



Komplex rendszereket összemérő módszer alkalmazása a mezőgazdasági térfunkció elemzéseknél

Schneller¹ K., Podmaniczky² B., Podmaniczky³ L.

¹Szent István Egyetem Környezettudományi Doktori Iskola, 2103 Gödöllő, Páter Károly út 1.

²Fornax ZRt., 1123 Budapest, Táltos u. 1.

³Szent István Egyetem Környezet- és Tájgazdálkodási Intézet, 2103 Gödöllő, Páter Károly út 1.

ÖSSZEFOGLALÁS

A multifunkcionális mezőgazdaság gondolatának megjelenése és a fenntartható térszerkezet kialakítására irányuló törekvések alapvető változást hoztak a föld- és környezetminősítés vonatkozásában. A fenntartható mezőgazdálkodási rendszerek általában többféle feladatkört látnak el, ezért a természeti alkalmasság minősítése mellett a védelmi funkciók elemzése is szükségessé vált. A többfunkciós mezőgazdaság egyes feladatköreinek elemzésére és az esetleges konfliktusok feltárására véleményünk szerint jó lehetőséget kínálnak a szakértői döntéseken alapuló, a komplex rendszerek összemérésére alkalmas módszerek. A következőkben Kindler József és Papp Ottó által kifejlesztett KIPA-eljárás fontosabb lépéseit, informatikai fejlesztését és a mezőgazdasági föld- és környezetminősítés terén történő alkalmazási lehetőségeit mutatjuk be.

(Kulcsszavak: térfunkció elemzés, KIPA-eljárás, Guilford-módszer, komplex rendszer)

ABSTRACT

Comparison method of complex system in agricultural suitability studies

K. Schneller¹, B. Podmaniczky², L. Podmaniczky³

¹Szent István Egyetem Ph.D School of Environmental Sciences, H-2103 Gödöllő, Páter Károly út 1.

²Fornax close company., H-1123 Budapest, Táltos u. 1.

³Szent István Egyetem Institute of Landscape and Environmental Management, H- 2103 Gödöllő, Páter Károly út 1.

Introducing the notion of multi-functional agriculture and also, aspiring towards a sustainable land-structure significantly altered the approach in land and environmental evaluation. As sustainable agricultural systems have multiple roles, evaluation, besides assuming the production capacity of an area, has to cover the protection potential as well. Evaluation methods that are based on experts' judgments are appropriate tools to analyze the various roles of multi-functional agricultural systems. These methods are suitable to investigate potential conflicts within the system, as well. This paper demonstrates the main elements, IT development potential and the usage for land- and environmental evaluation of the KIPA method, which has been developed by József Kindler and Ottó Papp.

(Keywords: land-use analysis, KIPA-procedure, Guilford method, complex systems)

BEVEZETÉS

A fenntartható térszerkezet kialakítására irányuló törekvések jelentős változást hoztak a környezetminősítés és a téralkalmassági vizsgálatok vonatkozásában.

Általánosságban elmondható, hogy a tér alkalmasságának megítélése annál biztosabb, minél több szempontot sikerül a tervezésnél figyelembe venni. Továbbá az is megállapítható, hogy egy térelemhez több funkció kapcsolódik. A fenntarthatóság elvének ezen funkciók horizontális és vertikális kapcsolatrendszerén alapuló térhasználati alternatívák értékelésével lehet a leginkább megfelelni (*Ferencsik, 2000*).

Példaként említhetjük a VÁTI Kht. és a drezdai Leibniz Intézet (IÖR) közös kutatását, ahol több szempontú döntéstámogató módszerek alkalmazásával végeztek térhasználat-optimalizációs vizsgálatokat, amelyek az erdészetre és a települési környezetre is kiterjedtek, de elemezték az eltérő intenzitású mezőgazdasági termelés térbeli lehetőségeit is. A vizsgálatok során nyolc területhasználat-típust 16 súlyozott indikátor segítségével értékelték. Az elemzés matematikai háttérét az úgynevezett „kompromisszumos programozás (CP)” adta (*Thin et. al., 2004*).

