



SZENT ISTVÁN EGYETEM
GAZDÁLKODÁS- ÉS SZERVEZÉSTUDOMÁNYI DOKTORI ISKOLA

Fenntarthatósági kritériumok értelmezése játékelméleti modellek
alkalmazásával

PhD Doktori értekezés tézisei

Dr. Fogarassy Csaba

Gödöllő, 2014

SZENT ISTVÁN EGYETEM
Egyetemi Doktori és Habilitációs Tanács

A doktori iskola

megnevezése:

Gazdálkodás és Szervezéstudományi Doktori Iskola

tudományága:

gazdálkodás- és szervezéstudományok

vezetője:

Prof. Dr. Szűcs István

egyetemi tanár, MTA doktora (DSc.)

Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar

Közgazdaságtudományi, Jogi és Módszertani Intézet

Témavezetők:

Prof. Dr. Szűcs István

egyetemi tanár, MTA doktora (DSc.)

Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar

Közgazdaságtudományi, Jogi és Módszertani Intézet

Prof. Dr. Molnár Sándor

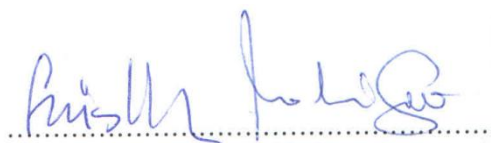
egyetemi tanár, intézetigazgató, matematika tudományok (CSc.)

Gépészmérnöki Kar

Matematikai és Informatikai Intézet



Az iskolavezető jóváhagyása



A témavezetők jóváhagyása

TARTALOMJEGYZÉK

1. A MUNKA ELŐZMÉNYEI, A KITŰZÖTT CÉL.....	5
2. ANYAG ÉS MÓDSZER	7
2.1. ANYAG.....	7
2.2. MÓDSZER.....	7
2.2.1. SWOT elemzés.....	7
2.2.2. Teoretikus folyamatértékelés.....	8
2.2.3. Adatgyűjtés több dimenziós „low-carbon” fejlesztési folyamatokra, tartalom-elemzéssel.....	8
2.2.4. Játékelméleti algoritmusok tolerancia és alkalmazhatósági vizsgálata	8
2.2.5. Kritériumok és kockatulajdonságok meghatározása Churchman – Ackhoff féle eljárással.....	9
2.2.6. Hasznossági függvények alkalmazhatósági vizsgálata a több dimenziós értékelésben (SMART) .	9
3. EREDMÉNYEK.....	10
3.1. SWOT ELEMZÉS	10
3.2. LAYER BY LAYER KIRAKÁSI MÓDSZER ELVE ÉS FENNTARTHATÓSÁGI ÖSSZEFÜGGÉSEI	12
3.2.1. A 3x3x3-as rubik kocka layer by layer kirakásának folyamat-értékelése	13
3.3. RUBIK KOCKA ALAPÚ EGY, KETTŐ ÉS HÁROMDIMENZIÓS PROBLÉMAKEZELÉS MÓDSZERE.....	14
3.4. RUBIK KOCKÁS PROJEKTFEJLESZTÉS” FOLYAMATA JÁTÉKELMÉLETI ÉRTELMEZÉSEKKEL.....	18
3.4.1. Input oldali leképezések algoritmusai	18
3.4.2. Input és output kapcsolatok leírása játékelméleti összefüggésekkel	22
3.4.3. Output oldali leképezések algoritmusai.....	25
3.5. SMART (SIMPLE MULTI ATTRIBUTE RANKING TECHNIC) ELEMZÉS.....	27
3.6. ÚJ ÉS ÚJSZERŰ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK.....	31
3.6.1. Új tudományos megállapítások.....	31
3.6.2. Új tudományos eredmények	31
4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	33
5. TÉMÁHOZ KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓK.....	35

1. A munka előzményei, a kitűzött cél

Nagyon nehéz előre kalkulálni, hogy egy-egy beruházási programnak, fejlesztési beavatkozásnak milyen hosszú távú pozitív és negatív hatásai lesznek. Szerinte a világon súlyos gond, hogy a környezet és a gazdaság (piac) állapotát egyaránt jelentősen rontják a felelőtlenül magvalósított környezetvédelmi célú, privát és „állami” beavatkozások. Európában se szeri se száma azoknak az innovatív energetikai beruházásoknak, hulladékgyűjtési és vízkezelési programoknak, amelyek több kárt okoztak a társadalomnak, mint azt valaha elképzeltük volna. Magyarországon a környezetvédelmi jellegű közvetlen és közvetett állami támogatások évente sok ezermilliárd forintot tesznek ki, ezeknek a forrásoknak a rossz irányú felhasználása akár évtizedekre is kedvezőtlen irányba terelhet egy-egy gazdasági szektort. Ezért ezeknek a támogatásoknak a feltérképezése, a piaci mechanizmusok szempontjából is helyes irányba terelése, mielőbbi átstrukturálása hatalmas erőforrásokat szabadíthat fel a társadalom, a nemzetgazdaság számára, egyúttal hozzájárulhat a környezeti állapot, a munkaerőpiac, valamint a jóléti mutatók számottevő javításához. Annak érdekében, hogy ez említett fejlesztési stratégiák, beruházási programok valóban fenntartható gazdasági pályára állíthatók legyenek, olyan „építkezési módra” van szükség a tervezés a megvalósítás folyamatában, amely ezeket a káros folyamatokat, rossz tervezési irányokat eleve kizárja. Dolgozatomban ezekre a tervezési, vagy fejlesztés módszertani kérdésre keresek megoldásokat, melyeket egyrészt a Rubik Logika, másrészt a modern játékelméleti alkalmazásokra alapoztam.

A környezetileg/gazdaságilag káros támogatások egy jellemző formája, amikor a gazdaságpolitika nincs megfelelő információk birtokában arra vonatkozóan, hogy a fejlesztendő infrastruktúra (pl. energiatermelő rendszerek vagy regionális hulladékkezelők) milyen környezeti károkkal, negatív környezeti jelenségekkel járnak együtt. A környezetvédelmi célú fejlesztések gazdasági, piaci átláthatatlansága miatt, az „állami támogatásoktól mentes” szektorokkal összehasonlítva, ezeken a termékpályákon sokkal kedvezőtlenebb feltételek között valósulhat meg a piaci egyensúlyt célzó gazdasági fejlődés, melynek hiányában akár a túltermelés/túlkínálat, akár az alultermelés/alul kínálat sokkal jellemzőbb jelenségek.

A dolgozat fő célja, hogy a gazdasági és politikai instabilitás tudatában is fenntarthatóan tervezhető legyenek a különböző környezetvédelmi célú vagy a klímaváltozást előnyösen befolyásoló beruházások. Ennek érdekében egy olyan projektfejlesztési gyakorlat, menedzsment rendszer, illetve tudományosan is értelmezhető, matematikai összefüggéseken alapuló modell kialakítása célom, amely újszerű megközelítésével, a fent említett problémákat, országhatárok figyelembe vétele nélkül kezelni tudja.

Kutatásom fő céljának megvalósítása érdekében az alábbi részcélok megvalósítását tűztem ki, fogalmaztam meg kutatási programomban:

- A gazdasági érték és fenntarthatóság viszonyának klasszikus és új szemléletű bemutatása szakirodalmi feldolgozáson keresztül.
- Fenntarthatósági szempontok matematikai értelmezése, a fenntartható gazdasági egyensúly vagy vállalati stratégiák játékelméleti megközelítésének bemutatása, klasszikus egyensúlypontok keresésének értelmezése a nem-kooperatív játékelméleti megoldásokban.

- Játékelméleti módszerekkel történő konfliktus feloldás és kompromisszum keresés bemutatása, adaptálhatóságának vizsgálata a fenntartható kooperatív vállalati stratégiákban.
- A Rubik kocka felépítésének és kirakásának fenntarthatósági értelmezése, a fenntarthatóság és Rubik kirakási algoritmusok közötti kapcsolat vizsgálata.

A jelenlegi gazdasági környezetet terhelő piaci hibák, externális, azaz a piaci feltételrendszeren kívül elhelyezkedő, de azt jelentősen befolyásoló feltételrendszer feltérképezése létfeltétele a fenntartható környezetvédelmi beruházások megvalósításának. Társadalmi elvárás, hogy a fenntartható gazdasági struktúrákat támogató fejlesztések externális hatásainak pontos definiálásával, azok tipizálásával, az extern hatások összesítésével olyan (matematikai függvényekkel is leírható) törvényszerűségek kerüljenek megfogalmazásra, melyek a fenntarthatóság jelenleg érvényes kritériumrendszerét meg tudják fogalmazni a piaci szereplők, politikai döntéshozók számára.

A fentiek figyelembe vételével, célkitűzésem megfogalmazásánál elsősorban az alábbi Hipotézisek igazolását tartottam szem előtt:

- H1: A környezetvédelmi célú vagy a klímaváltozást előnyösen befolyásoló beruházások életképességét, fenntarthatóságát befolyásoló projekt tulajdonságok kapcsolati rendszerét modellekkel le lehet írni.
- H2: Játékelméleti módszerekkel történő fenntarthatósági egyensúlykeresés során, az összehasonlításra kerülő tényezők egymás közötti kapcsolatának függvényszerű leírását el lehet végezni.
- H3: A többváltozós próbafüggvények alkalmasak azoknak a tulajdonságcsoportoknak a kiválasztására, amelyek a projekt sikeres megvalósítását dominánsan befolyásolják.
- H4: A 3x3x3 Rubik kocka egyes kirakó algoritmusai a fenntarthatósági elvek szinkronizálhatók, a kocka oldalainak kapcsolatrendszere olyan térszemléletet és tervezési stratégiát ír le, amely új tudományos szemléletet ad a beruházás tervezés folyamatában.

Feltételezem, hogy a Rubik kocka „*Layer by layer*” kirakási módszere, azaz a sorról sorra történő kirakása alkalmas a fenntarthatósági kritériumok modellezésére, vagyis egy-egy projektfejlesztési folyamat (pl. megújuló energetikai beruházások) során ezzel a módszerrel a fenntarthatósági kritériumok alapvetően betarthatók.

A Rubik kocka kirakási algoritmusokra vonatkozó hipotézis értelmében, az egymás mellett elforgatott kockák, azaz az egymásra befolyást gyakorló projekt tulajdonságok fenntartható kapcsolati rendszerét matematikailag is le tudjuk írni, így azok (pl. Nash-féle) egyensúlyi pontja játékelméleti modellekkel (véges játék, zérusösszegű játékok, oligopol játékok stb.) determinánsan meghatározhatók.

2. Anyag és módszer

2.1. Anyag

Kutatási munkám során, mind az interneten elérhető mind a nyomtatott irodalmi forrásokat, ezalatt értendő a hazai, és a nemzetközi szakirodalom egyaránt, alaposan áttekintettem, rendszereztem és kritikai elemzés alá vontam. A szakirodalmi áttekintést a fenntarthatóság különböző értelmezése, a gazdasági stratégiaalkotás során alkalmazott fontosabb játékelméleti megoldások, valamint a Rubik kirakási módszerek elemzése területein végeztem. A témakör elméleti megalapozását a konkrét szakértői adatbázis felépítése követte a kocka főágens belső tulajdonságainak szoftveres elemzéséhez. A SMART (Simple Multi Attribute Ranking Technic) 3D vizsgálatokhoz felhasznált primer adatokat a Cleantech Incubation Europe (CIE) program gyakorlati vizsgálati eredményeinek szintetizálásával generáltam.

2.2. Módszer

A Rubik kocka kirakó szoftverek elemzéséhez SWOT elemzést végeztem a kutatás során, a Rubik kocka kirakási algoritmusok folyamatainak értékeléséhez pedig Teoretikus folyamatértékelést alkalmaztam. A low-carbon fejlesztési folyamatok fenntarthatósági értelmezéséhez Tartalomelemzést végeztem, melyhez az EU Low-carbon 2050 (<http://www.roadmap2050.eu/>) stratégiai útmutatót használtam fel. A tartalomelemzés lényege az volt, hogy az adatgyűjtés során az „A practical guide to a prosperous, low carbon Europe” európai társadalmi produktumot, valamint egyéb társadalmi kontrollon végigfutott szakmai dokumentációt “kérdéstem” az empirikus adatok megszerzése érdekében. A keresett játékelméleti algoritmusok esetében toleranciát, azaz a megengedhető eltéréseket vizsgáltam a kockatulajdonságok és a játékelméleti függvények paraméterezése vonatkozásában.

A low-carbon projektfejlesztési modell koncepció kritérium-rendszerének meghatározására a Churchman-Ackhoff féle eljárást alkalmaztam. Annak érdekében, hogy a projektet befolyásoló legmeghatározóbb, leghasznosabb tulajdonságok kerüljenek optimalizálásra a meghatározó tényezőcsoportok közül, a tényezők várható hasznosságát vizsgáltam meg. Az egyes tényezők hasznosságának vizsgálatához hasznosságfüggvényeket írtam fel, amelyek jól reprezentálják a tényezőcsoportok egyenrangúságát vagy sorrendjét.

2.2.1. SWOT elemzés

A megoldáskereső szoftverek SWOT elemzésének célja:

A vizsgált megoldáskereső szoftver alkalmazások esetén a SWOT elemzése a célja, hogy a szoftver funkciói megfeleltethetők-e a low-carbon projektértékelő modell input és output rendszertulajdonságainak, felhasználói elvárásainak. A rendelkezésre álló adatok alapján azt kell megvizsgálni, hogy az „About low-carbon economy” (LCE Ltd, 2011) és a Launonen (2011) „Hubconcepts - Global best practice for innovation ecosystems” szakmai leírás alapján megfogalmazott low-carbon innovációs és inkubációs célrendszert hogyan és milyen mértékben elégíti ki a választott szoftvermegoldás.

A módszer választásának oka:

A SWOT analízis módszere jó lehetőséget kínál olyan áttekintő összehasonlítás elvégzésére, amelyben nincsenek egzakt, egymással jól összehasonlítható dimenziókban megfogalmazott tulajdonságok. A SWOT elemzés önmagában értelmetlen, de ha egy komplex vizsgálati folyamat részét képezi, akkor különösképpen hatékonyá teszi a folyamatban gondolkodást.

2.2.2. Teoretikus folyamatértékelés

A 3x3x3 Rubik kocka egyes kirakó algoritmusai a fenntarthatósági elvek szinkronizálhatók, a kocka oldalainak kapcsolatrendszere olyan térszemléletet és tervezési stratégiát ír le, amely új tudományos szemléletet ad a beruházás tervezés folyamatában. A kirakási folyamatokat és az azzal párhuzamosan tervezési szinteket teoretikusan, a kocka egyes kirakási szintjei, állomásai szerint folyamatértékeltem. Az egyes szint-vizsgálatokat követően „Low-carbon interpretáció” összefoglalókat készítettem el.

A folyamatértékelés szerkezeti felépítése a következő:

- szektor vagy szint lehatárolás,
- teoretikus evaluáció,
- folyamat és eredmények evaluációja (interpretációk),
- folyamat és eredmények evaluációjának összegzése.

A kocka egyes állapotainak és kirakási szintjeinek ábrázolásához, valamint a low-carbon értelmezések magyarázatához az Online Ruwix Cube Solver programot használtam fel.

