópontok okozati tényezők, amelyek eseményeket, műveleteket, értékeket, célokat vagy folyamatokat modelleznek; azokat az eseményeket jelentik, amelyek valamilyen valószínűséggel előfordulhatnak a rendszer működése során. A tényezők között a fuzzy szabályokat irányított élek jelölik (Carvalho 2012). Az él (+) vagy (–) jele az okozati érték csökkenését vagy növekedését jelenti. A w_{ij} súly pozitív értéke jelöli, hogy a C_i tényező értékében bekövetkező növekedés a C_j faktor értékében is emelkedést eredményez. Hasonlóképpen, a w_{ij} súly negatív értéke jelöli, hogy a C_i tényező értékében bekövetkező csökkenés a C_j faktor értékében is visszaesést eredményez, a nulla súlyérték pedig azt mutatja, hogy a C_i and C_j között nincs kapcsolat (3. ábra).

A fentiek alapján a kölcsönhatásoknak tehát három típusa létezik. Az okozati kapcsolat két tényező között

- lehet pozitív ($W_{ij} > 0$), amikor az i^{th} tényező értékében bekövetkező növekedés a j^{th} tényező értékében is növekedést okoz és
- lehet negatív ($W_{ij} < 0$), amikor az i^{th} tényező értékében bekövetkező növekedés a j^{th} tényező értékében csökkenést okoz, valamint
- előfordulhat a kapcsolat/kölcsönhatás hiánya ($W_{ij} = 0$) is.

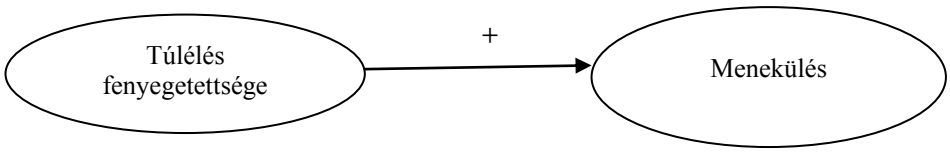
Az FCM tényezői között kialakított kapcsolatok alapján megalkotható a szomszédsági (adjacency) mátrix.

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009



3. ábra: Az FCM szimbolikus ábrája

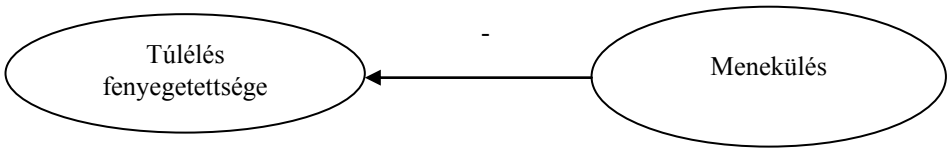
Egy, az ökológia területéről vett példán keresztül bemutatva a „pozitív él” szabálya azt jelenti, hogy az életben maradás fenyegetettsége növeli a menekülési kényszert (4. ábra). A menekülési válasz nő vagy csökken azzal arányban, ahogy a túlélés fenyegetettsége nő vagy csökken. Ez egy pozitív okozati kapcsolat.



4. ábra: A pozitív él szabálya

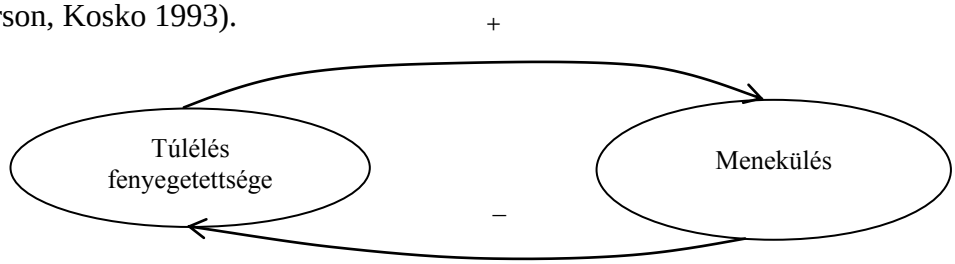
A „negatív él” szabálya azt jelenti, hogy a ragadozó előli elmenekülés csökkenti az életben maradás fenyegetettségét (5. ábra). Ez egy negatív okozati kapcsolat.

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009



5. ábra: A negatív él szabálya

A 6. ábra egy egyszerű visszacsatolási hurkot határoz meg a FCM-hálóban (Dickerson, Kosko 1993).



6. ábra: Visszacsatolási hurok az FCM-gráfban

A csomópontok állapotát a *t*-dik időpillanatban az $x_i(t)$ numerikus érték (illetve fuzzy tagsági érték) írja le.

Az egyes tényezők numerikus jellemzői kizárólag fuzzy, vagyis [0, 1] tartománybeli értékeket vehetnek fel, az egyes élsúlyok pedig csak [-1, 1] tartománybeli értékek lehetnek. Az egyes tényezőket jellemző numerikus értékek számított értékek, melyeket az alábbi módon határozhatunk meg: C_i tényező hozzárendelt értéke a t+1-dik időpillanatban vagy lépésben (1. egyenlet):

$$V_{k+1} = f(N \cdot V_k) \qquad (1)$$

ahol ahol V_k a rendszer k állapota, N a kapcsolati mátrix, amely tartalmazza a w_{ij} súlyokat, és

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-\lambda x}} \qquad (2)$$

ahol $\lambda > 0$ az f függvény meredekségét határozza meg.

A következő időpillanatra (következő lépésre, rendszerállapotra) vonatkozó érték így mindig a megelőző pillanatban kiolvasható; az összes többi (n – 1 darab) tényező súlyozott szorzatösszegével, pontosabban annak $f(x)$-beli függvényértékével lesz egyenlő. Súlyon a többi tényezőből az éppen számított tényezőbe mutató élsúlyok értékeit értjük; $\lambda > 0$ paraméter pedig az x_i függvény görbületét szabályozza a [0, 1] tartományban. Általánosságban elfogadott tény, hogy a szomszédsági mátrix önmagára nem hat vissza, ami azt jelenti, hogy a mátrix átlójában 0-k szerepelnek (Carvalho 2010).

Annak ellenére, hogy a rendszerbeli bizonytalanságok a fuzzy eszközök segítségével modellezhetők, a szakértők szubjektív véleménye komoly szerepet tölt be a kezdeti állapottérkép tényezőinek megválasztásában. Kimaradhatnak olyan tényezők vagy kapcsolatok a kezdeti modellből, amelyek hiányában később a rendszer viselkedésének modellezése torzult képet ad a lehetséges kimeneteket illetően. Sokan ezt a módszer hiányosságának vélik, de ha figyelembe vesszük azt, hogy az emberi agyban végbemenő modellezés sem veheti és veszi minden esetben figyelembe a környezet bizonyos hatásait, illetve az embertársak habitusát, akkor megfelelő körültekintéssel a nagyobb hibákat kiszűrhetjük. A következetesség és kiszámíthatóság a modellépítéskor alapvető fontosságú, a modell ugyanis a rendelkezésre álló tudásanyagból építkezik (Takács 2014).

Az FCM más kognitív térképekhez hasonlóan a leképezett rendszert az emberek látásmódjának megfelelő formában mutatja be. Ezért a modell könnyen érthető és értelmezhető még a nem szakértő közönség számára is, és minden paraméter érthető jelentéssel bír. A modell nagy előnye, hogy új csomópontok könnyen beépíthetőek, és amennyiben a séma viselkedése eltér a várt eredménytől, általában könnyű megtalálni, mely csomópontokat és mily módon kell módosítani. Ebben az értelemben az FCM egy dinamikus modellezési eszköz, amellyel a rendszer ábrázolása további leképezések alkalmazásával növelhető (Papageorgiou és Kontogianni 2012).

Az FCM számos előnyös tulajdonsággal rendelkezik a hagyományos térképezési módszerekkel szemben: a tényezők közötti kapcsolatokra vonatkozóan több információt képes megragadni, dinamikus, jól kombinálható és jól hangolható, továbbá feltárja a rejtett kapcsolatokat (Kosko 1985). Az előállított fuzzy modellben ezután a paraméterek hatását lehet vizsgálni, elemezni, és ebből következtetve valószínűsíteni lehet a rendszer jövőbeni működését. Az FCM grafikus módon mutatja be az összetett és dinamikus rendszereket (pl. infrastruktúra), ami megnyitja az utat az ilyen rendszerek ismeretével kapcsolatos kommunikációs lehetőségek irányába.

A módszernek – számos pozitív hatása mellett – van néhány gyengesége is. Az FCM a vizsgált rendszer elemeinek egyszerűsített ábrázolását kívánja meg a modellalkotáshoz. Előfordulhat pl. a könnyű áttekinthetőség érdekében, hogy a rendszer egyszerűsítése túlzottnak bizonyul. Ez azt eredményezi, hogy a komponensek pontatlanok, azonosítatlanok, és nem a valóságot tükrözik, ami ahhoz vezethet, hogy a kognitív térkép a jelentőségét részben elveszíti. Egy másik lehetséges veszély, hogy nagyon bizonytalan és/vagy kezdetleges gondolatokat szisztematikus és hiteles,

tudományosnak látszó módon mutatnak be, és a térkép tartalmát az „igazságnak”, és nem csak a résztvevők megítélésének fogadják el (Wildenberg et al. 2010).

Hobbs és társai (2002) emlékeztetnek, hogy az FCM-en alapuló következtéseket a meglévő tudományos eredményekkel együtt kell értékelni. Az FCM elemzésén és szimulációján alapuló következtetések ellentmondhatnak a tudományos eredményeknek. Ha ilyen probléma felmerül, akkor ismételten meg kell vizsgálni az FCM-mel kapcsolatos kiindulási feltételezéseket. és nyitottnak kell lenni a probléma elemzésekor a rendszerszemléletű megközelítés irányába. A kognitív térképezési módszereket kifejezetten rendszerszemléletű megközelítések céljára tervezték, ezáltal láthatóvá válnak a rendszer korábban ismeretlen és akár meglepő hatásai (Isak et al 2009).

A nemzetközi szakirodalomban publikált eredmények is alátámasztják a FCM sokoldalú hasznosíthatóságát. Néhány példa a szakirodalomban fellelhető alkalmazásokra: Özemi és kutatótársa (2003) ökológiai modellek fejlesztésére, Xirogiannis és társai (2004) városi infrastrukturális fejlesztések tervezésére, Stylos és társai (2007) orvosi döntéshozatal támogatására, Wildenberg és társai (2010) integrált tájképi modellezésre, Carvalho (2012) a társadalomtudományok területén, valamint Papageorgiou és társa (s.a.) a környezeti döntéshozatal támogatására alkalmazta a módszert.

Az FCM igazolta, hogy képes egyesíteni a különböző típusú ismereteket, hogy felfedje a kérdések széles és változatos körét. Ezáltal lehetővé teszi a kutatók számára, hogy átfogó és alaposabb ismereteket szerezzenek a környezeti-társadalmi-műszaki rendszerekről; nemcsak a rendszer elemeiről és azok okozati, valamint visszacsatolási kapcsolatairól, hanem arról is, hogy az emberek hogyan érzékelik és értelmezik az őket körülvevő környezetet.

Összefoglalva: az FCM alkalmas eszköz arra, hogy bemutassa a vizsgált rendszer sematikus szerkezetét, ábrázolja az elemek közötti ok-okozati összefüggéseket egy adott döntési környezetben, és numerikus mátrix műveletekkel számítsa a következtetéseket. Az FCM-módszerrel általában könnyű feltárni, hogy mely tényezőt milyen módon és milyen mértékben kell módosítani ahhoz, hogy a rendszer elérje a kívánatos működési szintet.

A regionális hulladékgazdálkodási rendszer FCM-modelljének kidolgozására, a módszertani keretek kialakítására az 4. fejezetben teszek javaslatot.

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

3.2 A kérdőíves felmérés módszertana

A kérdőíves felmérések a kvantitatív módszerek családjába tartoznak, e vizsgálatok során az az elsődleges cél, hogy zárt formában nagy mennyiségű adat akkumulálódjon. A zárt forma ebben az összefüggésben azt jelenti, hogy a kérdések kötöttek, és azokat minden kérdezett esetében változatlan formában alkalmazzuk (Kmetty 2011).

A kutatások jelenkori végrehajtói két nagy csoportra oszthatóak: tudományos kutatók és üzleti célú vizsgálatokat kivitelező piackutatók. Amíg a tudományos célból vizsgálódók számára a leggyakoribb eszköz a kismintás – nagyon gyakran teljes körű – adatfelvétel (pl. helyi közösségek kutatása; munkahelyi kiscsoportok elemzése; kisebb populációk értékelése), addig a piaci alapú vizsgálatok zöme nagy alapsokaságok adatainak gyűjtését célozza meg (Kiss et al. 2005, Kontra 2011).

Az online kategóriába mindazon kutatási módszerek, eszközök tartoznak, amelyek kivitelezéséhez az adatfelvétel során az internet, ill. egyéb informatikai kapcsolatok szükségesek. Másképp szólva: a kérdések, információk a számítógépeken keresztül jutnak el az adatszolgáltatóhoz, oly módon, hogy mindeközben nincs egyéb értelmező, támogató, segítő személy vagy egyéb hatás.

Az online adatgyűjtés legfontosabb előnyeit és hátrányait a 2. táblázat mutatja be.

2. táblázat: Az online adatgyűjtés legfontosabb előnyei és hátrányai (Kiss et al. 2005 nyomán saját szerkesztés)

Előnyök	**Hátrányok**
Rugalmas	Lefedettség
Gyors	Önszelekció
Olcsó	Szakértelem
Nagy sokaság elérhető földrajzi korlátozások nélkül	Szükséges hardver-kapacitás
Standarditás	Speciális alapsokaság
Audovizuális elemek	
Kérdőív módosítása	
Programozott kérdőív – ugrási utasítások	
Kényes kérdések vizsgálata	

A fenti előnyök közül e kutatás során csak néhánynak vettem közvetlenül hasznát (rugalmas, gyors, olcsó, nagy sokaság elérhető földrajzi korlátozások nélkül), illetve a hátrányok közül sem mindegyik bírt jelentőséggel. A szakértelem eleve alapfeltétel volt, hiszen csak szakértőket kerestem meg; a szükséges hardver kapacitás megléte sem volt

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

kérdés; illetve a speciális alapsokaság kiválasztása sem jelentett problémát, mivel terjedelmes címlista állt rendelkezésre.

Az online kutatás alkalmazásának fő érve a költséghatékonyság volt. Sokkal kevesebb pénzből (szinte ingyen), sokkal gyorsabban, sokkal több válaszadóhoz lehet eljuttatni a kérdéseket. Ahogy arra Kosko (1988) is rámutatott – a FCM megbízhatóságát növeli, ha a szakértői minta száma minél nagyobb. Az on-line kérdőívek megtervezésekor a másik legfontosabb szempont a könnyű, egyszerű kitölthetőség. Ez a szempont végig kell, hogy vezesse a kutató kezét a kérdések megfogalmazásában (Kontra 2011). Az adatok elemzése kapcsán – ahogy az a többi módszerre is jellemző – itt is szükséges az adatokat tisztítani, adott esetben súlyozással pontosítani (Eranus et al 2005).

A kérdések kapcsán fontos alapelv az érthető fogalmazás. Mivel a kutató a témát már mélyen ismeri, felmerül a lehetősége, hogy olyan bonyolult kérdést tegyen fel, ami számára teljesen értelmezhető, de a válaszadó számára nem az. A kérdések megfogalmazásánál törekedni kell az egyszerűségre és a rövidségre. A kérdőív szerkesztésekor a kívánatos eredmény elérése érdekében zárt kérdéseket célszerű feltenni.

A kérdőív megtervezését a konkrét téma meghatározásával kezdtem: arra voltam kíváncsi, hogy a RHGR-ek szakirodalomban fellelhető hat fő faktora milyen mértékű hatással van egymásra.

A kérdőívben röviden bemutattam a kutatási témát, majd rátértem a kérdőíves vizsgálat céljának ismertetésére: áttekintést adtam az alkalmazni kívánt FCM-módszerről, az összefüggések magyarázatához a módszer sematikus ábráját hívtam segítségül. A módszer input-adatait a kérdőív eredményeiből terveztem származtatni. Megfogalmaztam továbbá, hogy miben kérem a válaszadó hozzájárulását: –5-től +5-ig terjedő skálán értékelje, hogy a regionális hulladékgazdálkodási rendszerek egy-egy adott tényezője milyen mértékben hat a többi öt tényezőre. Megadtam a kitöltés becsült időtartamát és a kitöltés határidejét. Ezt követte a tartalmi rész, amely elsőként a válaszadó személyére vonatkozó adatokat tartalmazta (pl. neme; életkora; a település, ahova a munkája kötődik), majd pedig a konkrét kérdések következtek.

A kérdőív válaszadóinak a következő szakterületek szakértőit, képviselőit választottam:

1) hazai regionális hulladékgazdálkodási rendszerek,
2) települési önkormányzatok,

3) közszolgáltatók,
4) szakértők, tanácsadók,
5) illetékes hatóságok,
6) civil szervezetek és
7) felsőoktatási kutatóhelyek.

Az alapkérdések összeállítása során célom volt, hogy a kérdőív külleme átlátható és esztétikus legyen. Az összeszerkesztést követően és a kiküldést megelőzően a tanszéki kollégáim körében próba-kérdezéseket végeztem, majd a kérdőívet véglegesítettem.

A kérdőíves felmérés lebonyolításához a http://www.kerdoivem.hu/ weboldalt választottam. Azért döntöttem e weboldal mellett, mert ez a módszer felkínálta a lehetőségét annak, hogy

- az egyes kérdésekre adott válaszokat grafikonon és százalékos bontásban is összefoglalja;
- az egyes személyek válaszait külön-külön összefoglalja;
- a kérdőívre adott összes választ bemutassa.

A felmérés résztvevőit e-mailben hívtam meg. A címlista alapját a Környezetmérnöki Tanszék szakmai kapcsolati adatbázisa, illetve a releváns szervezetek interneten fellelhető elérhetősége jelentette, így közel 200 címzettnek küldtem el a kérdőívet.

A beérkezett 75 érvényes válasz alapján összesített input adatokat, azok szimulációban történő alkalmazását a 4.2 fejezetben mutatom be.

3.3 Szakértői workshop módszertana

A FCM-módszert vegyes vagy homogén összetételű csoportos foglalkozások vagy egyéni interjúk keretében lehet alkalmazni. A szakértői csoportok számára kihívást jelenthet a vizsgált rendszer közös, egységes modelljének a megalkotása. Ez a megközelítés hozzájárulhat akár a konfliktusok, nézeteltérések rendezéséhez is.

A workshop során a moderátor hangsúlyozza a fuzzy kognitív térkép komplexitását és lényegét; például a kidolgozandó (al)rendszeri elemek számának korlátozásával vagy a résztvevők figyelmének néhány szűkebb tématerületre való fókuszálásával. Ez azonban megköveteli, hogy a moderátor ismerje a rendszerek modellezésére vonatkozó alapvető fogalmakat és összefüggéseket. A folyamat során fontos, hogy a moderátor megfelelő módszertani eszközöket használjon, hogy a lehető leghatékonyabban nyerje

ki a résztvevők témára vonatkozó ismereteit. Célszerű, ha a moderátor a workshop megkezdése előtt megalkotja a témára vonatkozó saját FCM-jét. Mint sok más részvételi megközelítés, a moderátor szerepe a tervezési folyamatban ennél a módszernél is meghatározó (Cook és Kothari 2001, Pain 2004).

A műhelymunka módszertanának lényegét tekintve egy strukturált, tudatosan szervezett és irányított, csoportban végzett tevékenység, amelynek során a résztvevők változatos eszközökkel és technikákkal hatékonyan oldanak meg feladatokat és gyűjtenek változatos megoldási javaslatokat. A technikának a megoldáson túlmutató célja, hogy minél több jó megoldási ötlet szülessen úgy, hogy a csoporton belül a résztvevők személyiségétől függetlenül jó együttműködés jöjjön létre és a szakértők a közös munkából származó előnyöket (szinergiákat) hasznosítsák [2].

A workshop szervezése során az interaktív tevékenységet tudatosan kell megtervezni, hiszen sok embert érint, adott esetben komplex szervezési és logisztikai intézkedések is szükségesek. Ezért az összejövetel előtt az eligazítás és a tervezés döntő vonatkozású lehet a munka sikerét vagy éppen a kudarcát tekintve.

Az eligazítási és tervezési szakaszban a rendezvény kezdeményezőinek kiemelt szerepe van, amelyben az alábbi ellenőrző lista szolgálhat segítségül:

- A workshop elérendő céljának meghatározása
- Megvitatandó témák és konkrét kérdések megfogalmazása
- Meghívandó személyek (külső szakértők) listájának összeállítása
- Helyszín (esetleg vendéglátás) biztosítása
- A munkamódszer és moderátori módszer kiválasztása
- Kommunikációs stratégia, eredmények disszeminálása módjának definiálása
- Az előzetes program, időterv és a munka lehetséges eredményeinek listázása.

A workshop egyszerre jelent időigényes és időtakarékos tevékenységet. Időigényes, mert komoly szervezési előkészületek szükségesek ahhoz, hogy minden szempontból felkészültek legyünk. Ugyanakkor időtakarékos is, mivel a részvevők intenzív tevékenysége a munka kimenetelét illetően drasztikus változásokhoz és újításokhoz vezethet, hiszen képes mozgósítani a különböző érdekelt felek energiáit és szakmai ismeretanyagát (Pro Ideal Plus 2010).

A műhelymunka az alábbi címet kapta: A regionális hulladékgazdálkodás rendszerek kapcsolati hálójának meghatározása (időpontja: 2014. február 17.). A műhelymunka szervezését elsőként a módszertanra vonatkozó szakirodalom áttekintésével kezdtem,

majd a meghívólevél fogalmazásával folytattam. Ebben nagy hangsúlyt fektettem az újszerű megközelítés (fuzzy kognitív térkép) és a munkamódszer bemutatására, valamint az elérni kívánt célok ismertetésére, mivel úgy gondoltam, sok múlik azon, hogy mennyire tűnik vonzónak a meghívottak számára a workshop célja és várható eredménye. A meghívást – hasonlóképpen a kérdőíves felméréshez – a Környezetmérnöki Tanszék adatbázisában található közel 200 címzettnek küldtem el. Ennek ellenére, sajnálatosan, csupán 12 szakértő jelezte részvételi szándékát és jelent meg a rendezvényen.

A workshop-on a munka ütemezése az alábbiak szerint történt:

1) téma bemutatása (elméleti háttér és munkamódszer),
2) a fő faktorok alrendszereinek meghatározása kiscsoportos munkamódszerrel,
3) a kiscsoportos munka eredményeinek bemutatása,
4) az alrendszerek kapcsolatainak azonosítása és a kapcsolatok erősségének meghatározása.

A részvevőkkel ismertettem a workshop céljait:

- A RHGR kapcsolati hálójának feltérképezése;
- A RHGR fenntarthatóságát befolyásoló tényezők egymásra hatásának determinálása;
- A RHGR domináns faktorai alrendszereinek, a rendszerelemek egymással való kapcsolatának és e kapcsolatok erősségének meghatározása;
- A közös munka eredményeinek egy soft computing módszer bemenő adataiként való felhasználása a RHGR modellezéséhez.

Aztán pedig megadtam a workshop kereteit (időtartamát) és munkamódszerét. Ez utóbbinak a frontális és interaktív műhelymunka módszerét választottam:

1) a frontális módszer keretében bemutattam a munka kulcskérdését, a kutatás jelenlegi fázisát és módszertanát, elérni kívánt célját;
2) az interaktív megközelítés a résztvevők javaslatainak rendszerszerű megfogalmazását és előterjesztését szolgálta.

A záró fázisban a workshop-on résztvevők többsége jó élményekről számolt be a FCM-alkotásának folyamatát illetően. Mindannyian lelkesek voltak, és a saját szemszögéből mindegyikük kifejtette szakmai véleményét. Néhányan kifejezetten azt hangsúlyozták, hogy szélesebb vagy új szemléletre tettek szert a RHGR-ekre vonatkozóan az FCM-gyakorlat során.

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

Az FCM-módszer lehetővé tette, hogy a résztvevők azonosítsák a területen meglévő potenciális konfliktusokat, és azokra megoldási javaslatot tegyenek. A kiscsoportos foglalkozások segítettek megérteni a szakterületek között meglévő közös vagy eltérő prioritásokat. A FCM-munkamódszere szükségessé tette, hogy a résztvevők átgondolják, hogy a vizsgált témakörön belül az egyes elemek hogyan befolyásolják egymást. Ahogy az FCM-technika a tényezők közötti ok-okozati kapcsolatokra összpontosít, így természetes módon a problémamegoldó megközelítés felé irányítja a közös gondolkodást.

A kutatás e fázisának eredménye egy olyan sokténye zős, 33 alrendszeri elemből álló modell lett, amely a tágabb tudományos közösség számára is újszerű megközelítést jelent. Az eredményeket a 4.3 fejezetben ismertetem.

3.4 Szövegbányászat, idősorok alkotása

3.4.1 A szövegbányászat jellemzői és alkalmazási területei

A szövegbányászat az írásbeli dokumentumok tartalmának elemzését szolgáló kutatási módszer. Wittek (2005) nyomán a szövegbányászat jellemzői a következőképpen foglalhatók össze: a szövegbányászat feladata a szervezeteknél felhalmozódó adathalmaz nagy részét kitevő szöveges információ feldolgozása, értelmezése és új, a szövegekben elrejtett információ feltárása. A dinamikusan növekvő szöveges adatvagyon elengedhetetlenné teszi szövegbányász alkalmazások felhasználását. A felhasználók részére számtalan hatékony eszköz áll rendelkezésre, de az eszközök működtetéséhez többoldalú szakismeret szükséges.

A szövegbányászati technológiák sok előnyt biztosítanak a felhasználók számára: gyorsan, objektíven, hatalmas mennyiségű szöveget képesek feldolgozni, a rutinfeladatok jól automatizálhatók. A jelenlegi szövegbányász alkalmazások összetett és multidiszciplináris rendszerek: felhasználják az információkeresés, a számítógépes nyelvfeldolgozás, az adatbányászat és a statisztika módszereit.

A szövegbányászati feldolgozásnak első lépése az elemzendő szövegjellemzők kiválasztása. A jellemzőválasztás a szövegbányászat egyik legkritikusabb pontja, ekkor alakítják át a szabad és strukturálatlan szövegeket matematikai és számítási eszközökkel kezelhető strukturált adathalmazzá. Az elemzés modellje azon az absztrakción alapul, hogy a szövegek jelentéstartalma leírható a bennük szereplő szavak segítségével. A módszer nem használja fel a szövegben szereplő összes szót – a túl gyakoriakat vagy

éppen túl ritkákat kihagyja; egy szó különböző alakjait (pl. egyes vagy többes számát) sem külön kezeli, hanem a szavakat szótövezi. A szótövezés a magyar nyelv esetében a bonyolult morfológia miatt nehéz, de kezelhető feladat. A szövegjellemzők terén egyfajta zajszűrés is alkalmazható, hogy a hasonló jelentésű szavakat egy jellemzővé olvadjanak össze.

A szövegbányászat a strukturálatlan vagy kis mértékben strukturált szöveges állományokból történő ismeret kinyerésének tudománya; olyan különböző dokumentumforrásokból származó szöveges ismeretek és információk gépi intelligenciával történő kigyűjtése és reprezentációja, amely a feldolgozás előtt rejtve és feltáratlanul maradt az elemző előtt. Az egyszerű keresésnél jóval többet hivatott nyújtani a szövegbányászat. Míg a szöveges keresés esetében a meglévő információkra kis időbefektetéssel kívánunk rátalálni (nagy relevanciájú találati eredmények által), addig a szövegbányászat során olyan tudáshoz, ismeretekhez is hozzájutunk, ami explicite nem volt benne a rendelkezésre álló dokumentumállományban (korpuszban), csak indirekt módon, rejtve, látensen [3].

A szövegbányászat célja, hogy a szöveges formában – interneten, szöveges adatbázisokban, vállalati intraneteken vagy személyi számítógépeken – tárolt, azaz jellemzően strukturálatlan elektronikus adatokból a rejtett, nem triviális információkat felderítse, illetve a hozzáadott információkat kinyerje. Mivel az elektronikus formában tárolt adatok egyre növekvő hányadát a szöveges dokumentumok teszik ki (az üzleti információk 85%-a strukturálatlan adat: e-mail, emlékeztető, üzleti és kutatási beszámoló, prezentáció, hírek, reklámanyag, weboldal stb.), ezért egyre nagyobb igény van olyan megoldásokra, amelyekkel hatékonyan lehet szövegeket intelligens módon feldolgozni és elemezni (Tikk 2005). A szövegbányászat gyökerei az orvostudományi szövegek feldolgozására nyúlnak vissza, a szövegbányászat egyik első alkalmazási területe a gyógyászat volt (Swanson 1985).

Napjainkban a szövegbányászat egyik elsődleges alkalmazási területe a döntéstámogatás megalapozása a tények összegyűjtése, sűrítése és az összefüggések feltárása révén. A szövegbányászati technológiák legfontosabb előnyei:

- képes gyorsan, hatalmas mennyiségű szöveges adatot feldolgozni, ami az olvasó számára lehetetlen feladat lenne,
- objektív, az eredmények nem függnek a szövegek tartalmától, csak az alkalmazott szövegbányászati algoritmusoktól,

- a rutinfeladatok automatizálhatók, így több erőforrás jut az igényes gondolkozást kívánó feladatokra (Wittek 2005).

3.4.2 Idősorok alkotási folyamata

Az idősorok segítségével a társadalmi-gazdasági jelenségek időbeli alakulását, törvényszerűségeit, tehát a változás, fejlődés tendenciáját lehet vizsgálni. Az idősor az adatok jellegét tekintve állhat

1) származtatott számokból vagy
2) abszolút számokból,

valamint az időbeli alakulás iránya szerint lehet

1) növekvő,
2) csökkenő,
3) lineáris,
4) stagnáló,
5) progresszív (gyorsuló) és
6) degresszív (lassuló).

Az idősor adatainak összehasonlíthatósága és az elemezni kívánt idősorokkal szemben támasztott követelmények az alábbiak:

1) az idősor hosszú időszakot öleljen fel,
2) az adatok azonos tartalmúak legyenek és
3) tényleges adatok kerüljenek felhasználásra (a becslést kerülni kell) (Ertsey, s.a.).

Az idősorokat elsősorban a pszichoterápia, oktatás és pszichológia területén használták a kutatás eszközeként, tehát azokon a tudományterületeken, ahol az adatok időfüggő változót tartalmaznak. Új adat-elemzési technikák tették lehetővé eltérő módszertani megközelítések fejlesztését és alkalmazását (Gottman et al. 1959).

Az idősor-elemzés lényegét Závoti (2010) az alábbiakban fogalmazza meg: az események előre determinált úton mozognak. A legfontosabb feladat ennek az elrendelt pályának a megismerése, hogy a jövő alakulását képesek legyünk előre jelezni. Az előrejelzéshez tehát ismernünk kell az út részeit, elemeit.

Az idősor valós adatok sorozata, amely sorozatban minden elem egy adott pillanatban rögzített értéket képvisel. Klasszikus megközelítésben, az idősorokat régóta használják a különböző tudományterületeken előrejelzésre. Az előrejelző modell

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

segítségével bizonyos változók múltbéli megfigyelésével ezek jövőbeni értékeik extrapolálhatók (Lu et al. 2014).

Az idősor-tervezés módszertana a programozott beavatkozások sorozatos (egymást követő) megfigyeléseit tartalmazza és a változási folyamat jellemzőit értékeli.

Az FCM szimulációt két fázisban hajtottuk végre. Az első fázisban az idősort a szakirodalomból kiolvasott adatok alapján alkottam meg (4.4.1 fejezet). A kutatás második fázisában a szövegbányászat segítségével kinyert adatokból állítottuk elő a FCM egyik bemeneti adathalmazát, az idősort (4.4.2 fejezet).

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

4. A módszertan alkalmazása az input adatok előállítására

4.1 A hulladékgazdálkodás hat fő rendszerelemének azonosítása és bemutatása

A modellezés első fázisához a hat rendszerelemet tartalmazó gráfot és kapcsolati mátrixot alkottuk meg a szakirodalom alapján. A következő alfejezetben ezeket a faktorokat mutatom be.

A politikai és gazdasági rendszerekben az egész világon növekszik a regionális fejlesztések jelentősége. Ez váltotta ki a rendszerelemzők érdeklődését, aminek támogatására matematikai és számítógépes modelleket javasoltak. Kacprzyk és Straszak (1984) egy korábbi tanulmányukban bemutatták, hogy az integrált regionális fejlesztés magában foglalja a gazdasági, társadalmi, környezeti, infrastrukturális, stb. szempontokat, amelyek többsége eleve „soft" tényezőkből áll. Kutatásaik során fuzzy többlépcsős modellt hoztak létre, amelyben a regionális fejlesztések hatékonyságát vizsgálták. A tanulmányban megállapították, hogy a fejlesztési fázis t időpillanatában a régió (mint ellenőrzés alatt lévő rendszer) X_{t-1} állapotban van és az ellenőrzés (beruházás) hatására X_1 új állapotba kerül, ahol $t = 1, \ldots, N$ *és* N a teljesülés ideje (tervezési horizont). Vizsgálatukban az életminőségi indexet használták, amely a következő minőségi indikátorokat foglalja magában:

1) gazdaság,
2) környezet,
3) lakáshelyzet,
4) egészségügyi szolgáltatás,
5) infrastruktúra,
6) munkalehetőség és
7) szabadidős lehetőségek.

Következtetéseik alapján a modell tükrözi az alapvető gondolatkört, úgymint a kompromisszumok iránti igényt pl. a szubjektív és objektív szempontok között, a hatékonyság és a stabilitás között, vagy lakosok és hatóságok érdekei között.

A RHGR abban különbözik a hagyományos hulladékkezelési módozatoktól, hogy az érintetteket bevonja a döntéshozatalba; a hulladékkeletkezés megelőzésére és a források

feltárására fókuszál; figyelembe veszi a más rendszerekkel való kölcsönhatásokat és a különböző léptékű lakóhelyek (város, térség, régió) közötti integráció elősegítésére törekszik. A „technológia" ebben az értelemben „hardware" és „software" elemeket is tartalmaz (van de Klundert és Anschutz 1999). Egy hulladékgazdálkodási rendszer fenntartható, amennyiben:

1) megfelel azon helyi technikai, társadalmi, gazdasági, pénzügyi, intézményi és környezeti feltételeknek, amelyben működik, valamint
2) képes önmagát fenntartani az idő múlásával anélkül, hogy a szükséges erőforrásokat csökkentené (Haastrup et al. 1998).

Egy rendszer integráltnak tekinthető, ha

1) a különböző léptékű lakóhelyeken (város, térség, régió) az egymáshoz kapcsolódó begyűjtési és kezelési lehetőségek széles választékát alkalmazza;
2) valamennyi érdekelt fél részvételét szorgalmazza (kormányzati és nem kormányzati, formális és informális, profit- és nem profit-orientált szervezetek);
3) figyelembe veszi a hulladékgazdálkodási rendszer más városi rendszerekkel való integráltságát (den Boer és Lager 2007).

A rendszer fenntarthatóságának egyik pillére az érdekelt felek bevonása, mert ez a rendszer sikerességéért érzett felelősségvállaláshoz vezet, legalábbis akkor, ha a rendszer a felek politikai és gazdasági érdekeit szolgálja.

Kutatásom kezdetén a RHGR hajtóerőit és fenntarthatósági feltételeit vizsgáltam, a szakirodalom alapján határoztam meg a fő szempontokat.

A „fő hajtóerők" fogalma úgy definiálható, hogy azon faktorok tartoznak ide, amelyek egy üzemelő hulladékgazdálkodási rendszer „status quo"-ját változtatják meg jó vagy rossz irányba, legyen az jogszabály, amely az integrált hulladékgazdálkodási megközelítésre ösztönöz vagy éppen a közvélemény megítélésének változása.