A következőkben bemutatásra kerülő vizsgálat alapvetően a mezőgazdasági térfunkció értékelésekhez, ezen belül a földhasználati zónaelemzésekhez kapcsolódik. A földhasználati zónarendszer kulcseleme a területek mezőgazdasági termelési alkalmasságának, valamint környezeti érzékenységének objektív, több szempontú elemzése és értékelése, majd a két tényező mentén kialakuló erőforrásmérleg egybevetése volt (*Ángyán és Menyhért, 2004*). Ez alapján kerültek kialakításra a földhasználati zónák: az agrártermelési, a kettős-, illetve a környezetérzékenységi meghatározottságú területi kategóriák (*Ángyán, 2003*). Jelen vizsgálat fő célkitűzése a zónaelemzések módszertani továbbfejlesztése. A megvalósításra jó lehetőséget adott az Európai Unió Közös Kutatóközpontjának (JRC) koordinálásával zajló, az Európai Földhasználati Információs Rendszer (ELISA) kialakítását célzó program, valamint az Országos Területrendezési Terv területfelhasználását is érintő felülvizsgálata.

A módszertani továbbfejlesztéshez a több szempontú döntéstámogató módszerek (MCDM) közé tartozó (*Bozóki, 2006*), a komplex rendszerek összemérésére és rangsorolására alkalmas KIPA-eljárást választottuk. A KIPA-eljárást a korábbiakban főként műszaki és gazdasági rendszerek összemérésénél használták, azonban véleményünk szerint térbeli vizsgálatok esetében is alkalmazható.

A KIPA-eljárás kiválasztásának oka, hogy a módszer lehetőséget teremtett az értékeléseknél felhasznált nagyszámú változó súlyszámának széles szakértői kör véleményét egyesítő meghatározására, valamint az értékelésnél felhasznált tulajdonságok vonatkozásában eltérő rendszerek (változatok) adott cél szerinti összemérésére, majd rangsorolására.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A KIPA-eljárás

A KIPA-eljárás a Budapesti Műszaki Egyetemen elvégzett kutatások eredménye. Elnevezése a kutatást irányító Kindler József és Papp Ottó nevének kezdőbetűiből alkotott mozaikszó: KIndler-PApp. Alapgondolatát tekintve a MARSAN (Methode d'Analyse, de Recherche, et de Selection d'Activite Nouvelles) és ELECTRE (Elimination Et Choix Traduisant la Realite, Elimination and Choice Expressing the Reality) módszerek logikáját követi, melyeknek több elemét Kindler és Papp továbbfejlesztette. A KIPA-eljárás komplex rendszerek összemérésére alkalmas (*Kindler és Papp, 1977*). Kindler és Papp komplex rendszereknek az olyan rendszereket tekintti, amelyeknek egyidejűleg több tulajdonságát veszik figyelembe és a tulajdonságok egyidejű és együttes értékelése problémát jelent, azaz nem triviális feladat. Komplex rendszerek összeméréséről (rangsorolásáról) akkor beszélünk, ha az egyes rendszerekhez

egy adott cél szerint és meghatározott szabályok alapján számokat rendelünk. A komplex rendszerek összemérése és rangsorolása mindig tulajdonságaik együttes és egyidejű értékelése alapján történik, amely során a következő nehézségek jelentkezhetnek:

- az értékelés általában nagyszámú tulajdonság alapján történik, melyek relatív fontosságát az esetek többségében nem ismerjük.
- az egyes tulajdonságok értékei nem minden esetben számszerűek.

Az KIPA-eljárás két fő részre tagolódik:

- Guilford-módszer
- A KIPA-mátrixok alkalmazása

Guilford-módszer

A Guilford-módszer lehetőséget teremt a korábbiakban felsorolt nehézségek megoldására, lehetővé téve egy meghatározott cél szerint, az értékelésnél felhasznált tulajdonságok (szempontok) és az azokhoz tartozó felvehető kategóriák (tényezők) – 0-100-ig terjedő intervallum skálán történő – súlyozását, számszerűsítését. A KIPA-eljárás részeként alkalmazott Guilford-módszer legfontosabb jellemzője az, hogy a számszerűsítések szakértői döntések eredményein alapulnak. A szakértői rendszerek lényege, hogy egy tudományos probléma megoldásakor a témában érintett, de nem teljesen azonos háttérrel rendelkező elméleti és gyakorlati szakértők tudását valamilyen módon beépítsék a rendszerbe, s a felhasználók számára is hozzáférhetővé tegyék (Lóczy, 2002). A szakértők szubjektívnek nevezett – és ezzel bizonyos értelemben degradált (legalábbis a „tudományosság” szempontjából) – véleményei általában nagyon is objektív tapasztalatok szintézisének eredményeként születnek (Kindler és Papp, 1975). A Guilford-módszer technikai alapját a Thurstone-féle páros összehasonlítás jelenti, a transzformáláshoz pedig a standardizált normális eloszlást használja fel. A Guilford-módszer három fő szakaszra tagolódik:

- A szakértői vélemények rögzítése a Thurstone-féle páros összehasonlítási táblázatokkal;
- A szakértői vélemények feldolgozása egyéni, majd csoportos preferencia mátrixok alkalmazásával;
- Súlyszámok meghatározása.