2.2.3. Adatgyűjtés több dimenziós „low-carbon” fejlesztési folyamatokra, tartalom-elemzéssel

A tartalomelemzés az empirikus kutatási technikák ún. beavatkozás-mentes típusába sorolható. A beavatkozás-mentes vizsgálatok nagy előnye, hogy a kutatást végzők a vizsgált probléma realizációjától kellő távolságra, a folyamatokba való beavatkozás lehetőségét kizárva végezheti az adatgyűjtését. Ebben az esetben nem fordulhat elő, hogy adatgyűjtési eljárásunk befolyásolja a válaszadót. A tartalomelemzés az adatgyűjtésnek olyan technikája, amellyel információgyűjtést és elemzést végzünk az arra kijelölt dokumentumokból. A tartalomelemzés olyan társadalomkutatási módszer, amely az emberi közlések tanulmányozására alkalmas (Kérdő, 2008). A kutatási részprogram keretén belül azokat az Unió társadalmi ellenőrzési mechanizmusokon, vitákon keresztül vezetett programdokumentációkat elemeztem, amelyek a low-carbon fejlesztési koncepciókat, illetve a fenntarthatóság témakörét egyaránt érintették. A tartalomelemzés lényege az volt, hogy az adatgyűjtés során az „A practical guide to a prosperous, low carbon Europe” európai társadalmi produktumot, a „Nemzeti Energiastratégia 2030”, valamint „Magyarország megújuló energia hasznosítási cselekvési terve 2010-2020”, röviden: „NCST 2010-2020” társadalmi kontrollon végigfutott szakmai dokumentumokat „kérdeztem” az empirikus adatok megszerzése érdekében.

Az elvégzett Tartalomelemzés során azt tartottam lényeges szempontnak, hogy a jelzett társadalmi produktumokban, a legtöbbször különböző célmeghatározásokat, dokumentumokat úgy „kérdeztem” empirikus adataim forrásaként, hogy az ott fellelhető ellentmondásokat elkerüljem, a közös vezérlőelvek mellé pedig a zöldenergia, vagy klímabarát beruházások preferencia szempontjait világossá tegyem.

A módszer kiválasztásának oka:

Az adatgyűjtés olyan primer formája, mikor a szakterületi dokumentációkban fellelhető ellentmondások feloldására keresünk választ, vagy az ellentmondások újraértelmezésével lépünk tovább az elemzésben.

2.2.4. Játékelméleti algoritmusok tolerancia és alkalmazhatósági vizsgálata

A tolerancia vizsgálat a műszaki életben a megadott méretektől, mennyiségtől, vagy minőségtől való megengedett legnagyobb eltérés megállapítását célozza. A játékelméleti algoritmusok esetében azt vizsgáltam, hogy melyik módszer egyezik meg tulajdonságaiban a Rubik kocka kirakási folyamat modell tulajdonságaival, azoktól milyen megengedhető mértékben tér el a

reprezentativitás megtartása mellett. A keresett játékelméleti algoritmusok esetében toleranciát, azaz a megengedhető eltéréseket vizsgáltam a kockatulajdonságok és a játékelméleti függvények paraméterezésének vonatkozásában (Ligeti, 2006). A vizsgálat során a játékelméleti algoritmusokat sorra vettem, és a modellalkotás folyamatában elemeztem az egyes forgatási algoritmusokhoz (interpretációkhoz) kapcsolható modelleket.

2.2.5. Kritériumok és kockatulajdonságok meghatározása Churchman – Ackhoff féle eljárással

A fejlesztési folyamatokat befolyásoló kritériumok súlyozása szükséges ahhoz, hogy az ismert tényezőcsoportból kiválasszuk azokat a legfontosabb tulajdonságokat, amelyek a projekt fejlesztésének, a beruházások megvalósításának meghatározó feltételeit adják. A Churchman és Ackoff által kidolgozott módszerben a szempontok számának megfelelően két alig különböző eljárás szerepel. Az első 1-7 szempontra, míg a második ennél több szempontra lett kidolgozva. A módszer az egymást követő összehasonlításokon alapszik, és kisszámú szempont, jelen esetben négy, kiválasztására is alkalmas. A módszer segítségével határoztam meg, hogy az egyes fejlesztési folyamatokban melyek legyenek azok a fő szempontok, amelyek a Rubik kocka négy vizsgálati oldalához (Narancs, Piros, Kék, Zöld) hozzárendelhetők. Vizsgálati főágenseknek (tényezőcsoportnak) neveztem el őket, melyeket aztán további alegységekre (kiskocka tulajdonságok) bontottam hasznosságuk függvényében.

2.2.6. Hasznossági függvények alkalmazhatósági vizsgálata a több dimenziós értékelésben (SMART)

Annak érdekében, hogy a legmeghatározóbb, leghasznosabb tulajdonságok kerüljenek optimalizálásra a meghatározó Rubik kockás low-carbon fejlesztést befolyásoló feltételrendszerek (tényezőcsoportok) közül, a tényezők várható hasznosságát kell megvizsgálnunk. Az egyes tényezők hasznosságának vizsgálatához hasznosságfüggvényeket írhatunk fel, amelyek jól reprezentálják a tényezőcsoportok egyenrangúságát vagy sorrendjét. A hasznossági függvény az egyes állapotok kívánatosságának kifejezésére, minden állapothoz egyetlen számot rendel. A hasznosságokat a cselekedetek következményeinek a valószínűségével kombinálva kapjuk az egyes cselekedetekhez tartozó várható hasznosságot (Russel-Norvin, 2003).

A tényezőcsoporton belüli hasznosság megadásával tudtam meghatározni, hogy mely belső tulajdonságok lesznek 1D, 2D vagy 3D –s kockatulajdonságok, azaz melyik rendelhető középkockához, élkockákhoz vagy sarokkockához.

Az egyes tényezőcsoportokhoz valamint a tényezőcsoporton belüli alegységekhez rangértékeket, vagy SMART értékeket rendeltem, melyet a háromdimenziós összehasonlítással elemeztem. A 3D ábrák alapján végzett elemzés határozta meg, hogy a kivetített tulajdonságok melyike jellemezhető nem megengedett eltéréssel. A nem megengedett eltérést mutató tulajdonságokra, illetve azok egyensúlyi korrigálására írható fel a tipizált játékelméleti modell.

3. Eredmények

3.1. SWOT elemzés

A módszertani részben már részletesen vázolt SWOT elemzés célja az, hogy világos legyen számomra, hogy a szoftverek funkciói megfeleltethetők-e a low-carbon projektértékelő modell input és output elvárásainak. Az elemzést a klasszikus SWOT elemzés szabályai szerint végeztem, ennek részleteit nem, csak eredménytábláit mutatom be a fejezetben. Az érthetőség kedvéért azért az egyes szoftveralkalmazásokról rövid tájékoztatót adok.

SWOT elemzéssel értékelt szoftverek:

- ✓ RUWIX PROGRAM
- ✓ MEGOLDÁSKERESŐ LBL SZOFTVER
- ✓ RUBIKSOLVE PROGRAM

A Ruwix program, megoldáskereső SWOT értékelése (1. táblázat) a low-carbon projektértékelő modell input és output elvárásainak függvényében:

1. táblázat: Ruwix program SWOT táblája

	SEGÍTŐ TÉNYEZŐK	GÁTLÓ TÉNYEZŐK
Belső tényezők	<p>ERŐSSÉG Kiváló grafikával és vizuális megjelenítéssel működik, sokan a Világ legjobb kirakó szoftvereiként emlegetik, Rubik játékokra specializálódott, a 3x3x3-as kockán kívül sok-sok logikai megoldását kínálja.</p>	<p>GYENGESÉG Low-carbon megoldások szempontjából kedvező layer-by layer módszer mellett, más, gyorsabb algoritmusokat használ, jelen formában nem alkalmas az értékelésre.</p>
Külső tényezők	<p>LEHETŐSÉG A kiváló megjelenítési és használhatósági jellemzők miatt, low-carbon módszertani specifikációt is célszerű lenne ráfejleszteni.</p>	<p>VESZÉLY A program online verzióban fut, a programhoz speciális adatok hozzárendelése nem lehetséges ebben a formában ingyenes verzió összekapcsolása a fizetős SMART segédprogrammal bonyolult használatot jelenthet egy esetleges low-carbon specifikáció esetében is.</p>

Forrás: saját szerkesztés

A Rubiksolve megoldáskereső program, megoldó szoftver SWOT értékelése (2. táblázat) a low-carbon projektértékelő modell input és output elvárásainak függvényében:

2. táblázat: Rubiksolve megoldáskereső szoftver SWOT értékelése

	SEGÍTŐ TÉNYEZŐK	GÁTLÓ TÉNYEZŐK
Belső tényezők	<p>ERŐSSÉG Gyors működés, folyamatos fejlesztés alatt áll, layer by layer módszert is tud használni.</p>	<p>GYENGESÉG Kétdimenziós megjelenítés, a Layer by layer elvek nem értelmezhetők az adatbevitelnél egyéb felhasználói funkciók hiányoznak .</p>
Külső tényezők	<p>LEHETŐSÉG A funkciók egyszerű bővítése jó lehetőséget kínál a low-carbon felhasználás kialakításához.</p>	<p>VESZÉLY Elsősorban a gyors megoldásra összpontosít, nem értelmezhető a működés minden részlete az egyszerűbb felhasználók számára.</p>

Forrás: saját szerkesztés

3. táblázat: Rubik Kocka megoldáskereső SWOT értékelése

	SEGÍTŐ TÉNYEZŐK	GÁTLO TÉNYEZŐK
Belső tényezők	<p>ERŐSSÉG Elméleti és gyakorlati kirakás lépései megegyeznek, Layer by layer megoldást végigvezeti a megoldó programban, világos előrehaladási és korrekciós lépésekkel dolgozik, könnyen fejleszhető, egyszerű programozási megoldás, minden algoritmus értelmezhető a low-carbon projektértékelő modellben is.</p>	<p>GYENGESÉG Vizuális felület korszerűtlen, viszonylag lassú feldolgozási képesség, online formában nem elérhető. Jelenleg csak a 3x3x3 –as kocka megoldására képes.</p>
Külső tényezők	<p>LEHETŐSÉG Vizuális felület kialakítása, a program könnyű összehangolása a SMAT kiértékelő szoftveralkalmazással, low-carbon értelmezési tartomány megadása nem igényel fejlesztést a szoftveren, olcsó piacra lépést jelenthet az egyszerű programozási megoldás miatt.</p>	<p>VESZÉLY Korszerűtlen, régi fejlesztés, a program lassú lehet, ha nem gyorsítható megfelelő mértékben az Állapottér konfigurációk miatt, könnyen „másolható” szoftver.</p>

Forrás: saját szerkesztés

A bemutatott Ruwix solver és Rubiksolve megoldó program egyaránt annak a Kociemba *Cube Explorer* fejlesztésnek a továbbgondolt változatai, amely már 2005 óta alapvetően meghatározza a Rubik kocka rajongók szoftverfejlesztési munkáját, fejlesztési elképzeléseit. A megoldó programok áttekintését követően megállapíthatjuk, hogy alapvetően bármilyen algoritmus bevezetésére lehetőség nyílik a megoldó programok esetében, de természetesen minden fejlesztő arra törekedett az elmúlt évek során, hogy minél gyorsabb, kevesebb forgatással működő megoldó programot adjon a versenyzők kezébe.

A Rubik Megoldáskereső program (3. táblázat) a meghatározott 7 kirakási szint *MOHÓ* keresési programja révén oldja meg a kocka kirakását. A módszertani leírás értékelése során világos számunkra, hogy a program alkalmas a Layer by layer módszer alapján, bármilyen kiindulási állapotból eljutni a célállapotba, azaz a teljesen színre rakott kockaállapotba. Ugyanakkor bármelyik szinten megállítható a folyamat. A forgatások száma a kiindulási állapottól függ, de rendszerint több, mint 70 forgatás. Egyszerűbb kiindulási állapotból azonban itt is lecsökkenhet 40-45 forgatásra.

A SWOT értékeléseket elemezve továbbá megállapítható, hogy gyors GYELV (gyengeségek/erősségek/lehetőségek/veszélyek) áttekintés eredménytáblája egyértelműen a Layer by layer algoritmusokra specializált, hazai fejlesztésű Rubik Megoldáskeresőt preferálja. A low-carbon projektértékelő modell input és output elvárásainak ez a Java nyelven íródott alkalmazás felel meg leginkább funkcionalitásában, mutatja ezt az a szerkezeti sajátosság is, hogy a kézzel történő kirakás algoritmusai is közel ugyanazokat a kirakási szinteket jelölik meg, mint a szoftver Állapottér elnevezésű csomagja. (A többi vizsgált kirakó szoftver esetében ezek a szintek teljesen eltérőek lehetnek.)

3.2. Layer by layer kirakási módszer elve és fenntarthatósági összefüggései

A 3x3x3 Rubik kocka egyes kirakó algoritmusai a fenntarthatósági elvek szinkronizálhatók, a kocka oldalainak kapcsolatrendszere olyan térszemléletet és tervezési stratégiát ír le, amely új tudományos szemléletet ad a beruházás tervezés folyamatában. A kirakási folyamatok és az azzal párhuzamos beruházás tervezési szinteket teoretikusan, a kocka egyes kirakási szintjei, állomásai szerint folyamatértékelttem. Az egyes szint-vizsgálatokat követően „Low-carbon interpretációkat”, a kirakási lépésekhez illeszkedő projekttervezési összefoglalókat készítettem. A kocka egyes állapotainak és kirakási szintjeinek ábrázolásához, valamint a low-carbon értelmezések magyarázatához az Online Ruwix Cube Solver programot használtam fel.

Rubik Ernő azt írta 1980-ban, hogy a kocka olyan, mintha élő lenne, mintha forgatás közben életre kelne a kezében. A Rubik kockának három sora és három oszlopa van, ezek szimbolikus vagy misztikus jelentéssel is bírnak. Ha megnézzük az egyes blokkok, a 3x3x3-as oldalak tulajdonságait, rögtön szembe tűnik, hogy olyan rendszerelemről, vagy különböző sajátosságokkal bíró kiskockákról van szó egy-egy oldal esetében („középkockák”, „élkockák”, „sarokkockák”), melyek magukban rejtenek egy bizonyos jelentéstartalmat, és ezt a sajátos jelentéstartalmat viszik magukkal, bárhová is forgatjuk őket a rendszeren belül. Rubik Ernő szerint a 3-as szám különleges jelentésén keresztül, a kocka alkalmas modellezni az életet magát. Képes láttatni az ember és a természet viszonyát, az alkotás, megóvás és a rombolás folyamatát, és így a különböző erőforrás rendszereink egymással való együttműködésének viszonyait (Rubik, 1981). Az gondoljuk, hogy a „bűvös kockajáték” kirakásának problematikája jól tükrözheti a jelen kor egyik legnagyobb kihívásának, a helyes és hatékony energiafelhasználásnak a legfontosabb kérdését is. Ma az egész energiafelhasználási rendszer egy óriási puzzle játéknak tűnik, mely esetében sehogy sem sikerül megtalálni a megfelelő darabokat. Azonban úgy ítéljük meg, hogy a 3x3x3-as Rubik kocka kirakási módszere talán segít megtalálni az egyes tényezők közötti valós kapcsolatot, két vagy három dimenzióban is értelmezhető rendszertulajdonságok releváns számbavételét, és adhat jó megoldásokat az energiafogyasztás keresleti és kínálati oldalának fenntartható módon történő értelmezéséhez.

„Layer by layer method” (Sorról-sorra módszer) a legismertebb, és az egyik legegyszerűbb módszere a Rubik kocka kirakásának, viszont tudni kell, hogy ez a módszer a legtöbb fejlett metódus (Fridrich, Corner first stb.) alapja is. Lényege, hogy sorról sorra rakjuk ki a kockát a megoldás során. Tehát először az első soron egy keresztet csinálunk, majd a sarkokat berakjuk, ezek után jön a középső sor-, végül az alsó sor él-, majd az utolsó sor sarokkockái (Fogarassy et al., 2012).