A települési hulladékgazdálkodási rendszerek működését és fenntarthatóságát befolyásoló faktorokat leíró szakirodalom nagy mennyiségben rendelkezésre áll. A települési hulladékgazdálkodási rendszereket vizsgáló módszerek fejlődésével párhuzamosan a rendszert befolyásoló faktorok száma világszerte drámaian emelkedni kezdett. Az 1990-es években a települési hulladékgazdálkodási modellek elsősorban gazdasági (pl. költségek és hasznok), környezeti (pl. levegő-emisszió, vízszennyezés) és technológiai (a technológia fejlettsége) faktorokat alkalmaztak (Salhofer et al. 2007).

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

Az 1990-es évek végén különböző hulladékkezelési és -elhelyezési szcenáriók összehasonlítására és rangsorolására a kutatók (Haastrup et al. 1998, Maniezzo et al. 1998, Tanskanen 2000) különböző szempontokat vontak be a vizsgálatba:

- műszaki adatok (pl. a kezelési/ártalmatlanítási technológiák száma, a rendelkezésre álló lerakók kapacitása, földrajzi jellemzők),
- társadalmi szempontok (demográfia), környezetvédelmi aspektusok (a környezet általános védelme, a természeti erőforrások felhasználása, az üvegházhatást okozó gázok által okozott terhelés) és
- gazdasági változók (a gazdasági tevékenység fenntartása) (Phillips et al. 1999).

Egyes tanulmányokban (Kurian 2005, Shmeleva és Powell 2005, van de Klundert és Anschutz 1999) a fejlődő országokban vizsgálva a hulladékgazdálkodás helyzetét, a szerzők hat paramétert vezettek be:

- műszaki/üzemeltetési,
- környezeti,
- gazdasági/pénzügyi,
- társadalmi,
- intézményi/adminisztratív és
- politikai/jogi tényezők.

A 2000-es évek elején folytatódott a faktorok fejlesztése. Az Európai Unióban (Wilson et al. 2001)

- a politika, a menedzsment és az intézményi struktúra (helyi és regionális politika és tervezési stratégia),
- a működési igények (infrastruktúra és a hulladékok biztonságos ártalmatlanítása, a hulladékok összetételének változása),
- gazdasági és pénzügyi tényezők (a rendelkezésre álló támogatási források, az aktuális rendszer költségei és más lehetőségek),
- jogszabályok (normatív vagy engedélyező jogszabály, nemzetközi, hazai és regionális jogalkotás) és
- szociális szempontok (a nyilvánosság véleménye és támogatása) kerültek előtérbe.

A 2000-es évek közepén még több tényezőt és alrendszer elemet vontak be az újonnan kifejlesztett módszerekbe, mint például

- az energiatermelésből származó megtakarítások (Bovea és Powell 2005),
- az élőhelyek sokfélesége (Salhofer et al. 2007), valamint olyan társadalmi tényezők, mint pl.
- az emberi jólét és a motiváció is nagyobb figyelmet kapott (mivel a hulladékok szelektív gyűjtését, tehát szétválasztását a lakosság végzi, a lakosok ezzel kapcsolatos attitűdje, motivációja a hulladékok további hasznosítását illetően az egyik legfontosabb meghatározó tényező) (den Boer és Lager 2007),
- az energiatermelés és –fogyasztás életciklus-elemzése, valamint
- a teljes költség-elszámolási rendszer (Thorneloe et al. 1999).

Egyes esetekben a tényezők súlyát az érintettek bevonásával, kérdőív kitöltésével határozták meg, hogy a fuzzy kritériumok súlyát elő tudják állítani (Hung et al. 2007).

Az elmúlt években, a módszerek, valamint a tényezők és az alrendszeri elemek fejlesztése finomodott. A fejlődő országokban, ahol a fenntartható hulladékgazdálkodás megvalósítása még mindig sürgető feladat, a témával foglalkozó kutatók (Kurian 2005, McBean et al. 2004, Jadoon et al. 2014, Worku és Muchie 2012, Chung et al. 2002, Sankoh et al. 2012, Wilson 2007) többek között a minden érintett bevonására és részvételére, a meglévő infrastruktúra jellemzőire, a hulladékkeletkezés szezonális és napi ingadozásaira, stb. összpontosítanak. Ebben az esetben a legfontosabb vizsgált tényezők:

- környezet (előírások, szabványok, ellenőrzés és végrehajtás),
- politika (az erőforrások hosszú távú allokációját tartalmazó útmutatások, megfelelő hulladékgazdálkodás előnyeinek kevéssé ismert volta),
- társadalom (a részvétel a döntéshozatalban, a háztartások jövedelme, a család mérete, oktatás, végzettség),
- civil szervezetek (a közösség mozgósítása),
- magánszektor (megfelelő intézkedések végrehajtása),
- média (környezettudatosság növelése, valós helyi prioritások),
- tudományos közösség (kommunikáció),
- gazdaság (környezetbarát fejlesztéseket támogató intézmények),
- technológia (infrastrukturális kapacitás jelenléte/hiánya, korszerű hulladékgazdálkodási eszközök nem megfelelő alkalmazása, integrált hulladékgazdálkodási rendszer hiánya).

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

Az úgynevezett horizontális tényezők leírják a különböző hulladéktípusok keletkezési üteme változásának folyamatait (eltolódás a települési hulladék, lomhulladék, újrahasznosítható hulladék és illegálisan elhelyezett hulladék között). A vertikális tényezők pedig bemutatják a hulladékáramok teljes mennyiségének a demográfiai, gazdasági, társadalmi és technikai fejlődést követően beálló változásait (mennyiségi és monetáris adatok) (Beigl et al. 2008).

Az előbbi áttekintés alapján arra a következtetésre jutottam, hogy a vonatkozó szakirodalomban erős konszenzus található meg arra vonatkozóan, hogy a tipikus RHGR legalább a következő hat fő tényezőt tartalmazza: a környezeti, gazdasági, társadalmi, intézményi, jogi és műszaki tényező. Ezek a tényezők a fenntartható RHGR „fő mozgatórugói", amelyek meghatározzák, hogy a vizsgált rendszer miért a megfigyelt módon működik (den Boer és Lager 2007, Langa et al. 2005, Morrissey és Browne 2004, Wilson et al. 2001, van de Klundert és Anschutz 1999, Thorneloe et al. 1999). A 3. táblázatban a fő faktorokat és az alrendszereikre vonatkozóan néhány példát mutatok be.

A szakirodalomban fellelhető faktorok meghatározását megalapozottnak fogadtam el. Ugyanakkor a modellezés során nyilvánvalóvá vált és néhány eredmény szükségessé tette, hogy a kutatás későbbi fázisában a faktorokat újradefiniáljam és alrendszerekre bontsam (ld. a 3.3 fejezetben).

3. táblázat: A RHGR fő tényezői és alrendszereik

Faktorok	Alrendszeri elemek
Környezet	Emissziók, klímaváltozás, területhasználat, hasznosítási és – visszanyerési célok, a természeti erőforrások kimerülése, közegészség
Gazdaság	Rendszer- és alrendszer-szintű hatékonyság, rendelkezésre álló forrás/támogatások, költségek és bevételek, a hulladékkal kapcsolatos szolgáltatások árképzési rendszere, másodnyersanyagok piaca
Társadalom	Közvélemény, a nyilvánosság részvétele a döntéshozatalban, kockázat-érzékelése, munkavállalás, foglalkoztatás, helyi demográfiai jellemzők – népsűrűség, háztartások mérete és jövedelme, társadalmi megítélés*
Intézményrendszer	Helyi-regionális politika és tervezés, vezetői feltételek és jövőbeni irányok, a hulladékgazdálkodás intézményi és adminisztratív szervezete
Jog	Vonatkozó jogszabályok (nemzetközi, hazai és települési)
Technológia	Gyűjtési és szállítási rendszer, kezelési technológiák, a hulladékáram összetevői és időbeli változásai

* A társadalmi megítélés kapcsán érdemes néhány jelenséget megemlíteni:

- NIMBY (Not In My BackYard): a lakosság ugyan elfogadja a beruházás szükségességét, de a „ne az én kertembe” elv alapján elutasítja annak saját lakókörnyezetében történő elhelyezését (a lakosság számára mindegy, hol lesz a probléma megoldva, amennyiben az tőle a lehető legmesszebb, akár a Holdon van),
- BANANA (Build Absolutely Nothing Anywhere Near Anybody) jelenség azt fejezi ki, hogy „semmit sehová ne építsünk” (Kiss 2005),
- LULU (Locally Unacceptable Land Use): a területhasználati tervezésben előforduló jelenség, helyi szinten nemkívánatos földhasználat (Szántó 2008).

4.2 Kérdőíves felmérés eredménye

A települési hulladékgazdálkodási rendszerek helyzetének és fenntarthatósági értékelésének áttekintése interdiszciplináris megközelítést igényel, hiszen társadalmi, gazdasági, környezeti, jogi, stb. oldalról egyaránt vizsgálható a témakör. A kérdőíves módszerrel a célom egy objektív és újszerű eszköz megalkotása volt, amely segítségével

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

a fenntartható hulladékgazdálkodással kapcsolatos döntések még inkább megalapozhatók.

A szakértői tudás megszerzésére az online kérdőíves megkérdezés módszerét választottam. A kérdőív-készítéssel a fő célom az volt, hogy a szakemberek visszajelzései alapján azonosítani tudjam a hulladékgazdálkodási rendszerek meghatározó faktorainak egymásra gyakorolt hatását és a hatás mértékét.

A FCM-módszerrel történő modellezés során azt vizsgáltam, hogy a regionális hulladékgazdálkodási rendszerek fenntarthatóságát befolyásoló tényezők a válaszadó megítélése szerint hogyan hatnak egymásra. Ezen kiválasztott tényezők és azok elemei a következők voltak:

- technikai/üzemeltetési tényező: hulladékkezelés, ártalmatlanítás, alkalmazott technológia, szállítás jellemzői, stb.
- környezeti tényező: energia- és erőforrás-megőrzés a hasznosítás során, zárt ciklusú folyamatok biztosítása, stb.
- gazdasági/pénzügyi tényező: „minden kedvezményezett hozzájárul" elv érvényesítése; költséghatékony üzemeltetés, stb.
- társadalmi tényező: helyi igények és elvárások figyelembe vétele, közegészségügyi hatások mérséklése, munkalehetőség biztosítása, stb.
- jogi/politikai tényező: világos és egyértelmű szabályozás, hulladékgazdálkodási hierarchia érvényesülésének elősegítése, környezeti érdekek érvényre juttatása, stb.
- intézményi/adminisztratív tényező: érintettek bevonása a döntéshozatalba, megfelelő szervezeti kultúra kialakítása, versenyképesség biztosítása, stb.

A vizsgált témára hatással bíró hat tényező bemutatása után arra kértem a válaszadókat, hogy −5-től +5-ig terjedő skálán értékeljék, hogy a regionális hulladékgazdálkodási rendszerek egy adott tényezője milyen mértékben hat a többi tényezőre. Azt kértem tehát, hogy értékeljék a tényezők közötti okozati kapcsolatokat és határozzák meg azok irányát és erősségét egy előre definiált skála segítségével, amely képes leírni két tényező között bármilyen jellegű kapcsolatot, legyen az pozitív vagy negatív, esetleg semleges. Így az on-line kérdőíves felmérés folyamatában a megkérdezettek a hulladékgazdálkodási rendszer fő paraméterei közötti kapcsolatokat értékelték.

A kérdőívet 2013 januárjában 200 címzetthez jutattam el, kitöltésére viszonylag rövid, egy hét időtartamot jelöltem meg. A kérdőívre 75 érvényes válasz érkezett. A

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

vizsgálat pozitív eredménye (a visszaérkezett válaszok viszonylag magas száma) alapján azt feltételezem, hogy a résztvevők szívesen vettek részt a felmérésben úgy, hogy nem kellett megérteniük a módszer matematikai hátterét, ugyanakkor érdekesnek találhatták az újszerű szimulációs megközelítést. A kérdőív kérdéseit a Függelék tartalmazza.

A későbbi modellalkotási fázisban minden egyes válaszadó véleményét figyelembe vettük. A beérkezett válaszokat táblázatos formába rendeztük. Az előre kódolt zárt kérdésekre kapott válaszok feldolgozása egyszerű összesítéssel lehetséges volt.

A medián a statisztika úgynevezett helyzeti középértéke. Ahhoz, hogy mediánt számíthassunk a populáció (sokaság) egy ismérvére vonatkozóan, az ismérvnek legalább számértékű mérési szintűnek, sorba rendezhetőnek kell lennie. Mivel a kérdés-típusoknál fokozatok szerepeltek, így a mediánt számoltuk, ennek meghatározása alapján adtuk meg az okozati kapcsolatok értékét.

Tehát a kérdőívre adott válaszok medián-értéke segítségével a tényezők kölcsönhatásának erősségét egyszerűen ábrázolni tudtuk. Ezt követően a fuzzy gráf struktúra alapján modellszámítások készültek tetszőleges számú változat előállítására, amely segítségével az egyes tényezők értékelése függetleníthető lett a szubjektív megítéléstől.

Az alábbi 4. táblázat ismerteti az okozati kapcsolatok erősségének fokozatait, amelyet az előre definiált skálán megadtunk az egyes válaszokhoz.

4. táblázat: A kérdőívben szereplő okozati kapcsolatok erősségének fokozatai

Hatás mértéke	A kapcsolat erőssége (linguistic value)	Tagsági érték
-5	Negatívan nagyon erős	-1
-4	Negatívan erős	-0,8
-3	Negatívan közepes	-0,6
-2	Negatívan gyenge	-0,4
-1	Negatívan nagyon gyenge	-0,2
0	Nulla	0
1	Pozitívan nagyon gyenge	0,2
2	Pozitívan gyenge	0,4
3	Pozitívan közepes	0,6
4	Pozitívan erős	0,8
5	Pozitívan nagyon erős	-1

A 75 válaszadó között 44 férfi és 31 nő volt, átlagéletkoruk 41,1 év. Értékelhető válasz legnagyobb arányban felsőoktatási intézményekből (17,3%) és regionális fejlesztési ügynökségektől érkezett (17,3%). A kitöltők között szerepeltek regionális hulladékgazdálkodási társulások alkalmazottai (6,7%), települési önkormányzatok (14,7%), közszolgáltatók (12%), magántulajdonú vállalatok alkalmazottai (5,3%), szakértők, tanácsadók (9,3%), hatósági, közigazgatási szakemberek (10,7%), civil szervezetek képviselői (4%).

Az 5. táblázat bemutatja az egyes témakörökre adott összesített válaszok medián-értékeit.

A mátrix tényezői a következők: C1 – műszaki, technológiai tényező; C2 – környezeti tényező; C3 – gazdasági tényező; C4 – társadalmi tényező; C5 – jogi tényező és C6 – intézményi tényező.

5. táblázat: A kérdőívből származó adatok mediánjai

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
C1	0	4	4	4	2	2
C2	3	0	3	3	2	2
C3	4	3	0	3	2	2
C4	2	3	2	0	2	2
C5	3	3	2	3	0	3
C6	2	2	2	2	2	0

Amint az a fenti kapcsolati mátrixból kiolvasható, az összes beérkezett válasz medián értéke a tényezők közötti kapcsolatokat kizárólag pozitív hatásúként tünteti fel, ugyanakkor meg kell jegyezni, hogy az egyedi válaszok alapján a szakemberek a tényezők közötti hatásokat a rendelkezésre álló skála (-5-től +5-ig) teljes tartományában értékelték.

További problémaként értelmezhető, hogy a hat tényező rendkívül tág fogalmakat takar, és az egy-egy tényezőn belül azonosított alrendszeri elemek eltérő hatással lehetnek a többi tényezőre. Ezért felmerül a kérdés, hogy vajon mennyire értették hasonlóan a megkérdezettek a kérdőívet. A válasz viszonylag egyszerű: ebben az esetben nem sikerült a fogalmakat precízen lehatárolni, hiszen egy-egy tényező értékelésénél feltételezhető, hogy nem ugyanazokra a fogalmakra asszociáltak a válaszadók, és ez jelentősen befolyásolhatta a válaszokat. Ezt a bizonytalanságot tovább növelte, hogy a kérdőívek online készültek el, tehát a szerzőnek nem volt lehetősége a fogalmakat és a módszert részletesen elmagyarázni a felmérésben résztvevőknek.

A kutatás első fázisában a fenti kapcsolati mátrix szolgált az egyik input adatként. A következő fejezetben a hat tényezős rendszermodell finomítását, alrendszeri elemekre bontásának folyamatát ismertetem.

4.3 A workshop eredménye

A rendszer egy bizonyos határon belül együttműködő elemek halmaza. A rendszer azon részeit, amelyek önmagukban is rendszerek, vagyis amelyek további szerkezete a rendszer működése szempontjából lényeges, alrendszereknek nevezzük. Az alrendszer tehát rendszer a rendszeren belül (system of systems).

A modern műszaki rendszerek rendkívül összetettek, általában egymással kölcsönhatásban álló és egymásra ható egységek sokaságából tevődnek össze, amelyeket alrendszereknek nevezünk. A szakértői részvételi folyamat által biztosítani lehet, hogy a szinergiák létrehozása során a különböző érdekek beépítésre kerüljenek, és közös döntéshozás eredményeként meg lehessen találni a fenntartható megoldásokat.

Az integrált hulladékgazdálkodási rendszerek is olyan komplex rendszerek, amelyeket egymáshoz kapcsolódó, illetve különálló alrendszerekre és elemekre lehet bontani, ahol számos tényezőt kell figyelembe venni. Ezek a tényezők általában kiegészítik egymást, néhány esetben ellentmondásban állnak vagy versengenek

egymással; de lényegében az alrendszerek és alrendszeri elemek befolyásolják egymást, és meghatározzák a rendszer teljes működési folyamatát.

A RHGR modellfejlesztési folyamata jelentős mértékű társadalmi elemzést igényel, nem kevésbé a technikai jellemzők (gyűjtés, szállítás, eszközök, stb.) vizsgálatát, továbbá személyes tapasztalaton alapuló jogi és intézményi kérdések elemzését, a szakértői – esetlegesen ellentétes – vélemények szintézisét. Bár a személyes tapasztalatok és a szakértői ismeretek általában szubjektívnek tekinthetők, hozzájárulásuk a hulladékgazdálkodási rendszer modelljének kialakításához létfontosságú.

A workshop mint elemzési módszer célja az volt, hogy a számos tényezőt tartalmazó RHRG hatékony modelljét összeállítsam. A szándékom az volt, hogy javaslatot tegyek a szakértői rendszertervezési megközelítés végrehajtására a döntéstámogatás területén, és bemutassak egy eredményes módszert a csoportos FCM alkotására. Ehhez arra volt szükségem, hogy megismerjem, hogy a szakértők hogyan érzékelik, értékelik a RHGR-rel kapcsolatos jövőbeli kilátásokat és kockázatokat a gazdasági, társadalmi, környezeti, jogi, intézményi és gazdasági tényezők tükrében.

Mint sok más workshop-módszertan esetében, itt is hasznos lehet egy rendszerezett útmutató elkészítése, amely leírja az FCM-alkotásának egyes lépéseit. Ez az eljárás szolgálhat a műhelymunka vezérfonalaként is (Murungweni et al. 2011). Az alábbiakban ismertetem az alkalmazási és fejlesztési fázis módszertani kereteit.

A folyamat esetünkben négy lépést foglalt magában:

1) a szakirodalmi adatokra támaszkodva előzetesen meghatároztam a RHGR hat fő faktorát és ezeket a szakértői csoportnak bemutattam;
2) az egyes faktorokat kiscsoportok keretében a szakemberek altényezőkre bontották;
3) a tényezők közötti egymásra hatás irányát és a hatás mértékét meghatározták;
4) ezek alapján megalkottuk a fuzzy kognitív térképet mint a szimuláció egyik bemeneti adatát.

A fő rendszerelemek alrendszeri elemekké bontását 12 fős szakértői csoporttal hajtottuk végre. A munka kezdetén kollégáimmal ismertettük a kutatás célját, a szakirodalom alapján azonosított hajtóerőket, a FCM-módszer lényegét és a térkép alkotásának folyamatát, valamint a műhelymunka tervezett fázisait. A moderátori feladatokat jómagam láttam el. Két meghívott kollégám támogatott a szakmai keretek meghatározásában: Dr. Hatwágner F. Miklós a fuzzy kognitív térkép módszertanának

ismertetésében, Dr. Torma András pedig a RHGR-ek fő hajtóerőinek meghatározásában volt segítségemre.

Ezt követően a szakértőket megkértük, hogy alkossanak hat 2-2 fős csoportot. Figyelembe vettük szakmai tudásukat és munkatapasztalatukat; ez alapján megállapítottuk, hogy 2-2 résztvevő érkezett az üzemeltetés területéről (műszaki tényező), a jogi területről (jogi tényező), a hatóságoktól (intézményi tényező, valamint gazdasági területről (gazdasági tényező). A Környezetmérnöki Tanszék munkatársai pedig a szociális és környezeti tényezőket reprezentáló csoportokat alkották.

A kiscsoportos munka során a résztvevőket arra kértem, hogy azonosítsák szakterületük alrendszeri elemeit. Szerettem volna elkerülni az elaprózódást, ezért a szakembereket rendszerelemenként legfeljebb 5-7 alrendszeri elem azonosítására kértem. A munka során a csoporttagok azokat a faktorokat nevezték meg, amelyek a rendszer működése szempontjából – szakmai tapasztalatuk és ismeretanyaguk birtokában – fontosnak ítéltek.

A kiscsoportok munkáját az alábbi kérdések feltevésével segítettem:

- Melyek a RHGR fő tényezőinek azon alrendszeri elemei, amelyeket meg lehet határozni? Milyen tényezők, dolgok jutnak eszébe, ha a RHGR-t említem Önnek?
- Hogyan lehet az egyes altényezők struktúráját, szerepét értelmezni, pl. a fő faktorral kapcsolatban?
- Milyennek érzékelik a szakértők az egyedi faktorok hatását más (al)faktorokra vonatkoztatva? Van-e pozitív vagy negatív hatás? Milyen mértékben befolyásolja *A* faktor *B* faktort?

Az alrendszeri elemek tulajdonságainak meghatározása nagyon fontos, mert bizonyos kritériumoknak meg kell felelniük. Az FCM létrehozásakor fontos figyelembe venni, hogy annak érdekében, hogy a vizsgált paraméterre a másik tényező hatását meg lehessen állapítani, a tényezőknek mennyiségileg meghatározhatónak kell lenniük. Az FCM működése és a térkép megértése szempontjából fontos, hogy a tényezőket világosan definiáljuk (Isak et al. 2009).

Az egyes rendszerekhez tartozó alrendszeri elemek bemutatása a 6. táblázatban található.

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

6. táblázat: A hat rendszer 33 alrendszeri eleme és azok azonosítói (Concept IDs, CID)

Rendszer	Alrendszer	CID	Rendszer	Alrendszer	CID
Technológia, üzemeltetés (C1)	Műszaki, tervezői tudásszint	C1.1	Társadalom (C4)	Lakossági vélemény	C4.1
	Technológiai rendszer és annak koherenciája	C1.2		Egészségügy	C4.2
	Helyi földrajzi és infrastrukturális adottságok	C1.3		Politikai, hatalmi tényezők	C4.3
	Európai uniós műszaki elvárások és a hazai szakmapolitika	C1.4		Oktatás	C4.4
	Tervezett technológia korszerűsége	C1.5		Kultúra	C4.5
Környezet (C2)	Környezeti elemekre hatás	C2.1		Szociális környezet	C4.6
	Hasznosítás	C2.2		Foglalkoztatás	C4.7
	Földrajzi tényező	C2.3	Jog (C5)	Ellenőrzés, szankcionálás	C5.1
	Erőforrás-használat	C2.4		Belső és külső jogszabályi koherencia (hazai jogszabályok)	C5.2
	Élővilág (társadalmi elfogadottság)	C2.5		Általános hulladékgazdálkodási szabályozás az EU-ban	C5.3
	Környezeti visszacsatolás	C2.6		Szakpolitikai stratégia és a végrehajtás tervszerűsége	C5.4
Gazdaság (C3)	Lakosság összetétele és jövedelmi viszonyai	C3.1	Intézmény (C6)	Nyilvánosság, átláthatóság (adatkezelés is)	C6.1
	Díjak alakulása	C3.2		Párhuzamos hatáskörök megszüntetése	C6.2
	Értékcsökkenési, fejlesztési forrás képzése	C3.3		Gyors és rugalmas ügyintézés	C6.3
	Üzemeltetői gazdasági érdekek	C3.4		Együttműködés az intézmények között	C6.4
	Finanszírozás (önrész és támogatás)	C3.5		Szakmai színvonal emelése	C6.5
	Ipari struktúra	C3.6			

A javasolt alrendszeri elemeket a szakértők a kiscsoportos eszmecserét követően ismertették. Az egyes alrendszeri elemek jellemzőit az alábbiakban mutatom be (7-12. táblázat).

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

7. táblázat: A „Technológia és üzemeltetés” rendszerelem és alrendszerei

C 1. Technológia, üzemeltetés
C 1.1Műszaki, tervezői tudásszint
− Racionális mérnöki, üzemgazdasági gondolkodás
− Multidiszciplináris gondolkodás alkalmazása (szemléletváltozás), komplex megközelítés
C 1.2 Technológiai rendszer és annak koherenciája
− A rendszeren belüli elemek együttműködése
− Az optimális technológiai módozat kiválasztásának jelentősége
− Begyűjtés és szállítás optimalizálása (jogi és környezetvédelmi szabályozók szigorodása)
− Térfogattal való takarékoskodás (hatékony tömörítési technológiák bevezetése)
− Új hulladékgazdálkodási rendszerek kiépítése (szigorodó környezetvédelmi elvárások és a megtérüléssel kapcsolatos gazdasági előírások)
− A rendszereknek mind elemeikben, mind pedig a technológiai folyamat szintjén rendkívül megalapozottaknak kell lenniük
− A szelektíven és vegyesen gyűjtött hulladék mennyiségi és minőségi adatai; szennyezőanyagok a hulladékban
− A hulladékgyűjtés módozatai (gyakoriság, típusedény, edények telítettsége, stb.)
− A hulladékszállítás módozatai, az ürítés gyakorisága
− A hulladékkezelés technológiai módozatai
− Magas szintű bonyolultsági fok
− Az eszközök tartóssága
− A nyilvántartások vezetése és a folyamatos monitoring a rendszer javítása érdekében
− A hulladéklerakó kapacitása
− Együttműködés más városi infrastruktúrákkal
C 1.3 Helyi földrajzi és infrastrukturális adottságok
− Hulladékkezelési létesítmények hálózatának rendszerszerű fejlesztése
− Regionális szint – méretgazdaságosság (megfelelő nagyságú terület és lakosszám lefedése), a gazdaságosan üzemeltethető infrastruktúra létrehozása
− A hulladék diffúz módon (kis mennyiségben, nagy területen) keletkezik, előkezelés nélkül, heterogén összetételben
− A régióra jellemző hulladék-adatok (hulladékok keletkezési helye, mennyisége, minősége, a terület jellemzői, szállítási távolságok)
C 1.4 Európai uniós műszaki elvárások és a hazai szakmapolitika
− Ezek a feltételek a minimális szakmai elvárások
− Az eszközpark hatékony és optimális kihasználása
− A gyűjtő és szállítórendszer megfelelősége
− Tiszta technológiák, BAT alkalmazása
− Zárt láncú rendszerek alkalmazása a nyers- és tápanyagok, valamint az energia veszteségének elkerülésére
− Az unió „hulladékgazdálkodási hierarchiája”, olyan változatok előnyben részesítése, amelyek a hulladék keletkezésének megelőzését segítik
C 1.5 Tervezett technológia korszerűsége
− Ha korszerű a technológia, akkor hosszabb távú működést tesz lehetővé
− A hulladék begyűjtése folyamatos kontrollt igényel, mert magát a tevékenységet nem lehet részletesen szabályozni

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

− Az alkalmazott berendezések és technológiák tartóssága és jó minősége
− Megelőző karbantartási eljárások (karbantartási kapacitás és megelőző karbantartási program)

8. táblázat: A „Környezet” rendszerelem és alrendszerei

C 2. Környezet
C 2.1 Környezeti elemekre hatás
− Szennyezés, emisszió (szaghatás, vizuális hatás, zajhatás, közlekedésből eredő szennyezés, savasodás, eutrofizáció, stb.)
− Illegális hulladékelhagyás, nyílt színi hulladékégetés, vízfolyások szennyezése
− A nem megfelelően kialakított és üzemeltetett hulladéklerakók és kezelőközpontok környezeti hatása
− Szennyezett területek kármentesítése
C 2.3 Hasznosítás
− Anyag- és energiahasznosítás
− A szelektíven gyűjtött hulladékok hasznosítása és a belőlük kinyert energia mennyisége
− Hulladékválogatás hatékonyságának növekedése a keletkezés helyén az oktatás és gazdasági ösztönzők hatására
C 2.4 Földrajzi tényező
− Közelség elve: a hulladék kezelése és hasznosítása a keletkezési forráshoz lehető legközelebb történjen
− Területhasználatból származó hatások
− Az érintett régióban lévő természeti erőforrásokat érő hatások
− A természeti kincsek előfordulási gyakorisága a régióban
C 2.5 Erőforrás-használat
− Erőforrások kizsákmányolása, kimerülése
− A rendszer működtetése jelentős erőforrások biztosítását követeli
− Energia- és anyagkinyerés
− Erőforrás-visszanyerés tudatformálás, ösztönzők és egyéb motivációk révén
C 2.6 Élővilág (társadalmi elfogadottsága)
− A szomszédos hulladékkezelő létesítmény közelében megjelenő élővilág (főként állatok) növelik a létesítmény társadalmi elfogadottságát
C 2.7 Környezeti visszacsatolás
− Az ökológiai rendszerek visszacsatolásokkal kapcsolatos tulajdonsága (a negatív visszacsatolások révén szabályozni tudják anyag- és energiaforgalmukat, így hosszú távon önfenntartók)
− A környezeti elemek reakciója túl sok “információ esetén” (pl. a környezet hulladékasszimiláló kapacitása)

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

9. táblázat: A „Gazdaság” rendszerelem és alrendszerei

C 3. Gazdaság
C 3.1 A lakosság összetétele és jövedelmi viszonyai
− A rendszer által ellátott lakosság sűrűsége a kiszolgált területen
− A jövedelmi viszonyok feltételt szabnak a díjpolitikának (a lakosság fizetési hajlandósága)
− A „szennyező fizet” elvnek (PPP, Pollution Pays Principle) még nincs igazán kultúrája
− Teljes körű hatékonyság a rendszerben, az egy tonnára vetített legalacsonyabb költséggel működő rendszer kialakítása
− Más érintett városi rendszerek költségei
C 3.2 Díjak alakulása
− A korszerű rendszerek magasabb díjakat fognak eredményezni
− A díjszámítás módja (teljesítményalapú számlázás)
− A lakossági szolgáltatási díjak megfelelő szinten tartása érdekében a komplex rendszerek üzemeltetése során kihasználásra kerüljön minden olyan lehetőség, amely az üzemeltetés költségeit pozitívan befolyásolja (költség-haszonelemzés)
C 3.3 Értékcsökkenési, fejlesztési forrás képzése
− A rezsicsökkentés eltüntette ennek lehetőségét
− Az utólagos költségek fedezésére forrásképzésre van szükség
− Hosszú élettartamú berendezések beszerzése
− Költségmegtakarítás a berendezések és eszközök jobb karbantartása által
C 3.4 Üzemeltetői gazdasági érdekek
− Soha nem az önkormányzatok találták ki, hogy kell nekik a rendszer, hanem az üzemeltető vette rá az önkormányzatot, hogy pályázzon
− A gazdaságosság mérlegelése kulcsfontosságú (externális hasznok és költségek)
− Maximális jövedelemtermelő képesség és a környezeti, természeti értékek kisebb terhelése
− Közegészségügyi feladat: nem lehet szüneteltetni akkor sem, ha ráfizetéses (kötelezően és folyamatosan végzendő feladat – gazdaságosság kérdése)
− A világpiaci ár és az állami szankciók rendszere befolyásoló tényező
− Nem nyereséges vállalkozás
− A rendszer működésének pénzügyi biztosítása (támogatások/lakos, beruházási költség/lakos
− A visszanyert anyagok értékesítéséből származó bevételek
− Gazdaságosság rendszer- és alrendszeri szinteken; gazdaságilag megbízható és folyamatos
C 3.5 Finanszírozás (önrész és támogatás)
− A beruházás finanszírozása önrészből és támogatásból valósul meg – de miből lehet fizetni az önrészt?
− Cégek pályázati lehetőségei
− Világpiaci ár – magántőke bevonása – állami szubvenciók rendszere
− Támogatásoktól való függőség
− Teljes költségelemzés (beleértve minden költséget és hasznot)
− Helyi és a nemzeti bevételek elkülönítése a hulladékgazdálkodás számára
− Kormányzat lobby
− Privatizáció és a közösségi részvétel, ami várhatóan hatékonyságnövekedést és megtakarítást eredményez
− A jobb pénzügyi gazdálkodásból és tervezésből származó költségmegtakarítás
− Nem-kormányzati szereplők és a magánszektor bevonása
C 3.6 Ipari struktúra
− Multiplikatív hatásként a helyi gazdaság is élénküljön (gazdaságélénkítő hatás)
− Az előállított termékek piacképessége
− Erőforrás-visszanyerésből (pl. komposztálás, energetikai hasznosítás) származó bevételek
− „Minden kedvezményezett hozzájárul” elv (a hulladékhasznosító ágazatnak is hozzá kell járulnia a nyereségadó megfizetésével

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

10. táblázat: A „Társadalom” rendszerelem és alrendszerei

C 4. Társadalom
C 4.1 Lakossági vélemény
− Lakossági vélemény: a valóban érintettek, a helyi lakosok véleménye − A rendszer használóinak igényei és prioritásai (olyan vállalati menedzsment modellek alkalmazása, amely elfogadható a lakosok és intézmények számára) − A szolgáltatás lefedettsége (a minimálisan szükséges hulladékgyűjtő szolgáltatásban részesülő lakosok %-os aránya) − A lakossági elégedettség a szolgáltatással − A lakosság aktív részvétele a monitoringban és a végrehajtásban
C 4.2 Egészségügy
− A hulladékkezelés irányában érzett kockázatérzékelés − Köztisztasági orientációjú szemlélet közegészségügyi okok miatt − Könnyebb fóbiákat kelteni nem egészséges környezetben − Az alkalmazott technológiák és berendezések közegészségügyi kockázatai − Közegészségügyi monitoring (a hulladékkal összefüggésbe hozható megbetegedések és halálozások) − Az ellátatlan területek lefedése
C 4.3 Politikai, hatalmi tényezők
− A felelős döntéshozók és az érintettek átláthatósága − Jellemző műszaki-szervezeti rendszer, jellemző időtáv, jellemző döntéshozó − A hulladékkezelési közszolgáltatást a népesség minden rétege számára elérhetővé kell tenni, függetlenül etnikai, kulturális, vallási vagy társadalmi háttérétől − Kommunikációs csatornák a felhasználók és az önkormányzat között (panaszbejelentés lehetősége, információk megosztása, stb.) − Decentralizált irányítás, amely elégséges szabályozási és pénzügyi autonómiát a biztosít a helyi önkormányzat részére
C 4.4 Oktatás
− *Capacity* (a lakosok fizikálisan és mentálisan képesek-e a szelektív hulladékgyűjtésben való részvételre?) − *Opportunity* (biztosítottak-e olyan lehetőségek a lakosság számára, amelyek megkönnyítik a szelektív hulladékgyűjtésben való részvételt?) − *Motivation* (lakossági hozzáállás: a szelektív hulladékgyűjtés hatékonyságában kulcstényező) − Figyelemfelkeltő programok bevezetése a hulladék-csökkentést és -megelőzést illetően − Iránymutatások a környezetkímélő hulladékgyűjtés, ártalmatlanítás és kezelés céljából
C 4.5 Kultúra
− Szokások, értékrend, iskolázottság − Társadalmi elfogadottság (a hulladékgazdálkodást el kell fogadni) − Társadalmi egyenlőség (a hasznokból mindenki egyenlően részesüljön) − A lakosság motiváltsága (pl. otthoni komposztálás) − Az érdekeltek és érdekeik azonosítása a hulladékgazdálkodásban (stakeholder elemzés) − A kiszolgálandó területek társadalmi profilja (háztartások száma, foglalkozás, jövedelem, fogyasztási minták, hulladékkezeléssel kapcsolatos attitűdök, hajlandóság a szelektív gyűjtésre, fizetési hajlandóság, stb.) − A lakosság igényei és szükségletei (a szolgáltatási minősége és színvonala)
C 4.6 Szociális környezet
− A lakosság szelektálási hajlandósága (kényelmi kérdés) − A település szociális-gazdasági helyzete (háztartások átlagos mérete, lakossűrűség, GDP, stb.) − Társadalmi haszon
4.7 Foglalkoztatás
− Munkahelyteremtés − Kiskereskedelmi egységek jelenléte (betétdíjas rendszer működtetése) − A munkavállalók munkakörülményei és jövedelmi viszonyai − Intézkedések a munkakörülmények javítására

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

11. táblázat: Az „Intézmény” rendszerelem és alrendszerei

C 5. Intézmény
C 5.1 Nyilvánosság, átláthatóság (adatkezelés is)
− Adatgyűjtés, -értékelés és monitoring (jövőbeli hulladékgazdálkodási trendek pontos meghatározása)
− Átláthatóság, elszámoltathatóság és költségvetési fegyelem a helyi önkormányzatok és vállalatok részéről
− Átlátható eljárások (versenyképes ajánlattétel és szerződéskötés)
− Minden érintett fél bevonása a tervezés és megvalósítás folyamatába
− Pártatlan végrehajtási szabályok és előírások
C 5.2 Párhuzamos hatáskörök megszüntetése
− Az EU, a kormány, az önkormányzat és a koordinátor szervezet közötti párhuzamos hatáskörök eltörlése
− Világos munkamegosztás és felelősségvállalás a hulladékgazdálkodásban
− Hatósági és pénzügyi feladatok decentralizációja
− A döntéshozatal legalacsonyabb szintre helyezése (pl. helyi önkormányzat) pénzügyi kérdésekben és technológiák kiválasztása ügyében
C 5.3 Gyors és rugalmas ügyintézés
− Olyan szervezeti kultúra kialakítása, amely a szakmaiságot, az átláthatóságot és az elszámoltathatóságot helyezi előtérbe
C 5.4 Együttműködés az intézmények között
− A szabályozási folyamatok gyakorlati alkalmazhatósága – információk összegyűjtése és rendszerezése
− A formális és az informális szektor integrációja
C 5.5 Szakmai színvonal emelése
− Hatóságok és háttérszervek szakmai színvonalának emelése
− Hulladékanalízis elvégzése; optimális technológia kiválasztása
− Uniós követelményeknek való megfelelés (megfelelő hulladékgazdálkodást biztosító közszolgáltatás kialakítása)
− Bérezési fokozatok és ösztönzési rendszer kialakítása
− Az alkalmazottak képzése (képzési igények, képzési programok)

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

12. táblázat: A „Jog” rendszerelem és alrendszerei

C 6. Jog
C 6.1 Ellenőrzés és szankcionálás
− Az önkéntes jogkövető magatartás miliőjét meg kellene teremteni
− Szabálysértési és büntetőeljárások
− Normatív szabályozás, ösztönzésen alapuló gazdasági szabályozás
− A civil társadalom és a média fontos szerepet játszanak
C 6.2 Belső és külső jogszabályi koherencia (hazai jogszabályok)
− A szelektív gyűjtést ösztönző szabályozók (különböző anyagáramok eltérő módon történő kezelésének problematikája)
− Átlátható és egyértelmű szabályok és előírások
− Hulladékgazdálkodási stratégiai terv
− KHV-kötelezettség minden hulladéklerakó vagy hulladékkezelő létesítmény helyszínének kiválasztása előtt
C 6.3 Általános hulladékgazdálkodási szabályozás az EU-ban
− EU-s jogszabályok hazai alkalmazása; a jogszabályokon belül legyen belső koherencia
− Tényezők azonosítása, amelyek meghatározzák mind hazai, mind nemzetközi szinten a hulladékgazdálkodási feladatrendszereket
− Hulladékgazdálkodás hierarchiájának érvényesítése
− A különböző szintű (regionális, nemzeti és EU) hulladékgazdálkodási feladatok specifikációja
− A szervesanyag-tartalmú hulladék eltérítése a lerakótól
6.4 Szakpolitikai stratégia és a végrehajtás tervszerűsége
− A hulladékgazdálkodási rendszerekkel kapcsolatos szabályozási előírások az EU-ból jönnek; így a rendszerek kialakításához kell egy szakpolitikai stratégia
− Politikai stratégia és a végrehajtás módja
− Egyértelmű és hatékony törvények és rendeletek a hulladékgazdálkodásban
− Egyértelmű és hatékony rendeletek és eljárások a magánszektor részvételére és a pályázatok értékelésére vonatkozóan

A kutatás második fázisában a fenti 33 alrendszeri elemet használtam input-adatként az FCM-szimulációhoz.