KIPA-mátrix szerkezete és alkalmazása

A súlyozást követően az eljárás második részében, „a szűkebb értelemben vett KIPA-eljárásban” az értékelésnél használt tulajdonságokhoz (szempontokhoz) tartozó felvehető értékek (tényezők vagy kategóriák) kombinációjával előállítjuk a komplex rendszerek lehetséges változatait. Az előállított változatokat ezt követően a KIPA-mátrixok felhasználásával mérjük össze, illetve rangsoroljuk a vizsgálati célnak megfelelően. A mátrix alkalmazásakor minden egyes rendszert (változatot) összehasonlítunk az összes többivel, majd pedig minden összemérés esetében kiszámoljuk a változatok között az adott cél szerinti előny- és hátránymutatókat. Az előny- és hátránymutatók kiszámolását követően minden egyes rendszer esetében az előnymutatókat összeadva, majd ebből a hátránymutatók összegét levonva egy adott értéket (különbség) kapunk, amely alapján felállítható a változatok cél szerinti sorrendje úgy, hogy a legmagasabb különbségértékkel rendelkező rendszer áll a rangsor első helyén. A különbségértékek kiszámolása nem képezi az eljárás részét, ez a szerzők javaslata.

A KIPA-eljárás alkalmazási lehetőségei a mezőgazdasági területek többszemponútú értékelésénél

A mezőgazdasági-, ezen belül a szántóterületek komplex rendszereknek nevezhetők, hiszen különböző célok szerint több tulajdonság felhasználásával értékelhetők, valamint itt is jelentkeznek a komplex rendszerek összemérési problémái, amelyeket az előző részben már említettünk. A szántóföldek értékelésénél a felhasznált tulajdonságok elsősorban környezeti változók, a komplex rendszerek pedig az értékelésnél felhasznált környezeti változók tekintetében eltérő adottságú területeket, területváltozatokat.

A fenntartható, a környezeti adottságokhoz igazodó földhasználat megvalósítása érdekében szükséges vizsgálni, hogy a termelő funkció mellett vagy helyett a mezőgazdaság védelmi feladatainak ellátása mennyire szükséges.

A *termelő funkció* esetében a szántóföldi növények (elsősorban a GOF-növények) termesztésére való alkalmasság kerül mérésre. Az egyes növényfajok, valamint fajták talaj- és éghajlati igényei eltérnek. Kompromisszumos megoldásként a termelő funkciót tovább bontjuk és a legnagyobb vetésterülettel rendelkező növények termesztési alkalmasságát vizsgáljuk. Ezek a következők: őszi búza, kukorica (szemes), napraforgó, őszi árpa, lucerna)

A *természetvédelmi funkció* (amely értékelésén keresztül szemléltettük a KIPA-eljárást) esetében a mezőgazdaság és a természetvédelem együttműködésének fontossága kerül mérésre. Minél magasabb ez az érték, annál inkább szükséges olyan földhasználat, olyan technológiák alkalmazása, melyek a természetvédelem elvárásait figyelembe veszik.

A *talajvédelmi funkció* esetében az kerül értékelésre, hogy mennyire fontos az adott területen olyan földhasználat, olyan technológiák alkalmazása, melyek a termőhelyi alapok védelmét szolgálják.