Az amatőrök között legtöbben a „Layer by layer method”-ot használják, mivel ezt a legkönnyebb megtanulni, és ennek van professzionálisan kidolgozott algoritmus és ezekhez kapcsolódó oktató videója. A többi fejlett kirakási módszer is mind ezen a módszeren fejlődött ki. A kirakás menetét „www.rubikkocka.hu” hivatalos oldalán is megtalálható leírás alapján ismertetem. A hivatalos kirakási módszer-leírást azonban kiegészítettem a fenntarthatósági alapelvekhez szorosan kötődő, UNFCCC által bevezetett fejlődési alapelvekkel, nevezetesen a LEDS - úgymint „Low-Emission and low-carbon Development Strategies” (OECD, 2010), azaz alacsony emissziós és szénfelhasználást segítő stratégiai gondolkodás alaplépéseivel is.

Azt a feltételezést tettük, hogy mivel a Rubik kocka hármas számában rejlő mitikus rendezőelve sok, az életben megoldatlan kérdésre is tud indirekt válaszokat adni, feltételezhető, hogy a kocka kirakását ismerő egyén is tud „Rubik módon” gondolkodni a stratégiaalkotás vagy a gazdasági egyensúlykeresés kérdéseiben. A következő leírásban megtalálhatók azok a kockakirakáshoz kötődő módszertani lépések, amelyek egy stratégiai fejlesztés során (pl. fosszilis-megújuló energiaellátó rendszer cseréjének esetében), a kocka kirakása szerint, rendezőelvként vehetők figyelembe.

3.2.1. A 3x3x3-as rubik kocka layer by layer kirakásának folyamat-értékelése

A Layer by layer módszer tulajdonképpen egy olyan strukturált rendezésnek tekinthető, amely mérföldköveket, állapotokat rendel a kirakás folyamatához (fehér kereszt, második sor kirakása, sárga kereszt stb.), ezek az állapotok többféle úton is elérhetők a kirakásokkal, sőt mindenki másként csinálja a saját kényelmi szempontjainak megfelelően, azonban az egyes állapotok, fázisok betartása nélkül a következő állapotba lépni nem lehet.

4. táblázat: A modellalkotási folyamat és az eredmények evaluációja

KOCKA INTERPRETÁCIÓK (forgatási algoritmus száma)	MODELL-ALKOTÁS SZINTJE	BEFOLYÁSOLT /low-carbon/ PROJEKTTULAJDONSÁG	JÁTÉKELMÉLETI ÖSSZEFÜGGÉS
NO1	INPUT	„Fehér kereszt” – kiindulási peremfeltételek megadása	n- személyes Zérusösszegű folytonos játékkal leírható állapot
NO2	INPUT	Fehér sarok kirakása – fenntartható fejlesztési irányok kijelölése, egyensúlykeresés, nem kooperatív optimum	Nash-egyensúlypontra vonatkozó függvények alapján, nem kooperatív stratégia, véges játékkal leírható
NO3	KOCKA-KÖZÉP	Második sor kirakása - kapcsolati pontok rögzítése, egyensúly megteremtése, kétdimenziós tényezők összerendezése, fixpont igazítás	Élkockák helyre forgatása konfliktus feloldási módszerrel lehetséges. A fixpontok igazítása függetlenségi vizsgálat és Zérusösszegű játékkal célszerű
NO4	KOCKA-KÖZÉP	„Sárga kereszt” – input/output oldalak indirekt összehangolása	Véges oligopol játékkal, vagy egyenlő kompromisszumok módszerével leírható
NO5	OUTPUT	Sárga sarok kirakása – fenntarthatósági kritériumok értelmezése az outputok rendezése során	Folytonos háromszemélyes játékkal leírható, Nash-egyensúly keresés szükséges
NO6	OUTPUT	Sárga oldal élcseré – input/output oldalak szigorú összehangolása	Zérusösszegű játékkal leírható folyamat, konfliktus feloldási módszer kooperatív stratégia
NO7	OUTPUT	Sarokcsere – a végső egyensúlyi állapot beállításának fázisa, egyensúlykeresés, fenntarthatósági kritériumok véglegesítése	Oligopol játékok, kooperatív egyensúlyi stratégiára alkalmazva, vagy Nash-egyensúlypontra vonatkozó függvények alapján, kooperatív stratégia.

Forrás: saját szerkesztés

A fenntarthatósági alapelvek és low-carbon fejlesztési koncepciók esetében azért van kiemelt jelentősége a fázisonként történő fejlesztési lépések betartásának, mert a körülmények, adottságok ugyan jelölhetnek ki eltérő utakat az egyensúlykeresés folyamatában, azonban a rendezőelvnek ugyanannak kell lennie, akárhol keressük is az egyensúlyi pontokat, legyen az Kínában vagy Magyarországon. A sorról sorra történő kirakás fázisainak leírása során a „www.rubikkocka.hu” hivatalos oldal módszertani leírásaira, valamint Singmaster 1980-ban közzétett kirakási rajzaira támaszkodtam. A folyamat azonban ezektől a leírásoktól jelentősen eltérő megjelenítésben kerül interpretálásra a dolgozatban a low-carbon módszertani átkötések miatt. A kocka egyes állapotainak és kirakási szintjeinek ábrázolásához az Online Ruwix Cube Solver programot használtam fel.

3.3. Rubik kocka alapú egy-, kettő- és háromdimenziós problémakezelés módszere

A projekttervezés és fejlesztés alapvetően egy olyan folyamat optimalizáció, amely különböző tényezők együttes kezelésén alapul, mégpedig úgy, hogy a vizsgált szegmensek egymáshoz képest a legharmonikusabb konstellációba kerüljenek. Egy feltételezett „low-carbon optimalizációs protokoll” esetében négy különböző determinációs terület (tényezőcsoport) kijelölése szükséges, és ezeket a területeket a 3x3x3-as kocka egymás melletti színes oldalaihoz tudjuk rendelni. Két szemközti oldal (fehér, sárga) lesz a projektünk input és output oldala. Az optimalizációt meghatározó tényezőcsoportok a következők lehetnek egy demonstrációs projektben: stratégiai célrendszer optimalizációja (piros oldal), piaci lehetőségek elemzése (zöld oldal), megvalósítás, technológiai feltételrendszerek területe (kék oldal), pénzügyi hatások illesztése (narancs oldal), illetve az input oldali célokat összesítő (fehér front oldal) és az output oldali eredményösszesítő (sárga oldal) feltételrendszer.

A Rubik kocka alapú low-carbon optimalizációs koncepció egyik legfontosabb tulajdonsága (az indiai szoftverfejlesztési tapasztalatokra alapozva) az, hogy egy-egy projekt többszintű vizsgálatát az egyes komponensek valós interakciói alapján vizsgálja, így a szükségtelen interakciók elemzésének elkerülésével időt és rengeteg munkát takaríthatunk meg (low-carbon megoldás). A kocka egyes oldalaihoz rendelt rendszerkapcsolatok (élkocka tulajdonságok, sarokkocka tulajdonságok) szükségtelenné teszik, hogy bizonyos tulajdonságokat direkt módon vizsgáljunk, tehát minden egyes tényezőkapcsolat nem kell „beszéljen” egymással. Ezek a rendszerelemek közötti „kommunikációk” tehát elérhetők egyszerű határfelületi kapcsolatokkal, vagy áttételes rendszerkapcsolatokon keresztül.

A következő táblázatban (5. táblázat) egy konkrét projekt input és output oldalának karakterisztikáit foglaltam össze. A tipizált projektfejlesztési cél jelen esetben a fosszilis energiahordozó cseréje megújuló energiaforrásokra, vagy azok kombinált rendszereire vonatkozik. A 6-9. táblázatokban szakértői értékeléssel, súlyozás alapján, dominancia analízissel került kijelölésre az a négy főágens, amelyeket a színes oldalakhoz rendeltem. A színek közül a piros oldal reprezentálja a „Stratégiai programillesztés/jogi és szabályozási feltételeket”, a zöld szín „Piaci lehetőségek vizsgálatát”, a kék szín a „Technológiai feltételrendszert”, a narancssárga pedig a „Pénzügyi hatások összesítését”. Az egyes oldalakon (főágenseken) belül pedig a kockák kapcsolati rendszerén keresztül határoztam meg az egyszerre két- vagy három tulajdonságot is magában hordozó kockajellemzőket. Azok a tulajdonságok, amelyek úgymond függetlenek a projekt vagy beruházás fejlesztése, megvalósítása szempontjából, a középkockákhoz kapcsolódnak, ezekből oldalanként egy darab van, egy-egy meghatározó tulajdonsággal (természetesen az input és output oldalakon is van fixkocka, de ezek nem főágenshez kapcsolódnak). A két vagy három tulajdonságot is összekapcsoló jellemzőket az élkockákhoz és sarokkockákhoz rendeltem. A tulajdonságok meghatározása és az egyes kockákhoz rendelése hasznosságuk alapján történt. Az egy irányba, vagy pontszerűen értelmezhető tulajdonságokat „1D”, azaz egy dimenziós (x) tulajdonságnak, a két irányba ható (x,y) tulajdonságokat „2D”, vagy két dimenzióban értelmezhető tulajdonságoknak, a három irányba ható tulajdonságokat (x,y,z), háromdimenziós vagy „3D” tulajdonságnak neveztem el.

A Rubik kocka tulajdonság oldalainak és az oldalakon belüli kockák jelentésének kiválasztása (5., 6., 7., 8., 9. táblázat) a leírt esetben véletlenszerű, de mivel a tényezők fontosságát, egymáshoz viszonyított preferenciát meg tudjuk határozni, célszerű a hasznosságukat is vizsgálnunk valamilyen függvényyszerű kapcsolattal. Kritériumok súlyozására, a dominancia meghatározására vezetünk be módszert a modell jóságának fokozása érdekében.

Az elvégzett konkrét dominancia vizsgálat és hasznossági függvényalkalmazást követően, a tulajdonság főágensek és kiskocka tulajdonságok is helyükre kerülnek.

5. táblázat: Rubik kocka bemeneti (fehér/F) és kimeneti (sárga/S) oldalainak jelentése

OLDALSZÍNEK	<p style="text-align: center;">A SZÍNEK JELENTÉSE</p> <p>1D – egy dimenzióban értelmezhető tulajdonság (x) 2D – kettő dimenzióval értelmezhető tulajdonság (x,y) 3D – három dimenzióval értelmezhető tulajdonság (x,y,z)</p>
FEHÉR (F)	<p>INPUT: Az input követelmények megfogalmazása, a piac és az állami szabályozás összeillesztése mellett megfogalmazott termék vagy szolgáltatás alaprendszere.</p> <p>FEHÉR OLDALI INPUT LEKÉPEZÉS:</p> <p>FEHÉRKÖZÉP (1D) ✓ energiaraționalizálás (F)</p> <p>ÉLFEHÉR (2D) ✓ stratégiai alapkapsolat (FP), ✓ technológiai alapkövetelmény (FK), ✓ finanszírozási elvárás (FN), ✓ piaci alapillesztés (FZ),</p> <p>SAROKFEHÉR (3D), ✓ piaci igényű megtérülési alapfeltétel (NZF), ✓ támogatási eszközök és technológiai feltételeknek történő megfeleltetés (NKF), ✓ technológia kockázatok és innovációs prioritások összehangolása az alapcéllal (KPF), ✓ stratégiákkal összehangolt piaci szegmens kijelölése az alapfeltételeknél (PZF).</p>
SÁRGA (S)	<p>OUTPUT: Az erőforrás-felhasználási lehetőségek maximumának figyelembe vételével körvonalazott Pareto optimális termék vagy szolgáltatási rendszer.</p> <p>SÁRGA OLDALI OUTPUT LEKÉPEZÉS:</p> <p>SÁRGA KÖZÉP (1D) ✓ erőforrás-hatékony energiafelhasználás/ jövedelmező termelés (S)</p> <p>ÉLSÁRGA (2D) ✓ az energia- és CO2 mérleg stratégiai megfeleltetése (PS), ✓ technológiai kockázatsökkentés minimalizálása (KS), ✓ adózási és kedvezményezési feltételek az energiatermelő rendszerben (NS), ✓ mesterséges és valós piacra lépés pénzügyi feltételei (ZS),</p> <p>SAROKSÁRGA (3D) ✓ stratégia célrendszerekhez illeszkedő struktúra, amelynél a piaci életképesség is igazolt (PSZ), ✓ pénzügyileg és technológiailag is elfogadható tervezési opció (reális megtérülést biztosító technológiai megoldás) (NSK), ✓ piaci feltételek között életképes termelési szolgáltatási feltételek megléte (ZSN), ✓ a választott technológiai megoldás a stratégiai célokat maximálisan alátámasztó, hosszú távú valós opció (KSP), (fenntarthatósági szempontok érvényesítése a fejlesztésben).</p> <p>(Jelentések: D=dimenzió, F=fehér, S=sárga, Z=zöld, P=Piros, K=kék, N=Narancssárga)</p>

Forrás: saját szerkesztés

6. táblázat: Rubik kocka „Piros/P tulajdonság oldalainak” jelentése

OLDALSZÍNEK	A SZÍNEK JELENTÉSE 1D – egy dimenzióban értelmezhető tulajdonság (x), 2D – kettő dimenzióval értelmezhető tulajdonság (x,y), 3D – három dimenzióval értelmezhető tulajdonság (x,y,z)
PIROS (P)	<p>STRATÉGIAI PROGRAMILLESZTÉS/JOGI ÉS SZABÁLYOZÁSI FELTÉTELEK : A tervezett profilhoz kapcsolódó meghatározó információk, szinergiák, kooperációk biztosítása vállalati, lokális, szektor, regionális vagy uniós gazdaságpolitikai szinten.</p> <p>PIROSKÖZÉP (1D) ✓ lokális/vállalati stratégia megvalósítása (P)</p> <p>ÉLPIROS (2D) ✓ piaci stratégia követése és összehangolása a gazdaságpolitikai prioritásokkal (PZ), ✓ technológiai rendszerek megtérülő változatokhoz történő megfogalmazása, támogatási prioritások műszaki paramétereinek illesztése a projekthez (PK), ✓ az energia- és CO2 mérleg stratégiai megfeleltetése (PS), ✓ stratégiai alapkapsolat (PF)</p> <p>SAROKPIROS (3D) ✓ technológia kockázatok és innovációs prioritások összehangolása az alapcéllal (KPF), ✓ stratégiákkal összehangolt piaci szegmens kijelölése az alapfeltételeknél (PZF), ✓ stratégia célrendszerekhez illeszkedő struktúra, amelynél a piaci életképesség is igazolt (PSZ), ✓ a választott technológiai megoldás a stratégiai célokat maximálisan alátámasztó, hosszú távú valós opció (KSP)</p> <p>(Jelentések: D=dimenzió, F=fehér, S=sárga, Z=zöld, P=Piros, K=kék, N=Narancssárga)</p>

Forrás: saját szerkesztés

7. táblázat: Rubik kocka „Zöld/Z tulajdonság oldalainak” jelentése

OLDALSZÍNEK	A SZÍNEK JELENTÉSE 1D – egy dimenzióban értelmezhető tulajdonság (x) 2D – kettő dimenzióval értelmezhető tulajdonság (x,y) 3D – három dimenzióval értelmezhető tulajdonság (x,y,z)
ZÖLD (Z)	<p>PIACI LEHETŐSÉGEK VIZSGÁLATA: Piaci lehetőségek, piaci pozíciók értékelése a mesterséges és valós piac szegmensekben.</p> <p>ZÖLDKÖZÉP (1D) ✓ kereslet és kínálati egyensúlyban tervezhető ár</p> <p>ÉLZÖLD (2D) ✓ piaci stratégia követése és összehangolása a gazdaságpolitikai prioritásokkal (PZ), ✓ piaci változások hatása a finanszírozási rendszerre, deviza kockázati tényezők és globális hatások elemzése (NZ), ✓ mesterséges és valós piacra lépés pénzügyi feltételei (ZS), ✓ piaci alapillesztés (FZ).</p> <p>SAROKZÖLD (3D) ✓ stratégia célrendszerekhez illeszkedő struktúra, amelynél a piaci életképesség is igazolt (PSZ), ✓ piaci feltételek között életképes termelési szolgáltatási feltételek megléte (ZSN), ✓ piaci igényű megtérülési alapfeltétel (NZF), ✓ stratégiákkal összehangolt piaci szegmens kijelölése az alapfeltételeknél (PZF).</p> <p>(Jelentések: D=dimenzió, F=fehér, S=sárga, Z=zöld, P=Piros, K=kék, N=Narancssárga)</p>