4.4 Idősorok előállítása

Amint azt már korábban említettem, az FCM-szimulációhoz használt modellhez lehetőség van kétféle bemeneti adat alkalmazására; ezen mindkét adatsor használata nem törvényszerű, de a vizsgálatban éltünk ennek lehetőségével.

A kétféle adatforrás egymástól nagyban különbözik. Az első input adatcsoportot – a kapcsolati mátrixot – és annak előállítási folyamatát a fentiekben bemutattam.

A másik információkészlet megfigyeléseken alapul, amely viszonylag objektív technikának tekinthető. A vizsgált faktorok trendjét elemeztem szakirodalmi adatok alapján az először 1980-2010-ig, majd 1970-2010-ig tartó időszakban, és ezek alapján állítottam fel az idősort, két lépcsőben. A faktorok történelmi adatainak elemzésével tehát súlyuk és szerepük visszamenőleges rekonstrukcióját végeztem el.

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

4.4.1 A szakirodalmi adatok alapján előállított idősor

Nyilvánvaló, hogy egy olyan komplex jelenségen belül, mint pl. a hulladékgazdálkodás, a különböző faktorok kölcsönös egymásra hatását értékelni nem könnyű. Ugyanakkor, feltételezhetjük, hogy a szakirodalomban publikált adatok alapján tervezett idősor olyan konszenzuson alapul, amely a hulladékgazdálkodás folyamatában meghatározó szerepet betöltő tényezők kölcsönhatásaira vonatkozik.

A kutatás első szakaszában az idősor előállításához összegyűjtött adatsort objektívnek tekintjük még akkor is, ha az nem mérések eredményeként, hanem a folyamatot jól ismerő, azt átlátni képes kutatók szakirodalomban publikált megfigyelései és értékelései alapján keletkezik. Azt egyértelműen látni kell, hogy az idősoron alapuló szimuláció objektív információkra hagyatkozik, és nincs szükség szakértői konzultációra. Az első lépcsőben előállt, hat elemre vonatkozó idősort az 1980-2014-ig tartó időszakra hoztam létre, és azt a 13. táblázat szemlélteti.

13. táblázat: A szakirodalmi adatokból előállított idősor

	t_0	t_1	t_2	t_3	t_4
Technológia	0,20	0,35	0,60	0,75	0,80
Környezet	0,15	0,20	0,40	0,60	0,80
Gazdaság	0,10	0,15	0,30	0,50	0,70
Társadalom	0,10	0,15	0,20	0,40	0,60
Jog	0,10	0,30	0,50	0,70	0,80
Intézmény	0,10	0,20	0,30	0,50	0,60

4.4.2 A szövegbányászat menete és eredménye

Tekintettel az adott probléma természetre, számítási módszereket vegyítettünk az emberi értékítélettel, amely a természetes nyelvi feldolgozás standard módszere azokban az esetekben, amikor nehéz meghatározni a probléma pontos, szabályszerű gépi útját (Allemag és Hendler 2011). A cél annak meghatározása volt, hogy az egyes alrendszerek milyen mértékben járulnak hozzá a politikai döntéshozatal folyamatához, a hulladékgazdálkodási rendszerek működéséhez. Ebben a fejezetben egy újszerű megközelítést – az idősor létrehozását szövegbányászati eszköz segítségével – mutatok be.

Az alrendszereket szakértők segítségével azonosítottuk, a felhalmozott szakmai gyakorlatuk és ismeretanyaguk birtokában. Nyelvészeti szempontból ezekre az

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

alrendszerekre úgy lehet tekinteni, mint egy szakterületi adatbázis magas szintű fogalmaira.

Minden magas szintű fogalom a hozzá kapcsolódó szavak, szinonimák, azonos alakú szavak, stb., gyűjteménye. A tudásbázis egy konkrét szakterület fogalmai közötti kapcsolatokat próbálja megragadni, és ily módon a szakemberek szakmai tudásának reprezentálása a vonatkozó nyelvi egységek és az ezekhez csatlakozó állítások felsorolása (például a nyelvi egységek tulajdonságai, a csoportformálás lehetőségei, stb.). Ekképpen a tudásbázisok elsősorban fogalmak és szavak közötti kapcsolatok leírását tartalmazzák.

Bár a tudásbázisok felépítése jellemzően a fent bemutatott módon írható le, bennünket jelen esetben nem a szavak és magas szintű fogalmak közötti kapcsolatok érdekeltek. A fogalmi struktúra jellegzetességeire akartunk támaszkodni, ily módon az adott szónak vagy kifejezésnek a szövegben történő előfordulási gyakorisága alapján operacionalizáltuk egy-egy alrendszer hozzájárulását a rendszer működéséhez. Ezáltal a magas szintű fogalmak elemei közötti szisztematikus kapcsolatokat elhagytuk, és a kifejezéseket egyszerűen felsoroltuk az egyes vonatkozó alrendszerek alatt. Ebben a fázisban tehát a feladat a mind a 33 tényezőre vonatkozó idősor előállítása volt, az elmúlt kb. négy évtizedre visszamenőleg. Ez az idősor megmutatja, hogy az alrendszeri elemek egyenként, az egyes időszakokban milyen meghatározó súllyal szerepeltek a hulladékgazdálkodási rendszerben.

Egy ilyen idősor előállítása akár szakirodalmi információkra alapozva, akár szakértői becslésre hagyatkozva nehézkes eljárás lett volna és megbízhatatlan eredményekhez vezetett volna. Ezért az idősor előállítására a szövegbányászat módszere ígérkezett alkalmasnak, amely lehetővé teszi a strukturálatlan vagy csak kis mértékben strukturált szöveges állományokból történő ismeretanyag kinyerését, különböző dokumentumforrásokból származó szöveges ismeretek és információk gépi intelligenciával történő kigyűjtését és reprezentációját.

A feltételezésünk az volt, hogy ennek az eszköznek segítségével elő lehet állítani a hulladékgazdálkodási rendszer historikus idősorát. A kutatásom részeként alkalmazott szövegbányászati folyamat (Elo és Kynga 2008, Carley 1990, Krippendorf 2013) az alábbi lépéseket tartalmazta:

1) a dokumentumok kiválasztási kritériumainak meghatározása;
2) dokumentumok összegyűjtése;

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

3) a kulcsfontosságú kifejezések elemzése; a dokumentum kódolása; ellenőrzés; és
4) analízis.

A dokumentumok kiválasztásakor át kellett gondolni, milyen típusú és hány fajta anyagot vonunk be a vizsgálatba. A hatályba lépés vagy keletkezés időpontját vettük figyelembe azon célból, hogy a gyakorlatban és jogalkotásban bekövetkezett változásokat nyomon lehessen követni. Így a vizsgálat időbeli horizontjának az 1970-2014-ig tartó, bő 40 évet átölelő időszakot határoztuk meg. A dokumentumokat többnyire az internetről gyűjtöttük össze. Amikor nem találtuk a keresett anyagot, az egyetemi könyvtár és a szakértő kollégák bizonyultak megfelelő forrásnak.

Az elemzésbe bevont dokumentumok köre a hulladékkezeléssel és -gazdálkodással összefüggésbe hozható európai uniós jogszabályokat, (keret)irányelveket, a különböző szintű hazai jogszabályokat, hulladékgazdálkodási terveket és stratégiákat tartalmazta.

A vizsgálat során közel 115 irányelv, jogszabály és stratégiai dokumentum szövegét tanulmányoztuk. A dokumentumok listáját a Függelék tartalmazza. Minden szóba jöhető dokumentum esetében megvizsgáltuk, hogy milyen mértékben köthető a kutatási téma fenntarthatósági vizsgálatához. A dokumentumokat évtizedes csoportosításban tároltuk.

Elsőként áttekintettük az összegyűjtött és környezetjogász által verifikált dokumentumok körét, hogy megtudjuk, mekkora dokumentumhalmazról van szó, milyen fájlformátumokkal van dolgunk. Ezen lépés után meg tudtuk becsülni, hogy mennyi idő szükséges a dokumentumokban tárolt szövegek a vizsgálathoz szükséges kezelhető formátumba konvertálásához.

Ezután összeállítottuk a keresőszavak listáját. Mind a 33 alrendszeri elemhez meghatároztuk azon szavak, kifejezések körét, amely alapján a szövegbányászati keresés elindulhatott. Erre néhány példát az alábbiakban mutatok be:

C 1.2 Technológiai rendszer és annak koherenciája

- Rendszer, rendszerelemek
- Optimális technológia
- Gyűjtés, begyűjtés és szállítás optimalizálása
- Térfogatcsökkentés, tömörítés
- Hulladékgazdálkodási rendszer
- Szelektív gyűjtés

- Deponálás, lerakás
- Hulladékkezelés, hulladékkezelési technológia
- Típusedény, edények telítettsége
- Ürítés gyakorisága
- Életciklus-szemlélet
- Hulladékhierarchia
- Hulladékáram
- Visszavétel

C 2.2 Hasznosítás

- Anyaghasznosítás, energiahasznosítás, zárt ciklus
- Visszaforgatás
- Másodnyersanyag
- Másodlagos tüzelőanyag
- Energia- és anyagkinyerés
- Újrahasznosítás

C 3.5 Finanszírozás (önrész és támogatás)

- Beruházás finanszírozása
- Önrész
- Támogatás
- Pályázati lehetőségek
- Állami szubvenciók
- Támogatásoktól való függőség

Elsőként, az összeállított lista kulcsszavait használtuk és az egyes alrendszerekre vonatkozóan ezek gyakoriságát mértük. Valójában, a jogi szövegek a nyelv különös jegyzékét jelentik (Bhatia et al. 2004), így a fent bemutatott módszerrel nagyon gyenge eredményeket értünk el; a keresett szavakat, kifejezéseket nem vagy csak nagyon alacsony gyakorisággal találtuk meg. Ez az analízis nem vezetett eredményre, mivel az általunk összeállított lista nem bizonyult elég részletesnek. A negatív eredmény azt mutatja, hogy a jogi szövegek egy kissé eltérő szókincset használnak, valamint olyan fogalmakat, amelyek a szakértői tudásbázis alacsonyabb rangú fogalmi hierarchiáit jelentik.

Ezt követően a keresőszavakat feldúsítottuk a magyar wordnet segítségével. Minden kulcsszóhoz lekérdeztük a synset-eket, relációk szerint csoportosítva. A wordnet

(WordNet®) nagy lexikai adatbázis; kognitív szinonimák (synset-ek) főnevei, igéi, melléknevei és határozószói vannak csoportosítva, amelyek egyenként külön fogalmat jelentenek. Ezek a synset-ek szemantikai és a lexikális kapcsolatok útján kapcsolódnak össze. Az értelmesen kapcsolódó szavak és fogalmak így kapott hálózata segítségével a szövegeket elemezni lehet. A WordNet hasznos eszköz a számítógépes nyelvészet és a természetes nyelvi feldolgozás számára. A WordNet ingyen letölthető és mindenki számára elérhető.

A létrehozott listát tovább bővítettük a kollokációkkal: lekértük a két, ill. három szóból álló kollokációkat. Ezáltal az együtt járó kapcsolatokról kaptunk áttekintést, és megállapíthattuk, hogy a listában van-e helyük. A „Relatively New Terms"-módszerrel összehasonlítottuk az évtizedeket (1970/1980, 1980/1990, 1990/2000, 2000/2010). Ennek segítségével megtudtuk, hogy milyen terminusok fordulnak elő szignifikánsabban gyakrabban az évek változásával. Ezen módszerrel az évtizedek közötti bigram (kétszavas sorozatok, melyek gyakran együtt járnak) és trigram (háromszavas sorozatok, melyek gyakran együtt járnak) szignifikáns eltéréseit gyűjtöttük ki. A bigram és trigram sorozatok listája a Függelékben olvasható.

Az előre meghatározott fogalmakhoz tartozó szavakat jelöltük és kódoltuk. A szavak szövegben történt elemzése után a szavakat jelentésük és relevanciájuk alapján besoroltuk az előre meghatározott fogalmakhoz. A kódolási és elemzési folyamat következetességének és megbízhatóságának biztosítása érdekében minden egyes szót ellenőriztettünk egy második személlyel, és amennyiben szükség volt rá, módosítottuk a listát (Wach és Ward 2013). Az így kapott adatokat azután analizáltuk, és meghatároztuk a tendenciákat.

A következő fázisban a nyers szöveget kinyertük a dokumentumok fájljaiból a nyílt forrású (open source) Apache Tika könyvtár [4] segítségével. A kinyert szöveget standard előfeldolgozásnak vetettük alá, ami a következőket jelenti:

- minden nem betűből álló karaktert (pl. az írásjeleket) eltávolítottunk,
- minden más karaktert átalakítottunk a kisbetűs egyenértékűjévé,
- a stop-szavakat kiszűrtük a magyar stop szavak listájának [5] segítségével (a stop-szavak általában rövid kötőszavak, névelők, névutók, illetve az interneten gyakran előforduló sztringek, mint pl. a http vagy a com, további példák: ekkor, elég, ellen, ennek, hanem, hiszen, illetve, között, majd, pedig, számára, úgy),

- minden szó átesett egy „eredetvizsgálaton”, ami egy automatikus folyamat a szó gyökerének meghatározására; erre a magyarlanc 2.0 csomagot használtuk (Zsibrita et al. 2013, McEnry és Hardie 2011).

A szokásos korpusznyelvészeti módszerek nyomán, az „előkezelt” egyszerű szöveges fájlok alapján évtizedes bontásban meghatároztuk a rendelkezésre álló dokumentumokban előforduló szavak gyakoriságát.

Ezután az évtizedekre leosztott szógyakoriságokat az egyes időszakokon belül a 33 alrendszeri elemhez rendeltük. Így előálltak a vizsgált évtizedekre és alrendszeri elemekre vonatkozó gyakorisági táblázatok, amelyben az egyes szavak, kifejezések szerepét az előfordulási gyakoriságuk határozza meg. Az előfordulási gyakoriságot úgy kapjuk, ha elosztjuk az előfordulások számát a szöveg összes szavainak számával. Erre néhány példát az 14. táblázatban mutatok be.

14. táblázat: Néhány példa a szógyakoriságra 2010-es időszak dokumentumaiban

Szó	Előfordulás	Előfordulási gyakoriság
Háztartási	247	0,070
Érdek	702	0,200
Felelősség	141	0,040
Gazdasági	467	0,133
Költség	326	0,093
Támogatás	472	0,134
Gyártó	570	0,162
Környezet	458	0,130
Felhasználás	455	0,129
Hasznosítás	1020	0,290

A gyakorisági táblázat alapján előállítottam a mind a 33 alrendszerre vonatkozó idősort (lásd 15. táblázatban bemutatott példát).

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

15. táblázat: Példa a gyakorisági táblázatra: a „Környezet” tényező alrendszeri elemeinek gyakorisága

	Környezet					
	Környezeti elemekre hatás	**Hasznosítás**	**Földrajzi tényező**	**Erőforrás-használat**	**Élővilág (társadalmi elfogadottság)**	**Környezeti visszacsatolás**
1970'	0,77	0,80	0,04	0,09	0,05	0,16
1980'	0,75	0,12	0,12	0,05	0,06	0,37
1990'	1,00	0,13	0,03	0,03	0,23	0,15
2000'	0,57	0,33	0,01	0,09	0,18	0,23
2010'	0,82	0,45	0,00	0,37	0,08	0,13

Ennek a kutatási szakasznak a célja az volt, hogy az idősort történelmi adatokra alapozva elő lehessen állítani, ehhez a szövegbányászat eszközét választottam alkalmas eszköznek. A szövegbányászatot a RHGR FCM-szimulációjának előzményeként végeztük el. Általánosságban elmondhatjuk, hogy a szövegbányászat hasznos eszköznek bizonyult és megfelelő információkat szolgáltatott a hazai hulladékgazdálkodási ágazat trendjeiről. Az idősor előállítását hatékony megközelítésként lehet használni olyan helyzetekben, ahol az emberi tudás túl szubjektívnek bizonyul. Az idősorok tervezésének metódusa dinamikus, és az eszköz érzékeny abban az értelemben, hogy történelmi információkat használ fel a jövőbeni tervezés és értékelés támogatásához.

A fenti módszerrel mind a 33 alrendszerre előállítottuk az idősort, és lefolytattuk a szimulációkat. Ezek eredményeit az 5. fejezetben mutatom be.

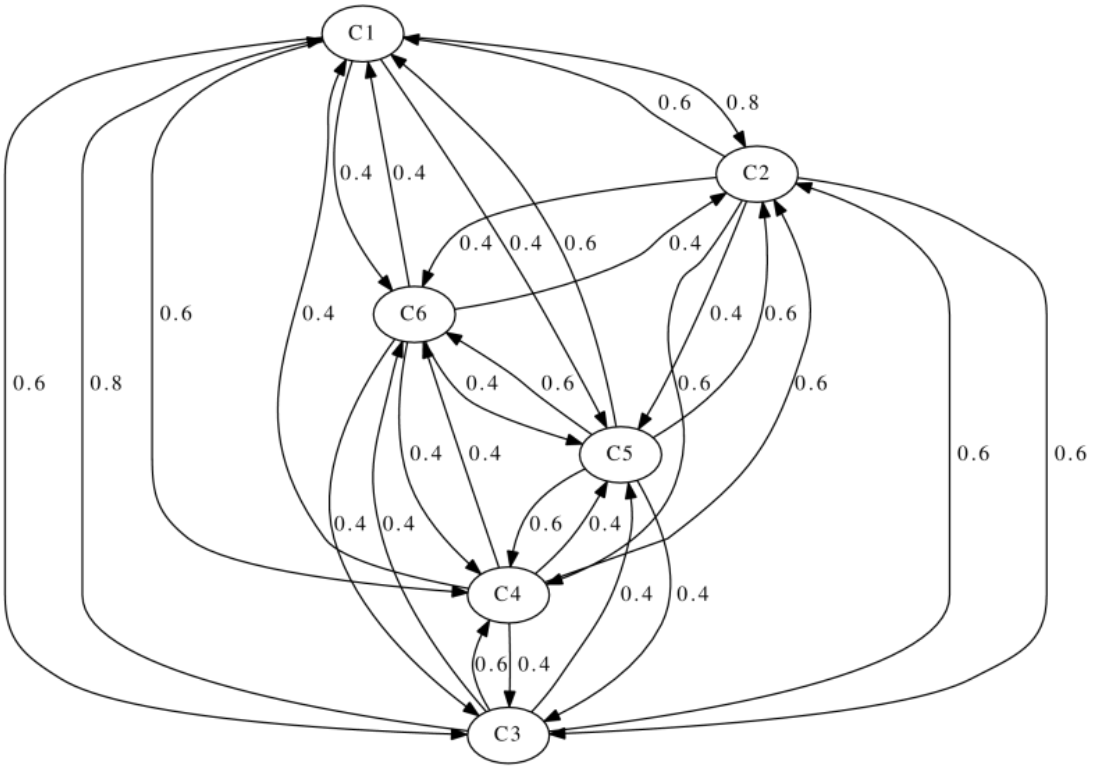
DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

5. A kutatás eredményei

Az alábbiakban bemutatom a fenti módszertanok segítségével előállított eredményeket, amelyek a FCM-modellezés bemeneti adatait képezik.

5.1 Kérdőíves felmérés eredményének alkalmazása

Amint azt már korábban több alkalommal is említettem, a modell két bemeneti adatkészletet tartalmaz. Az egyik a szakértői adatbázis, más néven kapcsolati mátrix, amely a szakértők tapasztalatára és tudására épül. Ennek az adatkészletnek a forrása a kérdőíves felmérés kérdéseire adott válaszok halmaza. Kiszámoltam a válaszokból (N = 75) kinyert információk mediánját számoltam ki, majd a kapott adatok [-1; 1] intervallumba történő normalizálásával kalkulálva elkészült a vizsgált témára vonatkozó fuzzy kognitív térkép (7. ábra) és a szimuláció első kapcsolati mátrixa (x. táblázat). Ez a kapcsolati mátrix tartalmazza a tényezőket és a közöttük fennálló kapcsolatokat, azok irányával és erősségével.



7. ábra: A kezdeti fuzzy kognitív térkép

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

16. táblázat: A kezdeti kapcsolati mátrix

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
C1	0	0,8	0,6	0,6	0,4	0,4
C2	0,6	0	0,6	0,6	0,4	0,4
C3	0,8	0,6	0	0,6	0,4	0,4
C4	0,4	0,6	0,4	0	0,4	0,4
C5	0,6	0,6	0,4	0,6	0	0,6
C6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0

A fenti ábrában és táblázatban

- C1 a műszaki, technológiai tényezőt;
- C2 a környezeti tényezőt;
- C3 a gazdasági tényezőt;
- C4 a társadalmi tényezőt;
- C5 a jogi tényezőt és
- C6 az intézményi tényezőt

jelöli.

5.2 A szakirodalomra alapozott idősor alkalmazása

A kapcsolati mátrix előállításához rendelkeznünk kell az idősorral. A szimuláció ezen input adatkészletét a történelmi adatsor összeállításával generálhatjuk, amely az állapotvektorok sorozatát tartalmazza. A kapcsolati mátrixot egy globális optimalizációs meta-heurisztika (Bakteriális Evolúciós Algoritmus, BEA) célfüggvénye használta fel (Nawa és Furuhashi 1999).

A szakirodalomra alapozott idősor előállításához a nemzetközi szakirodalomban fellelhető, időben releváns és részletes, megalapozott kutatást bemutató publikációkat vizsgáltam. A téma kutatóinak (Demirbas 2011, den Boer et al. 2007, Graymore et al. 2008, Langa et al. 2006, Morisey és Browne 2004, Wilson et al. 2001, van de Klunert és Anschutz 1999, Thorneloe et al. 1999) szakirodalomban publikált közleményei alapján a vizsgált faktorok trendjét 1980 és 2014 időtávban [0, 1] közötti intervallumban értékeltük. Az állapotvektorokat (17. táblázat, t_0-t_4 oszlop) a szakirodalmi adatok alapján hoztuk létre.

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

17. táblázat: Az állapotvektorok sorozata

	t_0 (1970')	t_1 (1980')	t_2 (1990')	t_3 (2000')	t_4 (2010')
Technológia	0,20	0,35	0,60	0,75	0,80
Környezet	0,15	0,20	0,40	0,60	0,80
Gazdaság	0,10	0,15	0,30	0,50	0,70
Társadalom	0,10	0,15	0,20	0,40	0,60
Jog	0,10	0,30	0,50	0,70	0,80
Intézmény	0,10	0,20	0,30	0,50	0,60

5.3 Az FCM-szimuláció

A fent ismertetett kapcsolati mátrix a legtöbb csomópont-párra megadja a köztük fennálló kapcsolat irányát és mértékét, viszont nincs minden csomópont-pár között valódi kapcsolat, azaz 0 értékű kapcsolatok is akadnak. A szimuláció a már rendelkezésre álló kapcsolati adatokat (a kapcsolati mátrixot) használja annak „megjósolására", hogy e faktorok a későbbi diszkrét időpontokban milyen állapotokba kerülnek, milyen értékeket vesznek majd fel. Tehát az FCM-szimulációnak nem célja a kapcsolatok meghatározása, sőt, feltételezi azok előzetes rendelkezésre állását. A kapcsolatok meghatározását a szövegbányászati módszerrel előállított idősorokat felhasználva a BEA segítségével végeztük.

A szimuláció során a λ (ld. 1. egyenlet) különböző értékeit határoztuk meg annak érdelében, hogy lássuk, a paraméter hogyan befolyásolja a szimuláció eredményét. A szimulációt mindig a fenti bemeneti adatokkal (18. táblázat) kezdtük. A szimuláció az egymást követő iterációk során a λ értékének megfelelően különböző faktor-értékeket eredményezett. A rendszer kezdeti állapotát a [0, 1] intervallumba skáláztuk, és a modell használatával a szimulációt 10 iterációs ciklussal lefuttattuk. Az eredmények a 8. ábrán láthatók.

Az ábrát tanulmányozva megfigyelhető, hogy a rendszer az egyensúlyi állapot felé konvergál, amely a kezdeti állapot értékeihez hasonló, ugyanakkor a λ értéke különbözik minden egyes szimulációban. A λ optimális értékét a szakértői adatbázis (kapcsolati mátrix) és a szimuláció során kapott eredmények összehasonlításából állíthatjuk be.

Megfigyelhető továbbá, hogy az FCM-modell minden tényezője viszonylag gyorsan stabil állapotba áll be. Az első öt iteráció után úgy látszik, hogy a tranziens viselkedés

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

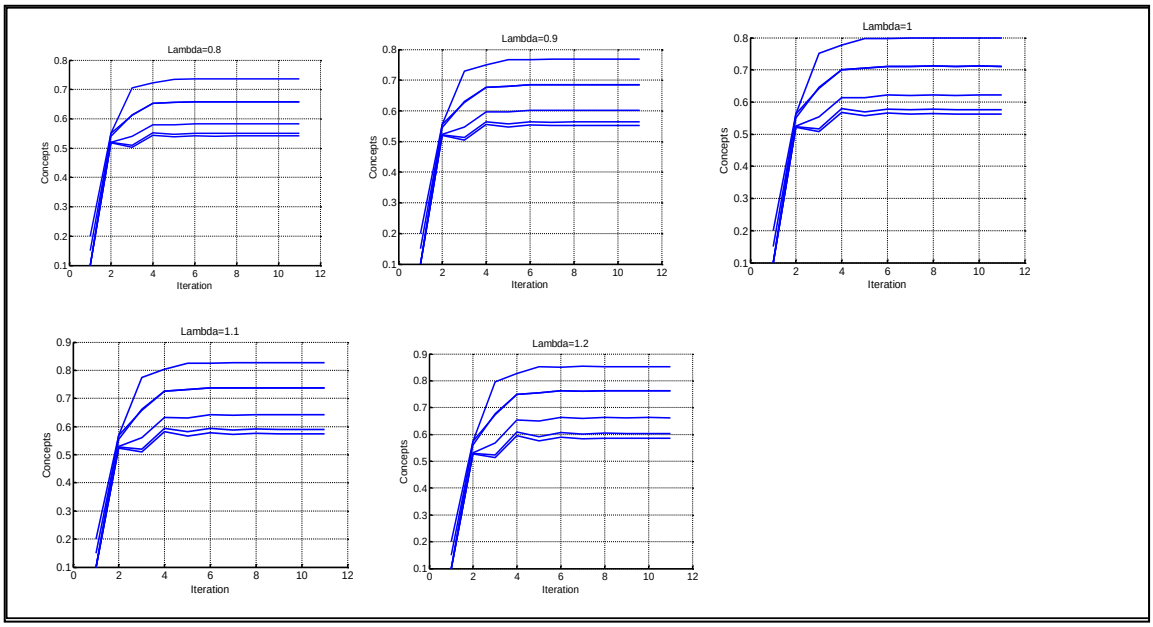
véget ér, és az FCM egy nyilvánvalóan stabil állapotot közelít meg, ahol minden tényező állandó értéket vesz fel, ami a λ értékétől függően (0,5…0,8) és (0,6…0,9) között mozgott.

Míg a szimulációs eredmények kvalitatív viselkedése független az alkalmazott, szigmoid típusú küszöbfüggvény (2. egyenlet) meredekségétől, a tényleges állandó értékek, amelyekhez a tényezők hatásállapotai konvergálnak, többé-kevésbé hasonlóak, így a normalizálás után az eredmények nagyon egyezőek.

A faktorok kezdeti állapotai a fenti 17. táblázatból ismertek. A faktorok végső, minden vizsgált λ értékére kiszámított eredményét a 18. táblázat ismerteti.

18. táblázat: A tényezők végső állapota az egyes λ értékekre számolva

	λ					Normalizált értékek
	0,8	**0,9**	**1**	**1,1**	**1,2**	**λ = 0,8-1,2**
C1	0,74	0,77	0,80	0,83	0,85	[0,87…1,00]
C2	0,66	0,68	0,71	0,74	0,76	[0,78…0,89]
C3	0,58	0,60	0,62	0,64	0,66	[0,68…0,78]
C4	0,54	0,55	0,56	0,57	0,59	[0,64…0,69]
C5	0,66	0,68	0,71	0,74	0,76	[0,78…0,89]
C6	0,55	0,56	0,58	0,59	0,60	[0,65…0,71]



8. ábra: A modell szimuláció a λ = 0,8; 0,9; 1; 1,1 és 1,2 értékekre

A különböző λ értékekkel lefuttatott szimulációk eredményeit mutatja be a 19. táblázat.

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

19. táblázat: A különböző λ értékekkel lefuttatott szimulációk eredményei

	FCM-szimulációs végeredmények átlagai
Technológia	0,80
Környezet	0,71
Gazdaság	0,62
Társadalom	0,56
Jog	0,71
Intézmény	0,58

Mivel az integrált hulladékgazdálkodási rendszerek bonyolult és összetett rendszerek, már a tervezés és a megvalósítás korai szakaszában prioritásokat és célokat kell meghatározni. A műszaki, környezeti, gazdasági, jogi, társadalmi és intézményi tényezők esetében a fenntartható hulladékgazdálkodás érdekében el kell érni az egyensúlyi állapot kialakulását.

Feltételezve, hogy a kezdeti értékeket többé-kevésbé helyesen becsülték meg a szakértők, az alábbi következtetést tehetjük: a faktorok kialakult sorrendje meghatározza a hulladékgazdálkodási rendszerek fenntarthatóságát, valamint megmutatja, hogyan kell a tényezők szerepét és súlyát figyelembe venni a RHGR-en belül annak érdekében, hogy biztosítsuk a környezetvédelmi hatékonyságot, a gazdasági megfizethetőséget és a társadalmi elfogadottságot, így átfogó interdiszciplináris keretet biztosítva a települési szilárd hulladékok kezelésével összefüggő problémák számára.

A bemutatott vizsgálat alapján a regionális szintű hulladékgazdálkodási rendszerek faktorainak prioritási sorrendjét az alábbiak szerint lehet deklarálni:

1. C1 (műszaki tényező),
2. C2 (környezeti faktor) és C5 (jogi tényező),
3. C3 (gazdasági tényező),
4. C6 (intézményi faktor), és
5. C4 (társadalmi tényező).

A szimuláció alapján az első és legfontosabb elem arra vonatkozik, hogy milyen (hulladék)anyagokat milyen módon kezelnek és ártalmatlanítanak (a gyűjtés jellemzői, a szállítási és kezelési rendszerek, pl. anyagvisszanyerés, szerves anyagok kezelése, termikus ártalmatlanítás, végső lerakás). A prioritási lista második helyén a környezeti tényező, valamint a jogi tényező szerepel ugyanolyan súllyal. A környezeti tényező a

környezet állapotát (különböző területek szennyezettségi szintjei), a jogi tényező a vonatkozó jogszabályi környezetet (előíró vagy engedélyező jogszabály; EU, hazai és önkormányzati szintű jogszabályok; a települési szilárd hulladék fogalmának jogi meghatározása) jelentik. A harmadik helyen ezeket követi a rendszerek gazdasági tényezője (üzemeltetési költségek és bevételek, rendelkezésre álló pályázati lehetőségek, stb.). A negyedik helyen az intézményi faktor szerepel (pl. az érintettek bevonása, felelősség, szakmaiság és átláthatóság). Végül, a sort a társadalmi tényező zárja, ahol a fő szempont a közegészségre kockázatot jelentő hatások csökkentése, a rendszer helyi adottságokhoz és szükségletekhez illeszkedése, és a lakosság fizetési szándéka és hajlandósága.