1. táblázat

A mezőgazdaság egyes funkcióinak méréséhez felhasznált tulajdonságok

Mezőgazdaság termelő funkciója (1)
Talaj fizikai félesége (MTA TAKI, 1: 100 000 Agrotopográfiai térkép)
Talajok vízgazdálkodása (MTA TAKI, 1: 100 000 Agrotopográfiai térkép)
Talajok kémhatása és mészállapota (MTA TAKI, 1: 100 000 Agrotopográfiai térkép)
Talajok termőrétegének vastagsága (MTA TAKI, 1: 100 000 Agrotopográfiai térkép)
Mezőgazdaság természetvédelmi funkciója (2)
Érzékeny Természeti Területek (KvVM_TVH)
Natura 2000 különleges madárvédelmi területek (KvVM_TVH)
Natura 200 különleges természetmegőrzési területek (KvVM_TVH)
Mezőgazdaság talajvédelmi funkciója (3)
Az erózió mértéke (MTA-TAKI, 1: 100 000)
A fizikai talajféleség (MTA TAKI, 1: 100 000 Agrotopográfiai térkép)
A talaj kémhatása és mészállapota (MTA TAKI, 1: 100 000 Agrotopográfiai térkép)

Table 1: Functions and variables

Production function of agriculture(1), Natur conservation function of the agriculture(2), Soil protection function of the agriculture (3)

Az informatikai háttér megteremtése

A téralkalmasság vizsgálatok többségében, mind a tulajdonságok, mind pedig azok felvehető kategóriáinak száma igen magas lehet. Ha például 3 tulajdonságunk van és mindegyik tulajdonsághoz 5 kategória tartozik, a komplex rendszerek száma 125 lesz. A KIPA mátrixban ez (125*125)-125-1 elemszámot jelent. Emiatt több mint 15 ezer összemérést kell végezni, amely során mind az előny- mind pedig a hátránymutatókat ki kell számítani. Ehhez olyan informatikai háttérrel kellett biztosítanunk, amely alkalmas akár többmillió tulajdonság és kategóriaszám összemérésére.

A megvalósított rendszerrel szemben az alábbi követelményeket állítottuk:

- Legyen képes az input adatokat, mint alap adatokat, (szakértők, szempontok, tényezők) valamint a szakértők döntéseit webes elérhetőségről fogadni.
- Tárolja a döntési fordulókat a későbbi visszamenőleges adatszolgáltatásokhoz.
- Legyen megismételhető bármely korábbi KIPA döntési forduló.
- Adjon lehetőséget egy közbelső állapotról történő feldolgozásra, a szempontok és tényezők súlyszámainak fogadásával.
- Legyen moduláris felépítésű.
- Tudja végrehajtani több százezer változat kiértékelését egy KIPA döntési fordulóban elfogadható időn belül.
- Illeszkedjen a térfunkció elemző rendszerhez.
- Adjon lehetőséget a rangsor webes lekérdezésére.

A fenti követelmények teljesítéséhez választottuk az Oracle Database 10g robusztus adatbázis szerverét, melyen PL/SQL tárolt eljárások fejlesztése történt.

Az input alap adatokat, a szakértőket, szempontokat és tényezőket webalkalmazás felhasználásával feltöltjük. Ezt követően két tárolt eljárást szükséges lefuttatnunk (*kpa_pkg.Gen_Thurstone_Resp()* és *kpa_pkg.Gen_Thurstone_Attr()*), melyek előállítják szakértőnként a páros összehasonlítások tárolásához szükséges táblákat. Az eljárás az összes szempont és az összes tényező alapján generálja a lehetséges párokat. Ezek a Thurstone táblák, melyeket már a szakértők töltenek ki a szakértői ítéletek megadásával egy webalkalmazással, a páros összehasonlítások módszerével. Ennek végeredményeként már birtokában vagyunk az összes input adatnak, melyek szükségesek a Kipa feldolgozáshoz. Ez a pont a folyamatábrán az „Egyéni preferenciák generálása” lépésben látható.

A Kipa feldolgozás a *main_kipa()* eljárás hívásával indítható, melyben paraméterként a Kipa döntési forduló sorszáma adható meg. A folyamat az egyéni preferenciák meghatározásával a Guilford táblák feltöltésével kezdődik a *Gen_Guilford_Resp()* és a *Gen_Guilford_Attr()* eljárások hívásával. Ezt követően lehet a szakértőnkénti konzisztencia mutatókat meghatározni, melyet a *Check_Consistency()* eljárás hajt végre. A szakértők konzisztenciájának küszöbértékét paraméterezhetjük és a feldolgozás csak akkor folytatódik, ha a küszöbértéket nem haladta meg a szakértők konzisztencia mutatója. Ez a döntési pont a folyamatábrán „A konzisztencia mutatók értékelése” elágazásban látható, melynek „Igen” ága a feldolgozás folytatását jelenti, a „Nem” ága pedig a küszöbérték túllépése miatt, a folyamat befejezését. Ezt követően a csoportok preferenciáinak számítása a *Gen_Guilford_Group_Resp()* és a *Gen_Guilford_Group_Attr()* eljárásokkal megtörténik, az eredmény táblákban kerül tárolásra.