Forrás: saját szerkesztés

8. táblázat: Rubik kocka „Kék/K tulajdonság oldalainak” jelentése

OLDALSZÍNEK	A SZÍNEK JELENTÉSE 1D – egy dimenzióban értelmezhető tulajdonság (x) 2D – kettő dimenzióval értelmezhető tulajdonság (x,y) 3D – három dimenzióval értelmezhető tulajdonság (x,y,z)
KÉK (K)	<p>TECHNOLÓGIAI FELTÉTELRENDSZER: A piaci lehetőségek és a technológiai megoldások összehangolása. Fontos a technológiai kockázatok és lehetőségek feltérképezése.</p> <p>KÉKKÖZÉP (1D) ✓ BAT technológiai követelményeknek megfelelő technológiai alkalmazás</p> <p>ÉLKÉK (2D) ✓ technológiai rendszerek megtérülő változatokhoz történő megfogalmazása, támogatási prioritások műszaki paramétereinek illesztése a projekthez (PK), ✓ technológiai alapkövetelmény (FK), ✓ technológiai kockázatsökkentés minimalizálása (KS), ✓ leggazdaságosabb technológiai megoldás, magas minőséggel, innováció-tartalommal (KN).</p> <p>SAROKKÉK (3D) ✓ támogatási eszközök és technológiai feltételeknek történő megfeleltetés (NKF), ✓ pénzügyileg és technológiailag is elfogadható tervezési opció (reális megtérülést biztosító technológiai megoldás) (NSK), ✓ technológia kockázatok és innovációs prioritások összehangolása az alapcéllal (KPF), ✓ a választott technológiai megoldás a stratégiai célokat maximálisan alátámasztó, hosszú távú valós opció (KSP).</p> <p>(Jelentések: D=dimenzió, F=fehér, S=sárga, Z=zöld, P=Piros, K=kék, N=Narancssárga)</p>

Forrás: saját szerkesztés

9. táblázat: Rubik kocka „Narancs/N tulajdonság oldalainak” jelentése

OLDALSZÍNEK	A SZÍNEK JELENTÉSE 1D – egy dimenzióban értelmezhető tulajdonság (x) 2D – kettő dimenzióval értelmezhető tulajdonság (x,y) 3D – három dimenzióval értelmezhető tulajdonság (x,y,z)
NARANCS (N)	<p>PÉNZÜGYI HATÁSOK ÖSSZESÍTÉSE: Finanszírozási típus, kormányzati eszközök jelenléte, adózás, deviza kockázat, likviditási kérdések</p> <p>NARANCSKÖZÉP (1D) ✓ megtérülési idő, cégérték (N)</p> <p>ÉLNARANCS (2D) ✓ adózási és kedvezményezési feltételek az energiatermelő rendszerben (NS), ✓ finanszírozási elvárás (FN), ✓ leggazdaságosabb technológiai megoldás, magas minőséggel, innováció-tartalommal (KN), ✓ piaci változások hatása a finanszírozási rendszerre, deviza kockázati tényezők és globális hatások elemzése (NZ)</p> <p>SAROKNARANCS (3D) ✓ pénzügyileg és technológiailag is elfogadható tervezési opció (reális megtérülést biztosító technológiai megoldás) (NSK), ✓ piaci igényű megtérülési alapfeltétel (NZF), ✓ támogatási eszközök és technológiai feltételeknek történő megfeleltetés (NKF), ✓ piaci feltételek között életképes termelési szolgáltatási feltételek megléte (ZSN).</p> <p>(Jelentések: D=dimenzió, F=fehér, S=sárga, Z=zöld, P=Piros, K=kék, N=Narancssárga)</p>

Forrás: saját szerkesztés

3.4. Rubik kockás projektfejlesztés” folyamata játékelméleti értelmezésekkel

A Low-carbon Rubik kockás projekttervezés és projektfejlesztés egy speciálisan felépített tervezési koncepció, amely jelenleg egyedülként képes a folyamatokat befolyásoló tényezők háromdimenziós értelmezésére. Az input és output oldalak gazdasági vagy erőforrás-felhasználási egyensúlypontjának „beállítására”, illetve a köztük lévő kapcsolat leírására olyan játékelméleti megoldásokat alkalmaztam, melyeket eddig még nem használtak fel hasonló célokra a tudományos kutatások során.

A modellezést megelőző tolerancia vizsgálat a műszaki életben a megadott méretektől, mennyiségtől, vagy minőségtől való megengedett legnagyobb eltérést megállapítását célozza. A játékelméleti algoritmusok esetében azt vizsgáltam, hogy melyik módszer egyezik meg tulajdonságaiban a Rubik kocka kirakási folyamat modell tulajdonságaival, azoktól milyen megengedhető mértékben tér el a reprezentativitás megtartása mellett. A keresett játékelméleti algoritmusok esetében toleranciát, azaz a megengedhető eltéréseket vizsgáltam a kockatulajdonságok és a játékelméleti függvények paraméterezésére.

A komplex modellkészítés során a játékelméleti modelleket sorra vettem, és a modellalkotás folyamatában az egyes forgatási algoritmusokhoz (interpretációkhoz) kapcsolható modelleket rendeltem. A kocka tulajdonság halmazait három fő csoportba osztottam, melyek az INPUT oldali tulajdonságok, a KOCKAKÖZÉP oldalainak tulajdonságai és OUTPUT oldali tulajdonságok. A három tulajdonsághalmaz egyensúlypontjainak beállítására játékelméleti módszereket alkalmaztam. Ennek lényege az volt, hogy azokon a tulajdonság elemeken, amelyeken a SMART (Simple Multi Attribute Ranking Technic) vizsgálat nem megengedhető eltéréseket jelzett, ott az egyensúlyi pontok (Nash-egyensúly) felé vezető stratégiák modellezésére írtam fel paramétereket. A vizsgálatok és a modellalkotás három szinten (input, kockaközép, output) történt, így a teljes folyamat játékelméleti modellezése is 3 szinten, azaz 3 különböző típusú játékelméleti modell (különböző kifizető-függvényeinek) összekapcsolásával végeztem.

3.4.1. Input oldali leképezések algoritmusai

A projektindítás folyamata történik ebben a fázisban. Választ kapunk arra, hogy mit kell figyelembe venni a projekt elindítása során! Az első 'layer' vagy kockasor helytelen forgatása rossz irányú, sikertelen folytatást is eredményez, tehát nem tudunk a következő, középső 'layer'-re jutni.

Energiacserés példával ezt könnyen magyarázhatjuk. Ha az eredeti energiaellátó rendszerünket úgy cseréljük le, hogy az a korábbi rendszer vagy annak fő elemei még életciklusának 60-80 %-os elavulási fázisába jár, akkor jelentős pénzügyi veszteséget okozhatunk a beavatkozással. Ennek elkerülésére számolhatunk a pl. Nash-egyensúly beállításával optimális beavatkozási időpontot.

INPUT OLDAL JÁTÉKELMÉLETI MODELLEZÉSE (1. SZINT)

A környezetvédelmi célú fejlesztések alapvetően ellentétes irányúak a gazdaságfejlesztési prioritásrendszerrel (pl. az üvegházgáz csökkentést, fosszilis energia felhasználást célzó program az energiafelhasználás minimalizálását célozza, a másik pedig a szennyező energiahordozók felhasználásának növelését). Első layer tervezése során, a szabályozáspolitikai és a finanszírozás politikai esetében alkalmazható a projekttervezés folyamatában (1. ábra). Ugyanez ez a helyzet a vízbázis védelem és a támogatott vízigényes energianövények termelési feltételeinek vonatkozásában is. Egy-egy projekt esetében, a világos üzleti és egyéb szabályozási feltételek, valamint a fenntartható üzleti stratégiák megvalósítása érdekében, a nem kooperatív gazdasági szereplők által diktált feltételeket is figyelembe kell vennünk. Ebben a helyzetben a Nash-egyensúly megtalálása különösen nehéz feladat, de feltétlenül szükséges, mert az ellentmondásos helyzetből a projekt nem építhető tovább.

Definíció:

A Nash-egyensúlypontra vonatkozó *Definíció* szerint:

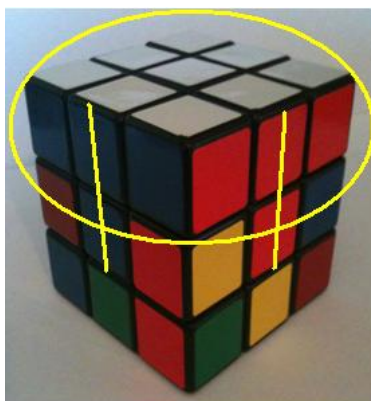
Egy $J = (n, S, (\varphi_i)_{i=1}^n)$ n személyes játék egyensúlyi pontján vagy a stratégiáján olyan $(x_1^*, \dots, x_n^*) \in S$ pontot (stratégiai n -est) értünk, melyre

$$\varphi_i(x_1^*, \dots, x_{i-1}^*, x_i^*, x_{i+1}^*, \dots) \geq \varphi_i(x_1^*, \dots, x_{i-1}^*, x_i, x_{i+1}^*, \dots)$$

teljesül minden $i = 1, \dots, n$ játékosra. Az egyensúlyi pontot tehát Nash-féle equilibriumnak nevezzük.

Tétel:

Az első 'layer' kirakását követően csak a Nash-féle egyensúlyi ponttal rendelkező kapcsolat építhető tovább, azaz a kocka kiforgatását csak ebből az állapotból forgathatjuk tovább. Az első 'layer' mindig korrelál a második 'layer' középkockájához, tehát csak szín azonos lehet.



1. ábra: Első sor vagy 'layer' Nash-féle egyensúlyi pontja (bekarikázva), a középkocka mindig szín azonos (a függőleges vonalakkal jelölve)

Bizonyítás:

Legyen $x^* = (x_1^*, \dots, x_n^*)$ a játék valamely egyensúlypontja. Ekkor tetszőleges $y = (y_1, \dots, y_n) \in S$ esetén:

$$\varphi_k(x_1^*, \dots, x_k^*, \dots, x_n^*) \geq \varphi_k(x_1^*, \dots, y_k, \dots, x_n^*) \quad (k = 1, 2, 3, \dots, n),$$

és innen összeadással közvetlenül látható, hogy $\varphi(x^*, x^*) \geq \varphi(x^*, y)$. A tétel alapján hatékony algoritmust lehet ajánlani a tervezést befolyásoló tényezők egyensúlypontjának meghatározására, a halmaz leképezések fix-problémáinak megoldására.

Példa:

A biomassza alapú megújuló energiatermelés tervezése során kritikus pont, hogy a rendkívül nagy mennyiségű vízfelhasználás korlátozhatja a projekt jövedelemtermelő képességét, illetve a leghatékonyabb technológia lehetőségeinek alkalmazásának feltétele lehet. A kérdést, illetve a feltételt ezért alapvetően technológiai jellegűnek tekintjük, ezért a háromdimenziós tulajdonságokat hordozó sarokkocka (színe: piros-zöld-fehér), amely színkombináció az input oldal (fehér), a stabil

szabályozási feltételek (piros), valamint a technológiai megoldások (zöld) együttes kezelését próbáljuk játékelméleti optimummal és stratégiával párosítani (2. ábra).

Szerencsére a vízelosztási problémák megoldása központi szerepet játszik a játékelméleti megoldások között, rendszerint sok-sok rendkívül bonyolult függvénykapcsolat leírásán keresztül juthatunk csak olyan egyensúlypontokhoz, amelyek egy megnyugtató rendszerhasználat feltételeit körvonalazzák, de a matematikai összefüggések felírása különleges kihívást jelent. A többcélú vízfelhasználás, illetve a vízfelhasználáshoz kapcsolódó szereplők érdekei és kifizető-függvényei eltérő helyeken kínálnak optimumokat, melyek rendszerint egy többszereplős, nem lineáris, de mégis valamilyen Nash-egyensúlyon nyugvó nem-kooperatív játékot feltételeznek.

A probléma megfogalmazásához - a Rubik kocka alapú low-carbon fejlesztésekhez kapcsolódóan - egy háromszereplős vízfelhasználáshoz kapcsolódó optimalizálást fordítottam le a Rubik kocka alapú stratégiai alkotás folyamatára, melyet Szidarovszky-Molnár (2013) leírása alapján végeztem.

Tehát a többcélú vízelosztás, mint döntéseméleti feladat évtizedekre visszamenőleg jelent kihívást a kutatás számára, sokféle megoldási opcióval. Jelen esetben nem-kooperatív Nash-egyensúlyt keresünk három játékos (mezőgazdasági vízfelhasználó /öntözésre/, ipari vízfelhasználó /hűtésre/, háztartási felhasználó /funkcionális/) részvételével. A low-carbon stratégiai probléma központi eleme, hogyan döntheti a mezőgazdasági (biomassza termelő) vízfelhasználási projekt, hogy számára elegendő víz jut a rendelkezésre álló erőforráskészletből.