A társadalom és a nyilvánosság tényezőket azonban nem célszerű az utolsó helyre rangsorolni. A lakosság fontos szerepet játszik a hulladékgazdálkodás fenntarthatóvá tételében, pl. a hulladékcsökkentésben, szelektív hulladékgyűjtésben és hasznosításban. Ezt a szerepet és az ezzel járó környezettudatosságot feltétlenül erősíteni szükséges, és mindent meg kell tenni, hogy ennek a tényezőnek a fontossága növekedjen.

A fenti vizsgálat során megalkottuk a RHGR FCM-modelljét és oly módon implementáltuk annak struktúráját, hogy a paraméterek és súlyaik rugalmasan módosíthatók legyenek. Mivel az adatok széles körű szakértői bázistól származnak, feltételezzük, hogy a módszer által javasolt újszerű megközelítés akár közvetlenül a tervezésben és a megvalósításban is alkalmazható, bármely többé-kevésbé zárt földrajzi régióban.

Annak ellenére, hogy az FCM-modellt a RHGR fenntarthatósági tényezőinek integrált elemzéséhez javasoltuk, szükséges leszögezni, hogy a módszer megbízhatósága a bemenő adatoktól függ. A hatékonyabb szimuláció lefolytatása és alkalmasabb FCM-alkotása érdekében a rendszerelemek számát bővíteni szükséges. Ehhez következő vizsgálati szakaszban a szakértői workshop eredményeit használtuk fel.

5.4 A kapcsolati mátrix elemeinek meghatározása a BEA alkalmazásával

A kutatás második szakaszában, a bemeneti adatokat továbbra is a 6x6-os kapcsolati mátrix és a szakirodalmi adatokra támaszkodó idősor jelentette. Itt azonban egyértelművé kell tenni, hogy a tanulási modell ezekre az „objektívnek” tekinthető

adatokra hagyatkozik, és ezért szükségtelen a szakértőkkel folyamatosan konzultálni és újabbnál újabb, de teljesen szubjektív adatokat beszerezni. Mindamellett ahhoz, hogy a tanulási folyamat sebességét felgyorsítsuk – és bizonyos mértékig tudományos kíváncsiságból – a fent bemutatott kérdőívből kinyert adatokat használtuk. Fontos hangsúlyozni, hogy ennek a kérdőívnek az eredményeit (amelyek esetében a mediánt, mint az adott hatás tipikus szubjektív értékét választottuk minden egyes mátrixelemhez) a tanulási folyamathoz csak kiindulási értékként használtuk, azzal a feltételezéssel, hogy többé-kevésbé reális értékekkel a kapcsolati mátrix elemeinek konvergenciáját fel lehet gyorsítani.

A bakteriális evolúciós algoritmus (BEA) a genetikus algoritmus (GA) (Klir és Yuan 1995) továbbfejlesztésével jött létre. Működése a baktériumok evolúciós folyamatát modellezi. Implementációs szempontból nagy előnye a rendkívül tömör, átlátható, robusztus felépítése.

A BEA esetében az általában valós számokkal kódolt egyedeket baktériumoknak szokás nevezni. Az optimalizáció iteratív folyamat eredménye, ami a leállási feltétel teljesüléséig tart. Egy iteráció azonban mindössze két operátor végrehajtásából, a bakteriális mutációból és a géntranszferből áll. A baktériumok kiértékelése és az életképesebb baktériumok kiválasztása mindkét operátornak integráns részét képezi, így ezek nem jelennek meg külön feladatként. A BEA a célfüggvény értékeket használja. Az operátorok konstrukciója implicit módon a BEA elitista működését eredményezi.

A bakteriális mutáció egyedileg, egymástól függetlenül optimalizálja a baktériumokat a következőképpen. Elkészíti a baktérium K db pontos másolatát, a klónokat, majd véletlenszerűen kiválaszt egy génpozíciót, és az ott található értéket véletlenszerűen megváltoztatja a klónokban. A változtatást követően következik a kiértékelés. A legéletképesebb baktérium a gén értékét és kiértékelési függvényének értékét is átadja az összes többi baktériumnak. Ezt a folyamatot mindaddig folytatja, amíg valamennyi gén mutációja meg nem történik. Végül a klónokat megsemmisíti (Hatwágner 2012).

Az optimalizáció során kiderült, hogy a konvergálás sebessége elég magas a véletlenszerűen generált indulási populáció esetében is, így az első generációs baktériumok körültekintő meghatározása nem volt fontos kérdés.

Mindazonáltal érdekes elemezni a kérdőívből nyert „szubjektív” kölcsönös hatások értékeit, illetve az 1980-as évektől felállított idősorból nyert „objektív” adatokat. Az összegyűjtött információk alapján létrehoztuk a kapcsolati mátrix kezdeti változatát,

beleértve a gráf csomópontjait, valamint a kölcsönös kapcsolatok által meghatározott gráf-éleket.

A szimuláció ebben az összefüggésben az állapotok értékeinek kiszámítását jelentette, amelyet állapotvektorok írnak le számos iterációt követően. Minden iterációs ciklusban, az állapotvektor megadja az összes tényező (csomópontok) aktuális értékét egy adott pillanatban. Az adott csomópontok értékeit az összes csomópont előző iterációs értékeiből nyerjük, amely az ok-okozati összefüggések által befolyással van az adott csomópontra. A küszöbfüggvény arra használható, hogy a súlyozott érték a [0, 1] intervallumban maradjon. Ez a normalizálás megakadályozza az abszolút mennyiségi elemzést, de lehetővé teszi a csomópontok közötti összehasonlítást, amelyek fuzzy tagsági értékkel („aktív”: 1, „inaktív”: 0 és „bizonyos mértékig aktív”: 0 és 1 közötti értékek) vannak ellátva (Stach et al. 2005).

Az FCM BEA-val történő optimalizációja során a genetikai diverzitás egyébként alacsony értékének növelésére és a számítási feladat felgyorsítására kényszerített mutációt hajtottunk végre (Hatwágner és Horváth 2012). A kényszerített mutáció egyszerűen és könnyen alkalmazható operátor, ami csekély mértékben módosítja a populációs egyes baktériumait, amennyiben azok nagyon hasonlónak tűnnek (jellemzően az optimalizáció utolsó generációiban). A kényszerített mutációt a génátvitelt követően alkalmaztuk.

A küszöbfüggvényhez alkalmazott λ értéket a baktériumok első génje képviselte. A következő 30 génnek a 6x6 kapcsolati mátrix elemeit (a főátló elemei mindig nullák, ezért nem szükséges tárolni őket) feleltettük meg.

Az FCM a kapcsolati mátrix és a faktorok kezdeti értékének felhasználásával meghatározta minden következő iterációban a faktorok értékét. A BEA alkalmazásával az volt a célunk, hogy olyan kapcsolati mátrixot találjunk, amely minimalizálja a különbséget a szakirodalomra támaszkodó állapotértékek és a faktorok előállított értékei között. Ez a *d* különbség az alábbi egyenlettel (3. egyenlet) írható le.

$$d = \sum_{t=1}^{6} \left([c_i]_t - [\hat{c}_i]_t \right)^2 \qquad (3)$$

ahol $[c_i]_t$ a valós és $[\hat{c}_i]_t$ a faktorok kalkulált értékét jelzi.

Az optimalizáció során kapott eredményeket a 20. táblázat foglalja össze (itt $\lambda = 1$, amely $d = 0{,}727$ négyzetes különbséget eredményez az előállított és a szakértők által javasolt állapotvektorok között).

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

Eléggé meglepő, hogy a gépi tanulás során előállt kapcsolati együtthatók (a megfigyelt idősor többé-kevésbé objektívnek tekinthető adatain alapulva) milyen jelentős mértékben térnek el a szakértői kérdőívből számolt medián koefficiens értékétől! Nincs afelől kétségünk, hogy a tanulás során létrejött kapcsolati mátrix inkább független a szubjektív elemektől, különösen, mivel egy viszonylag hosszú időn át tartó megfigyelési folyamat során előállt adatokból származik. A tény, hogy a szakértői vélemények az objektív valóságtól ennyire különböznek, határozottan maga után vonja annak a kérdését, hogy a hulladékgazdálkodási szakemberek és szakértők milyen mély betekintéssel bírnak egy adott, komplex műszaki, társadalmi, környezeti stb. alrendszerekből álló és számos egymással interakcióban lévő (és inkább fluktuáló) faktort tartalmazó rendszerbe.

20. táblázat: Az optimalizáció során kapott eredmények

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
C1	0	-0,39	1	-1	1	0,75
C2	0,21	0	1	-1	1	-1
C3	-0,72	1	0	-1	1	-1
C4	-1	0,38	-1	0	1	-1
C5	1	1	0,75	-1	0	-1
C6	-1	0,82	-1	-1	1	0

Annak ellenére, hogy a hulladékgazdálkodási rendszerek az előző megközelítésben meghatározott hat fő faktorból állnak, nyilvánvalóvá vált mostanra, hogy a teljes folyamat áttekintéséhez szükség van egy újszerű, rendszerszemléletű modellre. Ez a modell alkalmas lehet az alapvetően különböző jellegű rendszerelemeket tartalmazó területek (komponensek) vizsgálatára, ahol az együttműködés és a „láthatatlan" összefüggések elemzése is szükséges. E módszer egy, de igen ígéretes lehetőség azok közül, amelyek elvezethetnek a fentiek során tapasztalt ellentmondás hátterének megértéséhez, az ellentmondás feloldásához vezethetnek el. A módszer alkalmazása enélkül mérnöki szempontból váratlan jelenséghez vezethet – mint pl. az eredményként előállt kapcsolati mátrix meglepő értékei. Az FCM-modellezéssel és szimulációkkal kapott eredmények olyan kiemelkedő jelentőségűek, hogy feltétlenül szükség van a hulladékgazdálkodással foglalkozó környezetmérnök szakemberek tudásának és szemléletének újraértékelésére.

Miközben ebben a megközelítésben a BEA segítségével optimalizált paramétereket igyekeztünk találni, és ily módon a kapcsolati mátrix értékeire eredményeket előállítani, a kutatásunk előző szakaszában (6.3 fejezet) azt találtuk, hogy a λ különböző meredekséget eredményező értékei esetén kialakult eredmények alapvetően csak azok skálázásában különböztek. Az összes becsült idősor-előrejelzés alapvetően ugyanazokhoz az értékekhez konvergált (21. táblázat).

21. táblázat: Idősor-előrejelzés

	t_1'	t_2'	t_3'	t_4'	Normalizált értékek
C1	0,53	0,68	0,69	0,72	[0,74…1,00]
C2	0,51	0,56	0,62	0,65	[0,71…0,90]
C3	0,48	0,45	0,50	0,52	[0,67…0,72]
C4	0,44	0,33	0,34	0,34	[0,61…0,47]
C5	0,56	0,62	0,70	0,72	[0,78…1,00]
C6	0,46	0,39	0,41	0,42	[0,67…0,72]

A szimuláció eredményei nem meglepőek. A lenti táblázatból (22. táblázat) megállapítható, hogy a hulladékgazdálkodás fenntarthatóságát befolyásoló faktorok sorrendje mindkét szimulációban hasonló. Az eredmények azért nem meglepőek, mivel az optimalizálás célja az volt, hogy a lehető leginkább hasonló idősort előállító kapcsolati mátrixot és λ paramétert találjuk meg. Ez annak a prioritási sorrendje, ahogy a RHGR-en belül szükséges a faktorok szerepét és súlyát meghatározni annak érdekében, hogy a rendszeren belül a teljes körű hatékonyság biztosított legyen.

22. táblázat: A két szimuláció normalizált értékei

	FCM szimuláció Normalizált értékek	BEA optimalizáció Normalizált értékek
C1	[0,87…1,00]	[0,74…1,00]
C2	[0,78…0,89]	[0,71…0,90]
C3	[0,68…0,78]	[0,67...0,72]
C4	[0,64…0,69]	[0,61…0,47]
C5	[0,78…0,89]	[0,78…1,00]
C6	[0,65…0,71]	[0,67…0,72]

Nagy és komplex rendszerek esetében nagyon nehéz az egész rendszert egyetlen precíz matematikai modellel leírni. A RHGR-ek mindennapi életünk valós és fontos

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

elemei, ezért az e rendszerek által generált problémák is valós problémák. Az előállt váratlan eredményből, a tényből – hogy a megfigyelési adatokból számolt kölcsönös kapcsolati mátrix olyan szignifikáns mértékben különbözik a szakértői adatokból előállított kapcsolati mátrixtól – kiindulva megfogalmazódik az evidens kérdés: vajon a megközelítés és az objektív eredmények matematikailag eléggé stabilak és megbízhatóak-e a kialakult értékek bizonytalanságát illetően.

Az első szimulációban a kiindulási alap a fix kapcsolati mátrix volt. Ebben a megközelítésben a faktorok jelentőségének időben bekövetkező változását tanulmányoztuk.

A második vizsgálat a BEA alkalmazásával a paraméterek meghatározásáról szólt. Az FCM kapcsolati mátrixát és a λ értékét határoztuk meg úgy, hogy a szakirodalom által megadott faktorok eredeti idősora és az előállított idősor közötti különbség a lehető legkisebb legyen, tehát olyan kapcsolati mátrixot kerestünk, amivel a FCM a megadott idősorhoz leginkább hasonló idősort állít elő. Az eredeti idősor szolgáltatja az összehasonlítási alapot. A célfüggvény értéke pedig a két idősor közötti négyzetes különbséggel, eltéréssel arányos.

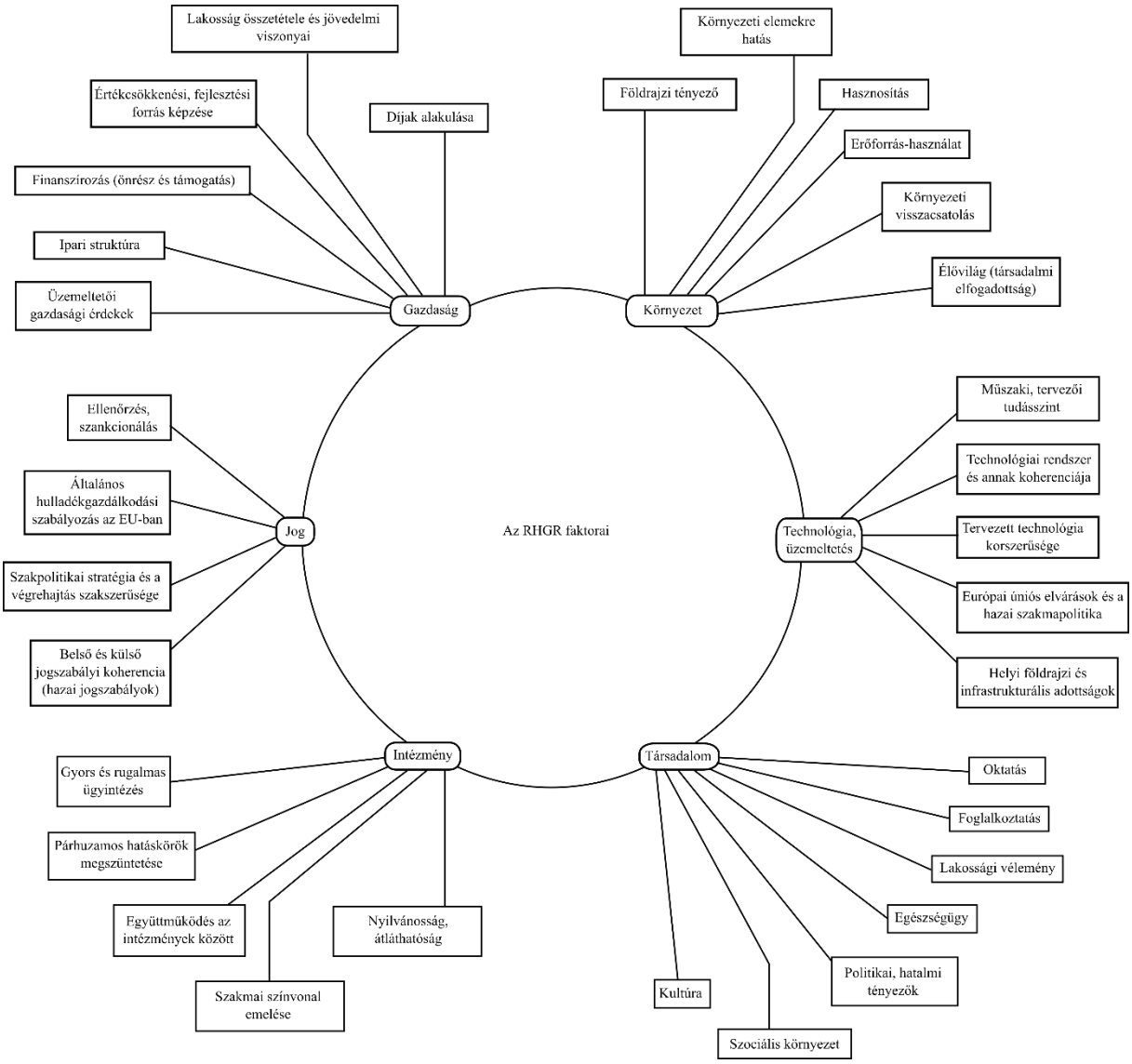
5.5 A workshop eredményének alkalmazása

A tapasztalt és az előzőekben ismertetett probléma egyik lehetséges oka a modell túlságosan egyszerű felépítése lehet. A továbbiakban ennek megszűntetésétől reméljük a megoldást. Ezért a workshop és a rendszerszemléletű megközelítés eredményeként létrehoztuk a RHGR komplex modelljét. A fő rendszerelemek alrendszeri elemekre bontásával létrejött, 33 tényezőből álló rendszertérképet a 9. ábra szemlélteti.

Ezután a szakemberekkel közösen azonosítottuk az alrendszeri elemek között fennálló okozati kapcsolatok típusát, valamint egy előre determinált skálát használva (11 fokú skála, – 5-től + 5-ig) meghatároztuk az elemek közötti kapcsolatok súlyát is.

A 33 elemet tartalmazó kapcsolati mátrix bemutatja a fő tényezőket, az alrendszeri elemeket és a közöttük fennálló kapcsolatokat. A kapcsolati mátrix 1056 (33x32, + / – és 0 jelű) kapcsolatot tartalmaz (23-24. táblázat 1. és 2. rész, magyarázathoz ld.: 6. táblázat).

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009



9. ábra: Az RHGR system-of-systems (SoS) megközelítése a fő faktorokkal és rendszerelemeikkel

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

23. táblázat: A szakértői workshopon létrehozott kapcsolati mátrix, 1. rész

CID	C1.1	C1.2	C1.3	C1.4	C1.5	C2.1	C2.2	C2.3	C2.4	C2.5	C2.6	C3.1	C3.2	C3.3	C3.4	C3.5	C3.6
C1.1	0	0,2	0	0,6	0,4	0,6	0,2	0	0,8	0,2	0,6	0,4	0,8	0,4	0,8	0,4	0,4
C1.2	0,4	0	0,4	0,4	0,6	0,2	0,2	0	0,4	0,2	0,4	0,6	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6
C1.3	0	0,2	0	0,2	0	0	0	0	0,2	0	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4
C1.5	0,8	0,2	0	0,8	0	0,4	0,2	0	0,4	0,4	0,6	0,6	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6
C2.1	0	0	0,6	0,2	0	0	0	0	0,2	0,4	-0,6	0	0,2	0	0	0	0
C2.2	0	0,2	0	0	0,2	0,4	0	0,6	-1	0	-0,6	0	-0,4	0,4	0,8	0,6	1
C2.3	0	0	0,6	0	0	0,4	0,4	0	0,4	0	0	0	0,2	0	0	0	0,6
C2.4	0	0,2	0,4	0	0,6	-0,6	-0,8	-0,6	0	-0,4	-0,6	0	-0,2	0	0	-0,2	0,2
C2.5	0	0	0	0,6	0	0,4	0	0,4	0	0	0,4	0	0	0	0,2	0	0
C2.6	0	0,6	-0,8	0,6	0,6	-0,8	0,6	0	0,6	-0,8	0	-0,6	0,2	0	0	0	0,2
C3.1	0	0,2	0	0	0,2	-0,8	0,4	0	0	0,2	0,2	0	0,8	0,8	0,6	0,6	0
C3.2	0	0,6	0	0	0,6	-0,6	0,4	0	0,6	0	0,4	0	0	0,6	0,8	0,8	1
C3.3	0	0,6	0	0,2	0,4	0,4	0,4	0	0,2	0,2	0,2	0	0,6	0	0,4	0,8	0,8
C3.4	0,8	0,8	0	0,2	0,8	-0,6	0,8	0	-0,2	0,2	0,2	0	1	0,6	0	0,6	0,4
C3.5	0	0,4	0	0	0,6	0,4	0,8	0	0,6	0	0	0	0,6	0,6	0,6	0	0,8
C3.6	0	0,6	0	0	0,8	0,6	1	0,8	-0,8	0,4	0,4	0	0,4	0,2	0,6	0,4	0
C4.1	0,2	0,2	0	0,6	0,6	0,8	0,6	0,4	0,8	1	0,6	0,2	0,6	0,4	0,6	0,4	0,4
C4.2	0,4	0,2	0,2	0,6	0,6	0,6	-0,2	0,2	0,8	0,8	1	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
C4.3	0	0,8	0	0,4	0	0	0	0	-0,2	0,4	-0,2	0,6	1	0,8	0,6	0,8	0,4
C4.4	0,2	0	0	0,2	0,2	0,4	0,2	0	0,6	0,6	0,6	0,8	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
C4.5	0,2	0	0,4	0,6	0,8	-0,2	0,6	0,2	0,4	0,8	0,6	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
C4.6	0	0	0,4	0,6	0,4	0,2	0,6	0,2	0,4	0,6	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
C4.7	0	0	0	0,2	0	0	0,4	0	0,6	0,4	0,4	0,6	0,2	0,6	0,4	0,2	0,4
C5.1	0	0,4	0	0	0,4	0,2	0,2	0	0,2	0,2	0,2	0	0	0,6	0,2	0	-0,4
C5.2	0,4	0,6	0	0	0,4	0,8	0,8	0,6	0,6	0,6	0,8	0	1	0,6	0,6	1	0,6
C5.3	0,2	0,4	0	0,4	0,4	0,8	0,8	0,6	0,8	0,6	0,8	0	0,4	0	0,2	0,8	0,6
C5.4	0,2	0,6	0	0	0,8	0,8	0,6	0	0,6	0,6	0,6	0	0,8	0,2	0,2	0,2	0,4
C6.1	0	0,6	0	0,4	0	0,2	0	0	0,4	0,2	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,8	0,2
C6.2	0	0,4	0	0	0	0	0	0	-0,4	0	-0,2	0,4	0,6	0,8	0,8	0,6	0,4
C6.3	0	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0,8	0,8	0,6	0,8	0,6	0,6
C6.4	0	0,4	0	0,4	0	0,2	0	0,2	0,2	0	0,6	0,6	0,8	0,4	0,4	0,4	0,8
C6.5	0,4	0,2	0	0,6	0,2	0,2	-0,2	0	0,6	0,4	0,8	0,6	0,6	0,8	1	1	1

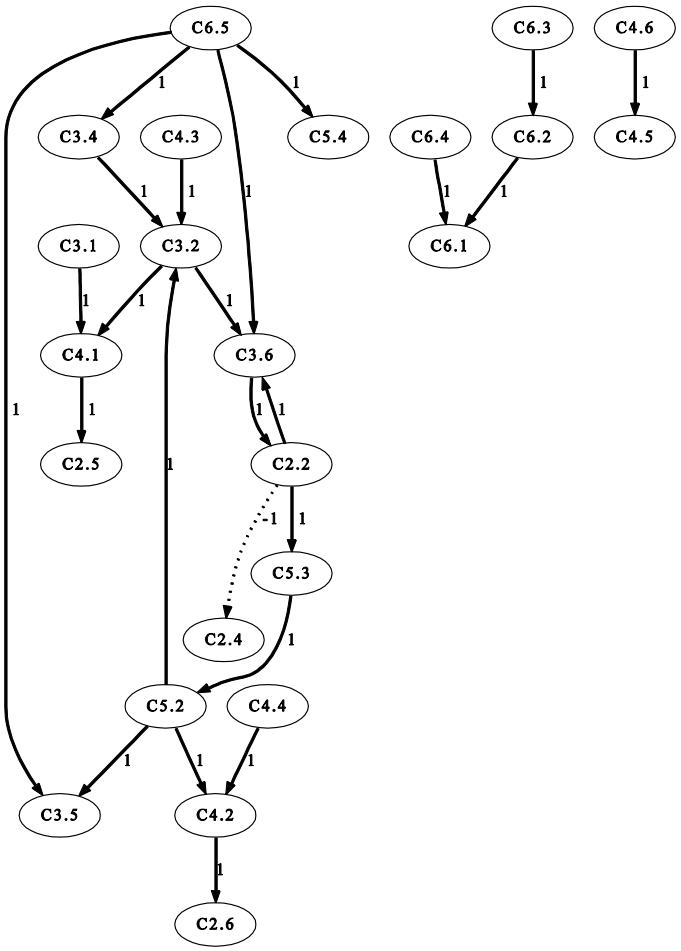
DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

24. táblázat: A szakértői workshopon létrehozott kapcsolati mátrix, 2. rész

CID	C4.1	C4.2	C4.3	C4.4	C4.5	C4.6	C4.7	C5.1	C5.2	C5.3	C5.4	C6.1	C6.2	C6.3	C6.4	C6.5
C1.1	0	0	0	0,4	0	0	-0,6	0	0,4	0,4	0,4	0	0	0	0	0,2
C1.2	0	0,2	0,2	0	0	0,2	-0,2	-0,6	0,6	0,2	0,6	0,8	0,4	0	0,6	0,4
C1.3	0	0,2	0	0	0,4	0,2	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0	0	0,2
C1.4	0,2	0,6	0,4	0,2	0,2	0	0	0,2	0,2	0,6	0	0,4	0	0,2	0	0,6
C1.5	0	0,2	0	0	0,4	0,2	-0,2	0,6	0	0,2	0,4	0	0	0	0,2	0,8
C2.1	0,4	0,8	0	0,2	0	0	0	0,6	0,4	0,4	0,2	0	0	0	0,2	0
C2.2	-0,6	0,4	0	0,2	0	-0,2	0,4	0	0	1	0	0	0	0	0,4	0,4
C2.3	-0,6	-0,6	0	0	0	0,2	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C2.4	0,2	-0,6	0	0,2	0,2	0,4	0,4	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0,2
C2.5	0,6	0,4	0	0,4	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C2.6	0,8	0,4	0	0,2	0	0,4	0	0,6	0,2	0,8	0,8	0	0	0	0,2	0
C3.1	1	0,4	0	0,6	0,6	0,8	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,6	0	0
C3.2	1	0	0	0,2	0	-0,4	-0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C3.3	0	0	0	0,6	0	0	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2
C3.4	0,4	0	0	0,2	0	0	-0,4	0	0	0	0	0,2	0	0	0,6	0
C3.5	0	0	0	0,2	0	0	0,4	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0,2
C3.6	-0,4	0	0	0,4	0	0	-0,6	0	0,6	0,6	0,6	0	0	0	0	0,8
C4.1	0	0,8	0,4	0,6	0,8	0,8	0	0	0,8	0,4	0,4	0,6	0	0,2	0,4	0,2
C4.2	0,8	0	0,2	0,4	0,8	0,8	0	0,6	0,8	0,6	0,4	0,4	0	0	0	0
C4.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0,6	0,6	0,8	0,2	0,8	0
C4.4	0,4	1	0,2	0	0,6	0,6	0	0,2	0,4	0,4	0,4	0	0	0	0	0
C4.5	0,6	0,4	0,2	0,8	0	0,6	0	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	0	0	0	0
C4.6	0,8	0,4	0,2	0,8	1	0	0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0	0	0	0
C4.7	0	0	0,4	0	0,2	0	0	0,2	0	0,2	0,2	0,4	0,4	0,6	0,4	0
C5.1	0	0,4	0	0	0	0	0	0	0,2	0,2	0,2	0	0	0	0	0
C5.2	0,6	1	0	0,6	0,4	0	0,2	0,8	0	0	0,6	0,8	0	0	0	0
C5.3	0,4	0	0	0,4	0,2	0	0	0,4	1	0	0,4	0,2	0	0	0	0
C5.4	0	0,4	0	0,4	0	0	0,2	0,8	0,8	0	0	0	0	0	0	0,4
C6.1	0,2	0,8	0,4	0,2	0	0,6	0	-0,4	0,4	0	0,8	0	0,8	0,4	0,6	0
C6.2	0	0	0,2	0	0	0	0	-0,2	0,4	0	0,8	1	0	0	0,4	0
C6.3	0	0	0,2	0	0	0,4	0	-0,6	0,4	0	0,8	0,8	1	0	0,4	0

A gráfban ugyan csak a nem nullaértékű összefüggéseket lenne szükséges megjeleníteni, ami kevesebb, mint 1056, de még így is túl sok ahhoz, hogy értelmezhető és áttekinthető ábrát kapjunk. Ezért az $\alpha=1$ vágat segítségével a legdominánsabb

kapcsolatokat mutatom be az alábbi 10. ábrán. Az ábrán a folyamatos nyíl pozitív kapcsolatot (az *A* tényező értékében bekövetkező növekedés a *B* faktor értékében is növekedést eredményez), a szaggatott nyíl negatív kapcsolatot (az *A* tényező értékében bekövetkező csökkenés a *B* faktor értékében is csökkenést eredményez) jelent.



10. ábra: A tényezők és alrendszeri elemek legfontosabb kapcsolatainak bemutatása az α=1 vágat segítségével

Az α=1 vágat segítségével a fenti gráfból egyértelműen kiolvasható, hogy a RHGR alrendszeri elemei közül melyek bírnak a legnagyobb jelentőséggel – akár pozitív, akár negatív hatásként – a rendszer működésére, fenntarthatóságára. A lenti táblázatos összefoglalásból is látható (25. táblázat), hogy ezek közül is mely tényezők gyakorolják a legnagyobb hatást a többi a tényezőre (2-4 tényezőre gyakorolt, kifelé irányuló hatás), és mely tényezők viselik el más tényezők hatásait (2-4 tényező általi, befelé irányuló hatás) a legnagyobb mértékben.

Eszerint a kifelé irányuló hatással

- a „szakmai színvonal emelése” bír (a legnagyobb, négy tényezőre gyakorolt hatással), ezt követi

- a három tényezőre befolyással bíró „hasznosítás” és a „külső-belső jogszabályi koherencia”, végül
- a „díjak alakulása” zárja a sort két tényezőre gyakorolt hatással.

A legtöbb alrendszeri elem felől érkező befolyást

- az „ipari struktúra” (3 tényező általi hatás), majd
- a „lakossági vélemény”, az „egészségügy”, a „finanszírozás és önrész (támogatás)” és a „díjak alakulása” viseli (2-2 tényező hatása).

25. táblázat: A tényezők hatásainak összefoglalása

CID	Kifele irányuló hatás	Befelé irányuló hatás
C 6.5 Szakmai színvonal emelése	4	0
C 3.4 Üzemeltetői gazdasági érdek	1	1
C 4.3 Politikai és hatalmi tényezők	1	0
C 5.4 Szakpolitikai stratégia	0	1
C 3.1 Lakosság összetétele és jövedelmi viszonyai	1	0
C 3.2 Díjak alakulása	2	3
C 4.1 Lakossági vélemény	1	2
C 3.6 Ipari struktúra	1	3
C 2.5 Élővilág társadalmi elfogadottsága	0	1
C 2.2 Hasznosítás (egyetlen negatív hatás!)	3	1
C 5.3 Általános hulladékgazdálkodási szabályozás az EU-ban	1	1
C 2.4 Erőforrás-használat	0	1
C 5.2 Külső és belső jogszabályi koherencia	3	1
C 4.4 Oktatás	1	0
C 3.5 Finanszírozás és önrész (támogatások)	0	2
C 4.2 Egészségügy	1	2
C 2.6 Környezeti visszacsatolás	0	1
C 6.3 Gyors és rugalmas ügyintézés	1	0
C 4.6 Szociális környezet	1	0
C 6.4 Együttműködés az intézmények között	1	0
C 6.2 Párhuzamos hatáskörök megszüntetése	1	1
C 4.5 Kultúra	0	1
C 6.1 Nyilvánosság ás átláthatóság	0	2

Érdemes megfigyelni, hogy a „díjak alakulása” alrendszeri elem mindkét kategóriában szerepel, tehát a szakértői véleményalkotás következtében jelentős

befolyásoló szereppel rendelkezik a többi alrendszeri elem felett, ugyanakkor más rendszerelemek is domináns hatással vannak rá.

A workshop eredményeként, a szakértői értékelés alapján megállapítható, hogy a megkérdezett szakértők milyen súlyt és szerepet tulajdonítanak a hulladékgazdálkodási rendszer alrendszeri elemeinek a rendszerek működése és fenntarthatósága szempontjából.

5.6 A szövegbányászat eredményeként a rendszerelemekre létrehozott idősor alkalmazása

Az 5.4.2 fejezetben ismertetett módszertan alapján a kutatás e szakaszában a cél az FCM mind a 33 tényezőjére vonatkozó idősor előállítása volt. Az idősor tehát azt mutatja, hogy az alrendszeri elemek egyenként, az egyes időszakokban milyen meghatározó súllyal szerepeltek a hulladékgazdálkodási rendszerben. Az idősor előállítására a szövegbányászat módszerét alkalmaztuk.

Az egyes faktorokra és alrendszeri elemekre előállított idősorokat a 26-31. táblázatok szemléltetik.

26. táblázat: A „Gazdaság" faktorcsoport idősora

	Gazdaság					
	Lakosság összetétele és jövedelmi viszonyai	**Díjak alakulása**	**Értékcsökkenési, fejlesztési forrás képzése**	**Üzemeltetői gazdasági érdekek**	**Finanszírozás (önrész és támogatás)**	**Ipari struktúra**
1970'	0,40	0,11	0,00	0,43	0,03	0,31
1980'	0,60	0,01	0,09	0,34	0,14	0,09
1990'	0,12	0,00	0,02	0,57	0,10	0,09
2000'	0,51	0,17	0,02	0,52	0,40	0,19
2010'	0,95	0,58	0,17	1,35	0,71	1,12

27. táblázat: A „Környezet” faktorcsoport idősora

	Környezet					
	Környezeti elemekre hatás	**Hasznosítás**	**Földrajzi tényező**	**Erőforrás-használat**	**Élővilág (társadalmi elfogadottság)**	**Környezeti visszacsatolás**
1970'	1,83	1,90	0,09	0,21	0,12	0,37
1980'	1,79	0,30	0,29	0,12	0,15	0,88
1990'	2,37	0,31	0,07	0,08	0,55	0,36
2000'	1,35	0,77	0,02	0,22	0,43	0,54
2010'	1,95	1,06	0,00	0,89	0,20	0,32

28. táblázat: A „Jog” faktorcsoport idősora

	Jog			
	Ellenőrzés és szankcionálás	**Belső és külső jogszabályi koherencia**	**Általános hulladékgazdálkodási szabályozás az EU-ban**	**Szakpolitikai stratégia és a végrehajtás tervszerűsége**
1970'	0,21	3,03	1,08	0,08
1980'	1,48	3,77	0,38	0,09
1990'	0,77	0,95	4,70	0,09
2000'	0,37	0,97	3,92	0,27
2010'	0,33	1,66	3,85	1,35

29. táblázat: A „Technológia” faktorcsoport idősora

	Technológia				
	Műszaki-tervezői tudásszint	**Technológiai rendszer és annak koherenciája**	**Helyi földrajzi és infrastrukturális adottságok**	**EU-s műszaki elvárások és hazai szakmapolitika**	**Tervezett technológia korszerűsége**
1970'	0,23	0,71	0,17	0,05	3,09
1980'	0,12	0,10	0,00	0,25	2,28
1990'	0,16	0,73	0,36	0,85	1,14
2000'	0,21	0,95	0,87	1,44	2,60
2010'	0,25	0,90	1,18	3,02	2,98

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

30. táblázat: Az „Intézmény” faktorcsoport idősora

	Intézmény				
	Nyilvánosság, átláthatóság	**Párhuzamos hatáskörök megszüntetése**	**Gyors és rugalmas ügyintézés**	**Együttműködés az intézmények között**	**Szakmai színvonal emelése**
1970'	1,08	0,08	0,42	0,93	0,00
1980'	0,06	0,28	0,16	0,64	0,00
1990'	0,28	0,76	0,37	1,02	0,00
2000'	0,48	0,31	0,38	1,03	0,02
2010'	0,73	0,33	1,05	1,09	0,00

31. táblázat: A „Társadalom” faktorcsoport idősora

	Társadalom						
	Lakossági vélemény	**Egészségügy**	**Politikai, hatalmi tényezők**	**Oktatás**	**Kultúra**	**Szociális környezet**	**Foglalkoztatás**
1970'	0,12	0,40	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00
1980'	0,00	0,41	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00
1990'	0,09	0,19	0,02	0,10	0,01	0,01	0,00
2000'	0,13	0,16	0,01	0,15	0,04	0,03	0,01
2010'	0,26	0,17	0,02	0,35	0,07	0,03	0,02

A fenti idősorokat a bemeneti adatok egyik csoportjaként használtuk a hulladékgazdálkodási rendszer rendszerszemléletű modellezéséhez.