A feldolgozás következő lépése a lehetséges változatok előállítása a *Gen_Qualification()* eljárással. A megvalósításhoz rekurzív függvényt (*Gen_Qua_Perm()*) használtunk, mert az előállítandó változatok száma dinamikus,

hiszen mind a szempontok, mind a tényezők száma tetszőleges lehet. Természetesen a rekurzív függvény kilépési pontja a futásidőben meghatározható, ez a szempontok és tényezők ismétlés nélküli permutációjának száma lesz. Az előállított változatokat táblában tároljuk, ez lesz a további feldolgozás alapja.

A folyamat következő lépése az előny- és hátránymutatók (súlyszámok) meghatározása a *Gen_Kipa()* eljárás hívásával. Az előny- és hátránymutatók számításához minden változatot minden változattal össze kell mérnünk, így ez a feldolgozás leghosszabb szakasza lesz. Az eredményt táblában tároljuk.

A feldolgozás az előny- és hátránymutatók súlyszámainak meghatározásával befejeződik, a végső rangsort a táblán végrehajtott rendezés szolgáltatja (az előny- és hátránymutatók különbségét csökkenő sorrendben rendezzük).

A fejlesztés során a többmilliós változat előállításához és a kiértékeléshez az alábbi technikai eszközöket alkalmaztuk:

- Absztrakt adattípusok használata;
- A változatokat rekurzív függvénnyel állítjuk elő (1.5 millió változat/perc);
- Paralell DML (párhuzamos feldolgozás több szálon);
- Bulk Collection (memória tömbök használata);
- Direct Path adatkiírás (alacsony szintű állományelérés);
- Előny- és hátránymutatók számítása egy menetben.

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

A fejezetben a elvégzett vizsgálatok részeredményeiről számolhatunk be. A JRC keretben megvalósuló ELISA program folyamán KIPA – eljárás segítségével értékeltük a mezőgazdaság természetmegőrzési funkciójának szükségszerűségét (*Podmaniczky et. al., 2007*). Az értékeléshez három tulajdonsággal (ÉTT, a Natura 2000 madárvédelmi, valamint természetmegőrzési területeken való elhelyezkedés) és tulajdonságonként két felvehető értékkel (része az adott lehatárolásnak vagy kívül esik rajta) számoltunk, így mindössze 8 területváltozatot kellett rangsorolnunk (2. táblázat).

2. táblázat

A területváltozatok rangsora a természetmegőrzési funkció fontossága szerint

Rangsor (1)	Terület típusok (2)	
1	R1	ÉTT + Natura SPA + Natura SCI
2	R4	ÉTT + Natura SCI
3	R5	Natura SPA + Natura SCI
4	R6	Natura SCI
5	R3	ÉTT + Natura SPA
6	R8	ÉTT
7	R7	Natura SPA
8	R2	Egyéb területek

Table 2: Gradiation of the area variables according to the importance of the natural conservation

Gradiation(1), Area-variable(2)

Szintén - bár nem a fent említett program részeként - értékeltük a talajvédelmi funkció fontosságát, amelyhez három tulajdonságot (talajok fizikai félesége, erózió mértéke és a talajok kémhatása és mészállapota) használtunk fel. Az elméletben lehetséges kombinációk (területváltozatok) száma 105 volt, amelyből ténylegesen 69 létezett. A valóságban is létező változatokat úgy találtuk meg, hogy a KIPA-eljárás rangsortábláját térinformációs rendszerekkel kapcsoltuk össze. Ehhez az ArcGIS 9-es változatát használtuk.

Mind a természetvédelmi, mind pedig a talajvédelmi funkció esetén a területváltozatokat a rangsorban elfoglalt helyük alapján három minőségi osztályba soroltuk: a természet- vagy talajvédelmi szempontból igen értékes/érzékeny, értékes/érzékeny és nem, vagy kevésbé értékes/érzékeny kategóriát alakítottunk ki. Természetesen az igen értékes/érzékeny kategória esetében van a legnagyobb szükség a mezőgazdaság védelmi funkcióinak előnyben részesítésére. A vizsgálat eredményét Corine Land Cover szerinti szántóterületekre szűkítettük (2 és 3. ábra; 3 és 4. táblázat).