SMART ÉRTÉK	KOCKATÍPUS ÉS DOMINANCIA	FŐÁGENS BELSŐ TULAJDONSÁGOK
73	sarokkocka, átlagon felül domináló tulajdonsággal	stratégiákkal összehangolt technológia kijelölése az alapfeltételeknél (FZP)
57	élkocka, átlagon alul domináló tulajdonsággal	stratégia, szabályozási alapkapcsolat (FZ)
87	sarokkocka, átlagon felül domináló tulajdonsággal	penzügyi eszközöknek és szabályozási feltételeknek való megfeleltetés (FNZ)

2. ábra: „Fehér-zöld-piros” sarokkocka 3D tulajdonsága (FZP) a reális megtérülést biztosító technológiai megoldás (háromszereplős vízfelhasználáshoz kapcsolódó optimalizálás)
Forrás: saját szerkesztés

A probléma háromdimenziós, a Rubik megoldás input oldali eldöntendő kérdése. A rendelkezésre álló vízfogyasztás bázisa lehet *felszíni víz*, *felszín alatti víz* és *tisztított szennyvíz*. Legyen $k = 1,2,3$ a három játékos, akik a döntési folyamatban a következő döntési változatokat követhetik:

A stratégia minden játékos számára egy ötelemű vektorral írható fel:

$$x_k = (f_k, t_k, k_k, f_k^*, t_k^*).$$

ahol

f_k = *felszíni víz*
lokális

f_k^* = *felszíni víz*
import

t_k = *felszín alatti víz*
lokális

t_k^* = *felszín alatti víz*
import

k_k = *kezelt, tisztított víz*

A kifizető-függvény pedig a teljes felhasznált vízmennyiségre, minden játékos esetében:

$$\phi_k = f_k + t_k + k_k + f_k^* + t_k^*$$

A játékosok mindegyikének van két közös korlátozó feltétele, mely szerint a felhasznált vízmennyiség nem lehet kevesebb, mint a minimálisan szükséges mennyiség D_k^{min} , illetve nem lehet nagyobb, mint a maximális technológiai igény D_k . (A feltétel a vízpazarlás elkerülésére szolgáló, fenntarthatósági kritérium.)

$$f_k + t_k + k_k + f_k^* + t_k^* \geq D_k^{min}$$

$$f_k + t_k + k_k + f_k^* + t_k^* \leq D_k$$

A mezőgazdasági szereplőnek ($k=1$) a fentiekén kívül be kell vezetnie még másik két korlátozó feltételt a vízhasználatra vonatkozóan, a következő változókkal:

G = azon növények csoportja, amelyek esetében csak felszín alatti víz használható

a_i = növényarány (i) a teljes mezőgazdasági terület arányában

w_i = a növények vízigénye (i) hektáronként

T = az a növénycsoport, amelyet szennyvízzel is lehet öntözni

$W = \sum_i a_i w_i$ = teljes vízigény minden növény esetében hektáronként

tudjuk, hogy a felszín alatti víz nyújtja a legjobb öntözővíz minőséget, a tisztított szennyvíz pedig a legrosszabbat, így meg kell határoznunk azoknak a növényeknek (szenzitív élelmiszernövény) a volumenét a mezőgazdasági portfólióban, melyek nem öntözhetők tisztított vízzel. Az elérhető felszín alatti vízbázisra támaszkodó vízszükséglet nem lehet alacsonyabb, mint azoknak a növényeknek a vízigénye, amelyek csak tiszta, jó minőségű felszín alatti vízzel öntözhetők:

$$\frac{t_1 + t_1^*}{f_1 + t_1 + k_1 + f_1^* + t_1^*} \geq \frac{\sum_{i \in G} a_i w_i}{W}$$

ha az egyenletet átírjuk lineáris formába, akkor

$$\alpha_1 f_1 + (\alpha_1 - 1)t_1 + \alpha_1 k_1 + \alpha_1 f_1^* + (\alpha_1 - 1)t_1^* \leq 0$$

$$\text{ahol } \alpha_1 = \frac{\sum_{i \in G} a_i w_i}{W}$$

Ehhez hasonlóan a tisztított víz felhasználásának aránya és elérhetősége is felírható. A tisztított vízszükséglet nagysága sem lehet nagyobb, mint a rendelkezésre álló vízmennyiség. Ez az összefüggés adja azoknak a növényeknek a volumenét, amelyek tisztított szennyvízzel is vagy csak ezzel öntözhetők (pl. energetikai célra termelt növények).

$$\frac{t_1}{f_1 + t_1 + k_1 + f_1^* + t_1^*} \geq \frac{\sum_{i \in T} a_i w_i}{W}$$

ha az egyenletet átírjuk lineáris formába, akkor

$$-\beta_1 f_1 - \beta_1 t_1 + (1 - \beta_1)k_1 - \beta_1 f_1^* - \beta_1 t_1^* \leq 0$$

$$\text{ahol } \beta_1 = \frac{\sum_{i \in T} a_i w_i}{W}$$

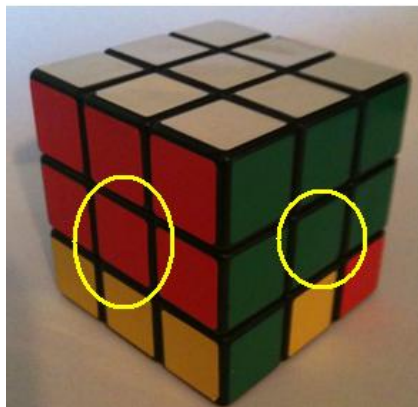
A többi játékos (ipari, háztartási) szintén fel kell írunk a megadott korlátozások alapján a megfelelő függvénykapcsolatot, melynek összefüggésrendszere megtalálható a hivatkozott publikációban, csak eztán rendelhetünk numerikus adatokat a feladatmegoldáshoz.

A fentiek alapján egyértelműen megfogalmazható, ha mezőgazdasági rendszereinket az első szinten úgy tervezzük meg energetikai biomassa felhasználás céljára, hogy a korlátozó erőforrás felhasználását (vízigény) már a kiindulási állapotban játékelméleti megoldással egyensúlyba tereljük, akkor a tervezési folyamat megfeleltethető a fenntarthatósági kritériumrendszereknek is. A vizsgálat konkrét eredménye az lehet, hogy a projekt tervezése során nem kalkuláljuk túl aránytalanul a vízfelhasználást, illetve ha már ebben a pontban világos, hogy rendelkezésre álló vízmennyiség nem elegendő a Pareto optimális termelés megvalósításához, azaz vélhetően vízdeficitet okoz a vizsgált rendszerben, akkor a projektet elvetjük, mert nem teljesíti a fenntarthatósági kritériumokat.

3.4.2. Input és output kapcsolatok leírása játékelméleti összefüggésekkel

KÖZÉPKOCKA KAPCSOLAT JÁTÉKELMÉLETI MODELLEZÉSE (2. SZINT)

A középkocka helyben tartása, a 'layer' vagy sor kirakása a zérusösszegű játékokat imitálja, mivel a középkocka helye megváltozhatatlan, így ahhoz igazodni kell a többi kockával. A középkockák helye állandó (helyükről, kapcsolati rendszerükből nem kiforgathatók) és az általuk meghatározott értékösszetevők konstansnak tekinthetők (3. ábra).



3. ábra: Zérusösszegű játékok a mindig fix középkockára (sárgával bekarikázva), az élkockák (kétszínű) erre a feltételre optimalizálódnak

Forrás: saját szerkesztés

Definíció:

Egy n – személyes J játékot konstans összegűnek nevezzük, ha a játékos által elért nyeremények és veszteségek végösszege egy állandó c szám, az összes lehetséges stratégia mellett.

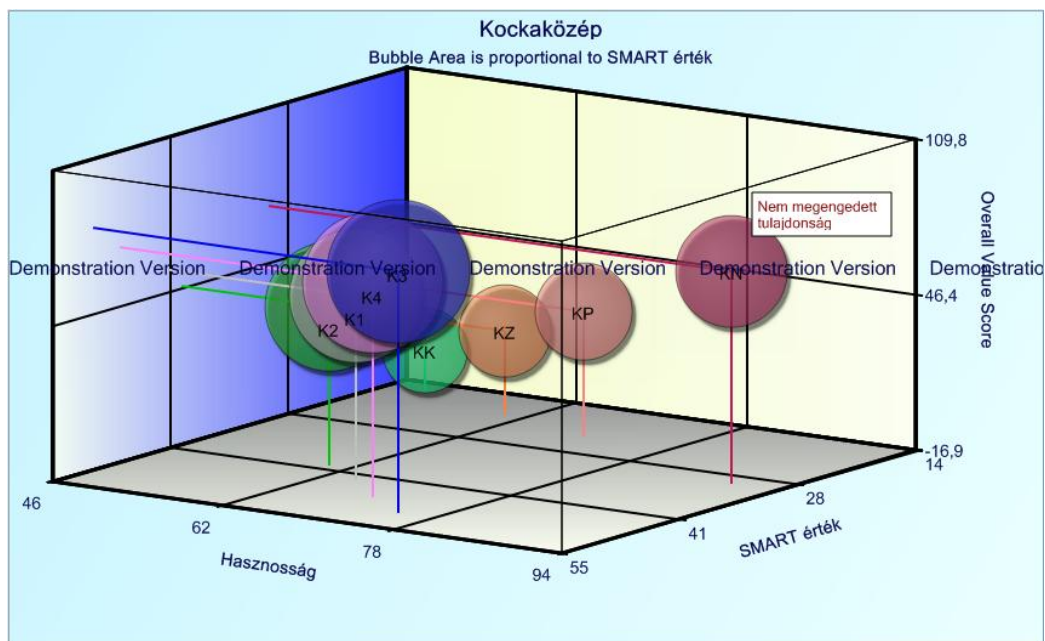
Képletszerűen:

$$\sum_{i=0}^n \varphi_i(x) = c \quad (x \in S).$$

Ha $c = 0$, a játékot *zérusösszegűnek* nevezzük.

Tétel:

A zérusösszegű játékkal konstans összegű optimalizálást végzünk, mivel fixpont tulajdonság miatt, az erőforrás véges összegű, így az adott erőforrás harmonikus elosztása a cél, a tulajdonságcsoport fix egyensúlyi pontját keressük (4. ábra). Az előzetes SMART analízis alapján megállapítottuk, hogy a narancs-közép, azaz a Rubik kocka narancsszínű oldalának középkockája (KN), „nem megengedett tulajdonság eltérést” mutat. A narancs oldal a jelenlegi főtulajdonság halmazban „a projekt pénzügyi értékét, a megtérülési időt”, mint projekt tulajdonságot hordozza magával. Ennek a tulajdonságnak a vizsgálata játékelméleti optimalizálással megoldást ad arra, hogy a low-carbon karakterisztikájú projekt fix erőforrásai hogyan optimalizálódnak Nash-egyensúlyi helyzetbe.



4. ábra: SMART elemzés nem megengedett tulajdonsága (megtérülési idő, projekt érték nincs egyensúlyban a többi erőforrással)

Forrás: saját szerkesztés

A 4. ábrán látható egyensúlytalanság oka az lehet, hogy a projekt, beruházás megtérülését befolyásoló külső tényezők stabilitása nem megfelelő. Ennek megállapítására az új belépő piacra lépésének körülményeit szükséges elemeznünk.

A feladat megoldása nem egyszerű, ha a befolyásoló tényezők között vannak olyanok, melyek nem piaci elemek (externáliák), de mégis hatással vannak az megtérülés hosszára (pl. adó- és szabályozáspolitikák, szennyezés kontroll, devizapolitika stb.).

Bizonyítás:

A Rubik kocka középkockáinak (4 különböző fix tulajdonság) Nash-egyensúlyi pontját úgy határozom meg, hogy megállapítom, mely tényező nincs a Pareto optimális helyzetben.

Az n – személyes konstans összegű játékok alkalmasak arra, hogy szemléltetni tudjuk a négy tényező egyensúlyi pontját.

Alapul véve egy $(x_1^*, x_2^*, x_3^*, x_4^*) \in S$ egyensúlyi pontot, ami alapján felírhatjuk

$$\varphi_1(x_1^*, x_2^*, x_3^*, x_4^*) \geq \varphi_1(x_1, x_2^*, x_3^*, x_4^*) \text{ minden } x_1 \in S_1 \text{ mellett}$$

és

$$\varphi_2(x_1^*, x_2^*, x_3^*, x_4^*) \geq \varphi_2(x_1^*, x_2, x_3^*, x_4^*) \text{ minden } x_2 \in S_2 \text{ esetén.}$$

és

$$\varphi_3(x_1^*, x_2^*, x_3^*, x_4^*) \geq \varphi_3(x_1^*, x_2^*, x_3, x_4^*) \text{ minden } x_3 \in S_3 \text{ esetén.}$$

és

$$\varphi_4(x_1^*, x_2^*, x_3^*, x_4^*) \geq \varphi_4(x_1^*, x_2^*, x_3^*, x_4) \text{ minden } x_4 \in S_4 \text{ esetén.}$$

A játék zérusösszegű, így

$$\varphi_1(x_1, x_2, x_3, x_4) + \varphi_2(x_1, x_2, x_3, x_4) + \varphi_3(x_1, x_2, x_3, x_4) + \varphi_4(x_1, x_2, x_3, x_4) = 0,$$

második egyenlőség alakulása

$$\varphi_1(x_1^*, x_2^*, x_3^*, x_4^*) + \varphi_2(x_1^*, x_2^*, x_3^*, x_4^*) + \varphi_3(x_1^*, x_2^*, x_3^*, x_4^*) + \varphi_4(x_1^*, x_2^*, x_3^*, x_4^*) = 0$$

Bármelyik tulajdonság nem megengedett eltérése, legyen $\varphi_1(x_1, x_2^*, x_3^*, x_4^*)$

$$\varphi_1(x_1^*, x_2^*, x_3^*, x_4^*) \geq \varphi_1(x_1, x_2^*, x_3^*, x_4^*)$$

Konstans összegű játék esetében a játék minden stratégiájára érvényes:

$$\begin{aligned} &\varphi_1(x_1^*, x_2^*, x_3^*, x_4^*) + \varphi_2(x_1^*, x_2^*, x_3^*, x_4^*) + \varphi_3(x_1^*, x_2^*, x_3^*, x_4^*) + \varphi_4(x_1^*, x_2^*, x_3^*, x_4^*) \\ &\geq \varphi_1(x_1, x_2^*, x_3^*, x_4^*) + \varphi_2(x_1^*, x_2^*, x_3^*, x_4^*) + \varphi_3(x_1^*, x_2^*, x_3^*, x_4^*) + \varphi_4(x_1^*, x_2^*, x_3^*, x_4^*) \end{aligned}$$

Az 4 tényezős konstans összegű játék egyensúlyi pontja megszűnik, ha bármely tényező esetében stratégiaváltás következik be:

$$(x_1^*, x_2^*, x_3^*, x_4^*) \rightarrow (x_1, x_2^*, x_3^*, x_4^*)$$

a stratégia bármely elemének megváltoztatása egyenlőtlenséghez vezet,

$$\varphi_1(x_1^*, x_2^*, x_3^*, x_4^*) \geq \varphi_1(x_1, x_2^*, x_3^*, x_4^*)$$

Ez az egyenlőtlenség-rendszer azt mondja, hogy ha az $(x_1^*, x_2^*, x_3^*, x_4^*)$ egyensúlyi pontból az első játékos egyoldalúan kilép valamilyen x_i^* -től különböző stratégiát választva, a kifizető függvény csak kisebb vagy egyenlő lehet. Ha a negyedik tényező tér el nem megengedett módon, és a többiek nem változtatnak stratégiájukon akkor az ő kifizető függvénye is kisebb vagy egyenlő lesz, mint a többiek $\varphi_{1,2,3}(x_1^*, x_2^*, x_3^*, x_4^*)$ esetében.

$$\varphi_{1,2,3}(x_1^*, x_2^*, x_3^*, x_4^*) \geq \varphi_4(x_1^*, x_2^*, x_3^*, x_4^*)$$

a $\varphi_{1,2,3}(x_1^*, x_2^*, x_3^*, x_4^*)$ tényezők kifizető függvénye nagyobb vagy egyenlő lesz – mivel a játék zérusösszegű, ez azt jelenti, hogy az összkifizetés nem növekedhet és nem csökkenhet.

3.4.3. Output oldali leképezések algoritmusai

A konfliktus-feloldási módszerek a kooperatív játékelméleti megoldások egyik népszerű családját jelentik. Ezek közül kiemelhetjük a Nash axiomatikus megoldásrendszerét, amely axióma halmazok megadásával biztosította, hogy a megoldás mindig a *Pareto-vonalon* legyen. A Kálai-Smorodinsky megoldás pedig a konfliktushelyzet legrosszabb kimeneteli pontjának meghatározásával megadja a minimálisan elérhető, vagy a konfliktus megoldásaként megadható utolsó lehetséges pontot, vagyis a még elfogadható legrosszabb kimenetelét.

OUTPUT OLDAL JÁTÉKELMÉLETI MODELLEZÉSE (3. SZINT)

A kimenti oldalon végrehajtott sarokcsere a végső egyensúlyi állapot beállításának fázisa, egyensúlykeresés, fenntarthatósági kritériumok véglegesítése legtöbb esetben csak kooperatív stratégiával végezhető.

Definíció:

A *kooperatív játékot* a következő fogalmakkal határozzunk meg. $N = \{1, \dots, n\}$ a *játékosok halmaza*, amelynek egy tetszőleges S részhalmazát közismert szóval *koalíciónak* nevezzük: $S \subseteq N$. Legyen S a részhalmazok, azaz a lehetséges koalíciók halmaza. Az N alaphalmazt *teljes koalíciónak* nevezzük.