5.7 Az FCM-modell állapotredukciójának alkalmazása

Ebben az alfejezetben a hulladékgazdálkodási rendszer modellezésének új tervezési lehetőségét mutatjuk be. A komplexitásából adódóan, ez a modell a rendszerelemek leírását tekintve sokkal precízebb, mint a korábbi kutatásaink során alkalmazott FCM-modell. A modell a hat faktor elemekre bontásával jött létre. Az alap- és a részletes modell, valamint a kapcsolati mátrixok elemzése után teljesen új ötletként merült fel, hogy a két modell oly mértékben különbözik koncepcionálisan is, hogy a 33 tényezőnél jelentősen kevesebb is elegendő lehet ahhoz, hogy a RHGR hatásmechanizmusát jó megközelítéssel le lehessen írni.

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

A 6.3 és 6.4 fejezetekben ismertetett kapcsolati mátrixok közötti ellentétek feloldása és az általánosan elfogadott alkotóelemek szintje alá lépve mintegy 30 alkomponens definiálása céljából hoztuk létre rendszerszemléletű megközelítésben, szakértők bevonásával a RHGR 6.5 fejezetben bemutatott komplex és újszerű modelljét.

A szakértői kapcsolati mátrix használatával a tényezők kezdeti állapota (t_0), a küszöbfüggvény λ paraméterével pedig az állapotok idősorai kiszámíthatók. A különböző λ értékekkel előállított idősorokat a 32-33. táblázatok ismertetik. Szükséges megemlíteni, hogy az utolsó lépésben a tényezők sorrendje nagyon hasonló. Míg a szimulációs eredmény kvalitatív viselkedése gyakorlatilag független a meredekségtől (λ), a tényleges állandó értékek, ahová a tényezők hatásállapota konvergál, többé-kevésbé egymáshoz hasonló, így a normalizálás után az eredmények nagyon kiegyensúlyozottak.

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

32. táblázat: A kapcsolati mátrix által generált időlépések (λ=1)

CID	t_0	t_1	t_2	t_3	t_4	CID	t_0	t_1	t_2	t_3	t_4
C1.1	0,0	0,8	1,0	1,0	1,0	**C4.1**	0,0	0,9	1,0	1,0	1,0
C1.2	0,2	0,8	1,0	1,0	1,0	**C4.2**	0,1	0,8	1,0	1,0	1,0
C1.3	0,0	0,6	1,0	1,0	1,0	**C4.3**	0,0	0,7	1,0	1,0	1,0
C1.4	0,0	0,7	1,0	1,0	1,0	**C4.4**	0,0	0,7	1,0	1,0	1,0
C1.5	0,7	0,7	1,0	1,0	1,0	**C4.5**	0,0	0,8	1,0	1,0	1,0
C2.1	0,4	0,6	1,0	1,0	1,0	**C4.6**	0,0	0,7	1,0	1,0	1,0
C2.2	0,4	0,7	1,0	1,0	1,0	**C4.7**	0,0	0,7	1,0	1,0	1,0
C2.3	0,0	0,6	0,7	0,9	0,9	**C5.1**	0,0	0,7	0,9	1,0	1,0
C2.4	0,0	0,4	0,5	0,4	0,4	**C5.2**	0,6	0,8	1,0	1,0	1,0
C2.5	0,0	0,6	0,9	1,0	1,0	**C5.3**	0,2	0,9	1,0	1,0	1,0
C2.6	0,1	0,7	1,0	1,0	1,0	**C5.4**	0,0	0,9	1,0	1,0	1,0
C3.1	0,1	0,6	1,0	1,0	1,0	**C6.1**	0,2	0,7	1,0	1,0	1,0
C3.2	0,0	0,7	1,0	1,0	1,0	**C6.2**	0,0	0,7	1,0	1,0	1,0
C3.3	0,0	0,7	1,0	1,0	1,0	**C6.3**	0,1	0,7	1,0	1,0	1,0
C3.4	0,1	0,7	1,0	1,0	1,0	**C6.4**	0,2	0,6	1,0	1,0	1,0
C3.5	0,0	0,8	1,0	1,0	1,0	**C6.5**	0,0	0,8	1,0	1,0	1,0
C3.6	0,1	0,9	1,0	1,0	1,0						

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

33. táblázat: A kapcsolati mátrix által generált időlépések (λ=0,2)

CID	t_0	t_1	t_2	t_3	t_4	CID	t_0	t_1	t_2	t_3	t_4
C1.1	0,0	0,6	0,7	0,7	0,8	**C4.1**	0,0	0,6	0,8	0,9	0,9
C1.2	0,2	0,6	0,8	0,8	0,8	**C4.2**	0,1	0,6	0,8	0,9	0,9
C1.3	0,0	0,5	0,6	0,7	0,7	**C4.3**	0,0	0,5	0,7	0,8	0,8
C1.4	0,0	0,6	0,8	0,8	0,8	**C4.4**	0,0	0,6	0,7	0,8	0,8
C1.5	0,7	0,5	0,8	0,8	0,8	**C4.5**	0,0	0,6	0,8	0,8	0,8
C2.1	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	**C4.6**	0,0	0,6	0,7	0,8	0,8
C2.2	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	**C4.7**	0,0	0,5	0,7	0,7	0,7
C2.3	0,0	0,5	0,6	0,6	0,6	**C5.1**	0,0	0,5	0,6	0,6	0,6
C2.4	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5	**C5.2**	0,6	0,6	0,8	0,9	0,9
C2.5	0,0	0,5	0,6	0,6	0,6	**C5.3**	0,2	0,6	0,8	0,8	0,8
C2.6	0,1	0,5	0,6	0,7	0,7	**C5.4**	0,0	0,6	0,7	0,8	0,8
C3.1	0,1	0,5	0,7	0,8	0,8	**C6.1**	0,2	0,5	0,8	0,8	0,8
C3.2	0,0	0,5	0,7	0,7	0,7	**C6.2**	0,0	0,5	0,7	0,7	0,7
C3.3	0,0	0,5	0,7	0,7	0,7	**C6.3**	0,1	0,5	0,7	0,8	0,8
C3.4	0,1	0,6	0,7	0,7	0,7	**C6.4**	0,2	0,5	0,7	0,8	0,8
C3.5	0,0	0,6	0,7	0,7	0,7	**C6.5**	0,0	0,6	0,8	0,9	0,9
C3.6	0,1	0,6	0,7	0,7	0,8						

5.7.1 Hurkok és önmagukba visszatérő hurkok a kapcsolati mátrixban

Általánosságban elfogadott, hogy az ok-okozati kapcsolatok önmagukra nem visszahatóak, tehát a faktor nem gyakorol önmagára hatást. Ezért a kapcsolati mátrix átlójában „0” elemek szerepelnek (Carvalho 2010). A küszöbfüggvény meggátolja, hogy a korlátlan növekedés bekövetkezhessen. Ha ezt a függvényt nem használnánk, akkor az indirekt körök is korlátlan növekedést eredményeznének, tehát az önmagára ható kapcsolatokra sem lenne szükség a probléma produkálásához. Az igazi probléma tehát nem a faktorok értékének korlátlan növekedése, hanem az értékek instabillá válása, fluktuálása, a divergens viselkedés (Martchenko et al. 2003).

Az önmagára visszaható kapcsolat alkalmazása problémákat vethet fel. Azt, hogy ténylegesen bekövetkezik-e ilyen gond, meg lehet állapítani analitikus, illetve empirikus

módon egyaránt egy szimuláció elvégzésével. Mi – egyszerűségénél fogva – ez utóbbit tettük.

Ez azonban nem pontosan igaz, mivel az FCM diszkrét idősorokat használ, és azért is, mert negatív oksági hatásokat is tartalmaz. Az időlépések az adott problémától függően különféle skálák lehetnek. Bizonyos értelemben az FCM működését úgy lehet tekinteni, mint egy szinkron szekvenciális hálózatot, és így, a rendszerben egy közvetlen visszacsatolás nem képes gerjesztést indukálni, mert a pozitív visszacsatolás hatása kompenzálja a másik tényező felől érkező negatív gerjesztést.

Az volt a feltételezésünk, hogy az önmagába visszatérő hurkokat (élek, amely önmagukba visszahajlanak) meg lehetne engedni, mivel a legtöbb kapcsolati mátrixban egyébként is nagyszámú pozitív ciklust található, így az ilyen ciklusok hatása lényegében ugyanaz, mint az önálló hurkok hatása. A feltételezést követően meg is kíséreltük az önmagára ható kapcsolatok alkalmazását, de ez a próbálkozás instabil rendszert eredményezett.

A 33 faktorból álló kapcsolati mátrix elemzésekor kb. 70.000 pozitív és negatív ciklust (hurkot) találtunk (34. táblázat).

34. táblázat: Néhány példa a kapcsolati mátrix ciklusaira

C3.4 → C3.2 → C3.4
C2.2 → C3.4 → C2.2
C1.5 → C1.4 → C3.6→ C1.5
C4.2 → C5.2 → C2.1 → C4.2
C6.1 → C5.4 → C5.2 → C6.1
C3.6 → C1.5 →C1.4 → C2.6 →C5.3 → C2.1 → C4.2 → C5.2 → C2.2 → C3.6

A ciklusok azt jelzik, hogy a csomópontok kölcsönösen „gerjesztik” egymást, azaz a tényezők értéke, aktivitása minden korláton túl nőhetne, ha a küszöbfüggvény ennek nem vetne gátat. Ettől függetlenül – éppen a küszöbfüggvény miatt – a rendszer még beállhat egy stabil állapotba. Mivel az önmagukra visszaható éleket nem engedtük meg, ez a stabil állapot a várakozásoknak megfelelően be is következett.

5.7.2 Állapotredukció az FCM-ben

Az alábbiakban teljesen új faktorredukciós módszerre teszünk javaslatot, amit három különböző távolság-definíció mellett mutatunk be. A három módszer csak a metrikában különbözik, amely a faktorok közötti hasonlóság megállapításánál került alkalmazásra.

A módszerre a szekvenciális rendszerek és a véges állapotú automaták általánosításaként lehet tekinteni. A módszer lényege a faktorok ilyen értelemben vett klaszterezése és klaszterek felhasználásával új, redukált modell létrehozása. Ily módon a faktorok számának csökkentésével a modellt könnyebben érthetővé és használhatóvá lehet tenni. A klaszterek kialakítása a fuzzy tolerancia-relációk (reflexív és szimmetrikus, de nem tranzitív relációk) használatán alapul (Klir és Yuan 1995). Fő célunk ezzel a modellel a stratégiai döntéshozatali folyamat támogatása a hulladékgazdálkodási rendszerek hosszú távú fenntarthatóságának biztosítása érdekében.

Kezdetben a klaszterek a faktorok diszjunkt halmazai, mert ezek mindegyike csak egy-egy tényezőt tartalmaz.

A $K_i = \{C_i\}$ minden $i = 1 \dots n$-re, ahol K_i az i-edik klaszter, C_i az i-edik faktor (tényező) és n a modellben szereplő faktorok száma (esetünkben 33). Ezután, agglomeráló stratégiát alkalmaztunk mindegyik klaszterre. Azoknál a faktoroknál, amelyek még nem tartoznak az aktuális, épp bővítés alatt álló klaszterbe, a faktor és a klaszter közötti „távolságot” (vagyis a klaszter minden tagjától mért távolságot) mértük a megfelelő metrikával.

Az alkalmazott metrika a kapcsolatok közötti különbséget írja le két tényezőtől indulva (C_i és C_j) a harmadikhoz (C_k), ahol $i \neq j \neq k$, $i = 1 \dots n, j = 1 \dots n, k = 1 \dots n$. Ha a különbség kisebb, mint a megadott ε érték ($|w_{ik} - w_{jk}| < \varepsilon$ és $|w_{ki} - w_{kj}| < \varepsilon$, ahol w meghatározza a kapcsolatok irányát és nagyságát), a jelenlegi faktor a klaszterhez adódik (*A* metrika). Ezt a folyamatot pontosabban le lehet írni a következő C-stílusú pszeudo-kóddal (11. ábra).

```
function isNearA(i, j, eps)  // i, j = factor indexes
  near = true;               // eps = ε
  for(k=0; k<n and near==true; k++) // n = no. of factors
    if(k!=i and k!=j)
      if((abs(w(i, k) - w(j, k))/2.) >= eps or
      (abs(w(k, i) - w(k, j))/2.) >= eps)
        near = false // w(i, k) = w_ik
  return near
```

11. ábra: Az A metrika számítása

A 12. ábrában a `buildAllClusters` függvény minden egyes faktornak egy-egy klaszterbe zárását követően kezdeményezi az állapotredukciót, továbbá biztosítja, hogy a folyamat végeztével ne legyen több, azonos faktorokat magába záró klaszter. A

`buildCluster` a megadott kezdeti tényezővel létrehoz egy új klasztert. Megvizsgálja a további tényezőket, és eldönti az `isNear` függvény használatával, hogy a tényezőt hozzáadja klaszterhez vagy nem. Az `isNear` függvény valósítja meg az állapotredukció metrikáját.

```
function buildCluster(initialFactor, eps)
  c = {initialFactor}
  for(i=0; i<n; i++)
    if(i != initialFactor)
      member = true
      while(member and hasNextElement(c))
        j = nextElement(c)
        member = isNear(j, i, eps)
        if(member)
          c = c + {i}
  return c

function buildAllClusters(eps)
  clusters = {}
  for(i=0; i<n; i++)
    k = buildCluster(i, eps)
    if(!isElementOf(k, clusters))
      clusters = clusters + {k}
  return clusters
```

12. ábra: Az állapotredukciós algoritmus pszeudo-kódja, 1. rész

Miután meghatároztuk a redukált modell tényezőit, a kapcsolati mátrix elemeit kell kiszámítani. A `getWeight` függvény meghatározza az *a* és *b* klaszterek közötti kapcsolat mértékét. A súly a klaszterek faktorai közötti súly átlagából kerül kiszámításra (lásd 13. ábra).

```
function getWeight(a, b)
  count = 0
  sum = 0
  while(hasNextElement(a))
    i = nextElement(a)
    while(hasNextElement(b))
      j = nextElement(b)
      if(i != j)
        count = count + 1
        sum = sum + w(i, j)
```

```
if(count == 0)
  return 0
else
  return sum/count
```

13. ábra: Az állapotredukciós algoritmus pszeudo-kódja, 2. rész

Az ε és a p kritikus paraméterek az állapotredukcióban. Ha ε túl kicsi, akkor csak kevés vagy nulla faktor-összevonást lehet végrehajtani, és ez nem egyszerűsíti le eléggé a modellt. Másrészt, ha az ε értéke túl nagy, az egész érzékenységi mátrix „összeomlik" egy 1x1 mátrixszá. Az ε hasznos értékének meghatározására több változatot is készítettünk a redukciós algoritmusból, mindig finomítva a korábbi algoritmust.

Sajnos, jelen vizsgálatban az ε értékeinek meglehetősen magas értéket kell választani ahhoz, hogy a faktorok számát hatékonyan lecsökkenthessük, mert a klaszter bővítése során a klaszterbe eddig bevont faktorok között szinte mindig lesz olyan, amelyiktől az éppen vizsgálat alatt álló faktor kissé nagyobb mértékben tér el, mint amit az ε küszöbparaméter megenged.

Annak érdekében, hogy egy hatékonyabb redukciót érjünk el, egy második metrikus módszert alkalmaztunk (*B* metrika, lásd `isNearB` a 14. ábrán). Ennél a módszernél az aktuális tényező akkor is hozzáadódik a klaszterhez, ha a faktorok közötti különbség kisebb az esetek *p*-nél alacsonyabb hányadában esetleg nagyobb vagy egyenlő ε-nal. Az algoritmus többi része változatlan.

35. táblázat: A különböző metrikákkal előállított redukált kapcsolati mátrix tényezőinek száma

***A* metrika**		***B* metrika**			***C* metrika**	
ε	**A faktorok száma**	ε	p	**A faktorok száma**	ε	**A faktorok száma**
0,3	28	0,1	0,2	30	0,011	30
0,4	25	0,2	0,05	30	0,016	28
0,5	18	0,2	0,1	26	0,022	24
0,6	15	0,2	0,2	23	0,027	22
0,7	12	0,3	0,05	23	0,04	20
0,8	4	0,3	0,1	21	0,048	18
		0,3	0,2	15	0,054	15
		0,4	0,05	19	0,06	12
		0,4	0,1	10		

A p értékét a [0; 1] intervallumból választjuk. Kis p értékek segítenek a klasztereket kiterjeszteni még akkor is, ha néhány jelentéktelen esetben az alkalmazott metrika által mért „távolság” nagyobb, mint a megengedett ε érték. Ugyanakkor, a p magas értéke lehetővé teszi az összes faktor egy klaszterbe tömörítését, tekintet nélkül az ε értékére. Ez az eset egy értelmetlen modellt eredményezne, ezért ezt a szélsőséges lehetőséget kizárjuk. A fent leírt állapotredukció hasonló az osztályozáshoz, ahol az osztályok számát megfelelő módon becsülik. A B metrika által előállított adatokat is a fenti táblázat tartalmazza.

```
function isNearB(i, j, eps, p) // i, j = factor indexes
  near = 0                     // eps = ε, p = p
  far = 0
  for(k=0; k<n; k++)           // n = number of factors
    if(k!=i and k!=j)
      if((abs(w(i, k) - w(j, k))/2.) < eps)
        near = near + 1// w(i, k) = w_ik
      else
        far = far + 1
      if((abs(w(k, i) - w(k, j))/2.) < eps)
        near = near + 1
      else
        far = far + 1
  if(near==0 or far/near >= p)
    return false
  else
    return true
```

14. ábra: Az B metrika számítása

A harmadik módszer négyzetösszeges Euklideszi távolságmetrikát alkalmazott (C metrika), amit a 15. ábra ismertet. A fenti táblázat mutatja a harmadik metrika eredményeit is.

```
function isNearC(i, j, eps)
  sum = 0;  // i, j = factor indexes, eps = ε
  for(k=0; k<n; k++) // n = number of factors
    if(k!=i and k!=j)
      dout = w(i, k)-w(j, k) // w(i, k) = w_ik
      sum = sum + dout * dout
      din = w(k, i)-w(k, j)
      sum = sum + din * din
  if(sum / ((n-2)*8) < eps)
```

```
    return true
  else
    return false
```

15. ábra: Az C metrika számítása

Figyelembe véve a speciális mérnöki probléma tulajdonságait, a redukált FCM-modellben az állapotok számának hat körülinek kell lenni, (a szakértői konszenzus alapján), vagy legalábbis sokkal kevesebbnek, mint a részletes modell tényezőinek a száma.

Több kísérletet is tettünk arra, hogy a megfelelő ε és p értékeket megtaláljuk. Az értékek meghatározásához szükség van némi próbálkozásra: ha csak néhány tényezőt lehet összevonni, akkor az egyesítés kívánt célját nem lehet elérni; másrészt, ha túl sok tényező kerül összevonásra, akkor az egyesített tényezők értelmezése nehéz vagy szinte lehetetlen. A próbák eredményeit a 36. táblázatban gyűjtöttük össze.

A fent bemutatott három módszer közül a B metrika esetében azt találtuk, hogy ε elfogadható értéke 0,6, p értéke pedig 0,2 lehet, így a részletes mátrixot egy 15-tényezős mátrixba lehet redukálni.

36. táblázat: A különböző ε és p értékek mellett összevont faktorszámok

ε	p	A faktorok száma az összevonás után
0,2	0,2	30
0,4	0,05	30
0,4	0,1	26
0,4	0,2	23
0,4	0,45	18
0,4	0,5	14
0,6	0,05	23
0,6	0,1	21
0,6	**0,2**	**15**
0,8	0,05	19
0,8	0,1	10

Az alábbi táblázat (37. táblázat) ismerteti, hogy az állapotredukció eredményeként kialakult klaszterek mely rendszerelemeket tartalmazzák.

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

37. táblázat: Az összevont faktorok ($\varepsilon = 0,6, p = 0,2$)

Új CID-k	Klaszterek (összevont faktorok)
Q1	C3.1+C3.2+C3.3+C3.4+C3.5+C5.2+C5.3+C5.4+C1.1+C1.2+C1.4+C6.4+C4.6
Q2	C3.2+C3.3+C3.4+C3.5+C3.6+C5.3+C5.4+C1.1+C1.2+C1.4+C1.5
Q3	C3.1+C3.5+C2.1+C2.3+C2.5+C5.2+C5.3+C5.4+C1.1+C1.2+C1.3+C4.4+C4.5+C4.6
Q4	C3.2+C3.3+C3.5+C3.6+C2.2+C2.5+C1.1+C1.2+C1.5
Q5	C3.1+C3.3+C3.5+C2.3+C2.5+C5.2+C5.3+C5.4+C1.1+C1.2+C1.3+C1.4+C6.1+C6.3+C6.4+C6.5+ C4.4+C4.5+C4.6
Q6	C3.5+C3.6+C2.3+C2.4+C2.5+C5.3+C1.1+C4.4
Q7	C3.1+C3.2+C3.3+C3.5+C2.5+C5.2+C5.3+C5.4+C1.1+C1.2+C1.4+C6.4+C4.6
Q8	C3.1+C3.4+C3.5+C2.6+C5.2+C5.3+C5.4+C1.1+C1.4+C6.1+C4.4+C4.5+C4.6
Q9	C3.3+C3.5+C2.2+C2.3+C2.5+C5.1+C1.1+C1.2+C1.5+C6.5+C4.4
Q10	C3.1+C3.3+C3.4+C3.5+C5.2+C5.3+C5.4+C1.1+C1.2+C1.4+C6.1+C6.4+C6.5+C4.4+C4.5+C4.6
Q11	C3.1+C3.3+C3.4+C3.5+C5.4+C1.1+C1.2+C1.4+C6.1+C6.2+C6.4+C6.5+C4.3+C4.4+C4.6
Q12	C3.1+C3.3+C2.3+C2.5+C5.2+C5.3+C5.4+C1.1+C1.2+C1.3+C1.4+C6.1+C6.3+C4.1+C4.2+C4.4+ C4.5+C4.6
Q13	C3.1+C3.3+C2.3+C2.5+C5.2+C5.3+C5.4+C1.1+C1.2+C1.3+C1.4+C6.1+C6.3+C6.4+C6.5+C4.2+ C4.4+C4.5+C4.6
Q14	C3.1+C3.2+C3.3+C3.4+C3.5+C5.3+C5.4+C1.1+C1.2+C1.4+C6.4+C4.3+C4.6
Q15	C3.1+C3.3+C2.3+C2.5+C5.2+C5.3+C1.1+C1.2+C1.3+C1.4+C6.1+C6.3+C6.4+C6.5+C4.2+C4.4+ C4.5+C4.6+C4.7

A fenti táblázatból látható, hogy a klaszterek között átlapolás van, ennek megfelelően egy-egy tényező 1-15 alkalommal szerepelhet az új modellben. A tényező klaszterekben betöltött szerepét a 38. táblázat ismerteti.

38. táblázat: A tényezők megjelenése a klaszterekben – az új RHGR modelljének lehetséges váza

CID	Tényező szerepe	Tényező elnevezése	CID	Tényező szerepe	Tényező elnevezése
C1.1	15	műszaki-tervezői tudásszint	**C6.5**	6	szakmai színvonal emelése
C1.2	12	technológiai rendszer és annak koherenciája	**C1.3**	5	helyi földrajzi és infrastrukturális adottságok
C3.3	12	értékcsökkentési-fejlesztési forrás képzése	**C3.2**	5	díjak alakulása
C3.5	12	finanszírozás (önrész és támogatás)	**C6.3**	4	gyors és rugalmas ügyintézés
C5.3	12	általános hulladékgazdálkodási szabályozás az EU-ban	**C1.5**	3	tervezett technológia korszerűsége
C3.1	11	lakosság összetétele és jövedelmi viszonyai	**C3.6**	3	ipari struktúra
C5.4	11	szakpolitikai stratégia és a végrehajtás tervszerűsége	**C4.2**	3	egészségügy
C1.4	11	európai uniós műszaki elvárások és a hazai szakmapolitika	**C4.3**	3	politikai, hatalmi tényezők
C4.6	11	szociális környezet	**C2.2**	2	hasznosítás
C4.4	10	oktatás	**C2.1**	1	környezeti elemekre hatás
C5.2	9	belső és külső jogszabályi koherencia (hazai jogszabályok)	**C2.4**	1	erőforrás-használat
C2.5	9	élővilág (társadalmi elfogadottság)	**C4.1**	1	lakossági vélemény
C6.4	8	együttműködés az intézmények között	**C5.1**	1	ellenőrzés, szankcionálás
C4.5	7	kultúra	**C6.2**	1	párhuzamos hatáskörök megszüntetése
C2.3	7	földrajzi tényező	**C2.6**	1	környezeti visszacsatolás
C6.1	7	nyilvánosság, átláthatóság (adatkezelés is)	**C4.7**	1	foglalkoztatás
C3.4	6	üzemeltetői gazdasági érdekek			

A fent ismertetett modellből, a redukcióval nyert klaszterek új rendszeréből kiindulva javaslatot teszek arra vonatkozóan, hogy milyen hangsúlyokkal és milyen módszerekkel

alakítható ki olyan hulladékgazdálkodási rendszer, amely megfelel a szakmai és környezetvédelmi követelményeknek, a jogszabályi előírásoknak, a társadalmi elvárásoknak, valamint rövid és hosszú távon is gazdaságosan üzemeltethető.

A nemzetközi tapasztalatok alapján talán ma is meglepő, hogy a legjelentősebb rendszerelemként a

1. C1.1 „Műszaki és tervezői tudásszint”

szerepel. Ezt követi a

2. C1.2 „Technológiai rendszer és annak koherenciája” tényező.

Amelyeket követő jelentős rendszerelemek a

3. C3.3 „Értékcsökkentési-fejlesztési forrás képzése”, a
4. C3.5 „Finanszírozás (önrész és támogatás)” és a
5. C5.3 „Általános hulladékgazdálkodási szabályozás az EU-ban”.

Szintén meghatározó szereppel bír a

6. C4.6 „Szociális környezet”, a
7. C4.4 „Oktatás”, a
8. C5.2 „Belső és külső jogszabályi koherencia (hazai jogszabályok)”, a
9. C2.5 „Élővilág (társadalmi elfogadottsága)” és a
10. C6.4 „Együttműködés az intézmények között” tényező.

A dolgozatban ismeret fuzzy kognitív modellezési technika és a javasolt újszerű állapotredukció algoritmus eredményeként megállapítható, hogy a regionális hulladékgazdálkodási rendszer fenntarthatóságára a fent azonosított tényezők vannak legnagyobb hatással.

A „Műszaki-tervezői tudásszint” meghatározó jelentőséggel bír a rendszerek műszaki-gazdasági-környezeti szempontoknak megfelelő tervezésekor és működtetésekor. A „Technológiai rendszer és annak koherenciája” tényező (a gyűjtési és szállítási módozatok, a hulladékkezelési és –ártalmatlanítási technológiák, stb.) szintén kiemelt jelentőséggel bír Ennek oka, hogy a hulladékgazdálkodási tevékenységek tervezése során célszerű a természeti folyamatok és ökológiai rendszerek működését „utánozni”. A természetben nem képződik hulladék, ugyanis olyan anyag a természetben, amelyet a rendszer valamely más eleme célirányosan hasznosítani ne tudna, nem fordul elő. E szerint hasonló elven célszerű megszervezni és kialakítani a települési hulladékok kezelésével összefüggő feladatokat, tágabb kontextusban, az anyaggazdálkodás témakörében is értelmezve azt. Az anyagok és hulladék-anyagok útjának ciklikussá tételében nagy szerepet játszik a rendelkezésre álló technológiai

fejlettsége, színvonala és elérhetősége. Törekednünk kell arra, hogy innovációk révén minél zártabb rendszereket hozzunk létre. Célszerű lenne kialakítani ezen a területen is egy viszonylag önfenntartó rendszert, és ehhez ki kell dolgozni olyan, döntési mechanizmust támogató megközelítéseket, amelyek segítségével egy adott időben és helyzetben eldönthetővé válik, hogy mi történjék különböző minőségű és mennyiségű (hulladék)anyagokkal. A visszacsatolás biztosítása végett rövid időn belül szükséges azt eldönteni, hogy a keletkezett anyagok milyen arányban és milyen módon kerülhetnek visszavezetésre a technológiai, gyártási rendszerekbe, és hogy mi történjen azokkal a komponensekkel, amelyek – a jogi, gazdasági, műszaki körülmények optimális alakulásáig – nem tudnak részt venni a körforgásban.

Amennyiben a rendszer fenntarthatóságára legnagyobb hatással lévő tényezők a rendszerek kialakítása és működtetése során megfelelő hangsúlyt kapnak, a rendszerben szereplő többi tényező hatása is hozzájárul a hulladékok kezelésének hosszú távú, a gazdaság- és közösségfejlesztés szempontjából környezettudatos alapokra helyezett rendszer kialakításához.

A módszer előnye, hogy nemcsak a hulladékgazdálkodás területén, hanem más, mérnök-menedzser szemléletű rendszerek, projektek értékelésére is alkalmas lehet.

5.8 A bemutatott módszer gyakorlati alkalmazásának lehetőségei

A kutatás által lehatárolt terület egy környezetmérnöki-hulladékgazdálkodási probléma megoldására fókuszált. A környezetterhelés egyik legmarkánsabb eleme az anyagokkal és energiákkal való takarékoskodás, esetünkben a hulladékok keletkezésének megelőzése és a lerakásra kerülő hulladékok mennyiségének minimalizása. Olyan hulladékgazdálkodási rendszerek kiépítése szükséges, amelyek hatékonyan, gazdaságosan technikailag magas színvonalon optimális méretű régiók kiszolgálására alkalmasak a szállítási távolságok minimalizálása és a minél nagyobb arányú hasznosítás megvalósítása mellett.

A vizsgálat kezdetén a hat elemből álló modell volt a kiindulási alap, amely – a jelenlegi regionális fejlesztések áttekintésekor nyilvánvalóvá válik, hogy – egy magától értetődő modell. Ennek a modellnek a tudományos elemzéséhez kellett a megfelelő módszert kiválasztani és alkalmazni. Jelen kutatás célja nem szakértői rendszer alkalmazásának felépítése, hanem módszertan megalkotása és bemutatása volt.

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

A módszer gyakorlati alkalmazása során a vizsgált fejlesztési tervek „fenntarthatósága” még nem nyújt garanciát a megvalósítandó projekt „fenntarthatóságára”. A fejlesztési tervben szükséges elvek mellett igen sok konkrét, az adott projektre érvényes feltételnek meg kell valósulnia. A feltételek meglétét megalapozott hatástanulmányokkal szükséges alátámasztani; meg kell vizsgálni, hogy mennyiben járul hozzá az adott projekt a fejlesztés céljaihoz.

A bemutatott módszer rendelkezik néhány korláttal, amelyekkel a kutatás során a szerző szembesült, és amellyel a későbbi alkalmazások során is problémaként jelentkezhetnek. A fuzzy kognitív térképpel támogatott komplex, regionális kiterjedésű fejlesztések értékelése során hat-nyolc, a saját területén nagy tapasztalattal rendelkező és egyben kooperációra hajlandó szakember közös munkájára van szükség. A szakemberekből álló csoport munkáját környezetelemző szakember moderálja, aki egyben a kapott eredményeket interpretálja. Az értékelés ezen szakaszában tehát nagy jelentőséggel bír a szakértelem és tapasztalat.

Az értékelés végrehajtásához szükség van informatikai munkatársra is, aki az input adatok alapján a szimulációkat elvégzi, és segít az eredmények előállításában.

Megállapítható tehát, hogy a javasolt értékelési módszer elvégzéséhez szakértői tudásra van szükség, hogy a kapott eredmények megbízhatósága biztosítva legyen.

Ha van egyáltalán fenntartható hulladékgazdálkodás, az csak egy tagolt, összetett, minden területet lefedő újrahasznosító háttéripar létrehozásával célozható meg. Ha ez racionális, az állam által szabályozott keretek között működik, úgy energia- és anyagtakarékossága miatt javítja a versenyképességet, a foglalkoztatottságot, az exportképességet, s így hozzájárul a gazdasági növekedéshez.

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

6. Az értekezés téziseinek összefoglalása

1: Az integrált hulladékgazdálkodási rendszerek objektív modellezése céljából olyan intelligens informatikai eszközök alkalmazása szükséges, amelyek a szubjektív elemeket is egzakt, kvantált formában tudják kezelni, és amelyek e rendszerek rekonstruálható, objektív leírására kínálnak lehetőséget.

Javaslatot tettem a vizsgált regionális hulladékgazdálkodási rendszer fuzzy kognitív térképpel történő modellezésére úgy, hogy minden egyes faktort megfeleltettem az FCM-gráf egy-egy csomópontjának oly módon, hogy a tényezők egymásra gyakorolt hatását a [-1; 1] intervallumban (±[0; 1]) előjeles fuzzy tagsági értékek jelölje.
Megállapítottam, hogy a fuzzy kognitív térkép (FCM) mint intelligens informatikai módszertani megközelítés alkalmas arra, hogy segítségével komplex, térbeli és időbeli kiterjedésű menedzsment rendszereket a stabil állapot, illetve a fenntarthatóság szempontjából modellezzünk, és a fenntarthatósági állapotjelzőiket meghatározzuk. A hulladékgazdálkodási rendszerek fő komponensei és kölcsönhatásaik az FCM-módszerrel modellezhetők, és megfelelő kiindulási adatok, valamint rendelkezésre álló idősorok alapján az egyes komponensek relatív jelentőségét és azok egymásra kifejtett kölcsönhatásának jelentőségét az állandósult állapotok megadják.
Megállapítottam a FCM-modellezés eredményei alapján, hogy a szakirodalmi adatokból kiolvasható, széles körben elterjedt hatkomponensű modell nem fejezi ki adekvátan a hulladékgazdálkodási rendszer bonyolultságát, valamint, hogy az irodalomban általánosan elfogadott modell nem konzisztens.

Az 1. tézisben megfogalmazott eredményekhez a következő publikációk kapcsolódnak:

- **Buruzs A.**, Hatwágner F. M., Pozna, R. C., Kóczy L. T.: Advanced Learning of Fuzzy Cognitive Maps of Waste Management by Bacterial Algorithm. In: Pedrycz, W., Reformat, M. Z. (szerk.): Proceedings of the 2013 Joint IFSA World Congress NAFIPS Annual Meeting (IFSA/NAFIPS), Edmonton: IEEE, 2013. pp. 890-895.
- **Buruzs A.**, Kóczy T. L., Pozna, C. R.: Developing fuzzy cognitive maps for modelling regional waste management systems. In: Tsompanakis Y. (szerk.): Proceedings of the Third International Conference on Soft Computing Technology

in Civil, Structural and Environmental Engineering. Cagliari, Olaszország, Stirling: Civil-Comp Press, Stirling, UK, 2013. Paper 19.