Fontos eredménynek tartjuk a KIPA-eljárás térbeli objektumokra adaptálását, valamint az informatikai háttér megteremtését. Időközben sikerült biztosítani azt az internetes felületet is, amelyen keresztül jelentősen egyszerűsödik a szakértői vélemények rögzítése. A fenti eredmények mellett számos további teendő azonban még megvalósításra vár. Ezek közül folyamatban van a szántóföldi alkalmasság értékelése, valamint a funkciók közötti konfliktusok feltárása.

2. ábra

A szántóföldek érzékenysége a természetvédelem szempontjából

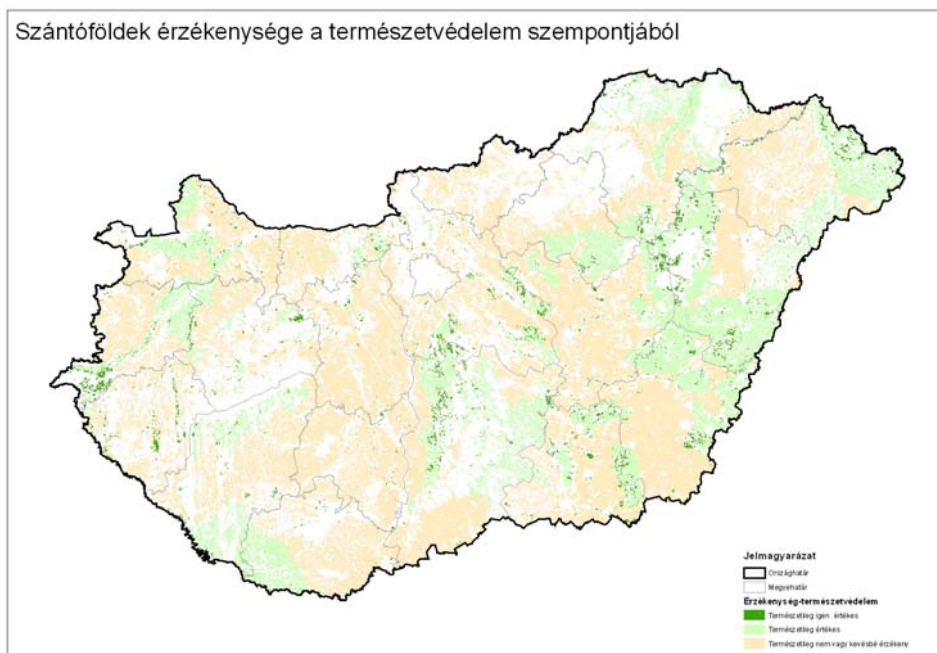


Figure 2: Sensitivity of the arable land concerning nature conservation

3. táblázat

Az érzékenységi kategóriák területi kiterjedése a természetvédelem szempontjából

Minőségi osztály (1)	Területe (ha) (2)	Aránya (%) (3)
Igen értékes (4)	156700,2449	3,23
Értékes (5)	1312928,5605	27,06
Nem vagy kevésbé (6)	3382000,0000	69,71

Table 3: Extent of the categories (nature conservation)

Area(1) Quality category(2), Percentage(3), Very valuable(4), Valuable(5), Less valuable(6)