Tétel:

A low-carbon beruházási koncepciónkban „zöldáramot” (megújuló energiatermelésből származó energia) termel a projekt, de a megtermelt áram csak úgy juthat el a fogyasztóhoz, ha mind a zöldáram termelő (Beruházó/B), mind a hálózat (Hálózat/H) tulajdonosa megállapodnak abban, hogy a termék a hálózaton keresztül eljut a fogyasztóhoz. Az együttműködés feltétele, hogy a beruházás használati/szállítási díjat fizet a hálózat tulajdonosának, a hálózat tulajdonosa pedig belenyugszik abba, hogy a korábbi (fosszilis alapú) értékesítési mennyiség helyett, kisebb mennyiségben szállít saját terméket a hálózaton. A hálózat kompenzációként megkapja a beruházó kifizetését. Ez a kompromisszum tulajdonképpen azt jelenti, hogy piaci feltételek között életképes termelési és szolgáltatási feltételekben kell megállapodni. A leírt Rubik kockás projektfejlesztés „zöld-sárga-narancs” tulajdonságkockáját próbáljuk a modellel egyensúlyba hozni, megfelelő stratégiát hozzárendelni az együttműködéshez.

Bizonyítás:

A konfliktus-feloldási módszert egy kétszemélyes játékkal vezethetjük be. A példában jelöljük S_1 és S_2 a játékosok stratégia halmazát φ_1 és φ_2 a két kifizetőfüggvényt. A lehetséges kifizetések halmaza így 2-dimenziós lesz és következőképpen írható fel:

$$H = \{\varphi_1(x, y), \varphi_2(x, y) \mid (x, y) \in S_1 \times S_2\}$$

Ebben az esetben is, mint mindig, mindkét játékos a kifizetésének maximalizálására törekszik, de természetesen kifizetése függ a másik játékos stratégiájától és általános szabály, hogy az egyik játékos kifizetésének növelésével a másik csökkeni fog. A feladat tehát az, hogy olyan megoldást találjunk, amely mind a Beruházó mind a Hálózat tulajdonos, tehát mindkét játékos számára elfogadható megoldást jelent. Minden megoldás előtt fel kell tennünk azt, ha nem jön létre megállapodás, akkor mindkét játékos alacsonyabb kifizetést, vagy büntetést kap.

Általános jelölések:

$$f_* = (f_{1*}, f_{2*})$$

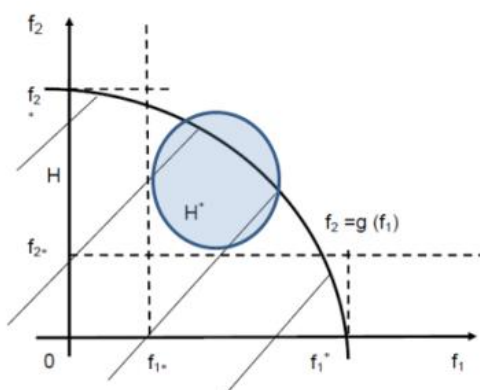
ez lesz a kifizetési vektorunk, amelynél feltételezzük, hogy létezik olyan $(f_1, f_2) \in H$, amely esetén $f_1 > f_{1*}$ és $f_2 > f_{2*}$. A konfliktus matematikailag (H, \mathbf{f}_*) párral definiált. A 5. ábrán ezt a párt definiáltuk. Feltesszük továbbá, hogy a H halmaz zárt, konvex és korlátos, azaz

$$(f_1, f_2) \in H \text{ és } \bar{f}_1 \leq f_1, \bar{f}_2 \leq f_2$$

esetén szükséges $(\bar{f}_1, \bar{f}_2) \in H$, valamint mindkét koordinátájában korlátos, azaz

$$\sup \{f_i | (f_1, f_2) \in H\} < \infty$$

$i = 1, 2$ esetén.



5.ábra: A konfliktushelyzet ábrázolása a kifizető-függvény helyével

Forrás: saját szerkesztés

Feltesszük továbbá, hogy a H határvonala egy $f_2 = g(f_1)$ függvény gráfja, amely szigorúan csökken f_1 -ben és konkáv. A g – függvény gráfját Pareto-vonalnak szokták nevezni, tehát a fenntarthatósághoz kapcsolódó optimum kritériumok kielégítésének feltétel itt teljesülhet. A játék és megoldásfeltételek között figyelembe kell venni, hogy racionális játékos nem fogad el olyan megállapodást, amely rosszabb kifizetést jelentene, mint a megállapodás nélküli kifizetés.

A lehetséges kifizetési halmazzt így leszükíthetjük a következőképpen:

$$H^* = \{f_1, f_2 | f_1 \geq f_{1*}, f_2 \geq f_{2*}, (f_1, f_2) \in H\}$$

Következtetés:

A projektfejlesztési folyamat (biomassza alapú energiatermelés) low-carbon tervezéséhez a különböző (kocka)szinteken komplex, unortodox játékelméleti optimumkeresést hajtottuk végre. A játékelméleti optimumkeresés során elméleti modell struktúrát határoztam meg, mely alapvetően három különböző típusú játékelméleti megoldás egymás után illesztését jelenti annak függvényében, hogy az adott gazdasági feltételrendszert, milyen játékelméleti módszerrel a leghatékonyabb jellemeznünk:

1. kockaszint: nem kooperatív háromszemélyes játék (input oldal nem megengedett eltéréseinek korrigálására),
2. kockaszint: nem kooperatív zérusösszegű játékkal írjuk le (középkocka kapcsolat nem megengedett eltéréseinek korrigálására),
3. kockaszint: konfliktus-feloldási módszert kétszemélyes játékkal írjuk le (output oldal nem megengedett eltéréseinek korrigálására).

A három játékelméleti modell együtt tudja leírni a projektfejlesztés során szükséges Nash-egyensúly állapotokat, melyek a fenntarthatóságot biztosítják a projekt megvalósítása során. A megfelelő Nash-egyensúly kiválasztását a kockák kapcsolati rendszere alapján történő SMART érték meghatározás biztosítja. Ennek részletezésére a későbbiekben kerül sor. Ugyanakkor

hangsúlyoznunk kell, hogy az általam kiválasztott játékelméleti sor (háromszemélyes kooperatív játék – nem kooperatív zérusösszegű játék – konfliktus-megoldási módszer), elsősorban a tipizált energetikai fejlesztés és meghatározott gazdaságfejlesztési környezetben (Magyarország/Közép-és Kelet-Európa) alkalmazható. Kijelenthetjük tehát, hogy más gazdasági körülmény vagy más fejlesztési cél ezek alapján, eltérő játékelméleti megoldással is jellemezhető.

3.5. SMART (Simple Multi Attribute Ranking Technic) elemzés

A kockák tulajdonságainak értelmezéséhez, a kiskockákhoz rendelhető tulajdonságok meghatározásához a SMART módszert (Simple Multi Attribute Ranking Technic) választottam, amely képes a 2D és 3D tulajdonságok együttes kezelésére és megjelenítésére. A módszertani részben leírtak szerint választottam ki a vizsgálati technikát, melyet a különböző attribútumok vizuális megjelenítésének vonatkozásában, egyedülálló szoftveralkalmazásnak számít.

A SMART elemzés menete a következő volt:

1. Főágensek dominancia vizsgálati adatainak értékelése, adatbevitel,
2. Vizsgálati szintek „kiskocka tulajdonságainak”, feltételezett hasznossági értékeinek meghatározása,
3. SMART táblázatok kialakítása és 3D –ben történő megjelenítés.

A Churchman és Ackoff dominancia vizsgálat eredményeit alapul véve, a SMART értékelés kiinduló adatsora a következő, melyhez a dominancia vizsgálat eredményei alapján határoztam meg az egyes színekhez rendelhető tulajdonságokat:

Group1: a tulajdonságok súlyozása

Pénzügyi hatások összesítése:	90	-----▶	narancs
Jogi, szabályozási adaptálás:	70	-----▶	zöld
Piaci lehetőségek vizsgálata:	60	-----▶	kék
<u>Technológiai feltételrendszer:</u>	50	-----▶	piros
Stratégiai Programillesztés:	30	-----▶	kieső tulajdonság

Az előző fejezetben választ kaptunk arra, hogy a Rubik kocka alapú projekttervezés folyamatában hogyan párosítjuk az egyes kirakási algoritmusokat a különböző szintekhez, a Churchman-Ackoff féle eljárással megkapjuk azt a 4 legfontosabb tulajdonságot a befolyásoló tényezők listájából, amelyeket a kocka oldalaihoz is párosíthatunk. Ha a fehér (F) az input oldal, akkor ebben az esetben a legdominánsabb tulajdonságcsoporthoz hordozza a narancs oldal (N), így meglesz az FN kiindulási oldalpárunk, majd tovább megyünk az óramutató járásával megegyező irányba a fehér oldal körül, és FK (fehér-kék) majd FB (fehér-piros) és FZ (fehér-zöld) oldalak jelölhetik a releváns tulajdonságokat (ágenseket) a tervezésben.

A rendezési szempont az, hogy a legdominánsabb tulajdonság kerüljön a top oldalra (jelen esetben Narancs - N), illetve a leggyengébb tulajdonság a vele szemközti oldalra (jelen esetben a Piros - P). Ennek oka, hogy kapcsolati profiljuk leírása (ellentmondásokkal, hibákkal együtt) úgy kerülhet legjobban leírásra, ha két másik tulajdonságon (jobbról, balról) keresztülvetve történik meg. A dominancia listában középen, gyengülésüknek sorrendjében elhelyezkedő tulajdonságok „gyengülésüknek” sorrendjében, az óramutató járásával ellentétes irányba kerüljenek kijelölésre. A sorrendezés lényege, hogy az erősebb dominanciát mutató tulajdonsághalmaz feltételezhetően rendezett állapotban van, míg a kisebb „dominanciát” mutató tulajdonságcsoporthoz esetlegesen távolabb van az egyensúlyi ponttól. A legerősebb relevanciát mutató tulajdonságcsoporthoz lesz a top oldalon, a legkisebb relevanciájú tulajdonságcsoporthoz lesz a legdominánsabb tulajdonsággal szemben, a szemközti oldalra, majd az óramutató járásával ellentétes irányba (dominanciájuk sorrendjében) adjuk meg a másik két halmazt. A kocka helyre forgatása leggyakrabban az óramutató járásával megegyező irányba történik az egyes algoritmusokban, így azok az egyes

lépések után a legrövidebb úton optimalizálódnak az egyensúlyi pont felé, ezért kerül az erősebb kocka tulajdonságcsoport az induló narancs oldaltól jobbra eső zöld oldalra, a másik, illetve a sorban harmadik legdominánsabb tulajdonság pedig a kék oldalra.

Hasznossági függvények megadása

A SMART szoftver az általunk leírt vizsgálati módszerhez képest általános függvénydefiníciós módszert kínál. A következő struktúrában vázolt adatok és kritériumok egyszerűen bevezethetők a program adatbázisába és a beépített algoritmusok segítségével kiértékelhetjük azt.

KISKOCKA SZÁMA	HASZNOSSÁG (1-100) (feltételezett)	KAPCSOLAT, DIMENZIÓ ÉRTÉK	SMART ÉRTÉK (V)	KOCKATÍPUS ÉS DOMINANCIA	FŐÁGENS BELSŐ TULAJDONSÁGOK
----------------	------------------------------------	---------------------------	-----------------	--------------------------	-----------------------------

A táblázatok feltöltése során a hasznossági függvények hasznossági értékévé történő alakítása a következő lépéseken keresztül történik:

1. a maximális hasznosságot jelentő érték kap 100 pontot,
2. a minimális, vagyis 0 hasznosságot jelentő érték kap 0 pontot,
3. a két szélsőérték alapján meghatározandó az az érték, amely a maximálishoz képest fele hasznosságot jelent, ez 50 pontot ér,
4. a középső és a maximális hasznosság alapján meghatározandó az az érték, amely hasznosság szempontjából a kettő között helyezkedik el, ez 75 pont,
5. minimális és közepes hasznosság alapján megkeresendő az az érték, amely a hasznosság szempontjából a kettő között helyezkedik el, ez 25 pontot kap.

Hasonló módon további belső függvényértékek nyerhetők, az így kapott pontokhoz pedig matematikai módszerekkel, egy közelítő függvényt tudunk rendelni. Az alternatívák jóságát a hasznossági érték súlyozott számtani középértéke adja. A kapcsolatdimenzió értéket a 10. táblázatban is jól követhető módon, háromszintű kapcsolat (sarokkocka) esetében 3/3, kétszintű kapcsolatok (élkocka) esetében 2/3, a fix kocka esetében pedig 1/3 értékkel jelöltem. Ennek értelmében a felírható hasznossági függvény a főgráfra vagy főtulajdonságra a következő:

$$V(x_1, \dots, x_n) = \sum_i V_{i=\frac{1,2,3}{3^3,3^3}} \left(x_i = \frac{\sum_{i=0}^n w_i a_i}{\sum_{i=0}^n w_i} \right) \quad i = 1, \dots, n; n = 9$$

$w_i = i - \text{dik szempont súlya}, w_i > 0;$
 $a_i = i - \text{dik szempont szerint érték}, a_i > 0$

A fenti képlet alapján az egyes szintek SMART értékeinek megjelenítésével kapunk képet a főágensen belüli hasznosság különböző dimenziókat érintő jellemzőiről. A főágensek (N,P,Z,K) belső tulajdonságainak egymáshoz való viszonyát és az input oldal hasznossági jellemzőit láthatjuk a 10. táblázatban.

10. táblázat: SMART input értékek generálása az adatbevitelhez ('►X' = hasznosság)

FEHÉRKÖZÉP (1D) – energiaracionalizálás	Dominancia:100	(100) maximális érték
ÉLFEHÉR (2D) Dominancia: Narancs/ 90; Zöld/70; Kék/60; Piros/50		
stratégia, szabályozási alapkapsolat (FZ),	100/70 ►	85,0
technológiai alpkövetelmény (FP),	100/50 ►	75,0
finanszírozási elvárás (FN),	100/90 ►	95,0
piaci alapillesztés (FK)	100/60 ►	80,0
SAROKFEHÉR (3D) –		
piaci igényű megtérülési alapfeltétel (FNK),	100/90/60 ►	83,3
pénzügyi eszközöknek és szabályozási feltételeknek való megfeleltetés (FNZ),	100/90/70 ►	86,6
techn. kockázatok és a piaci prioritások összehangolása az alapcéllal (FKP),	100/60/50 ►	70,0
stratégiákkal összehangolt technológia kijelölése az alapfeltételeknél (FZP),	100/70/50 ►	73,3

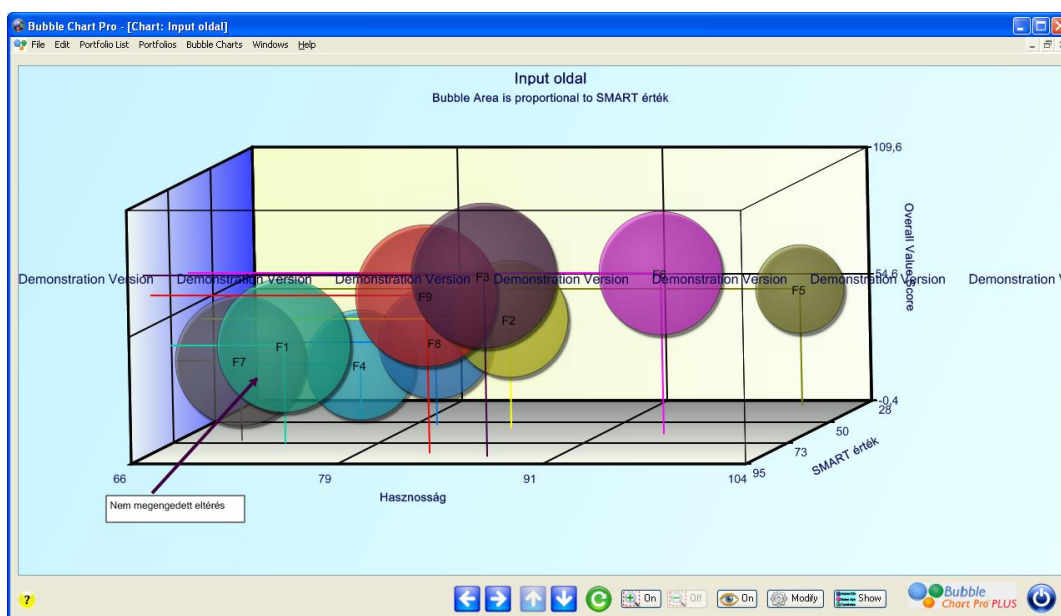
Forrás: saját kutatás

A 10. táblázatban generált adatok bevitelét követően a SMART Bubble Chart Pro demo verzióban lefuttatott "Value Score" értékpontozás alapján készíti a program a 3D tulajdonságmegjelenítést, amely az alkalmas arra, az összevetett tulajdonságok vizuális kiválasztással is megkülönböztethetők legyenek jóságuk, vagy stratégiai fontosságuk szerint. A SMART program input adattábláját a 6. ábrán láthatjuk.