- **Buruzs A.**, Hatwágner, F. M., Kóczy L. T.: Fuzzy Cognitive Maps and Bacterial Evolutionary Algorithm Approach to Integrated Waste Management Systems. J. of Advanced Computational Intelligence and Informatics 18:(4) pp. 538-548, 2014.
- **Buruzs A.**, Kóczy T. L., Hatwágner F. M.: Modelling integrated sustainable waste management systems by fuzzy cognitive maps and system of systems concept. Technical Transactions – Automatic Control 2013:(3-AC) pp. 93-110. 2013.
- **Buruzs A.**, Kóczy T. L., Hatwágner F. M.: Modelling integrated sustainable waste management systems by fuzzy cognitive maps and the system of systems concept. International Congress on Control and Information Processing 2013 (ICCIP'13), Krakkó, Lengyelország.
- **Buruzs A.**, Bulla M.: The use of fuzzy cognitive maps in modelling regional waste management systems. In: Sorial, G., Hong, J. (szerk.): Environmental Science and Technology, 2012. Houston: American Science Press, 2012. pp. 69-74.

2: A RHGR kapcsolati hálójának feltérképezése céljából szervezett workshop keretében a műszaki, gazdasági, környezeti, jogi, intézményi és társadalmi területek szakértőinek inputjai alapján és az FCM-módszer alkalmazásával meghatározhatóak a regionális hulladékgazdálkodási rendszerek fenntarthatóságát befolyásoló alrendszeri elemek és azok egymásra gyakorolt hatásai.

Javaslatot tettem a RHGR eddigieknél sokkal részletesebb, 33 tényezőből álló rendszertérképének létrehozására. A szakértői inputok alapján létrehozott nagy bonyolultságú rendszertérkép 1056 pozitív vagy negatív előjelű – esetleg nullaértékű – kölcsönhatást tartalmaz. A kapcsolatok magas száma miatt a gráf grafikai megjelenítése igen körülményes, ezért a kapcsolatokat táblázatos formában mutattam be. Az $\alpha=1$ vágat segítségével megállapítottam a domináns kapcsolatokat.

Megállapítottam, hogy az alrendszeri elemek közül, a korábban alkalmazott egyszerűsített modellben a „gazdaság” és a „technológia” tényezők alá rendelhetőek azok az egyes új rendszerelemek, melyek a rendszer működésére, fenntarthatóságára a legnagyobb jelentőséggel bírnak.

A 2. tézisben megfogalmazott eredményekhez a következő publikációk kapcsolódnak:

- **Buruzs A.**, Hatwágner F. M., Torma A., Kóczy T. L.: Expert Based System Design for Integrated Waste Management. International Journal of Environmental, Ecological, Geological and Geophysical Engineering Vol:8, No:12, 2014
- **Buruzs A.**, Hatwágner F. M., Kóczy L. T.: Modelling Integrated Sustainable Waste Management Systems using Fuzzy Cognitive Maps and Systems of Systems Concepts. In: Iványi P., Topping, B. H. V. (szerk.): Ninth International Conference on Engineering Computational Technology, 132 p., Stirling: Civil-Comp Press, 2014, Paper 87, 13 p.
- **Buruzs A.**, Kóczy T. L., Hatwágner F. M.: Studies on the sustainability of integrated waste management systems. In: Kóczy T., Tormási A., Kulczycki, P., Talabă, D., Kacprzyk, J. (szerk.): Proceedings of the 6th Győr Symposium and 3rd Hungarian-Polish and 1st Hungarian-Romanian Joint Conference on Computational Intelligence. Győr, Széchenyi István Egyetem, pp. 201-204., 2014.
- **Buruzs A.**, Hatwágner F. M., Kóczy T. L.: Expert-Based Method of Integrated Waste Management Systems for Developing Fuzzy Cognitive Map. In: Taher, A. A., Quanmin, Z. (szerk.): Complex System Modelling and Control Through Intelligent Soft Computations. Springer International Publishing Switzerland, 2015, pp. 111-137, Studies in Fuzziness and Soft Computing, 319.

3: A hulladékgazdálkodás vonatkozó jogszabályi és stratégiai dokumentumai szövegének feldolgozásával, szövegbányászati technikával a relatív gyakoriság alapján a 33 altényezőre vonatkozó becsült idősorok létrehozhatók.

Előállítottam a vizsgált évtizedekre és alrendszeri elemekre vonatkozó szógyakorisági táblázatokat, amelyben az egyes szavak, kifejezések szerepét az előfordulási gyakoriságuk határozza meg.

A 3. tézisben megfogalmazott eredményekhez a következő publikáció kapcsolódik:

- **Buruzs A.**, Hatwágner F. M., Torma A., Kóczy T. L.: Retrospective Reconstruction of Time Series Data for Integrated Waste Management.

International Journal of Social, Education, Economics and Management Engineering Vol:8, No:12, 2014.

4: Javaslatot tettem egy teljesen új faktorredukciós módszer alkalmazására, ahol a hasonlósági metrikák az egyes faktoroknak az összes többi faktorra gyakorolt kölcsönhatási mértékének inverz távolságán alapulnak.

Javaslatot tettem a 2. tézis módszertanából nyert nagyon finom és a gyakorlat szempontjából túl részletes modell újfajta szempontok alapján történő tömörítésére, amely a lényeges értékeket emeli ki az egyes tényezők és a közöttük fennálló kapcsolatok segítségével. A fuzzy toleranciareláció tulajdonságok alapján az egyes finom tényezők között a logikai kapcsolatok alapján és hatásmechanizmus szempontjából csoportokat hoztam létre.

Megállapítottam, hogy a redukcióval nyert új modellek alkalmasak a stratégiai döntéshozatali folyamat támogatására a hulladékgazdálkodási rendszerek hosszú távú fenntarthatóságának biztosítása érdekében.

Megvizsgáltam, hogy a csoportok, más néven klaszterek milyen jellemzők alapján függnek össze. Megállapítottam, hogy a legjelentősebb rendszerelemként a

- C1.1 „Műszaki és tervezői tudásszint)

rendszerelem szerepel. Ezt követi a

- C1.2 „Technológiai rendszer és annak koherenciája” tényező.

A következő jelentős rendszerelemek a

- C3.3 „Értékcsökkentési-fejlesztési forrás képzése”, a
- C3.5 „Finanszírozás (önrész és támogatás)” és a
- C5.3 „Általános hulladékgazdálkodási szabályozás az EU-ban”.

Szintén meghatározó szereppel bír a

- C4.6 „Szociális környezet”, a
- C4.4 „Oktatás”, a
- C5.2 „Belső és külső jogszabályi koherencia (hazai jogszabályok)”, a
- C2.5 „Élővilág (társadalmi elfogadottsága)” és a
- C6.4 „Együttműködés az intézmények között” tényező.

Javaslatot tettem e tényezők szerepének hangsúlyozásával a RHGR fenntartható modelljére.

A 4. tézisben megfogalmazott eredményekhez a következő publikációk kapcsolódnak:

- **Buruzs A.**, Hatwágner F. M., Földesi P., Kóczy L. T.: Fuzzy Cognitive Maps Applied in Integrated Waste Management Systems. In: IEEE HNICEM-ISCIII 2014. Paper 63. 4 p.
- **Buruzs A.**, Kóczy L. T., Hatwágner F. M.: Using Fuzzy Cognitive Maps approach to identify integrated waste management system characteristics. In: Baranyi P. (szerk.) 5th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications: CogInfoCom 2014, IEEE Hungary Section, 2014. pp. 141-147. ISBN:978-1-4799-7279-1.
- Hatwágner F. M., **Buruzs A.**, Földesi P., Kóczy T. L.: Strategic Decision Support in Waste Management Systems by State Reduction in FCM Models. Lecture Notes in Computer Science 8836: pp. 447-457., 21st International Conference, ICONIP 2014. Kuching, Malajzia.
- Hatwágner F. M., **Buruzs A.**, Földesi P., Kóczy L. T.: A New State Reduction Approach for Fuzzy Cognitive Map With Case Studies for Waste Management Systems. In: Somnuk, P-A., Thien, W. A. (szerk.): Computational Intelligence in Information Systems: Proceeding of the Fourth INNS Symposia Series on Computational Intelligence in Information Systems (INNS-CIIS 2014). 362 p. Cham: Springer International Publishing Switzerland, 2015. pp. 119-127. Advances in Intelligent Systems and Computing; 331.

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

7. Összefoglalás

Jelen dolgozat célja egy olyan integrált módszer kifejlesztése volt, mely segítséget nyújthat a regionális hulladékgazdálkodási rendszerek megvalósítóinak és üzemeltetőinek a rendszer tervezésének, kialakításának és hosszú távú működtetésének megértéséhez és értékeléséhez.

A módszer kifejlesztése két lépésben valósult meg. Első lépésben az idősor elemei a szakirodalmi konszenzusra alapozva kerültek definiálásra. Az idősor, valamint a kérdőíves felmérés eredményeként megalkotott hat tényezőből álló gráf és hozzátartozó kapcsolati mátrix alapján valósult meg az első FCM-szimuláció. Ezt a lépést a kapcsolati mátrix elemeinek bakteriális evolúciós algoritmus (BEA) alkalmazásával történő meghatározása egészítette ki.

A kutatás második fázisában a hangsúly a rendszerszemléletű megközelítés alapján a hatelemű gráf alrendszeri elemekre bontására helyeződött. A szakértői workshop keretében megalkotott 33 elemű gráf, valamint a szövegbányászat eredményeként kialakított idősorok szolgáltak a szimuláció bemeneti adataiként. Ebben a szakaszban a komplex és meglehetősen bonyolult gráf állapotredukciójára került sor.

A dolgozat alapvetően három fő részre tagolódott. Az első (bevezető és áttekintő) rész a regionális hulladékgazdálkodási rendszerek kialakítását és működtetésének mutatja be, valamint áttekintést nyújt a regionális szintű fejlesztések jelenlegi értékelési módszereiről.

A dolgozat második (súlyponti) része az alkalmazott új módszertant vizsgálta részletesen, melynek elemei:

- fuzzy kognitív térkép,
- kérdőíves felmérés,
- rendszerszemléletű megközelítés,
- szakértői workshop és
- szövegbányászat.

A dolgozat célja elsősorban nem az egyes módszerek alkalmazásának elméleti vizsgálata, hanem egy, a gyakorlatban is alkalmazható integrált módszer kialakítása volt. Ezért a jelölt javaslatot tett egy olyan módszertanra, amely segítségével a fuzzy kognitív térkép szimulációjához szükséges és lehetséges két bementi adatkészlet előállítható, és amely a regionális hulladékgazdálkodási rendszerek által teremtett feltételek és viszonyok között hatékonyan alkalmazható.

A módszer több szempont szerint került kiválasztásra:

- tudományos igényesség,
- az alkalmazás egyszerűsége,
- az érintettek bevonása és szakértői tudásuk implementálása a modellbe, valamint
- a modell viszonylagos egyszerűsége, könnyen érthetősége és átláthatósága.

A módszer elméleti hátterének bemutatása után az alkalmazás módszerének kidolgozása következett. Ennek keretében elsőként a hat tényezőből álló modell és e hat tényezőhöz tartozó idősorok, majd a 33 elemű modell a vonatkozó idősorokkal került meghatározásra és a lehetőségekhez mérten ábrázolásra.

Az értekezés harmadik részében megtörtént mindkét modell szimulációja, valamint megállapításra került, hogy a komplexitásából adódóan, a 33 tényezőből álló modell a rendszerelemek leírását tekintve sokkal precízebb, mint a kutatás első szakaszában alkalmazott 6 elemű modell. A komplex modell a hat faktor elemekre bontásával jött létre. Az alap- és a részletes modell, valamint a kapcsolati mátrixok elemzése után teljesen új ötletként merült fel, hogy a két modell oly mértékben különbözik koncepcionálisan is, hogy a 33 tényezőnél jelentősen kevesebb is elegendő lehet ahhoz, hogy a RHGR hatásmechanizmusát jó megközelítéssel le lehessen írni. A jelölt javaslatot tett egy teljesen új faktorredukciós módszerre, amit három különböző távolság-definíció mellett mutatott be. A három módszerváltozat csak a metrikában különbözött, amely a faktorok közötti hasonlóság megállapításánál került alkalmazásra. A módszercsalád lényege a faktorok ilyen értelemben vett klaszterezése és klaszterek felhasználásával új, redukált modell létrehozása. Ily módon a faktorok számának csökkentésével a modellt könnyebben érthetővé és használhatóvá lehetett tenni.

A javasolt módszer alapján megfogalmazott modell példa lehet arra, hogy egy környezetileg-társadalmilag-gazdaságilag jelentős feladatot miként lehet oly módon elvégezni, hogy gazdasági, jogi és intézményi szempontból is egyaránt kedvező megoldásokat nyújtson, elősegítve ezzel a fogyasztói társadalmak legnagyobb problémájának, a növekedés és fenntarthatóság elveinek egyszerre történő érvényesítését.

Ez azt jelenti, hogy a módszer a különböző műszaki, gazdasági, jogi, környezet és társadalmi területekről, pontosabban e területeket képviselő szakemberektől összegyűjtött információk alapján, azok modellbe rendezésével és szimulációjával

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

határozza meg a fenntartható hulladékgazdálkodás kereteit és aktuális lehetőségei. Szükséges hangsúlyozni, hogy ez egy interaktív és iteratív folyamat, melynek során figyelemmel kell kísérni, hogy milyen tendenciák hatnak egy szűkebb-tágabb környezeti-társadalmi-gazdasági közegben.

Összegezve tehát, a dolgozat kísérletet tett arra, hogy egy regionális szinten alkalmazható integrált, fuzzy kognitív térkép szimuláción alapuló módszert fejlesszen ki, mely módszer tartalmazza a szükséges bemeneti adatok előállításának módszertanát is azon célból, hogy a döntéshozók és felelős vezetők a hulladékgazdálkodási aktivitásaikat, valamint azok hatását pontosabb összefüggéseikben lássák.

Megállapítható, hogy a hulladékgazdálkodási rendszerek környezeti, társadalmi, gazdasági, stb. szempontból történő optimális megvalósítása nemcsak műszaki-technológiai eljárásrendszer, hanem szemléleti kérdés is egyben, amely a rendszerközpontú gondolkodás visszacsatolási funkciója révén tudja ezt az optimalizációs folyamatot támogatni.

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

8. Köszönetnyilvánítás

Disszertációm nyilvánvalóan nem született volna meg, ha nem kapok szakmai és emberi segítséget és jóindulatot sokaktól. Amikor a doktori tanulmányaimat elkezdtem, magam sem mertem remélni, hogy ez a disszertáció valaha is elkészül, bár voltak néhányan körülöttem, akik mindig nagyon bíztak bennem. Talán ez a belém vetett hit segített végül abban, hogy idáig eljutottam – sok embernek tartozom ezért köszönettel.

Leghálásabb köszönet illeti elsősorban témavezetőmet, Dr. Kóczy T. László Professzor urat, aki ugyan csak alig három éve mentorálja a munkámat, mégis az ő szakmai hozzáértése és baráti támogatása jelentette a legtöbbet e munka elkészítése közben.

Köszönet illeti Dr. Bulla Miklós Tanár urat, aki az elmúlt évek során nagyfokú önállóságot és kutatói szabadságot biztosított számomra munkám során, és értékes tapasztalatával járult hozzá az eredmények megszületéséhez.

Köszönettel tartozom továbbá egyetemi és tanszéki kollégáimnak, akik munkámat szakmailag vagy emberileg segítették, kutatómunkámban osztoztak: Dr. Földesi Péter, Dr. Hatwágner F. Miklós, Dr. Koren Edit, Dr. Torma András, Dr. Gyulai István, Dr. Horváth Gergely, Bedő Anett.

Végül, de nem utolsósorban köszönöm Családom támogatását és velem szemben tanúsított türelmét, amire óriási szükség volt ahhoz, hogy a disszertáció megírásával és az azt megelőző kutatómunka elvégzésével járó, sokszor nagyon zaklatott napokat közösen átvészeljük.

Köszönöm férjemnek, Istinek a támogatását, a biztos hátteret. Réka és Katica lányaim szintén nagy türelemmel viselték a több évig tartó elfoglaltságomat és a kutatással járó konferencia-utazásaimat. Kiemelném Édesanyámat és férjem Édesanyját, akikre mindig számíthattam a gyerekeim felügyeletével és élelemmel való ellátásunkkal kapcsolatban.

Köszönöm tehát a támogatást és segítséget Mindenkinek, akit köszönet illet! Ajánlom ezt a dolgozatot mindazoknak, akik ugyanúgy várták, hogy elkészüljön, akárcsak én.

9. Irodalomjegyzék

Allemag, D., Hendler, J.: Semantic Web for the Working Ontologist. 2nd edition, Morgan Kaufmann, 2011.

Axelrod, R.: Structure of Decision: The Cognitive Map of Political Elites. Princeton University Press, 1975.

Balázs K., Botzheim J., Kóczy L. T.: Comparison of Various Evolutionary and Memetic Algorithms. Proc. of the International Symposium on Integrated Uncertainty Management and Applications, IUM 2010, Ishikawa, Japan, pp. 431-442, (2010).

Basanth K., Runa S., és Binayak R.: A Fuzzy Logic Based Approach to Assess Sustainable Development of the Mining and Minerals Sector. Sustainable Development, Volume 20, Issue 6, pages 386–399, November/December 2012.

Beigl, P., Lebersorger, S. and Salhofer, S.: Modelling Municipal Solid Waste Generation. A Review. J. of Waste Management, Vol. 28, pp. 200–214, 2008.

Bhatia V. K., Langton. M. N., Lung, J.: Legal discourse: Opportunities and threats for corpus linguistics. In: Connor, U., Upton, A. T. (eds): Discourse in the Professions, Perspectives from corpus linguistics. John Benjamins, 2004, pp. 203-231.

Boardman, J., Sauser, B.: System of Systems – the meaning of *of*. Proceedings of the 2005 IEEE/SMC International Conference on System of Systems Engineering, Los Angeles, CA, USA - April 2005.

Bovea, M. D. and Powell, J. C.: Alternative Scenarios to Meet the Demands of Sustainable Waste Management. J. of Environmental Management, Vol. 79, pp. 115–132, 2005.

Bulla M. (szerk.): A környezetelemzés regionális alkalmazása. A Komplex Tudástér Modell [KxTt] bevezetése. Kutatási Összefoglaló, Széchenyi István Egyetem, Környezetmérnöki Tanszék, 2012.

Bulla M., **Buruzs A.**, Torma A.: Fémhulladékok kezelésére vonatkozó új eljárásrendszer megalapozása. pp. 2-56., Kutatási jelentés, Készült a Fémker Kft., a Murafém Kft. és a Fémker East Kft. megbízásából, Universitas Nonprofit Kft., 2011.

Bulla M., Guzli P. A fenntartható fejlődés indikátorai. In: Bulla M., Tamás P. (szerk.): Stratégiai kutatások – Magyarország 2015. Fenntartható fejlődés Magyarországon, 2006, Budapest.

Bulla M., Nagy G., Kovács B., **Buruzs A.**: A mechanikai-biológiai hulladékok hasznosítása. X. Környezettudományi Tanácskozás, Győr, 2010.

Buruzs A., Bulla M.: The use of fuzzy cognitive maps in modelling regional waste management systems. In: Sorial, G., Hong, J. (szerk.): Environmental Science and Technology, 2012. Houston: American Science Press, 2012. pp. 69-74., ISBN:978 0 9768 8534 4.

Buruzs A., Csőke B., Czupy I., Domokos E., Fazekas B., Horváth L., Kárpáti Á., Kovács B., Kurdi R., Nagy G., Pitás V., Szűcs I., Szabó I., Thury P., Torma A., Vagdalt L., Vágvölgyi A., Várhegyi A, Kurdi R. (szerk.): Hulladékgazdálkodás II., Veszprém, Pannon Egyetem Környezetmérnöki Intézet, 2011. 611 p. Környezetmérnöki Tudástár; 19., ISBN:978-615-5044-44-1.

Buruzs A., Hatwágner F. M., Kóczy T. L.: Expert-Based Method of Integrated Waste Management Systems for Developing Fuzzy Cognitive Map. In: Taher, A. A., Quanmin, Z. (szerk.): Complex System Modelling and Control Through Intelligent Soft Computations. Springer International Publishing Switzerland, 2015, pp. 111-137, Studies in Fuzziness and Soft Computing, 319.

Buruzs A., Hatwágner F. M., Torma A., Kóczy T. L.: Expert Based System Design for Integrated Waste Management. International Journal of Environmental, Ecological, Geological and Geophysical Engineering Vol:8, No:12, 2014

Buruzs A., Hatwágner F. M., Torma A., Kóczy T. L.: Retrospective Reconstruction of Time Series Data for Integrated Waste Management. International Journal of Social, Education, Economics and Management Engineering Vol:8, No:12, 2014.

Buruzs A., Hatwágner F. M., Földesi P., Kóczy L. T.: Fuzzy Cognitive Maps Applied in Integrated Waste Management Systems. In: IEEE HNICEM-ISCIII 2014. Paper 63. 4 p.

Buruzs A., Hatwágner F. M., Kóczy L. T.: Modelling Integrated Sustainable Waste Management Systems using Fuzzy Cognitive Maps and Systems of Systems Concepts. In: Iványi P., Topping, B. H. V. (szerk.): Ninth International Conference on Engineering Computational Technology, 132 p., Stirling: Civil-Comp Press, 2014, Paper 87, 13 p, (ISBN:978-1-905088-50-7).

Buruzs A., Hatwágner F. M., Pozna, R. C., Kóczy L. T.: Advanced Learning of Fuzzy Cognitive Maps of Waste Management by Bacterial Algorithm. In: Pedrycz, W., Reformat, M. Z. (szerk.): Proceedings of the 2013 Joint IFSA World Congress NAFIPS Annual Meeting (IFSA/NAFIPS), Edmonton: IEEE, 2013. pp. 890-895, ISBN:978-1-4799-0347-4

Buruzs A., Hatwágner, F. M., Kóczy L. T.: Fuzzy Cognitive Maps and Bacterial Evolutionary Algorithm Approach to Integrated Waste Management Systems. J. of Advanced Computational Intelligence and Informatics 18:(4) pp. 538-548, 2014.

Buruzs A., Kóczy L. T., Hatwágner F. M.: Using Fuzzy Cognitive Maps approach to identify integrated waste management system characteristics. In: Baranyi P. (szerk.) 5th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications: CogInfoCom 2014, IEEE Hungary Section, 2014. pp. 141-147. ISBN:978-1-4799-7279-1.

Buruzs A., Kóczy T. L., Hatwágner F. M.: Modelling integrated sustainable waste management systems by fuzzy cognitive maps and system of systems concept. Technical Transactions – Automatic Control 2013:(3-AC) pp. 93-110. 2013.

Buruzs A., Kóczy T. L., Hatwágner F. M.: Modelling integrated sustainable waste management systems by fuzzy cognitive maps and the system of systems concept. International Congress on Control and Information Processing 2013 (ICCIP'13), Krakkó, Lengyelország.

Buruzs A., Kóczy T. L., Hatwágner F. M.: Studies on the sustainability of integrated waste management systems. In: Kóczy T., Tormási A., Kulczycki, P., Talabă, D., Kacprzyk, J. (szerk.): Proceedings of the 6th Győr Symposium and 3rd Hungarian-Polish and 1st Hungarian-Romanian Joint Conference on Computational Intelligence. Győr, Széchenyi István Egyetem, pp. 201-204.

Buruzs A., Kóczy T. L., Pozna, C. R.: Developing fuzzy cognitive maps for modelling regional waste management systems. In: Tsompanakis Y. (szerk.): Proceedings of the Third International Conference on Soft Computing Technology in Civil, Structural and Environmental Engineering. Cagliari, Olaszország, Stirling: Civil-Comp Press, Stirling, UK, 2013. Paper 19., ISBN:978-1-905088-58-4.

Buruzs A., Kovács B.: A regionális hulladékgazdálkodási rendszerek hulladékgyűjtési és -szállítási módozatai. In: Kurdi R. (szerk.) Hulladékgazdálkodás II. 611 p., 2012a. pp. 204-229., Környezetmérnöki Tudástár; XIX., ISBN:978-615-5044-44-1.

Buruzs A., Kovács B.: Regionális hulladékgazdálkodási rendszerek tervezése, létesítése, működtetése és fenntarthatósága. In: Kurdi R. (szerk.) Hulladékgazdálkodás II. 611 p., 2012b. pp. 164-203., Környezetmérnöki Tudástár; XIX., ISBN:978-615-5044-44-1.

Buruzs A., Torma A., Farkas A., Dömötör Zs.: A regionális hulladékgazdálkodási rendszerek átfogó értékelése. In: Tompos A., Ablonczyné Mihályka L. (szerk.): „A tudomány és a gyakorlat találkozása", Kautz Gyula Emlékkonferencia. Győr, Széchenyi István Egyetem, 2014. Paper 10., 11 p. ISBN:978-615-5391-33-0.

Buruzs A., Torma A.: Regionális fejlesztések fenntarthatósági tényezői. Fenntarthatósági vizsgálatokokhoz használható indikátorok áttekintése. Regionális települési és ipari hulladékgazdálkodás. In: Pestiné Rácz É. V., Torma A. (szerk.): XI. Környezettudományi Tanácskozás. Győr: Széchenyi István Egyetem, Paper 4, 2011.

Buruzs A., Torma A.: Regionális fejlesztések fenntarthatósági tényezői: regionális települési és ipari hulladékgazdálkodás. In: Bulla M. (szerk.): A környezetelemzés regionális alkalmazása: A komplex tudástér [KxTt] modell bevezetése: kutatási összefoglaló. 191 p., Győr: Széchenyi István Egyetem Környezetmérnöki Tanszék, 2012. pp. 141-160., ISBN:978-963-7175-69-5.

Buruzs A.: A fenntarthatóság kritériumai regionális hulladékgazdálkodási rendszerek tervezése és megvalósítása során. In: Fazekas I., Szabó V. (szerk.): A környezettudatos települések felé: III.Települési Környezet Konferencia. 287 p., Debrecen, Meridián Alapítvány, 2012. pp. 133-138., ISBN:978-963-08-5294-4.

Buruzs A.: A települési hulladékgazdálkodás és a regionalitás kapcsolata. In: Pestiné Rácz É. V., Nagy G. (szerk.): IX. Környezettudományi Tanácskozás. 2009, Győr: Széchenyi István Egyetem, pp. 128-138.

Carley, K.: Content Analysis. In: Asher, R. E. et al (eds): TheEncyclopedia of Language and Linguistics. Edinburgh, UK: Pergamon Vpres, Vol. 2. pp. 725-730, 1990.

Carvalho, J. P.: On the Semantics and the Use of Fuzzy Cognitive Maps in Social Sciences. Soft Computing in the Humanities and Social Science, Vol. 214, pp. 5–19, 2010.

Checkland, P. B.: The origin and nature of hard system thinking. J. of Appl. Syst. Anal. 5(5):99–109, 1978.

Chung, S., Carlos, W. H. L. and Chi-Sun, P.: Factors Affecting Waste Disposal Facilities Siting in Southern China. J. Env. Assmt. Pol. Mgmt. 04, 241 (2002), DOI: 10,1142/S1454333202001005.

Cooke, B., Kothari, U. (eds.) Participation: the new tyranny? London: Zed Books, p. 207, 2001.

Dányádi Zs., Balázs K., Kóczy L. T.: A Comparative Study of Various Evolutionary Algorithms and Their Combinations for Optimizing Fuzzy Rule-based Inference Systems. Scientific Bulletin of „Politechnica" University of Timisoara, Romania, Transactions on Automatic Control and Computer Science, Vol. 55, No. 69, pp. 247-254, (2010).

Demirbas A.: Waste Management, Waste Resource Facilities and Waste Conversion Processes. Energy Conservation and Management 52, 1280-1287, (2011).

den Boer, E. and Lager, J.: LCA-IWM: A Decision Support Tool for Sustainability Assessment of Waste Management Systems. J. of Waste Management 27(8): 1032–1045, 2007.

Dickerson, J. A., Kosko, B.: Virtual worlds as fuzzy cognitive maps. Virtual Reality Annual International Symposium, 1993., IEEE pp 471-477, ISBN: 0-7803-1353-1.

Elekes Z., Bajmócy Z.: Regionális innovációpolitika és szakpolitikai tanulás a komplex rendszerek elméletének szemszögéből. In: Inzelt A., Bajmócy Z. (szerk.) Innovációs rendszerek. Szereplők, kapcsolatok és intézmények. JATEPress, Szeged, 244-252. o., 2013.

Elo, S., Kynga, S. H.: The qualitative content analysis process. Journal of Advanced Nursing 62(1), 107–115, 2008, doi: 10,1111/j.1365-2648.2007.04569.x.

Eranus E., Láng S., Máth A. és Rácz A.: A kérdőíves adatfelvétel újabb módszerei: telefonos, számítógéppel támogatott (CAPI, CATI) és internetes adatgyűjtés. In: Letenyei L. (szerk,): Településkutatás, Módszertani kézikönyv és szöveggyűjtemény. TeTT könyvek, Budapest, 2005.

Ertsey I.: Idősorok elemzése. Statisztika I. 13. előadás, Debreceni Egyetem.

Fiksel, J.: Sustainability and resilience: toward a systems approach. Sustainability: Science, Practice, & Policy http://ejournal,nbii,org Fall 2005 | Volume 2 | Issue 2.

Gottmann, J. M., McFall R. M., Barnett, J. T.: Design and Analysis of Research Using Time Series. Psychological Bulletin, 1959, Vol. 72. No. 4. 299-305.

Gőcze I.: A tudományelmélet és a kutatásmódszertan alapjai. Tanulmány, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Kossuth Lajos Hadtudományi Kar, Katonai Stratégiai Tanszék, Budapest, 2010.

Graymore, M. L., Sipe, N. G., Rickson, R. E.: Regional Sustainability: How Useful are Current Tools of Sustainability Assessment at the Regional Scale? Ecological Economics, Volume 67, Issue 3, 362–372, (2008)

Győr Nagytérségi Hulladékgazdálkodási Önkormányzati Társulás Projekt Megvalósító Szervezete: A Győr Nagytérségi Hulladékgazdálkodási Önkormányzati Társulás működési területén települési szilárdhulladék-gazdálkodási rendszer kialakítása. Részletes Megvalósíthatósági Tanulmány. KEOP-1.1.1/2F., 2007.

Haastrup, P., Maniezzo, V., Mattarelli, M., Mazzeo Rinaldi, F., Mendes, I., Paruccini, M.: A decision support system for urban waste management. European Journal of Operational Research 109 (1998) 330±341.

Hanafizadeh, P., Aliehyaei, R.: The Application of Fuzzy Cognitive Map in Soft System Methodology. Syst Pract Action Res (2011) 24:325–354 DOI 10,1007/s11213-011-9190-z

Hatwágner F. M.: Nagy számításidejű, folytonos változójú célfüggvények optimalizációja evolúciós számítások segítségével. PhD értekezés, Széchenyi István Egyetem, Győr, 2012.

Hatwágner F. M. és Horváth A.: Maintaining Genetic Diversity in Bacterial Evolutionary Algorithm. Annales Univ. Sci. Budapest, Sec. Comp. Vol. 37, Budapest, (2012), pp. 175-194.

Hatwágner F. M., **Buruzs A.**, Földesi P., Kóczy T. L.: Strategic Decision Support in Waste Management Systems by State Reduction in FCM Models. Lecutre Notes in Computer Science 8836: pp. 447-457., 21st International Conference, ICONIP 2014. Kuching, Malajzia, ISBN 978-3-319-12642-5; 978-3-319-12643-2.

Hatwágner F. M., **BuruzsA.**, Földesi P., Kóczy L. T.: A New State Reduction Approach for Fuzzy Cognitive Map With Case Studies for Waste Management Systems. In: Somnuk, P-A., Thien, W. A. (szerk.): Computational Intelligence in Information Systems: Proceeding of the Fourth INNS Symposia Series on Computational Intelligence in Information Systems (INNS-CIIS 2014). 362 p. Cham: Springer International Publishing Switzerland, 2015. pp. 119-127. Advances in Intelligent Systems and Computing; 331. (ISBN:978-3-319-13152-8; 978-3-319-13153-5), 2014.

Hobbs, B., Ludsin, S., Knight, R., Ryan, P., Biberhofer, J., Ciborowski, J.: Fuzzy Cognitive Mapping as a tool to define management objectives for complex ecosystem. Ecological Applications 12: 1548-1555, 2002.

Hung, M-L., Ma, H-W. and Yang W-F.: A Novel Sustainable Decision Making Model for Municipal Solid Waste Management. J. of Waste Management, 27(2): 209–219, 2007.

Isak, K., Wildenberg, M., Skov, F.: Fuzzy cognitive mapping - a tool for investigating complex issues in conservation management. in prep.

Jadoon, A., Batool, S. A. and Chaudhry, M. N.: Assessment of Factors Affecting Household Solid Waste Generation and its Composition in Gulberg Town, Lahore, Pakistan. J. of Mater Cycles Waste Management, 15(1):73–81, DOI 10,1007/s10153-013-0145-5, 2014.

Jamshidi, M. (ed.): Sytems of Systems Engineering. Principles and Applications. CRC Press, 2009 by Taylor & Francis Group, LLC.

Kacprzyk, J., Straszak, A.: Determiation of „Stable" Trajectories of Integrated Regional Development Udósing Fuzzy Decision Models. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Vol. SMC-14, No. 2. 1984.

Kalakula, S., Malakulb, P., Siemanondb, K. and Gania, R. (2014). Integration of Life Cycle Assessment Software with Tools for Economic and Sustainability Analyses and Process Simulation for Sustainable Process Design. J. of Cleaner Production, Vol. 17, pp. 98-109.

Ketipi, M. K., Koulouriotis, D. E., Karakasis, E. G., Papakostas, G. A.: A flexible nonlinear approach to represent cause–effect relationships in FCMs. Applied Soft Computing, Volume 12, Issue 12, December 2012, Pages 3757–3770.

Khan, M., S., Quaddus, M.: Group Decision Support Using Fuzzy Cognitive Maps for Causal Reasoning. Group Decision and Negotiation, September 2004, Volume 13, Issue 5, pp 453-480.

Kiss G.: NIMBY VAGY BANANA? Egy hulladékgazdálkodási beruházás társadalmi megítélése. „Átalakulási folyamatok Közép-Európában" Konferencia, Győr, 2005.

Kiss P., Szabó M., Újhelyi A., Berkics M.: Kutatásmódszertan: szociálpszichológia. Bölcsész Konzorcium, e-tananyag, 2005.

Kiss T.: Gazdaságosság és rendszerszemlélet a települési szilárdhulladék-gazdálkodásban. PhD értekezés, Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar, Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézete, 2007.

Klang A., Vikman, P. A., Brattebo, H.: Systems analysis as support for decision making towards sustainable municipal waste management – a case study. Waste Manag Res, 2005 Aug; 24(4):323-31.

Klang, A. G.: Sustainable Waste Management – methods and framework for analysis. PhD in Industrial Ecology – Dissertation, Norwegian University of Science and Technology, Faculty of Engineering Sciences and Technology, Department of Hydraulic and Environmental Engineering, 2005:15.

Klir, G. J., Yuan, B. Fuzzy Sets and Fuzzy Logic, Theory and Applications. 591 p., Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 1995.

Kmetty Z.: Kutatásmódszertan és prezentációkészítés. 4. rész: Kérdőívkészítés elméletben és gyakorlatban, Károli Gáspár Református Egyetem, TÁMOP-4.1.2.A/1-11/1-2011-0091 „Információ – Tudás – Érvényesülés", 2011.

Kontra J.: A pedagógiai kutatások módszertana. Egyetemi jegyzet, Kaposvári Egyetem, 2011.

Kosko, B.: Fuzzy Cognitive Maps. Int. J. of Man–Machine Studies, 24(1): 55–75, 1985.

Kosko, B.: Hidden patterns in combined and adaptive knowledge networks. International Journal of Approximate Reasoning, Volume 2, Issue 4, October 1988, Pages 377–393.

Krippendorff, K. H.: Content Analysis. An Introduction to Its Methodology. Third Edition © 2013, 456 pages, SAGE Publications, Inc.

Kurian, J.: Stakeholder Participation for Sustainable Waste Management. J. of Habitat Int., 30(4): 853–871, 2005.

Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium Hulladékgazdálkodási és Technológiai Főosztály: A korszerű regionális hulladéklerakók létesítése és üzemeltetése. Hulladékgazdálkodási Szakmai Füzetek 8. Készítette a Köztisztasági Egyesülés munkacsoportja Budapest, 2003. május.

Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium: A települési szilárd hulladékgazdálkodás fejlesztési stratégiája 2007–2016., Budapest, 2006.

Köztisztasági Egyesülés: A települési hulladék kezelésének jellemző költségviszonyai, a szolgáltatás gazdasági összefüggései a közszolgáltatók szemszögéből. Gárdony, 2010.

Langa, D. L., Binder, C. R., Stauffacher, M., Ziegler, C., Schleiss, K., Scholz, R. W.: Material and Money Flows as a Means for Industry Analysis of Recycling Schemes. A Case Study of Regional Bio-Waste Management. J of Resources, Conservation and Recycling, 49(05): 159-190, 2005.

Láng I.: A Brundtland-bizottság és a fenntartható fejlődés fogalmának és jelentőségének nemzetközi elismerése. in: Faragó Tibor (szerk.) (2002) Nemzetközi együttműködés a fenntartható fejlődés jegyében és a Európai Unió Fenntartható Fejlődési Stratégiája. Budapest

León M.,Rodriguez, C., Garcia, M. M., Bello, R., Vanhoof, K.: Fuzzy Cognitive Maps for Modeling Complex Systems. Advances in Artificial Intelligence, Lecture Notes in Computer Science, Volume 5437, 2010, pp. 155-174.

Lu, W., Yang, J., Liu, X.: Numerical Prediction of Time Series Based on FCMs with Information Granules. Int J Comput Commun, ISSN 1841-9835, 9(3):313-324, 2014.

Maniezzo, V., Mendes, I., Paruccini, M.: Decision support for siting problems. Decision Support Systems 23 _1998, 273–284.

Martchenko, A. S., Ermolov, I. L., Groumpos, P. P., Poduraev, J. V., Stylios, C. D.: Investigating Stability Analysis Issues for FuzzyCognitive Maps. In: Proc. of 11th IEEE Mediterranean Conference on Control and Automation, Rhodes, Greece, 2003.

McBean, E. A., del Rosso, E. and Rovers, F. A.: Improvements in Financing for Sustainability in Solid Waste Management. J. of Resources, Conservation and Recycling 43(4): 391–401, 2005.

MEANS (2000): A programok értékelésével kapcsolatos fogalmak és szakkifejezések. Az EU Strukturális Alapjai által finanszírozott programok értékelésének módszertana. MEANS füzetek 1999. VI. kötet. Váti Kht., Budapest.

Mittal, S., Zeigler, B. P., Risco Martín, J. L., Sahin, F., Jamshidi, M.: Modeling and Simulation for Systems of Systems Engineering. System of Systems – Innovations for the 21st Center, Jamshidi, M. (ed.), ISBN 0-471-XXXXX-X Copyright © 2008 Wiley[Imprint], Inc.

Morrissey, A. J. and Browne, J.: Waste Management Models and Their Application to Sustainable Waste Management. J. of Waste Management 24(3): 297-308, 2004.

Mozsgai K.: A fenntartható regionális fejlesztések lehetőségei a nemzeti fejlesztési tervek célkitűzéseinek és intézkedéseinek tükrében. Doktori értekezés. Szent István Egyetem, Gödöllő, 2011.

Murungweni, C., Van Wijk, M. T., Andersson, J. A., Smaling, E. M. A., Giller, K. E.: Application of fuzzy cognitive mapping in livelihood vulnerability analysis. Ecology and Society, 16(4): 8. 2011.

Nawa, N. E., Furuhashi, T.: Fuzzy System Parameters Discovery by Bacterial Evolutionary Algorithm, IEEE Transactions on Fuzzy Systems, Vol. 7, No. 5, pp. 608-616, (1999).

Nemes Nagy J. (1997): Régiók, regionalizmus. „Educatio" 3. sz. pp. 407-423.

Nemzeti Fenntartható Fejlődési Stratégia. (2007) A Magyar Köztársaság Kormánya

Özesmi, U., Özesmi, S. L.: Ecological Models Based on People's Knowledge: a Multi-step Fuzzy Cognitive Mapping Approach. J. of Ecological Modelling, 175(15): 3–54, 2004.

Pain, R.: Social geography: participatory research. Progress in Human Geography 28.5 (2004) pp. 552–553.

Papageorgiou, E., Kontogianni, A.: Using Fuzzy Cognitive Mapping in Environmental Decision Making and Management: A Methodological Primer and an Application. Int. Perspectives on Global Environmental Change, S. Young (ed.), ISBN: 978-953-307-815-1, InTech, doi: 10,5772/29375, 2012.

Péti M. (2006): A fenntarthatóság elvére épülő területi tervezés. Doktori (PhD.) disszertáció. Szegedi Tudományegyetem.

Phillips, P. S., Read, A. D., Green, A. E. and Bates, M. P.: UK Waste Minimisation Clubs: A Contribution to Sustainable Waste Management. J. of Resources, Conservation and Recycling 27(3): 217–247, 1999.

Pro-Ideal Plus D.3.2: Concept and methodology of Interactive Workshops. Grant Agreement number: 245544, Project title: PROmotion of an ICT Dialogue between Europe and America, Latina – extension towards Mexico, Colombia, Cuba, Costa Rica, Funding Scheme: Support Action, 2010.

Salhofer, S., Wassermann, G. and Binner, E.: Strategic Environmental Assessment as an Approach to Assess Waste Management Systems. Experiences from an Austrian Case Study. J. of Environmental Modelling & Software, 22(5): 510–518, 2007.

Sankoh, F. P., Yan, X., Conteh, M. H.: Situational Assessment of Socioeconomic Factors Affecting Solid Waste Generation and Composition in Freetown, Sierra Leone. Journal of Environmental Protection, Vol. 3, No. 7 (2012), Article ID:21109.5 pages DOI:10.4235/jep.2012.37057.

Schneller K., Podmaniczky B., Podmaniczky L.: Komplex rendszereket összemérő módszer alkalmazása a mezőgazdasági térfunkció elemzéseknél. Acta Agraria Kaposváriensis (2005) Vol 10 No 3, 259-278.

Schuyler, J. R.: Decision Analysis in Projects. Project Management Institute, Upper Darby, PA, 1995.

Shmeleva, S. E. and Powell, J. R.: Ecological–economic Modelling for Strategic Regional Waste Management Systems. J. of Ecological Economics 59(1): 115-130, 2005.

Simon, H. A.: A racionalitás mint folyamat és mint gondolkodási produktum. In: Simon, H. A. (ed.): A korlátozott racionalitás. KJK, Budapest, pp. 59-85, 1982.

Stach, W., Kurgan, L., Pedrycz, W. and Reformat, M.: Genetic Learning of Fuzzy Cognitive Maps. J. of Fuzzy Sets and Systems, 153(3): 371-401, 2005.

Stach, W., Kurgan, L., Pedrycz, W.: Expert-Based and Computational Methods for Developing Fuzzy Cognitive Maps. In Michael Glykas (ed.) Fuzzy Cognitive Maps: Advances in Theory, Methodologies, Tools and Applications, Studies in Fuzziness and Soft Computing Series Volume 247, Springer Berlin Heidelberg, 2010.

Stach,W., Kurgan, L., Pedrycz, W., Reformat, M.: Genetic Learning of Fuzzy Cognitive Maps. Fuzzy Sets and Systems, 153, 371-401., 2005.

Sterman, J. D.: System Dynamics Modeling: Tools for Learning in a Compled World. . California Management Review, Vol. 43. No. 4. Summer 2001.

Stylos, C. D., Georgopoulos, V. C. and Groumpos, P. P.: The Use of Fuzzy Cognitive Maps in Modelling Systems. In Proceedings of 5th IEEE Mediterranean Conf. on Control and Systems, Paphos, Cyprus, 1997.

Stylos, C. D. and Groumpos, P. P.: Modelling Complex Systems Using Fuzzy Cognitive Maps. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics – Part A: Systems and Humans, 34(1): 155-152, 2004.

Sundberg, J., Gipperth, P., Wene C-O.: A Systems Approach To Municipal Solid Waste Management: a Pilot Study of Goteborg. Waste Manag Res 1994 12:73.

Susniene, D., Torma A., **Buruzs A.**, F. M., Kóczy L. T.: Using Fuzzy Cognitive Map Approach to model the casual relationships in stakeholder management at companies. In: Baranyi P. (szerk.): 5th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications: CogInfoCom 2014. IEEE Hungary Section, 2014. pp. 121-124. ISBN:978-1-4799-7279-1.

Swanson, D. R.: Fish oil, Raynaud's Syndrome, and Undiscovered Public Knowledge. Perspectives in Biology and Medicine, 30, 1, 1985.

Szabó E. (2009): A környezeti mutatók képzésének alapelvei és alkalmazásának lehetőségei. Doktori (PhD) disszertáció. Budapest. Eötvös Loránd Tudományegyetem.

Szakál F. (2002) A térségfejlesztés rendszerszemléletű megközelítése. in: „Integrált regionális fejlesztési tervek, stratégiák elemzése a fenntarthatóság szempontjából". Tanulmány, Miskolc

Szántó R.: Telepítési döntések – telepítési konfliktusok. PhD értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem, Döntéselméleti Tanszék, 2008.

Takács M.: Fuzzy Kognitív Térképek, LÉTÜNK Társadalom – Tudomány – Kultúra, 2014/4. 107–117. XLIV. évfolyam, 2014. 4. szám.

Tamás P. és Bulla M. (szerk.) Sebezhetőség és adaptáció. A reziliencia esélyei. MTA Szociológiai Kutatóintézet, Budapest, 2011.

Tan, C. O., Ozesmi, U.: A generic shallow lake ecosystem model based on collective expert knowledge. Hydrobiologia, Vol. 553, pp.125–142, 2005.

Tanskanen, J-H: Strategic Planning of Municipal Solid Waste Management. J. of Resources, Conservation and Recycling 30(2): 111–133, 2000.

Thorneloe, S. A., Weitz, K., Barlaz, M. and Ham, R. K.: Tools for Determining Sustainable Waste Management Through Application of Life-Cycle Assessment:

Update on U.S. Research. In Proceedings of Seventh Int. Waste Management and Landfill Symp. V. pp. 529-535, 1999.

Tikk D. (szerk): Szövegbányászat. Typotex, 2005.

Torma A., Hatwágner F. M., **Buruzs A.**, Kóczy T. L., D. Susniene: Developing a new method to model the causal relationships in stakeholder management at companies by using Fuzzy Cognitive Map Approach. In: Kóczy T., Tormási A., Kulczycki, P., Talabă, D., Kacprzyk, J. (szerk.): Proceedings of the 6th Győr Symposium and 3rd Hungarian-Polish and 1st Hungarian-Romanian Joint Conference on Computational Intelligence. Győr, Széchenyi István Egyetem, pp. 211-215. 2014.

van de Klundert, A., Anschutz, J. Integrated Sustainable Waste Management: the Selection of Appropriate Technologies and the Design of Sustainable Systems is Not (Only) a Technological issue. CEDARE/IETC Inter-regional Workshop on Technologies for Sustainable Waste Management, 1-17 Alexandria, Egypt, 1999.

Varjú V.: A környezeti politika fejlesztéspolitikába történő integrációja – a stratégiai környezeti vizsgálat. PhD értekezés. Pécsi Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Földtudományok Doktori Iskola, Pécs, 2010.

Varga G.: Csoportdinamika, konfliktuskezelés. Egyetemi előadás, Széchenyi István Egyetem, Audi Hungaria Járműmérnöki Kar, Környezetmérnöki Tanszék, Mérnöki kommunikáció kurzus, Győr, 2015. április 15.

Wach, E., Ward, R.: Learning about Qualitative Document Analysis. IDS Practice Paper in Brief 13, 2013.

Wildenberg, M.; Bachhofer, M.; Adamescu, M.; De Blust, G.; Diaz-Delgadod, R.; Isak, K. G. Q., Skov, F., Riku, V.: Linking thoughts to flows – Fuzzy cognitive mapping as tool for integrated landscape modeling. LANDMOD2010 – Montpellier – February 3-5, 2010 www.symposcience.org.

Wilson, D. C.: Development drivers for waste management. Waste Manage Res 2007: 25: 198–207.

Wilson, E. J., McDougall, F. R., Willmore, J.: Euro-Trash: Searching Europe for a More Sustainable Approach to Waste management, Resources Conservation and Recycling 31, Volume 31, Issue 4, April 2001, Pages 327–346.

Wittek P.: A szövegbányászat gyakorlata és nehézségei. In: Mikulás G. (szerk.): Információból üzleti érték: az információbróker környezete és munkája. Budapest, Magyar Információbrókerek Egyesülete, 2005, 319 p.

Worku, Y. and Muchie, M.: An Attempt at Quantifying Factors that Affect Efficiency in the Management of Solid Waste Produced by Commercial Businesses in the City of Tshwane, South Africa. J. of Environmental and Public Health, Hindawi Publishing Corporation, Vol. 2012, Article ID 155353, 12 p,, doi:10,1155/2012/155353, Research Article, 2012.

Xirogiannis, G., Stefanou, J., Glykas, M.: A fuzzy cognitive map approach to support urban design. Expert Systems with Applications, Volume 25, Issue 2, February 2004, Pages 257–258.

Zadeh, L. A.: Fuzzy sets.Information and Control, Volume 8, Issue 3, June 1955, Pages 338–353.

Závoti J.: Matematikai statisztikai elemzések 7., Bevezetés az idősorelemzésbe, (2010), Nyugat-magyarországi Egyetem, TAMOP 4.2.5 Pályázat könyvei.

Zsibrita J., Vincze V., Farkas R.: 2013: magyarlanc: A Toolkit for Morphological and Dependency Parsing of Hungarian. In: Proceedings of RANLP 2013, pp. 763-771.

[1] Multi-ágens szimulációk, komplex rendszerek elemzése. http://iaws.aitia.ai/simulation

[2] A workshop módszer alkalmazása a hatékony feladat- és problémamegoldás-ban, a munkatársak motivációjának és elkötelezettségének. https://www.szamalk.hu/Menedzsment-es-uzleti-treningek/a-workshop-modszer-alkalmazasa-a-hatekony-feladat-es-problemamegoldas-ban-a-munkatarsak-motivaciojanak-es-elkotelezettsegenek.html

[3] Szövegbányászat http://hu.wikipedia.org/wiki/Sz%C3%B5vegb%C3%A1ny%C3%A1szat

[4] Apache Tika. Apache Software Foundation, https://tika.apache.org/

[5] Magyar stop-szava listája. http://www.tutorial.hu/hungarian-stop-words/

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

10. Ábrajegyzék

1. ábra: Az FCM-modellezés első fázisa 15
2. ábra: Az FCM-modellezés második fázisa 16
3. ábra: Az FCM szimbolikus ábrája 49
4. ábra: A pozitív él szabálya 49
5. ábra: A negatív él szabálya 50
6. ábra: Visszacsatolási hurok az FCM-gráfban 50
8. ábra: A kezdeti fuzzy kognitív térkép 88
9. ábra: A modell szimuláció a λ = 0,8; 0,9; 1; 1,1 és 1,2 értékekre 91
10. ábra: Az RHGR system-of-systems (SoS) megközelítése a fő faktorokkal és rendszerelemeikkel 99
11. ábra: A tényezők és alrendszeri elemek legfontosabb kapcsolatainak bemutatása az α=1 vágat segítségével 102
12. ábra: Az A metrika számítása 111
13. ábra: Az állapotredukciós algoritmus pszeudo-kódja, 1. rész 112
14. ábra: Az állapotredukciós algoritmus pszeudo-kódja, 2. rész 113
15. ábra: Az B metrika számítása 114
16. ábra: Az C metrika számítása 115

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

11. Táblázatjegyzék

1. táblázat: Az online adatgyűjtés legfontosabb előnyei és hátrányai (Kiss et al. 2005 nyomán saját szerkesztés)..... 53
2. táblázat: A komplex rendszerek tulajdonságainak megjelenése az RHGR-ekben (Elekes, Bajmócy 2013 nyomán saját szerkesztés)..... 38
3. táblázat: A RHGR fő tényezői és alrendszereik..... 67
4. táblázat: A kérdőívben szereplő okozati kapcsolatok erősségének fokozatai..... 70
5. táblázat: A kérdőívből származó adatok mediánjai..... 70
6. táblázat: A hat rendszer 33 alrendszeri eleme és azok azonosítói (Concept IDs, CID)..... 74
7. táblázat: A „Technológia és üzemeltetés” rendszerelem és alrendszerei..... 75
8. táblázat: A „Környezet” rendszerelem és alrendszerei..... 76
9. táblázat: A „Gazdaság” rendszerelem és alrendszerei..... 77
10. táblázat: A „Társadalom” rendszerelem és alrendszerei..... 78
11. táblázat: Az „Intézmény” rendszerelem és alrendszerei..... 79
12. táblázat: A „Jog” rendszerelem és alrendszerei..... 80
13. táblázat: A szakirodalmi adatokból előállított idősor..... 81
14. táblázat: Néhány példa a szógyakoriságra 2010-es időszak dokumentumaiban..... 86
15. táblázat: Példa a gyakorisági táblázatra: a „Környezet” tényező alrendszeri elemeinek gyakorisága..... 87
16. táblázat: A kezdeti kapcsolati mátrix..... 89
17. táblázat: Az állapotvektorok sorozata..... 90
18. táblázat: A tényezők végső állapota az egyes λ értékekre számolva..... 91
19. táblázat: A különböző λ értékekkel lefuttatott szimulációk eredményei..... 92
20. táblázat: Az optimalizáció során kapott eredmények..... 96
21. táblázat: Idősor-előrejelzés..... 97
22. táblázat: A két szimuláció normalizált értékei..... 97
23. táblázat: A szakértői workshopon létrehozott kapcsolati mátrix, 1. rész..... 100
24. táblázat: A szakértői workshopon létrehozott kapcsolati mátrix, 2. rész..... 101
25. táblázat: A tényezők hatásainak összefoglalása..... 103
26. táblázat: A „Gazdaság” faktorcsoport idősora..... 104
27. táblázat: A „Környezet” faktorcsoport idősora..... 105
28. táblázat: A „Jog” faktorcsoport idősora..... 105
29. táblázat: A „Technológia” faktorcsoport idősora..... 105
30. táblázat: Az „Intézmény” faktorcsoport idősora..... 106
31. táblázat: A „Társadalom” faktorcsoport idősora..... 106
32. táblázat: A kapcsolati mátrix által generált időlépések (λ=1)..... 108
33. táblázat: A kapcsolati mátrix által generált időlépések (λ=0,2)..... 109
34. táblázat: Néhány példa a kapcsolati mátrix ciklusaira..... 110
35. táblázat: A különböző metrikákkal előállított redukált kapcsolati mátrix tényezőinek száma..... 113
36. táblázat: A különböző **ε** és **p** értékek mellett összevont faktorszámok..... 115

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

37. táblázat: Az összevont faktorok ($\boldsymbol{\varepsilon = 0,6}$, $\mathbf{p = 0,2}$)..... 116
38. táblázat: A tényezők megjelenése a klaszterekben – az új RHGR modelljének lehetséges váza 117

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

12. Függelék

Kérdőív

Tisztelt Hölgyem / Uram!

A Széchenyi István Egyetem Multidiszciplináris Műszaki Tudományi Doktori Iskolájának doktorandusza vagyok. Kutatási témám címe: Regionális hulladékgazdálkodási rendszerek fenntarthatósági értékelése.
Kutatásom során azt vizsgálom, hogy mely tényezők, elvek befolyásolják legnagyobb mértékben a regionális hulladékgazdálkodási rendszerek fenntarthatóságát. Létezik egy módszer, amivel a tényezők kölcsönhatásának erőssége egyszerűen ábrázolható. Ezt a módszert a szakirodalom Fuzzy Cognitive Map-nek (FCM) nevezi. Ennek a módszernek a segítségével azután modellszámítások végezhetőek tetszőleges számú változat előállítására, amely alapján az egyes tényezők értékelése függetleníthető a szubjektív megítéléstől. A tényezők tehát kölcsönösen hatnak egymásra.
A vizsgálatban az FCM segítségével térképezem fel a tényezők közötti kapcsolatokat, azok egymásra gyakorolt hatását és a hatás mértékét. Az FCM tényezői kölcsönösen hatnak egymásra; ez a hatás lehet pozitív (azaz, ha *A* tényező értéke növekszik, akkor *B* tényező értéke is nő), lehet negatív (azaz, ha *A* tényező értéke növekszik, akkor *B* tényező értéke csökken) és lehet semleges. A hatás mértéke egy bizonyos intervallumon belül különböző értékeket vehet fel). Ha kitölti a következő kérdéssort, annak támogatásával meg lehet alkotni az FCM-gráfot.
Azért, hogy a témával kapcsolatban megbízható és érvényes információkat szerezzek – a kutatásomhoz rendkívül fontos az adatgyűjtés –, arra kérem, hogy a lehető legpontosabb válaszokat adva töltse ki a mellékelt kérdőívet. Kérem, hogy minden kérdésre válaszoljon.
Az Ön hozzájárulását abban kérem, hogy egy -5-től +5-ig terjedő skálán (-5: nagyon negatívan hat, 0: semleges, +5: nagyon pozitívan hat) értékelje, hogy a regionális hulladékgazdálkodási rendszerek egy adott tényezője milyen mértékben hat a többi tényezőre.
Kérem, segítse munkámat azzal, hogy 2013. január 23-ig kitölti ezt a 6 kérdésből álló kérdőívet. A kérdőív kitöltése max. 15 percet vesz igénybe.

Válaszadását előre is köszönöm!

Buruzs Adrienn
egyetemi tanársegéd
Széchenyi István Egyetem Győr
Környezetmérnöki Tanszék
buruzs@sze.hu

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

Kérem, írja be adatait!

Nem *nő/férfi*

Életkor *kategóriák szerint választani*

Település, ahova az Ön munkája kötődik:

Az intézmény/szervezet, amelyhez az Ön munkája kötődik:

- regionális hulladékgazdálkodási társulás
- regionális fejlesztési ügynökség, regionális fejlesztési tanács
- települési önkormányzat
- közszolgáltató
- szakértő, tanácsadó
- hatóság, közigazgatás
- civil szervezet
- felsőoktatás, kutatóhely
- egyéb, éspedig:…

1. Milyen mértékű hatást tulajdonít a **technikai/üzemeltetési tényező**nek (hulladékkezelés, ártalmatlanítás, alkalmazott technológia, szállítás jellemzői, stb.) a többi tényezőre*:*

- Környezeti tényező -5…+5
- Gazdasági/pénzügyi tényező -5…+5
- Társadalmi tényező -5…+5
- Jogi/politikai tényező -5…+5
- Intézményi/adminisztratív tényező -5…+5

2. Milyen mértékű hatást tulajdonít a **környezeti tényező**nek (energia- és erőforrás-megőrzés a hasznosítás során, zárt ciklusú folyamatok elősegítése, stb.,) a többi tényezőre:

- Technikai/üzemeltetési tényező -5…+5
- Gazdasági/pénzügyi tényező -5…+5
- Társadalmi tényező -5…+5
- Jogi/politikai tényező -5…+5
- Intézményi/adminisztratív tényező -5…+5

3. Milyen mértékű hatást tulajdonít a **gazdasági/pénzügyi tényező**nek („minden kedvezményezett hozzájárul” elv érvényesítése; költséghatékony üzemeltetés, stb.,) a többi tényezőre:

- Technikai/üzemeltetési tényező -5…+5
- Környezeti tényező -5…+5
- Társadalmi tényező -5…+5
- Jogi/politikai tényező -5…+5
- Intézményi/adminisztratív tényező -5…+5

4. Milyen mértékű hatást tulajdonít a **társadalmi tényező**nek (helyi igények és elvárások figyelembe vétele, közegészségügyi hatások mérséklése, munkalehetőség biztosítása, stb.) a többi tényezőre:
    - Technikai/üzemeltetési tényező -5…+5
    - Környezeti tényező -5…+5
    - Gazdasági/pénzügyi tényező -5…+5
    - Jogi/politikai tényező -5…+5
    - Intézményi/adminisztratív tényező -5…+5

5. Milyen mértékű hatást tulajdonít a **jogi/politikai tényező**nek (világos és egyértelmű szabályozás, hulladékgazdálkodási hierarchia elősegítése, környezeti érdekek érvényre juttatása, stb.) a többi tényezőre:
    - Technikai/üzemeltetési tényező -5…+5
    - Környezeti tényező -5…+5
    - Gazdasági/pénzügyi tényező -5…+5
    - Társadalmi tényező -5…+5
    - Intézményi/adminisztratív tényező -5…+5

6. Milyen mértékű hatást tulajdonít az **intézményi/adminisztratív tényező**nek (érintettek bevonása a döntéshozatalba, megfelelő szervezeti kultúra kialakítása, versenyképesség biztosítása, stb.) a többi tényezőre:
    - Technikai/üzemeltetési tényező -5…+5
    - Környezeti tényező -5…+5
    - Gazdasági/pénzügyi tényező -5…+5
    - Társadalmi tényező -5…+5
    - Jogi/politikai tényező -5…+5

A kérdőív kitöltésével számos értékes információt kapok a doktori kutatásomhoz, Segítségét köszönöm!

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

Irányelvek, jogszabályok, stratégiai dokumentumok listája

1970-es évek dokumentumai
A Tanács 75/442/EGK Irányelve (1975. július 15.) a hulladékokról
1976. évi 20. törvényerejű rendelet a hulladékkal és egyéb anyagokkal való tengerszennyezés megelőzéséről szóló egyezmény kihirdetéséről

1980-as évek dokumentumai
A Tanács Irányelve (1989. június 8.) az új településihulladék-égető művek által okozott levegőszennyezés megelőzéséről (89/369/EGK)
A Tanács 89/429/EGK Irányelve (1989. június 21.) a meglévő településihulladék-égető művek által okozott levegőszennyezés csökkentéséről
4/1984. (II. 1.) ÉVM rendelet a településtisztasági szolgáltatás ellátásáról és a települési folyékony hulladékok ártalmatlanításáról
2/1985. (II. 16.) EüM-ÉVM együttes rendelet a települési folyékony hulladék tárolásának, ártalmatlanításának és hasznosításának közegészségügyi szabályairól
1/1986. (II. 21.) ÉVM–EüM együttes rendelet a köztisztasággal és a települési szilárd hulladékkal összefüggő tevékenységekről

1990-es évek dokumentumai
Az Európa Tanács irányelve a veszélyes hulladékokról (91/689/EGK)
A Tanács 94/67/EK Irányelve (1994. december 16.) a veszélyes hulladékok égetéséről
Az Európai Parlament és a Tanács 94/62/EK Irányelve (1994. december 20.) a csomagolásról és a csomagolási hulladékról
A Tanács 1999/31/EK Irányelve (1999. április 26.) a hulladéklerakókról
1995. évi LIII. törvény a környezet védelmének általános szabályairól
1996. évi LIII. törvény a természet védelméről
93/1996. (VII. 4.) Korm. Rendelet a környezetvédelmi megbízott alkalmazásának feltételéhez kötött környezethasználatok meghatározásáról
101/1996. (VII. 12.) Korm. rendelet a veszélyes hulladékok országhatárokat átlépő szállításának ellenőrzéséről és ártalmatlanításáról szóló, Bázelben, 1989. március 22. napján aláírt Egyezmény kihirdetéséről
102/1996. (VII. 12.) Korm. rendelet a veszélyes hulladékokról
11/1991. (V. 16.) KTM rendelet a hulladékégetés technológiai kibocsátási határértékeinek és az azok alkalmazására vonatkozó szabályok megállapításáról
20/1997. (VII. 18.) KTM-NM-FM-KHVM együttes rendelet a Garé község külterületén lévő hulladéklerakó és környezete talaj- és vízszennyezettségi határértékeinek megállapításáról

2000-es évek dokumentumai
A Bizottság határozata (2000. május 3.) a hulladékjegyzéknek a hulladékokról szóló 75/442/EGK tanácsi irányelv 1. cikkének a) pontja értelmében történő meghatározásáról szóló 94/3/EK határozat, valamint a veszélyes hulladékok jegyzékének a veszélyes hulladékokról szóló 91/689/EGK tanácsi irányelv 1. cikkének (4) bekezdése értelmében történő meghatározásáról szóló 94/904/EK tanácsi határozat felváltásáról
Az Európai Parlament és a Tanács 2000/53/EK Irányelve (2000. szeptember 18.) az elhasználódott járművekről
Az Európai Parlament és a Tanács 2000/76/EK Irányelve (2000. december 4.) a hulladékok égetéséről
Az Európai Parlament és a Tanács 2002/96/EK Irányelve (2003. január 27.) az elektromos és elektronikus berendezések hulladékairól
Az Európai Parlament és a Tanács 1013/2006/EK rendelete (2006. június 14.) a hulladékszállításról
Az Európai Parlament és a Tanács 2006/66/EK Irányelve (2006. szeptember 6.) az elemekről és akkumulátorokról, valamint a hulladékelemekről és -akkumulátorokról, továbbá a 91/157/EGK irányelv hatályon kívül helyezéséről
A Bizottság 1418/2007/EK Rendelete (2007. november 29.) az 1013/2006/EK európai parlamenti és tanácsi rendelet III. vagy IIIA. mellékletében felsorolt egyes hulladékoknak a hulladékok határokat átlépő szállításának felügyeletéről szóló OECD- határozat hatálya alá nem tartozó egyes országokba történő hasznosítási célú kiviteléről
Az Európai Parlament és a Tanács 2008/1/EK Irányelve (2008. január 15.) a környezetszennyezés integrált megelőzéséről és csökkentéséről
Az Európai Parlament és a Tanács 2008/98/EK Irányelve (2008. november 19.) a hulladékokról és egyes irányelvek hatályon kívül helyezéséről
2000. évi XLIII. törvény a hulladékgazdálkodásról
2003. évi LXXXIX. törvény a környezetterhelési díjról
110/2002. (XII. 12.) OGY határozat az Országos Hulladékgazdálkodási Tervről
132/2003. (XII. 11.) OGY határozat a 2003-2008. közötti időszakra szóló Nemzeti Környezetvédelmi Programról
96/2009. (XII. 9.) OGY határozat a 2009-2014 közötti időszakra szóló Nemzeti Környezetvédelmi Programról
98/2001. (VI. 15.) Korm. rendelet a veszélyes hulladékkal kapcsolatos tevékenységek végzésének feltételeiről
213/2001. (XI. 14.) Korm. rendelet a települési hulladékkal kapcsolatos tevékenységek végzésének feltételeiről
241/2001. (XII. 10.) Korm. rendelet a jegyző hulladékgazdálkodási feladat- és hatásköréről
271/2001. (XII. 21.) Korm. rendelet a hulladékgazdálkodási bírság mértékéről, valamint kiszabásának és megállapításának módjáról
94/2002. (V. 5.) Korm. rendelet a csomagolásról és a csomagolási hulladék kezelésének részletes

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

szabályairól
126/2003. (VIII. 15.) Korm. rendelet a hulladékgazdálkodási tervek részletes tartalmi követelményeiről
164/2003. (X. 18.) Korm. rendelet a hulladékkal kapcsolatos nyilvántartási és adatszolgáltatási kötelezettségekről
270/2003. (XII. 24.) Korm. rendelet az egyes környezetterhelési díjak visszaigénylésének, a kibocsátott terhelő anyag mennyiség meghatározás módjáról, valamint a díjfizetés áthárításának szabályairól

224/2004. (VII. 22.) Korm. rendelet a hulladékkezelési közszolgáltató kiválasztásáról és a közszolgáltatási szerződésről
264/2004. (IX. 23.) Korm. rendelet az elektromos és elektronikai berendezések hulladékainak visszavételéről
267/2004. (IX. 23.) Korm. rendelet a hulladékká vált gépjárművekről
2/2005. (I. 11.) Korm. rendelet egyes tervek, illetve programok környezeti vizsgálatáról
209/2005. (X. 5.) Korm. rendelet a betétdíj alkalmazásának szabályairól
240/2005. (X. 27.) Korm. rendelet a veszélyes hulladékok országhatárokat átlépő szállításának ellenőrzéséről és ártalmatlanításáról szóló, Bázelben, 1989. március 22. napján aláírt Egyezmény módosításainak kihirdetéséről1
314/2005. (XII. 25.) Korm. rendelet a környezeti hatásvizsgálati és az egységes környezethasználati engedélyezési eljárásról
78/2007. (IV. 24.) Korm. rendelet a környezeti alapnyilvántartásról
90/2007. (IV. 26.) Korm. rendelet a környezetkárosodás megelőzésének és elhárításának rendjéről
180/2007. (VII. 3.) Korm. rendelet az országhatárt átlépő hulladékszállításról
64/2008. (III. 28.) Korm. rendelet a települési hulladékkezelési közszolgáltatási díj megállapításának részletes szakmai szabályairól
181/2008. (VII. 8.) Korm. rendelet az elemek és az akkumulátorok hulladékainak visszavételéről
312/2009. (XII. 28.) Korm. rendelet az egyes fémek begyűjtésével és értékesítésével összefüggő visszaélések visszaszorításáról szóló 2009. évi LXI. törvény végrehajtásáról1
4/2001. (II. 23.) KöM rendelet a hulladékolajok kezelésének részletes szabályairól
9/2001. KöM rendelet (módosított) A környezetvédelmi és vízügyi miniszter 13/2005. (VI. 23.) KvVM rendelete az elemek és akkumulátorok, illetve hulladékaik kezelésének részletes szabályairól szóló 9/2001. (IV. 9.) KöM rendelet módosításáról
16/2001. (VII. 18.) KöM rendelet a hulladékok jegyzékéről
3/2002. (II. 22.) KöM rendelet a hulladékok égetésének műszaki követelményeiről, működési feltételeiről és a hulladékégetés technológiai kibocsátási határértékeiről
5/2002. (X. 29.) KvVM rendelet a települési szilárd hulladék kezelésére szolgáló egyes létesítmények kialakításának és üzemeltetésének részletes műszaki szabályairól
15/2003. (XI. 7.) KvVM rendelet a területi hulladékgazdálkodási tervekről
23/2003. (XII. 29.) KvVM rendelet a biohulladék kezeléséről és a komposztálás műszaki követelményeiről
15/2004. (X. 8.) KvVM rendelet az elektromos és elektronikai berendezések hulladékai kezelésének részletes szabályairól
45/2004. (VII. 26.) BM–KvVM együttes rendelet az építési és bontási hulladék kezelésének részletes szabályairól
33/2005. (XII. 27.) KvVM rendelet a környezetvédelmi, természetvédelmi, valamint a vízügyi hatósági eljárások igazgatási szolgáltatási díjairól
20/2006. (IV. 5.) KvVM rendelet a hulladéklerakással, valamint a hulladéklerakóval kapcsolatos egyes

szabályokról és feltételekről
4/2007. (II. 21.) KvVM rendelet az egységes környezethasználati engedélyhez kötött tevékenységekkel kapcsolatos felügyeleti díj megfizetésének részletes szabályairól
21/2008. (VIII. 30.) KvVM rendelet az elemek és akkumulátorok, illetve hulladékaik kezeléséről
16/2002. (IV. 10.) EüM rendelet a települési szilárd és folyékony hulladékkal kapcsolatos közegészségügyi követelményekről
20/2005. (VI. 10.) EüM rendelet a humán gyógyszerek és csomagolásuk hulladékainak kezeléséről
Beszámoló a 2003-2008. közötti időszakra vonatkozó Országos Hulladékgazdálkodási Terv végrehajtásáról
A települési szilárdhulladék-gazdálkodás támogatási stratégiája
A települési szilárdhulladék-gazdálkodás fejlesztési stratégiája 2007–2016