3. ábra

A szántóföldek érzékenysége a talajok szempontjából

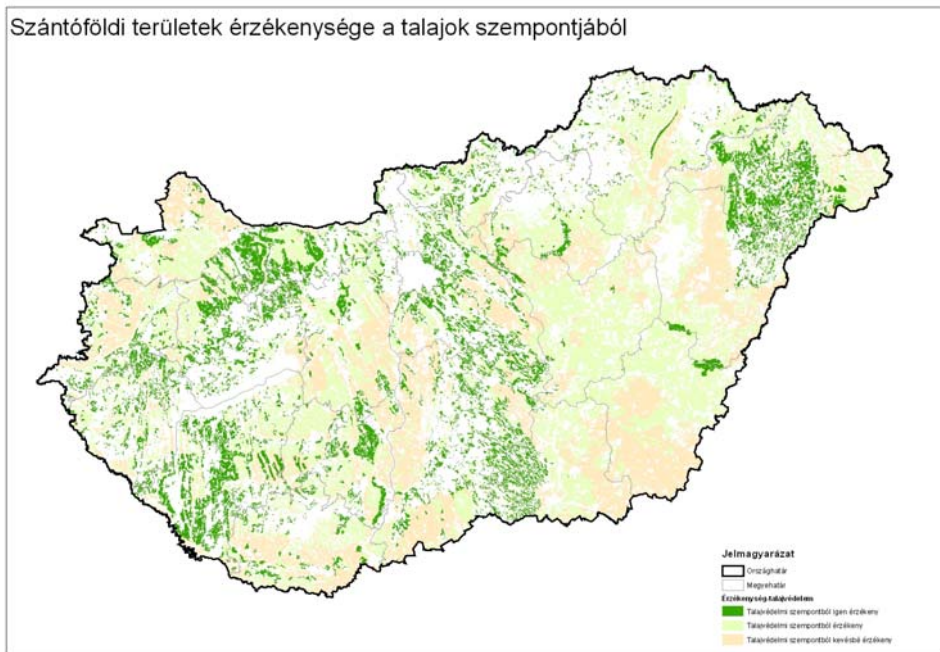


Figure 3: Sensitivity of the arable land concerning soil

4. táblázat

Az érzékenységi kategóriák területi kiterjedése a talajok szempontjából

Minőségi osztály (1)	Területe (ha) (2)	Aránya (%) (3)
Igen érzékeny (4)	1044643,6062	21,02391883
Érzékeny (5)	2323176,4469	46,7549629
Nem vagy kevésbé érzékeny (6)	1601013,8473	32,22111826

Table 4: Extent of the categories (soil)

See Table 3

KÖVETKEZTETÉSEK

Az eredmények alapján megállapíthatjuk, hogy jóllehet a KIPA-módszert eredetileg műszaki és gazdasági jellegű döntési helyzetekre fejlesztették ki, az jól használható területi jelleggel bíró problémák megoldásánál is. A módszer azáltal, hogy javítja a nehezen számszerűsíthető – elsősorban a mezőgazdaság környezeti funkcióihoz tartozó – térfunkció-értékelés pontosságát és megbízhatóságát, alapul szolgálhat a szakszerű földhasználati javaslatok kidolgozásához. A módszer szakértői döntéseken alapul, ezért a participatív tervezés terén nem lebecsülhető előnyei és kihasználatlan lehetőségei rejlenek.

IRODALOM

- Ángyán J., Menyhért Z. (2004). Alkalmazkodó növénytermesztés, ésszerű környezet- és tájgazdálkodás. Szaktudás Kiadó Ház : Budapest, 134.
- Ángyán J. (2003). A környezet- és tájgazdálkodás agroökológiai, földhasználati alapozása. MTA doktori értekezés, Gödöllő, 66. 83.
- Bozóki S. (2006). Súlyozás páros összehasonlítással és értékelés hasznossági függvényekkel a többszemponútú döntési feladatokban. PhD doktori értekezés, Budapest, 38-39.
- Ferencsik I. (2000). Mezőgazdasági területhasználati-térinformatikai modell kialakítása a Tisza-tó környékére. PhD doktori értekezés, Gödöllő, 59-60.
- Kindler J., Papp O. (1977). Komplex rendszerek vizsgálata, összemérési módszerek. Műszaki Könyvkiadó : Budapest, 41. 151-175.
- Lóczy D. (2002). Földértékelés, tájértékelés. Dialóg Campus Kiadó : Budapest-Pécs, 43. 109.
- Podmaniczky, L., Vogt, J., Schneller, K., Ángyán, J. (2005). Land suitability assessment methods for developing a European Land Information System for Agriculture and Environment (ELISA) Multifunctional Land Use (ed. Ülo Mander). Springer Verlag
- Thinh Xuan, N., Walcz, U., Schanze, J., Ferencsik, I., Göncz, A. (2004). GIS-based multiple criteria decision analysis and optimization for land suitability evaluation : J. Wittmann, R. Wieland (eds): Simulation in Umwelt - und Geowissenschaften. Shaker Verlag, 208-223.

Levelezési cím (*Corresponding author*)

Schneller Krisztián

Környezettudományi Doktori Iskola

2103, Gödöllő, Páter Károly út 1.

PhD School of Environmental Sciences

H-2103, Gödöllő, Páter Károly út 1.

Tel.: 36-20-522-2822

e-mail: kschneller@freemail.hu