Sel. No.	Name	Pic	Value Score	*A (100) Hasznosság	*B (100) SMART érték	C (0)	D (0)	E (0)	F (0)	G (0)	H (0)	I (0)	J (0)	K (0)
6	F1		42,04	73	73	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	F2		47,22	85	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	F3		78,33	87	87	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	F4		24,07	75	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	F5		50	100	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	F6		69,44	95	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	F7		34,26	70	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	F8		35,19	80	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	F9		67,96	83	83	0	0	0	0	0	0	0	0	0
No. 9	Sum		449,5	748	569	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Median		47,2	83	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mean		49,8	83	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Standard Deviation		18,4	10	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Maximum		78,3	100	87	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Minimum		24,1	70	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0

6. ábra: SMART program eredménytáblájának megjelenítése 2D-ben
Forrás: saját szerkesztés SMART program alapján

Az input oldal egyensúlyi helyzete instabil, ez az F1 tulajdonságon keresztül azonosítható, amely stratégiákkal összehangolt technológia kijelölése az alapfeltételeknél (FZP/fehér-zöld-piros). A tulajdonságot és helyzetét a tulajdonság-halmazban a 7. ábrán láthatjuk. A gömbre kattintva megkapjuk az adott gömb esetében jellemző (x,y,z) koordinátákat is, melyek speciális hasznossági függvényeket jelentenek. A három dimenziós megjelenítés miatt, a 7. ábrán jól érzékelhető a tényezőkapcsolat, illetve a kapcsolatok mélysége.



7. ábra SMART program output eredményeinek és nem egyensúlyos tulajdonságának megjelenítése
Forrás: saját szerkesztés

A SMART program segítségével elvégeztem az input oldal (ezek követhetők 6. és 7. ábrán), a kockaközép oldal-tulajdonságok és az output oldal értékelését.

A vizsgálat összefoglalásaként elmondhatjuk, hogy a Rubik kocka oldalszíneihez, a tulajdonságcsoporthoz dominanciájának függvényében, sikeresen hozzárendeltem a projektfejlesztési szempontokat. A dominancia vizsgálat a lefuttatott SMART pilot programmal a következőképpen alakult, az eredmények összegzése a következő:

- ✓ A projekt tulajdonságok input és output oldala, a fehér és sárga kocka-oldalra történő leképezésével megtörtént,
- ✓ A fő tulajdonságok esetében a narancsszín dominált a legjobban, a piros szín pedig a legkevésbé, így a narancs a legmagasabb, míg a piros a legalacsonyabb dominancia értékkel bír. Ha a narancsszín a frontoldalon van, akkor vele átellenesen találjuk a piros oldalt, jobbra pedig zöld, majd a narancstól balra a kék színű oldalt,
- ✓ A dominancia meghatározás alapján, a dominancia erősség függvényében felállított sorrendben a legerősebb tulajdonság a narancsszínhez, a második tulajdonság a zöld színhez, a harmadik tulajdonság a kék színhez, a leggyengébb tulajdonság a piros színhez rendelődik a módszertanban leírtak szerint,
- ✓ A játékelméleti módszerek alkalmazása, illetve a SMART program alkalmazhatósága érdekében a vizsgálati módszert három különböző tulajdonságcsoporthoz bevonva, szintekre bontottam: 1) Input ► 2) Kocka közép ► 3) Output.
- ✓ A SMART program által az Input oldalon kijelölt nem megengedett eltérés alapján a „technológia kijelölése az alapfeltételeknél” tulajdonság esetében egyensúlytalanságot mutatott, így erre a feltételre állíthatunk be játékelméleti optimalizálást.
- ✓ A SMART program által az Kockaközép tulajdonság-oldalon kijelölt nem megengedett eltérés alapján „a projekt pénzügyi értéket, a megtérülési idő” tulajdonság esetében egyensúlytalanságot mutatott, így erre a feltételre állíthatunk be játékelméleti optimalizálást.
- ✓ A SMART program által az Output oldalon kijelölt nem megengedett eltérés alapján a „piaci feltételrendszer, piaci instrumentumok és szolgáltatások egyensúlyba terelése” tulajdonság esetében egyensúlytalanságot mutatott, így erre a feltételre állíthatunk be játékelméleti optimalizálást.
- ✓ A fosszilis/megújuló energiacsere projekttervezési folyamatra elvégzett projektértékelési vizsgálatok eredménye tehát az, hogy a tervezés bemeneti (input) oldalához kapcsolódóan a „technológiai kérdések tisztázása, alapfeltételek egyensúlyba állítása” befolyásolja leginkább a fenntartható egyensúlyhoz közeli állapot elérését. A középső, vagyis összekötő tulajdonságcsoporthoz a „pénzügyi érték, megtérülés” kap túl nagy hangsúlyt, ezért ennek fenntarthatóbb értelmezése szükséges, ami közelíthet az említett fenntarthatósági gazdasági érték (FGE) fogalmához. A kimeneti oldalon (output) a piaci feltételrendszer, piaci felületek hiánya, egyensúlytalansága okozhat egyensúlyvesztést és sikertelen projekt megvalósítást, ennek egyensúlyi tervezése lehet jó stratégia.

3.6. ÚJ ÉS ÚJSZERŰ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

Az irodalomelemzés és az elvégzett módszertani vizsgálatok eredményeit két csoportba sorolva mutatom be. Új tudományos megállapításként (M_n) közlöm azokat a tudományos értékű eredményeket, amelyek további kutatásokkal, vagy a vizsgálati adatok megfelelő szintű kiterjesztése révén, a későbbiekben tudományos tézisként is közölhetők.

Új tudományos eredmények címmel közlöm azokat a tudományos eredményeket (T_n), melyek jelen kutatás keretében új tudományos tézisként megfogalmazhatók.

3.6.1. Új tudományos megállapítások

M_1 : A környezetvédelmi célú vagy a klímaváltozást előnyösen befolyásoló beruházások életképességét, fenntarthatóságát meghatározó projekt tulajdonságok kapcsolati rendszerét a Rubik kocka kirakás „*Layer by layer*” módszer, illetve a módszer egyes fázisaihoz rendelt játékelméleti modellekkel le lehet írni.

M_2 : Gazdasági események fenntartható modellezésére vonatkozó egyes játékelméleti megoldások gyakorlati alkalmazását, illetve a helyes egyensúlyi állapotok kijelölését sok esetben a modellek sok tényező miatt fellépő bonyolultsága gátolja. Játékelméleti módszerekkel történő fenntarthatósági egyensúlykeresés során, az összehasonlításra kerülő tényezők egymás közötti kapcsolatának egyszerű függvényyszerű leírását, illetve ezeknek a kapcsolatoknak tervezési fázisokra épülő, szintenként történő kezelésével célszerűen lehet megvalósítani.

M_3 : A többváltozós próbafüggvényeket alkalmaztam azoknak a tulajdonságcsoporthoz a kiválasztására, amelyek egy-egy tervezési folyamatban olyan tulajdonságokkal jellemezhetők, melyek a fenntartható projektervezés, kivitelezés folyamatát elterelik az egyensúlyi irányból. A projektfejlesztés különböző állapotaiban - dominancia analízissel és hasznossági függvények alkalmazásával - a projekt sikeres megvalósítását pozitív irányba tudjuk terelni.

M_4 : A low-carbon projektfejlesztési vagy tervezési eljárás hipotézisem szerint egy paralel protokollnak nevezhető a Rubik kocka layer-by-layer kirakási módszerével. Az oldalak és az egyes színek projekt tulajdonságokhoz rendelésével elérhetjük, hogy egy speciális, a fenntartható projektfejlesztési folyamatot valósíthassunk meg, melynél a fejlesztés és eljárás specifikumát az adja, hogy az egyes tényezők vagy tényezőcsoportok, mint egy-, két- vagy háromdimenziós rendszerelemek vehetők figyelembe a fejlesztési programok során. A low-carbon fejlesztések és Rubik kocka kirakás célrendszere ugyanazt a vezérlőelvet követi, logikus és alacsony energia bevitel révén igyekszik eljutni az „egyensúlyi állapotba”.

3.6.2. Új tudományos eredmények

T_1 : Összehasonlító vizsgálataim igazolták, hogy a 3x3x3-as Rubik kocka egyes kirakó algoritmusai a fenntarthatósági elvek szinkronizálhatók, a kocka oldalainak kapcsolatrendszerét olyan térszemléletet és tervezési stratégiát ír le, amely új tudományos szemléletet ad a beruházás tervezés folyamatának. A „*Layer by layer*” kirakási módszer „7” forgatási algoritmusai közül az első kettő a beruházás tervezés *Input* tényezőivel korrelál, a harmadik és negyedik algoritmus a kezdő és befejező fázis kapcsolatrendszerét írja le, az ötödik, hatodik és hetedik fázis a kimeneti oldal tényezőivel állítható párhuzamba.

T_2 : Vizsgálataim bizonyították, hogy a fenntarthatóságot is biztosító projektfejlesztési folyamat *Input* oldalának egyensúlyi állapota egyszerűen egy *konstans összegű játékkal* vagy *nem-kooperatív véges játékkal* is leírható. Az *Input* és *Output* oldalak kapcsolati rendszere, illetve az erre vonatkozó egyensúlyi állapot *konfliktus feloldási módszerrel*, *zérusösszegű játékkal* vagy *véges*

oligopol játékkal is felírható. A fejlesztési folyamat *Output* oldalának egyensúlya pedig *kooperatív oligopol játékkal* vagy *Nash-egyensúlypontra* vonatkozó kooperatív stratégiákkal írható le.

T₃: Számításokkal igazoltam, hogy a Rubik kocka (3x3x3) záró sarokkockái az egyensúlypont vagy fenntarthatósági optimumkeresési folyamatban kulcsszerepet játszanak. A záró kocka három tulajdonság összehangolására épülő forgatási kombinációja az ideális Nash-egyensúly állapotát biztosíthatja a beruházási programok során. Ennek a beállításnak a hiányában nincs meg a végső összhang az *Input* és az *Output* oldalak között, a rendszer rugalmassága nagymértékben csökken, mivel nem adaptálta azokat a feltételeket, amelyek az életképességet, a rendszertulajdonságok esetleges változásához kapcsolódó adaptációs képességet jelentenék.

T₄: A Rubik kocka (3x3x3) alapján történő fenntarthatósági értékelés egyik legértékesebb jellemzője az, hogy az egyes kockaoldalakhoz, vagy az értékelést meghatározó tulajdonsághoz kapcsolódó hasznosságokat és kapcsolati rendszert együtt tudja kezelni az összes többi meghatározó tulajdonsággal (a kocka többi oldalához rendelt tulajdonsággal). A *kétdimenziós* (x,y) mellett, a *háromdimenziós* (x,y,z) kapcsolatokat is le tudja írni, illetve a forgatás renddel az egyes tényezőket befolyásoló tulajdonságokat azonosítani képes. A kétszínű élkockákhoz 2D tulajdonság értelmezést, a háromszínű sarokkockákhoz 3D értelmezést társíthatunk, azaz olyan tulajdonságok kezelésére is alkalmas, amely egyszerre kettő vagy három főtulajdonsághoz is tartozik.

T₅: Megmutattam, hogy a fenntartható üzleti tervezés folyamata jól leírható játékelméleti modellekkel, melyek a Rubik kocka layer by layer módszerének algoritmusára fenntartható projektfejlesztési folyamatot modelleznek. Vizsgálataim igazolták, hogy akkor tekinthető egy projektfejlesztési folyamat fenntarthatónak, ha a következő feltételek teljesülése biztosított:

- A. A technológiailag elfogadható tervezési opció van jelen (túltervezés, elavulás elkerülése).
- B. Pénzügyi fenntarthatóság és likviditás optimalizálása biztosított (biztonságos önfenntartás és jövedelemtermelés min. 10 éven keresztül).
- C. Káros projekthatások elkerülése a kapcsolódó termékpályákon (funkciójában önmagának megfelelő rendszer).

4. Következtetések és javaslatok

Ahogy az a szakirodalmi feldolgozásból világosan kiderült, a fenntarthatóság értelmezésére a közgazdaságtanban rendkívül eltérő megközelítésekkel találkozhatunk. Alapvető dilemma tehát a fenntarthatósági célrendszerek/stratégiák megfogalmazásakor, hogy a *gyenge fenntarthatóság*, avagy az *erős fenntarthatóság* elméleti összefüggéseit alkalmazzuk az egyes megközelítések esetében. A természeti és mesterséges tőke viszonya határozza meg alapvetően a gyenge és erős fenntarthatóság közötti különbséget. A gyenge fenntarthatóság elmélete kimondja, hogy a természeti és mesterséges tőke egymással helyettesíthető viszonyban áll. Egy viszonylag új mutatószám, a teljes gazdasági érték (TGÉ) rendszere, mely alapvetően a környezeti értékek számbavételét is egy korszerű módon kezelő közgazdaságtani adaptáció, mégsem tudja megfelelően kezelni a pénz időértékéhez kapcsolódó erőforrás transzformációk kérdését. Erre a kérdésre adott jó választ a fenntartható gazdasági érték (rövidítve: FGÉ) mutatószám, mely egy olyan értékelési mód, amely képes – a lokális információk figyelembe vételével, azokat célirányosan felhasználva – integráltan bemutatni a természeti tőke mellett, a társadalmi és a technikai tőke-elemek változását, melyet a teljes gazdasági érték csak igen korlátozottan valósít meg. A Teljes Gazdasági Érték (TGÉ), mint értékmérő igen erősen támogatja a közgazdasági irányok egyik legújabb változatát, az ún. „low-carbon economy” célrendszerét.

A „low-carbon economy”, azaz az alacsony szén-intenzitású gazdasági koncepció lényege, hogy a lokális gazdaság vagy piac szintjén, elsősorban az alacsony energia- és anyaginputtal működő struktúrákat preferálja, mely révén az erőforrások megfelelő kezelésének hosszú távú feltételeit is biztosítva látja. A fenntarthatósághoz kapcsolódó kritériumok értelmezése során ezért vehetjük alapul jogosan a „low-carbon economy” prioritásrendszerét, mely a fenntarthatósági kritériumok jelenleg legmodernebb szemléletben megfogalmazott, egyensúlykereső koncepciója. A fenntarthatósági értelmezések értelemszerűen az erőforrások egyensúlyt teremtő felhasználására keresnek megoldásokat, gyakorlati modelleket, megvalósítható értelmezéseket. Azt gondolhatjuk tehát, hogy a fenntarthatóság modellezésére a jövőben azok a tudományos megközelítések alkalmasak, melyek jól definiáltak és félreérthetetlenül képesek megoldásokat nyújtani.