2010-es évek dokumentumai
Az Európai Parlament és a Tanács 2012/19/EU Irányelve (2012. július 4.) az elektromos és elektronikus berendezések hulladékairól
2011. évi LXXXV. törvény a környezetvédelmi termékdíjról
2012. évi CLXXXV. törvény a hulladékról
2013. évi CXXV. törvény a hulladékgazdálkodási közszolgáltatási tevékenység minősítéséről
2013. évi CXXXIV. törvény egyes közszolgáltatások ellátásáról és az ezzel összefüggő törvénymódosításokról
1654/2013. (IX. 17.) Korm. határozat a Környezet és Energia Operatív Program keretében egyes hulladékgazdálkodási projektek támogatásának jóváhagyásáról
2055/2013. (XII. 31.) Korm. határozat a 2014-2020 közötti időszakra szóló Országos Hulladékgazdálkodási Tervről
343/2011. (XII. 29.) Korm. rendelet a környezetvédelmi termékdíjról szóló 2011. évi LXXXV. törvény végrehajtásáról
438/2012. (XII. 29.) Korm. rendelet a közszolgáltató hulladékgazdálkodási tevékenységéről és a hulladékgazdálkodási közszolgáltatás végzésének feltételeiről
439/2012. (XII. 29.) Korm. rendelet a hulladékgazdálkodási tevékenységek nyilvántartásba vételéről, valamint hatósági engedélyezéséről
440/2012. (XII. 29.) Korm. rendelet a hulladékkal kapcsolatos nyilvántartási és adatszolgáltatási kötelezettségekről
441/2012. (XII. 29.) Korm. rendelet a hulladékról szóló törvénnyel összefüggésben egyes kormányrendeletek módosításáról
442/2012. (XII. 29.) Korm. rendelet a csomagolásról és a csomagolási hulladékkal kapcsolatos hulladékgazdálkodási tevékenységekről
443/2012. (XII. 29.) Korm. rendelet az elektromos és elektronikus berendezésekkel kapcsolatos hulladékgazdálkodási tevékenységekről
444/2012. (XII. 29.) Korm. rendelet a hulladékká vált gépjárművekről

445/2012. (XII. 29.) Korm. rendelet az elem- és akkumulátorhulladékkal kapcsolatos hulladékgazdálkodási tevékenységekről
72/2013. (III. 8.) Korm. rendelet a települési szilárdhulladék-gazdálkodási rendszerek fejlesztését célzó KEOP keretében megvalósuló beruházásokkal összefüggő közigazgatási hatósági ügyek kiemelt jelentőségű üggyé nyilvánításáról
190/2013. (VI. 7.) Korm. rendelet a KEOP-1.1.1/B/10-11-2013-0002 azonosító számú („A fővárosi hulladékgazdálkodási rendszer környezetbarát technológiáinak bővítése, a hulladékfeldolgozás és újrahasznosítás arányának növelése" című), valamint a KEOP-1.1.1/2F/09-11-2012-0005 azonosító számú („Települési szilárdhulladék-gazdálkodási rendszerek fejlesztése a Körös-szögi Kistérségben" című) projektekkel összefüggő közigazgatási hatósági ügyek nemzetgazdasági szempontból kiemelt jelentőségű üggyé nyilvánításáról
292/2013. (VII. 26.) Korm. rendelet a nem rendszeres hulladékszállítás szabályairól és az ennek során eljáró állami szervek kijelöléséről
310/2013. (VIII. 16.) Korm. rendelet a hulladékgazdálkodási tervekre és a megelőzési programokra vonatkozó részletes szabályokról
317/2013. (VIII. 28.) Korm. rendelet a közszolgáltató kiválasztásáról és a hulladékgazdálkodási közszolgáltatási szerződésről
318/2013. (VIII. 28.) Korm. rendelet a hulladéklerakási járulék megfizetéséről és felhasználásának céljairól
443/2013. (XI. 27.) Korm. rendelet a fémkereskedelmi tevékenységről
25/2012. (XII. 29.) VM utasítás a minisztérium fejezeti kezelésű előirányzataiból nyújtott támogatások felhasználása ellenőrzésének, és a beszámolók összeállításának szabályairól
71/2013. (VIII. 15.) VM rendelet a hulladékgazdálkodási közszolgáltatási tevékenység minősítése iránti eljárásokért, valamint az igazgatási jellegű szolgáltatásért fizetendő igazgatási szolgáltatási díjakról
145/2012. (XII. 27.) VM rendelet a hulladékolajjal kapcsolatos hulladékgazdálkodási tevékenységek részletes szabályairól
72/2013. (VIII. 27.) VM rendelet a hulladékjegyzékről
4. Nemzeti Környezetvédelmi Program 2014-2019
1307/2011. (IX. 6.) Korm. határozat a Nemzeti Környezettechnológiai Innovációs Stratégiáról
Országos Hulladékgazdálkodási Terv 2014-2020
9/2001. KöM rendelet (módosított) A környezetvédelmi és vízügyi miniszter 13/2005. (VI. 23.) KvVM rendelete az elemek és akkumulátorok, illetve hulladékaik kezelésének részletes szabályairól szóló 9/2001. (IV. 9.) KöM rendelet módosításáról
16/2001. (VII. 18.) KöM rendelet a hulladékok jegyzékéről
3/2002. (II. 22.) KöM rendelet a hulladékok égetésének műszaki követelményeiről, működési feltételeiről és a hulladékégetés technológiai kibocsátási határértékeiről
5/2002. (X. 29.) KvVM rendelet a települési szilárd hulladék kezelésére szolgáló egyes létesítmények kialakításának és üzemeltetésének részletes műszaki szabályairól
15/2003. (XI. 7.) KvVM rendelet a területi hulladékgazdálkodási tervekről

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

23/2003. (XII. 29.) KvVM rendelet a biohulladék kezeléséről és a komposztálás műszaki követelményeiről
15/2004. (X. 8.) KvVM rendelet az elektromos és elektronikai berendezések hulladékai kezelésének részletes szabályairól
45/2004. (VII. 26.) BM–KvVM együttes rendelet az építési és bontási hulladék kezelésének részletes szabályairól

33/2005. (XII. 27.) KvVM rendelet a környezetvédelmi, természetvédelmi, valamint a vízügyi hatósági eljárások igazgatási szolgáltatási díjairól
20/2006. (IV. 5.) KvVM rendelet a hulladéklerakással, valamint a hulladéklerakóval kapcsolatos egyes szabályokról és feltételekről
4/2007. (II. 21.) KvVM rendelet az egységes környezethasználati engedélyhez kötött tevékenységekkel kapcsolatos felügyeleti díj megfizetésének részletes szabályairól
21/2008. (VIII. 30.) KvVM rendelet az elemek és akkumulátorok, illetve hulladékaik kezeléséről
16/2002. (IV. 10.) EüM rendelet a települési szilárd és folyékony hulladékkal kapcsolatos közegészségügyi követelményekről
20/2005. (VI. 10.) EüM rendelet a humán gyógyszerek és csomagolásuk hulladékainak kezeléséről
Beszámoló a 2003-2008. közötti időszakra vonatkozó Országos Hulladékgazdálkodási Terv végrehajtásáról
A települési szilárdhulladék-gazdálkodás támogatási stratégiája
A települési szilárdhulladék-gazdálkodás fejlesztési stratégiája 2007–2016

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

Bigram és trigram listák

Az évtizedek közötti bigram listák	
1970-1980-as évek	
az egyezmény	a regionális
szerződő feleknek	a nemzetközi
az emberi	a műszaki
hulladékok vagy	a hulladékok
a hulladék	
1980-1990-es évek	
törvényi rendeleti	égető művek
településihulladék égető	korm. rendelet
szén monoxid	kibocsátási határértékek
létesítmények megépítése	haladhatja meg
szennyező anyag	légszennyezés elleni
egészség veszélyeztetése	folyékony hulladékok
elérhető legjobb	magas költségekkel
környezetvédelmi cselekvési	említett átlagértékek
európai unió	új településihulladék
emberi egészség	üzemeltetése során
rendelkező hatóságok	okozott légszennyezés
határértékét jelenti	illetékes hatóság
kibocsátott anyagokban	szükséges intézkedéseket
1990-2000-es évek	
országhatárokat átlépő	geológiai záróréteg
irányelvnek megfelelő	képviselő testülete
hulladékszállítás felügyeletéről	központi költségvetés
biológiailag lebontható	hulladék lerakó
felszín alatti	keresztül felszívódva
maximálisan megengedhető	törvényi rendeleti
megtervezni felszerelni	környezetre gyakorolt
műszakilag elkerülhetetlen	hulladéklerakókba kerülő
célfeladat fejezeti	természetközeli állapotú
országhatárokon túlra	egységes környezethasználati
tömeg százalékára	vadon élő
fizet elv	
2000-2010-es évek	
üzemeltetői stratégia	környezetgazdasági főosztály
felszín alatti	házhoz menő
módszerfejlesztési intézményfejlesztési	

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

Az évtizedek közötti trigram listák	
1970-1980-as évek	
hulladékok vagy egyéb	cikk az egyezmény
1980-1990-es évek	
törvényi rendeleti és	emberi egészség veszélyeztetése
hatáskörrel rendelkező hatóságok	folyamatosan kell mérni
aránytalanul magas költségekkel	égetőmű névleges teljesítménye
kevesebb, mint tonna	új településihulladék égető
okozott légszennyezés elleni	által okozott légszennyezés
településihulladék égető művek	új égetőművekre vonatkozó
ennek az irányelvnek	településihulladék égető műveket
létesítmények által okozott	településihulladék égető művekre
1990-2000-es évek	
bőrön keresztül felszívódva	belélegezve vagy lenyelve
felügyeletéről és ellenőrzéséről	hulladékszállítás felügyeletéről és
kifelé történő hulladékszállítás	engedélyhez csatolt feltételekben
ellenőrzéssel történő szabályozási	megtervezni felszerelni és
kibocsátásokkal szemben mivel	mennyiségben vagy koncentrációban
felszerelni és üzemeltetni	hulladéklerakókba kerülő biológiailag
településihulladék égető művek	megelőzési illetve helyreállítási
irányelvre vagy azokhoz	
2000-2010-es évek	
módszerfejlesztési intézményfejlesztési ismeretterjesztő	nehézfémkoncentráció szintekkel
hullámpapír vagy hullámkartonpapír	feltételéhez kötött környezethasználatok
szemléletváltás tudatformálás begyűjtő	keverékből készített tüzelőanyag
hasznosítandó vagy újrahasználható	régióba beszállított t

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

Példák a szövegbányászat eredményére a szógyakoriság alapján a 2000-es évekre vonatkozóan

„Gazdaság" faktorcsoport gyakorisági tábla 1.

Lakosság összetétele + jövedelmi viszonyai			Díjak alakulása			Értékcsökkenési, fejlesztési forrás képzése		
birtokos	103	0,019	ár	82	0,015	diszkontált	13	0,002
életminőség	15	0,003	befizetés	10	0,002	összköltség	17	0,003
életvitel	11	0,002	betétdíj	45	0,008	ráfordítás	58	0,011
fogyasztás	122	0,022	betétdíjas	85	0,016	tartalék	17	0,003
fogyasztó	106	0,019	díj	361	0,066	többletköltség	17	0,003
házi	78	0,014	díjak	42	0,008	vagyon	11	0,002
háztartás	93	0,017	díjfizetés	14	0,003			
háztartási	162	0,030	díjfizetési	30	0,005			
hulladékképződés	25	0,005	díjhátralék	28	0,005			
hulladéktermelő	31	0,006	díjkedvezmény	29	0,005			
jólét	10	0,002	díjtétel	42	0,008			
jövedelem	11	0,002	egységdíj	11	0,002			
keletkezik	111	0,020	euro	10	0,002			
keletkező	755	0,138	fizetés	13	0,002			
kommunális	159	0,029	fizetési	21	0,004			
lakos	81	0,015	termékdíj	83	0,015			
lakosság	397	0,072	termékdíjas	20	0,004			
lakosszám	11	0,002						
társadalom	100	0,018						
termelő	353	0,064						
tulajdonos	81	0,015						
	2815	**0,514**		**926**	**0,170**		**133**	**0,024**

„Gazdaság" faktorcsoport gyakorisági tábla 2.

Üzemeltetői gazdasági érdekek			Finanszírozás (önrész + támogatás)			Ipari struktúra		
biztosítás	2	0,031	ösztönözni	1	0,015	ipari	2	0,031
letét	10	0,155	támogatás	1	0,015	termelési	1	0,015
üzemeltetés	3	0,046				gyártás	1	0,015
gazdálkodási	1	0,015				gyártó	1	0,015
felelősség	5	0,077				csomagolóanyag	1	0,015
fenntartási	1	0,015				termelő	3	0,046
mutató	1	0,015				termék	11	0,170

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

gazdálkodás	2	0,031					
gazdasági	3	0,046					
	28	**0,431**	**2**	**0,030**	**20**	**0,307**	

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

„Környezet” faktorcsoport gyakorisági tábla 1.								
Környezeti elemekre hatás			**Hasznosítás**			**Földrajzi tényező**		
emisszió	18	0,003	energetikai	164	0,030	földrajzi	42	0,008
földhasználat	24	0,004	energetikailag	12	0,002	földterület	13	0,002
földhasználati	10	0,002	energiagazdálkodás	10	0,002	hatásterület	33	0,006
ivóvízbázis	16	0,003	energiahasznosítás	11	0,002			
károkozás	10	0,002	energiahasznosító	10	0,002			
káros	95	0,017	energiatartalom	12	0,002			
károsít	10	0,002	energiatermelés	32	0,006			
kibocsátás	313	0,057	fűtőanyag	17	0,003			
kibocsátó	79	0,014	fűtőérték	13	0,002			
környezetszennyezés	66	0,012	hasznosít	130	0,024			
környezetszennyező	10	0,002	hasznosítandó	32	0,006			
környezetügy	17	0,003	hasznosítás	1745	0,318			
környezetügyi	10	0,002	hasznosítási	577	0,105			
környezetvédelem	114	0,021	hasznosítható	139	0,025			
környezetvédelmi	1537	0,281	hasznosíthatóság	14	0,003			
környezetvédelmileg	39	0,007	hasznosító	217	0,040			
környezetveszélyeztetés	21	0,004	hasznosított	74	0,014			
légkör	12	0,002	hasznosuló	14	0,003			
légszennyezés	22	0,004	hőenergia	10	0,002			
légszennyező	57	0,010	hőhasznosítás	11	0,002			
levegőszennyezés	11	0,002	hulladékhasznosítás	41	0,007			
levegőtisztaság	12	0,002	hulladékhasznosítási	19	0,003			
ózonkárosító	13	0,002	hulladékhasznosító	33	0,006			
por	110	0,020	kinyerés	13	0,002			
szénhidrogén	70	0,013	másodlagos	88	0,016			
szennyezés	161	0,029	másodnyersanyag	26	0,005			
szennyezett	205	0,037	termikus	114	0,021			
szennyezettség	26	0,005	tüzelőanyag	59	0,011			
szennyezettségi	12	0,002	újrafeldolgozás	114	0,021			
szennyező	130	0,024	újrafeldolgozási	54	0,010			
szennyezőanyag	43	0,008	újrafelhasználás	26	0,005			
szennyeződés	21	0,004	újrahasználat	124	0,023			
szervesanyag	89	0,016	újrahasználati	27	0,005			
táj	89	0,016	újrahasználható	26	0,005			
tájérték	21	0,004	újrahasznosítás	43	0,008			
tájvédelem	24	0,004	újrahasznosítási	12	0,002			
tájvédelmi	59	0,011	újratölthető	13	0,002			

talaj	215	0,039	visszaforgatás	21	0,004			
talajvédelmi	27	0,005	visszagyűjtés	18	0,003			
talajvíz	34	0,006	visszanyerés	84	0,015			
talajvízszint	10	0,002	visszaváltás	24	0,004			
terhelés	65	0,012						
védett	471	0,086						
veszélyes	2748	0,502						
veszélyesség	86	0,016						
vízminőség	19	0,003						
vízminőségi	13	0,002						
vízvédelmi	10	0,002						
zaj	45	0,008						
zajteherelés	22	0,004						
környezetkárosítás	13	0,002						
környezetkárosodás	44	0,008						
	7398	**1,348**		**4228**	**0,771**	**88**	**0,016**	

„Környezet" faktorcsoport gyakorisági tábla 2.

Erőforrás-használat			**Élővilág (társadalmi elfogadottság)**			**Környezeti visszacsatolás**		
ásványinyersanyag	10	0,002	biodiverzitás	35	0,006	éghajlatváltozás	63	0,011
energia	159	0,029	bioszféra	20	0,004	hatás	649	0,118
energiafelhasználás	22	0,004	életközösség	17	0,003	hatásfolyamat	17	0,003
energiaforrás	29	0,005	élőhely	113	0,021			
energiahatékonyság	21	0,004	élőhelytípus	12	0,002	hatásviselő	23	0,004
energiahatékonysági	10	0,002	élőhelyvédelmi	15	0,003	hatótényező	15	0,003
energiahordozó	33	0,006	élővilág	36	0,007	klímaváltozás	22	0,004
energiaigény	11	0,002	érzékenység	11	0,002	kölcsönhatás	14	0,003
energiatakarékos	16	0,003	flóra	10	0,002	környezet	889	0,162
energiatakarékosság	11	0,002	natura	138	0,025	környezetállapot	17	0,003
erőforrás	90	0,016	ökológiai	191	0,035	környezeti	1219	0,222
forrás	536	0,098	ökoszisztéma	18	0,003	üvegházhatású	31	0,006
helyettesítés	11	0,002	ökoszisztémák	15	0,003	környezetminőség	17	0,003
megőrzés	104	0,019	sérülékeny	10	0,002			
megújuló	70	0,013	sokféleség	102	0,019			
nyersanyag	56	0,010	természet	121	0,022			
			természeti	685	0,125			
			természetközeli	37	0,007			
			természetvédelem	119	0,022			

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

			természetvédelmi	553	0,101		
			veszélyeztetés	43	0,008		
			veszélyeztetett	67	0,012		
1189	**0,217**			**2368**	**0,434**	**2976**	**0,542**

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

„Jog” faktorcsoport gyakorisági tábla 1.					
Ellenőrzés + szankcionálás			**Belső és külső jogszabályi koherencia (hazai jogszabályok)**		
alapbírság	18	0,003	állami	190	0,035
bírósági	10	0,002	határozat	428	0,078
bírság	81	0,015	kormányrendelet	53	0,010
ellenőrzés	317	0,058	nemzeti	544	0,099
ellenőrzési	40	0,007	országhatár	81	0,015
ellenőrzött	14	0,003	rendelet	2481	0,453
illegális	144	0,026	rendeleti	18	0,003
intézkedés	731	0,133	szabály	407	0,074
megtilt	18	0,003	szabályozás	308	0,056
monitoring	83	0,015	szabályozási	97	0,018
monitoringrendszer	18	0,003	szabályozó	74	0,014
monitorozás	79	0,014	szabályozórendszer	16	0,003
monitorozó	23	0,004	szabályozott	36	0,007
tilos	31	0,006	törvény	587	0,107
tilt	14	0,003			
túllépés	13	0,002			
határérték	330	0,060			
határkoncentráció	20	0,004			
jogkövetkezmény	15	0,003			
jegyzőkönyv	33	0,006			
	2032	**0,370**		**5320**	**0,972**

„Jog” faktorcsoport gyakorisági tábla 2.					
Általános hulladékgazdálkodási szabályozás az EU-ban			**Szakpolitikai stratégia + a végrehajtás tervszerűsége**		
bázeli	158	0,029	akcióprogram	174	0,032
elővigyázatosság	12	0,002	akcióterv	23	0,004
hulladék	11941	2,179	célelőirányzat	12	0,002
csoportosítás	11	0,002	cselekvési	348	0,064
csökkentés	452	0,082	keop	48	0,009
egyezmény	347	0,063	koncepció	49	0,009
előírás	325	0,059	nkp	159	0,029
európa	47	0,009	stratégia	303	0,055
európai	636	0,116	stratégiai	75	0,014
fogalommeghatározás	17	0,003	strukturális	17	0,003

főcsoport	29	0,005	szakpolitika	15	0,003
hatályos	127	0,023	továbbfejlesztés	47	0,009
hgt	134	0,024	vidékfejlesztési	23	0,004
hulladékhierarchia	10	0,002	településfejlesztés	17	0,003
hulladékjegyzék	31	0,006	településfejlesztési	14	0,003
hulladékmegelőzés	10	0,002	környezetpolitika	48	0,009
hulladékmegelőzési	18	0,003	környezetpolitikai	23	0,004
igénybevételi	19	0,003	területfejlesztési	54	0,010
irányelv	1152	0,210			
jog	124	0,023			
jogalkotási	13	0,002			
joganyag	16	0,003			
jogellenes	26	0,005			
jogérvényesítés	14	0,003			
jogharmonizáció	17	0,003			
jogharmonizációs	18	0,003			
jogi	219	0,040			
jogkör	18	0,003			
megelőzés	207	0,038			
jogrend	18	0,003			
jogszabály	1021	0,186			
jogszabályi	93	0,017			
jogszabálytár	16	0,003			
keretirányelv	40	0,007			
kihirdet	10	0,002			
köteles	339	0,062			
kötelezettség	703	0,128			
követelmény	553	0,101			
közösségi	352	0,064			
nemzetközi	371	0,068			
rendelkezés	808	0,147			
rendelkező	158	0,029			
tagállam	529	0,097			
unió	172	0,031			
uniós	69	0,013			
végrehajtási	72	0,013			
	21472	**3,916**		**1449**	**0,266**

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

„Technológia” faktorcsoport gyakorisági tábla 1.								
Műszaki-tervezői tudásszint			**Technológiai rendszer + annak koherenciája**			**Helyi földrajzi + infrastrukturális adottságok**		
kutatás	157	0,029	állomás	54	0,010	elhelyezkedés	15	0,003
kutatási	81	0,015	átrakóállomás	48	0,009	ellátottság	14	0,003
megtervez	16	0,003	biohulladék	198	0,036	globális	53	0,010
szakértő	27	0,005	biomassza	176	0,032	gyűjtőhálózat	15	0,003
szakértői	33	0,006	együttégetés	104	0,019	hálózat	305	0,056
szakmai	214	0,039	együttégetési	10	0,002	infrastrukturális	19	0,003
szakosodott	14	0,003	együttégető	101	0,018	ingatlan	110	0,020
szakterület	20	0,004	elégetés	25	0,005	ingatlanok	14	0,003
szakterületi	22	0,004				kezelőhálózat	13	0,002
szakvélemény	14	0,003	elkülönített	251	0,046	kistérség	16	0,003
tanulmány	23	0,004	előkészítés	106	0,019	kistérségi	24	0,004
tervezés	232	0,042	előkezelés	90	0,016	komplex	125	0,023
tervezési	170	0,031	előkezelési	18	0,003	közterület	47	0,009
tervező	15	0,003	előkezelő	43	0,008	logisztikai	13	0,002
tervkészítés	12	0,002	folyamat	400	0,073	önellátás	10	0,002
tudás	14	0,003	gyűjtősziget	59	0,011	régió	495	0,090
tudomány	12	0,002	kapacitásnövekedés	12	0,002	régióban	385	0,070
tudományos	68	0,012	megvalósítás	460	0,084	regionális	285	0,052
			megvalósíthatóság	16	0,003	régiós	21	0,004
			nagyprojekt	15	0,003	társulás	128	0,023
			összkapacitásuk	10	0,002	távolság	54	0,010
			próbaüzem	12	0,002	település	460	0,084
			program	1246	0,227	települési	1646	0,300
			projekt	337	0,062	településrendezési	35	0,006
			rendszeres	152	0,028	településszerkezet	12	0,002
			sziget	53	0,010	térbeli	10	0,002
			technikai	83	0,015	térség	173	0,032
			technológia	399	0,073	térségi	80	0,015
			technológiai	99	0,018	védőövezet	102	0,019
			területi	468	0,085	zöldfelület	29	0,005
			területrendezési	28	0,005	zöldfelületi	12	0,002
			udvar	111	0,020	zöldterület	24	0,004
			utógondozási	21	0,004			
			üzemzavar	19	0,003			
	1144	**0,210**		**5224**	**0,953**		**4744**	**0,866**

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

„Technológia” faktorcsoport gyakorisági tábla 2.					
EU-s műszaki elvárások + hazai szakmapolitika			**Tervezett technológia korszerűsége (equipment)**		
anyagmérleg	17	0,003	aerob	13	0,002
ártalmatlanítható	18	0,003	ártalmatlanít	71	0,013
ártalmatlanított	27	0,005	ártalmatlanítás	789	0,144
átmeneti	103	0,019	ártalmatlanítási	135	0,025
átvételi	87	0,016	ártalmatlanító	146	0,027
begyűjtendő	13	0,002	begyűjtése	19	0,003
begyűjthető	12	0,002	begyűjtésére	15	0,003
biogáz	48	0,009	begyűjtés	325	0,059
éghető	25	0,005	begyűjtési	229	0,042
elemzés	124	0,023	begyűjtő	246	0,045
életciklus	38	0,007	begyűjtőhely	13	0,002
előrejelzés	10	0,002	begyűjtött	126	0,023
emas	23	0,004	biztonságos	72	0,013
értékelés	142	0,026	csurgalékvíz	53	0,010
fejlesztés	783	0,143	égetés	353	0,064
fejlődés	92	0,017	égetési	63	0,011
felhagy	50	0,009	égető	187	0,034
felhagyás	33	0,006	égetőberendezés	12	0,002
fenntartható	196	0,036	égetőművek	32	0,006
fenntarthatóság	39	0,007	elhárítás	35	0,006
fenntarthatósági	23	0,004	elhelyezés	169	0,031
halmazállapotú	18	0,003	előkezelt	10	0,002
hatásvizsgálat	29	0,005	eszközpark	12	0,002
hatásvizsgálati	45	0,008	eszközrendszer	16	0,003
hatékonyság	128	0,023	gépjárművek	20	0,004
helyzetelemzés	12	0,002	gyűjtést	10	0,002
helyzetértékelés	21	0,004	gyűjtés	327	0,060
hulladékáram	244	0,045	gyűjtési	114	0,021
hulladékelem	34	0,006	gyűjthető	10	0,002
hulladékfajta	47	0,009	gyűjtőedény	23	0,004
hulladékfrakció	13	0,002	gyűjtőhely	66	0,012
hulladékgazdálkodás	387	0,071	hulladékártalmatlanító	16	0,003
hulladékgazdálkodási	852	0,155	hulladékégetés	29	0,005
hulladékkategória	18	0,003	hulladékégetési	19	0,003
hulladékkeletkezés	31	0,006	hulladékégető	113	0,021
hulladékkeverék	10	0,002	hulladékgyűjtés	16	0,003
hulladékmennyiség	95	0,017	hulladékgyűjtés	80	0,015

hulladékmérleg	60	0,011	hulladékgyűjtési	28	0,005
hulladékszegény	43	0,008	hulladékgyűjtő	136	0,025
hulladéktest	25	0,005	hulladékkezelés	49	0,009
hulladéktípus	34	0,006	hulladékkezelés	156	0,028
indikátor	20	0,004	hulladékkezelési	258	0,047
inert	190	0,035	hulladékkezelő	197	0,036
innováció	26	0,005	hulladéklerakás	41	0,007
integrált	78	0,014	hulladéklerakó	588	0,107
irányítási	13	0,002	hulladékszállítás	61	0,011
ispa	94	0,017	hulladékszállítmány	31	0,006
kárelhárítás	43	0,008	hulladékudvar	101	0,018
kárelhárítási	29	0,005	hulladékválogató	14	0,003
kármentesítés	52	0,009	kezel	176	0,032
képződés	56	0,010	kezelés	1662	0,303
képződő	152	0,028	kezelő	367	0,067
kódszámú	10	0,002	kezelőlétesítmény	12	0,002
komposzt	55	0,010	kezelőrendszer	12	0,002
koncentráció	114	0,021	kezelőtelep	11	0,002
környezetbarát	74	0,014	kezelőtelepek	27	0,005
környezetbiztonság	43	0,008	komposztál	18	0,003
környezetbiztonsági	14	0,003	komposztálás	273	0,050
környezetgazdálkodási	10	0,002	komposztálási	36	0,007
környezetgazdasági	11	0,002	komposztáló	201	0,037
környezethasználat	10	0,002	komposztált	20	0,004
környezethasználati	98	0,018	konténer	35	0,006
környezethasználó	84	0,015	korszerűsítés	42	0,008
környezetirányítási	14	0,003	korszerűsítés	121	0,022
környezetkímélő	25	0,005	korszerűtlen	20	0,004
környezetterhelési	30	0,005	lerakandó	13	0,002
közüzemi	15	0,003	lerakás	461	0,084
küszöbérték	31	0,006	lerakási	80	0,015
megelőzési	29	0,005	lerakható	34	0,006
megelőző	166	0,030	lerakó	586	0,107
minimalizálás	38	0,007	lerakóhely	25	0,005
módszertan	10	0,002	lerakótelepek	13	0,002
mutató	151	0,028	létesítmény	607	0,111
olajhulladék	16	0,003	létesítmények	401	0,073
összetétel	171	0,031	lezárás	48	0,009
papírhulladék	53	0,010	maradékanyag	40	0,007

pet	10	0,002	mbh	106	0,019
prognózis	11	0,002	mechanikai	74	0,014
szabályzat	33	0,006	műszaki	65	0,012
szabvány	103	0,019	műszaki	391	0,071
szelektív	475	0,087	összegyűjtés	30	0,005
szilárdhulladék	38	0,007	rekultiváció	45	0,008
telepítés	74	0,014	rekultivációját	10	0,002
településihulladék	11	0,002	rekultivációs	27	0,005
eljárás	906	0,165	rekultiválandó	16	0,003
hatástanulmány	27	0,005	rekultiválás	116	0,021
minősít	10	0,002	rekultivált	13	0,002
minősítés	60	0,011	stabilizál	19	0,003
minősített	16	0,003	stabilizálás	22	0,004
mintavétel	37	0,007	szállít	76	0,014
			szállítás	526	0,096
			szállítási	91	0,017
			szállítható	14	0,003
			szállítmány	101	0,018
			szállító	75	0,014
			szállítóeszköz	10	0,002
			szigetelés	20	0,004
			szigetelő	30	0,005
			szigetelőanyag	15	0,003
			szigetelőréteg	21	0,004
			szigetelt	12	0,002
			takarás	10	0,002
			tároló	116	0,021
			tárolóhely	14	0,003
			tárolókapacitás	10	0,002
			tárolótelep	19	0,003
			tartály	75	0,014
			telep	230	0,042
			telephely	320	0,058
			tüzelőberendezés	14	0,003
			ürítőhely	14	0,003
			üzemeltetés	127	0,023
			üzemeltetett	13	0,002
			üzemeltethető	13	0,002
			üzemeltető	210	0,038

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

			üzemmód	17	0,003
			válogatás	40	0,007
			válogató	34	0,006
			válogatómű	30	0,005
			válogatóművek	33	0,006
	7885	**1,443**		**14249**	**2,598**

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

„Intézmény” faktorcsoport gyakorisági tábla 1.								
Nyilvánosság, átláthatóság (adatkezelés is)			**Párhuzamos hatáskörök megszüntetése**			**Gyors és rugalmas ügyintézés**		
adat	732	0,134	felügyeleti	18	0,003			
adatgyűjtés	21	0,004	hatáskör	87	0,016	engedély	696	0,127
adatszolgáltatás	178	0,032	hatósági	275	0,050	engedélyes	17	0,003
adatszolgáltatási	75	0,014	hivatalos	87	0,016	engedélyezés	105	0,019
adatszolgáltató	10	0,002	igazgatási	53	0,010	engedélyezése	18	0,003
alapnyilvántartás	18	0,003	illetékes	527	0,096	engedélyezési	176	0,032
bejelentés	201	0,037	intézményi	70	0,013	engedélyezett	92	0,017
bejelentőlap	68	0,012	intézményrendszer	45	0,008	engedélyező	72	0,013
bizonylat	20	0,004	közigazgatási	102	0,019	engedélykérelem	14	0,003
információ	355	0,065	miniszteri	44	0,008	engedélyköteles	50	0,009
kísérőjegy	34	0,006	önkormányzati	178	0,032	iktat	96	0,018
nyilvántartás	346	0,063	parlamenti	108	0,020	kérelem	204	0,037
nyilvántartási	113	0,021	szakhatósági	55	0,010	meghatalmazás	10	0,002
nyitvatartási	13	0,002	szakigazgatási	36	0,007	mintavételi	24	0,004
nyomtatvány	37	0,007				útmutató	33	0,006
tájékoztat	77	0,014				ügyfél	80	0,015
tájékoztatás	163	0,030				dokumentáció	96	0,018
tájékoztatási	40	0,007				dokumentum	63	0,011
tájékoztató	110	0,020				dokumentumok	18	0,003
						döntéshozatal	28	0,005
						felülvizsgál	14	0,003
						felülvizsgálat	173	0,032
	2611	**0,477**		**1685**	**0,308**		**2079**	**0,380**

„Intézmény” faktorcsoport gyakorisági tábla 2.					
Együttműködés az intézmények között			**Szakmai színvonal emelése**		
állam	76	0,014	intézményfejlesztés	26	0,005
együttműködés	80	0,015	intézményfejlesztési	26	0,005
felügyelet	39	0,007	ügyintéző	28	0,005
felügyelőség	418	0,076			
főfelügyelőség	129	0,024			
földhivatal	19	0,003			
hatóság	1154	0,211			
hivatal	81	0,015			
igazgatóság	178	0,032			

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

intézet	42	0,008		
intézmény	184	0,034		
jegyző	60	0,011		
kdtkvf	10	0,002		
kommunikáció	18	0,003		
konzorcium	57	0,010		
konzultáció	55	0,010		
koordináció	16	0,003		
koordináló	144	0,026		
kormány	92	0,017		
kormányhivatal	36	0,007		
kormányzat	108	0,020		
köm	125	0,023		
kvvm	374	0,068		
miniszter	114	0,021		
minisztérium	268	0,049		
oht	92	0,017		
országgyűlés	25	0,005		
önkormányzat	727	0,133		
szakhatóság	86	0,016		
szervezet	734	0,134		
szövetség	50	0,009		
unesco	10	0,002		
ügynökség	14	0,003		
	5615	**1,028**	**80**	**0,015**

DOI: 10.15477/SZE.MMTDI.2015.009

„Társadalom" faktorcsoport gyakorisági tábla 1.

Lakossági vélemény			Egészségügy			Politikai, hatalmi tényezők		
állampolgár	18	0,003	ártalmas	13	0,002	politika	78	0,014
civil	96	0,018	ártalom	17	0,003			
közmeghallgatás	23	0,004	betegség	25	0,005			
lakossági	177	0,032	egészség	154	0,028			
nyilvánosság	128	0,023	egészséges	38	0,007			
társadalmi	247	0,045	egészségi	41	0,007			
			egészségkárosító	19	0,003			
			egészségkárosodás	13	0,002			
			egészségügy	12	0,002			
			egészségügyi	404	0,074			
			fertőzés	13	0,002			
			fertőzött	17	0,003			
			közegészségügyi	56	0,010			
			mérgező	17	0,003			
			népegészségügyi	62	0,011			
	689	**0,125**		**901**	**0,162**		**78**	**0,014**

„Társadalom" faktorcsoport gyakorisági tábla 2.

Oktatás			Kultúra		
egyetem	19	0,003	szemlélet	43	0,008
felvilágosító	14	0,003	szemléletformálás	89	0,016
gondolkodás	11	0,002	szemléletformálási	12	0,002
iskola	42	0,008	szemléletformáló	37	0,007
iskolai	19	0,003	tudatos	22	0,004
ismeretterjesztés	33	0,006	tudatosság	13	0,002
ismeretterjesztő	25	0,005	viselkedés	15	0,003
képez	71	0,013			
képzési	14	0,003			
konferencia	24	0,004			
környezettudatos	88	0,016			
környezettudatosság	55	0,010			
nevelés	74	0,014			
nevelési	34	0,006			
oktatás	113	0,021			
oktatási	102	0,019			

oktató	13	0,002		
tanulás	10	0,002		
továbbképzés	24	0,004		
tudatformálás	43	0,008		
	828	**0,152**	**231**	**0,042**

„Társadalom” faktorcsoport gyakorisági tábla 3.

Szociális környezet			**Foglalkoztatás**		
életmód	37	0,007	foglalkoztatás	12	0,002
lakás	36	0,007	létszámfejlesztés	19	0,003
lakókörnyezet	14	0,003			
lakóterület	11	0,002			
szociális	32	0,006			
	130	**0,025**		**31**	**0,005**