Szakirodalom áttekintés főbb következtetései:

- A fenntarthatóság gazdasági értelmezése még mindig sok olyan nehézséget hordoz magában, amely miatt leképezése nehezen jut el az operatív megvalósítás szintjére. A fenntarthatósági kritériumok és gazdasági feltételek ma leghatározottabban a „low-carbon economy” szakterületi leírásaiban érhetők tetten, melyet ezért mind a politikai döntéshozók, mind a gazdasági szereplők követhető, elfogadható környezetvédelmi és/vagy klímastratégiának tartanak.
- Az erőforrások kezelésének, fenntartható használatának kérdése a gazdasági egyensúlykeresés területén nyitott új lehetőségeket az elmúlt években, melyek közül egyik kiemelkedően érdekes és izgalmas megoldást a játékelméleti módszerek alkalmazása jelentett. Annak ellenére, hogy a gazdasági döntések vonatkozásában sok csalódás és bizalomvesztés is érte a játékelméleti stratégiai modellek alkalmazását, az új elméleti megközelítések, a megfelelő Nash-egyensúly keresés új módszerei, az egyszerűsített modellek alkalmazása, biztató jelenségnek tekinthetők a matematikai modellalkotás területéről.
- A szakirodalom feldolgozás során említést tettem arról az új „low-carbon” szoftverfejlesztési megközelítésről, amely a régi, elavult szoftverek esetében jelent egy kedvező újrahaznosítási irányt. A megoldással lényegesen kevesebb anyag és munkaráfordítás révén vagyunk képesek régi szoftveralkalmazásainkat megfeleltetni az új fogyasztói elvárásoknak, azaz újra piacra vinni elavultnak hitt termékeinket. A szoftver regenerációs megoldás a Rubik kocka „layer by layer”, azaz sorról-sorra kirakás módszerének alkalmazásában rejlik, mely módszer imitálja a 3x3x3-as Rubik kocka kirakását, így rövid interakciókon keresztül tudja az új fogyasztói elvárásoknak is megfelelő állapotba (egyensúlyba) juttatni a fejlesztési folyamatot.

Saját kutatási eredményeim főbb következtetései:

- A fenntarthatósági alapelvek és a Rubik kocka klasszikus „layer by layer” kirakási módszere szinkronizálhatók egymással. A Rubik kocka felépítésének és kirakásának fenntarthatósági értelmezése, a fenntarthatóság és a Rubik kocka kirakási algoritmusok közötti kapcsolat vizsgálatai egyértelműen bizonyítják, hogy a kocka térszerkezeti egyensúlyi állapotához vezető folyamat egyensúlykeresési folyamat, mely esetünkben a környezetvédelmi folyamatok egyensúlykeresésének modellezésére is alkalmas.
- A játékelméleti stratégiai modellek kapcsán végzett elemzéseim jó mutatják, hogy a jelenlegi gyakorlatban több olyan gazdasági stratégiai modellel találkozhattunk, amelyek nem működnek igazán jól. A nem megfelelő működést alapvetően a modellek bonyolultsága, a sok-sok tényező, kritérium figyelembe vétele okozza. Annak érdekében, hogy a modellalkotás folyamata, és a modellek működési mechanizmusa ne essen a „túl komplikált és nem kérjük” kategóriába, olyan egyszerűsített, de mégis működő modell szükséges, ami jól átlátható, megbízhatóan feltölthető adatokkal és könnyen korrigálható. Erre a kihívásra kínál megoldást a játékelméleti modellek alkalmazásához kapcsolódó három szintű „unortodox játékelméleti optimumkeresési” modellem.
- A játékelméleti modellek, stratégiai optimumkereső rendszerek elemzése során megállapítottam, hogy sokkal célravezetőbb több kisebb különálló, és az üzleti környezetben másként reagáló, egyedi játékelméleti megoldásokkal jellemezni az egyensúlykeresés folyamatát, mint komplex soktényezős modellstruktúrákkal egyben függvényesíteni a folyamatot. A megújuló energiatermelés, azaz a fosszilis/megújuló cserére irányuló fejlesztési folyamatok esetében, három szintre bontva a fejlesztési programot, célszerű induláskor *nem-kooperatív játékelméleti módszert*, ezt követően *konstans állandó vagy zérőösszegű* játékot, majd a kimeneti feltételek megfogalmazása során *kooperatív Nash-egyensúlykeresést, többszemélyes oligopol játékkal* alkalmazunk.

Az általam felvázolt unortodox játékelméleti módszer a gyakorlati alkalmazás során feltételezi, hogy az egyes szakaszokra (input, kockaközép vagyis összekötő és output) időben rugalmasan módosítható függvénykarakterisztikákat alkalmazunk, ezért sikeres megoldás lehet a bonyolultabb folyamatok modellezésére is, ha egymás után több egyszerű játékelméleti modellt rakunk optimumkeresési folyamatba. Az üzleti környezet változásának függvényében ezek módszerek/játékok változtathatók és rugalmasan adaptálhatók egyéb gazdasági feltételrendszerek esetében is.

FELHASZNÁLT FORRÁSOK:

- CIE (2012-2014) Cleantech Incubation Europe program, Documents for downloads. <http://cleantechincubation.eu/downloads>
- LAUNONEN, M. (2011) Hubconcepts - The Global Best Practice for Managing Innovation Ecosystems and Hubs, Hiilikatu 3, 00180 Helsinki, Finland www.hubeconcept.com pp. 5-25
- LIGETI, Gy. (2006) Sztereotípiák és előítéletek. Társadalmi Riport/2006 pp. 382-399 http://www.tarsadalomkutatas.hu/kkk.php?TPUBL-A-717/publikaciok/tpubl_a_717.pdf
- LCE LTD. (2011) About a Low-carbon Economy. <http://www.lowcarboneyconomy.com/LCE/> pp. 3-5
- KÉRDŐ, A. (2008) A tartalomelemzés elmélete és gyakorlata. BGF Budapest, 2008 http://elib.kkf.hu/edip/D_13763.pdf p. 7-10
- RUSSELL, S. – NORVIN, P. (2003) Artificial intelligence. A modern approach. 2nd Edition. 2003, 1995 Pearson Education, MEA, 2005 pp. 11.6 http://project.mit.bme.hu/mi_almanach/books/aima/index
- RUBIK, E. (szerk.) (1981) A bűvös kocka. Műszaki Kiadó, Budapest, 1981 pp. 2-22

5. Témához kapcsolódó publikációk

SCIENTIFIC BOOK/TUDOMÁNYOS KÖNYV, KÖNYVRÉSZELET (14 db)

1. **Fogarassy, Cs.** - Neubauer, E. (2014) Water value and water resource evaluation in Hungary. In: Ugródsy, G. - Molnár, J. - Szűcs, I. (Edited by) *The Evaluation of Natural Resources*. Agroinform Publishing and Printing Ltd., Budapest, 2014 pp. 103-127
2. **Fogarassy, C.** (2012) Karbongazdaság (low-carbon economy). Monográfia. L'Harmattan Kiadó, Budapest, 2012, ISBN: 978-963-236-541-1
3. Tóth, L. – **Fogarassy, C.** (2012) Low-carbon energiaellátási rendszerek a gyakorlatban. A megújuló energiatermelés technológiai Magyarországon. Szaktudás Kiadó Ház Zrt., Budapest, 2012 ISBN: 978-615-5224-37-9
4. **Fogarassy, C.** – Neubauer, E. (2011) Vízgazdaságtan, avagy a vízlábnyom mérése és gazdasági összefüggései, In.: *Sebezhetőség és adaptáció*. Bp. MTA Szociológiai Intézet, 2011, p. 215-237
5. **Fogarassy, C.** Lukács, A. (2009) Karbongazdaságtan. OBEKK Tudományos Közlemények - Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő, 2009, ISBN 978-963-269-140-4 http://www.rgvi.gtk.szie.hu/upload_files/KarbongazdasagtanFogarassy.pdf
6. **Fogarassy, C.** – Slihte, S. – Böröcz, Bakos, M. (2011) Heat pump practice and future opportunities in Europe. Szűcs, I. – Zsarnóczai, J. S. (Edited by) In: *Economics of sustainable agriculture*. Szent István University Publishing, Gödöllő, 2011 pp. 44-55 HU ISSN 2062-445x
7. **Fogarassy, C.** (2009) Az emisszió-kereskedelem hatása a biomassza alapú alternatív energetikai projektek finanszírozására. OBEKK Tudományos Kiadványok Sorozat, Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő, 2009 (1/12) ISBN 978-963-269-147-3
8. **Fogarassy C.** (2009) Az alternatív energetikai projektek fejlesztéséhez kapcsolódó emisszió-csökkentés elszámolásának lehetőségei és feltételei a projektfinanszírozásban. OBEKK Tudományos Kiadványok Sorozat, Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő, 2009 (2/12) ISBN 978-963-269-148-0
9. **Fogarassy C.** (2009) Fenntartható pénzügyi modellek és pénzügyi termékek az alternatív energiatermelés és fogyasztás ösztönzésére. OBEKK Tudományos Kiadványok Sorozat, Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő, 2009 (3/12) ISBN 978-963-269-149-7
10. Farkas, F. M. - **Fogarassy, C.** – Szucs, I. (2008) Allowance for external effects in efficiency calculations. In: Edited by Szucs, I. –Fekete, F. M. - *Efficiency in the agriculture (Theory in practice)* Agroinform Publisher, Budapest, 2008 p. 114-122 ISBN 978-963-502-899-3
11. Farkasné Fekete, M. - **Fogarassy C.** – Szűcs, I. (2008) Az externális hatások figyelembevétele a hatékonysági számításoknál. In: Szűcs István - Farkasné Fekete Mária (szerk.) *Hatékonyság a mezőgazdaságban: elmélet és gyakorlat*. Budapest: Agroinform Kiadó, 2008. pp. 114-122. ISBN:978-963-502-889-4
12. Kerekes, S. – **Fogarassy, C.** (2007) Bevezetés a Környezetgazdaságtanba. SZIE GTK HEM Távoktatási Tankönyv, Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő, 2007 ISBN 978 963 9483 76 7
13. Kerekes, S. - **Fogarassy, C.** (2006) Környezetgazdálkodás, fenntartható fejlődés. HEFOP - DE ATC AVK Tankönyv, Debrecen, 2006 <http://users3.ml.mindenkilapja.hu/users/rgkmsc/uploads/Kornygazd-pro-1.pdf>
14. **Fogarassy, C.** (2001) Energianövények a szántóföldön. Tudományos Szakkönyv. EUTK Gödöllő, 2001 ISBN 963 9256471

SCIENTIFIC JOURNAL/TUDOMÁNYOS FOLYÓIRAT

(IDEGEN NYELVŰ) (8 db)

1. **Fogarassy, C.** – Herczeg, B. – Szőke, L. – Balogh, K. (2012) Low-carbon project development protocol (Rubik's cube solutions) – sustainable energy and material management. In: *Hungarian Agricultural Engineering (HAE) № 24/2012* Gödöllő, 2012 p. 5-12
2. **Fogarassy, C.** – Lukacs, A. – Ferge, G. (2009) Sustainable Bussines – Green Banking and Carbon Crediting. In: *Delhi Business Review – An International Journal of Society for Human Transformation & Research*. Vol. 10, No.2, July-December, 2009 p. 99-102. IF: 3,0

3. Lukács, A. - **Fogarassy, C.** – Borocz, M. (2009) Carbon management in the agricultural production and consumption: Foodstuff production vs. nonfood agricultural production utilisation. In: Delhi Business Review – An International Journal of Society for Human Transformation & Research. Vol. 10, No.2, July-December, 2009 p. 105. IF: 3,0
4. Gemesi, Zs. – **Fogarassy, C.** – Lukacs, A. – Hollo, G. (2009) Pyrolytic char in climate mitigation and soil improvement: possible technical and economical scenarios to utilise biomass in Hungary, In: Hungarian Agricultural Engineering (HAE) № 22/2009 Gödöllő, 2009 p.
5. Kovacs, A. - Borocz, M. – **Fogarassy, C.** – Halasz, R. (2009) Biogas production possibilities and technological background (manure management) in the Hungarian animal husbandry. In: Hungarian Agricultural Engineering (HAE) № 22/2009 Gödöllő, 2009 p.
6. **Fogarassy, C.** – Lukacs, A. – Gemesi, Zs. (2009) Professional and training needs in the area of hybrid power system - Alternative energy conditions overview in Hungary to identify the vocational training priorities and information content levels, In: Hungarian Agricultural Engineering (HAE) № 22/2009 Gödöllő, 2009 p.
7. Tóth, K. – Bárczi, J. – **Fogarassy, C.** (2005): The role of extension in the technical improvement of agricultural enterprises In: Hungarian Agricultural Engineering Gödöllő, № 18/2005 p. 61-63.
8. **Fogarassy, C.** (2001) Rationalisation of production structure of plow-land energy crops in Hungary. Die Bodenkultur - Austrian Journal of Agricultural Research. 52. Band/Heft 3/ p. 225-231. IF: 1,5

**SCIENTIFIC JOURNAL (HUN) / TUDMOMÁNYOS FOLYÓIRAT
(MAGYAR NYELVŰ) (5 db)**

1. **Fogarassy, C.** - Neubauer, E. (2013) Vízérték és vízvagyon értékelés. Journal of Central European Green Innovation 1 (1) pp. 53-69 (2013)
<http://greeneconomy.karolyrobert.hu/sites/greeneconomy.foiskola.krf/files/upload/Fogarassy-Neubauer.pdf>
2. **Fogarassy, C.** (2012) « low-carbon » rubik kockás projektfejlesztési módszer az energia- és anyaghatékonyságot javító projektekben. Mezőgazdasági Technika, Budapest ser. 2012/Climate-KIC low-carbon különszám, Budapest 2012/2013 p. 5-26
3. Böröcz, M. - **Fogarassy, C.** (2011) A hazai húsmarha tartás környezeti értékelése és externáliáinak vizsgálata benchmarking módszerrel. Budapest, Gazdálkodás 55. évfolyam 2. szám p. 181-186.
4. **Fogarassy, C.** – Lukács, Á. (2010) Magyarországi alternatív energetikai adottságok áttekintése a képzési prioritások és tartalmi szintek meghatározásához. Mezőgazdasági Technika, Budapest ser. 2010/02 p. m.a HU ISSN 0026 1890
5. Grónás V. - **Fogarassy, C.** (2001) Védett területek mezőgazdasági földterület hasznosításának értékelése térinformatikai eszközökkel. Földrাজi értesítő.2001/I/3. p 235-245.

**SCIENTIFIC CONFERENCES/TUDOMÁNYOS KONFERENCIA ELŐADÁS,
KIADVÁNYBAN MEGJELENTETVE (IDEGEN NYELVŰ) (4 db)**

1. **Fogarassy, C.** (2011) Rubik's Cube low-carbon project development protocol - energy and material saving innovation process. Global Management Conference: Globalisation, Sustainability and Development. 4-7 May 2011, Gödöllő, 2011
2. **Fogarassy, C.** – Neubauer, E. (2011) Regional distribution of the wheat production with water footprint relevancies. Development Prospects of rural areas lagging behind in the CEE Region – Visegrad Fund Conference 2011 - 24-27 May, Gödöllő, 2011
3. **Fogarassy, C.** – Lukacs, A. (2011) Rubic Cube based theoretical model - Rubik's Cube low-carbon project development protocol - energy and material saving innovation process. Climate-KIC Innovation Festival /Scientific Exhibition/, Budapest, Hungary, 28-29 szeptember, 2011
4. **Fogarassy, C.** (2011) Externalities in the agriculture - commodity and non-commodity outputs in the local food providing systems. Development Prospect of Rural Areas Lagging behind in the CEE Region, Visegrad Found Conference, 24-27 May, Gödöllő, 2011