

A MEZŐGAZDASÁGI FÖLDMINŐSÍTÉS ÉS FÖLDHASZNÁLATI TERVEZÉS NEMZETKÖZI ÉS HAZAI MÓDSZEREI

JUHOS KATALIN

METHODS OF LAND EVALUATION AND LAND USE PLANNING
IN INTERNATIONAL AND HUNGARIAN RELATIONS

Abstract

The condition of sustainable agriculture is the rational land use, namely the preservation of natural resources and the ecological adaptation. The most important questions of decision-making related to land use are what land use alternatives are suitable for natural conditions under the given economic and social circumstances and what potential and actual efficiency and ecological and economic consequences they have. At present there are no uniform methods in the World for land classification and for land use planning at any planning level. Precision agriculture at local and farm level requires thematic data enlargement and mathematical modelling. Financial and infrastructure problems render the practical application of research results difficult in Hungary. I intend to summarize in this paper the principles and methods of land use planning based on land classification and agro-ecological research.

Keywords: sustainable agriculture, GIS, decision support system, mathematical modelling, soil quality

Bevezetés

A földhasználat vagy területhasználat a földfelszín egy darabjának hasznosítási módját, funkcióját jelenti (DÖMSÖDI J. 2007). A gazdaság minden tevékenységének van területi vonatkozása, a mezőgazdaságra ez különösen igaz. Az ágazat fenntarthatóságának feltétele ebből kifolyólag a föld ökológiai adottságaihoz való alkalmazkodás. Ha ennek térbeli kereteit is hangsúlyozni akarjuk, akkor tájgazdálkodásról beszélünk. A környezeti alkalmazkodás azt jelenti, hogy a földet arra és olyan intenzitással használjuk, amire az a legalkalmasabb, így ugyanazt a természettől kisebb mesterséges energia-bevitellel érhetjük el, miközben csökken a környezet terhelése, és javul a termelés gazdaságossága (ÁNGYÁN J.–MENYHÉRT Z. 2004). A tájgazdálkodás legfőbb kérdései, hogy melyek az adott gazdasági-társadalmi körülmények között a természeti feltételeknek megfelelő lehetséges földhasználati alternatívák, ezeknek milyen a potenciális és jelenlegi hatásfoka, és mik az előrelátható ökológiai és gazdasági következményei.

Az Európai Unió fenntartható, többfunkciós mezőgazdasági modelljében meghatározóvá váltak a világkereskedelemhez való igazodás mellett a környezet-, a természet-, és a tájvédelmi célok integrálását elősegítő támogatási rendszerek (Magyarországon a Nemzeti Agrár-környezetvédelmi Program keretében). Ezen tendenciák a mezőgazdasági termelést várhatóan a legjobb ökonómiai és ökológiai adottságú területekre fogják koncentrálni (DÖMSÖDI J. 1999). Magyarország területének 83,6%-a termőterületnek minősül, amelynek több mint 60%-a szántóterület. A földhasználat átalakítását ökonómiai és ökológiai szempontok egyaránt indokolják, ehhez azonban szükség van a termőhelyek részletes felmérésére. Jelenleg viszont a földminősítésben is jelentős elmaradásunk van, hiszen – infrastrukturális és anyagi feltételek hiánya miatt – még az elavult aranykorona leváltása sem történt meg.

Tanulmányomban a földminősítés és a földhasználati tervezés elveit és módszereit foglalom össze a külföldi szakirodalom alapján, valamint a hazai kutatás és gyakorlat legfontosabb állomásait igyekszem nemzetközi kontextusba helyezni. A világban alkalmazott különböző földminősítési rendszerek áttekintése és összehasonlítása számos tanulsággal szolgálhat a hazai kutatásnak.

A földértékelés, a földminőség és a földhasználati tervezés fogalma

A földhasználat racionalizálása, üzemi és stratégiai szintű tervezése egységes viszonyítási skálán történő földminősítést és földértékelést igényel.

A földminősítés a FAO (1976) definíciója szerint a föld teljesítőképességének (produkciós potenciáljának) meghatározása a talaj termékenysége, a domborzat, és a klimatikus adottságok különböző hasznosítási célok szerinti értékelése alapján. A talaj adottságait reprezentáló adatbázis önmagában is alkalmas lehet arra, hogy egységes földminősítési eljárást hozzunk létre (DÖMSÖDI J. 2007). Ha ezt közgazdasági szempontokkal is kiegészítjük (földrajzi, közigazgatási hely, termés hozam, költségek stb.), akkor földértékelésről beszélünk, ami a földárban jut kifejezésre. A föld értékét sok természeti és gazdálkodási tényező befolyásolja, és ezek bonyolult kölcsönhatásban vannak. Ezért a föld pénzbeli értékelése gyakran a termőhely ökológiai minősítésén, azon belül is a talajok termékenység szerinti osztályozásán alapul.

A földminősítés szemlélete az eltérő ökológiai, társadalmi-gazdasági viszonyok miatt területenként más és más. A mérsékelt övi ipari országokban a talaj- és földminősítés általában a felmerülő tápanyag- és energiainputra fókuszál, a trópusokon pedig – az élelmiszerbiztonság és a szegénység problémái miatt – a talaj produktivitása és az ökoszisztéma degradációja áll az érdeklődés középpontjában (DORAN, J.W. – PARKIN, T.B. 1996; SANCHEZ, P.A. et al., 2003). Ezt úgy is megfogalmazhatjuk, hogy a mérsékeltövi iparosodott országokban a földminősítésben a ráfordítások, a költségek oldaláról közelítik a problémát, a gyorsan népesedő fejlődő világban pedig az elérhető termésmennyiség az értékelés fő szempontja.

A földminősítés és földhasználati tervezés folyamata különböző döntéshozási szinteken megy végbe. KARLEN, D.L. et al. (1997) szerint regionális, nemzeti és nemzetközi szinten a politikák a fenntartható erőforrás-gazdálkodás irányába történő fejlesztése és végrehajtása, vízgyűjtő szinten a környezetminőség fenntartása, illetve javítása érdekében monitoring és földhasználat-tervezés a feladat. Táblaszinten a gazdálkodók bevonásával meg kell határozni a kívánt talajminőségi állapotot és jellemzőket. Parcella szinten alkalmazott kutatási és képzési programok keretében az egyes talajhasználati, gazdálkodási módok talajminőségre gyakorolt hatását kell vizsgálni, „pont” szinten (pontminta gyűjtéssel) pedig a talajminőség indikátorok meghatározása és vizsgálata a feladat.

A fenntartható földhasználat kialakításának általános folyamata DE LA ROSA, D. (2005) szerint a talaj fizikai minősítésével, vagyis morfológiai, fizikai és kémiai tulajdonságainak meghatározásával, monitorozásával kezdődik. Ezt követi a mintaterület földhasználatának és a talaj funkcióinak meghatározása, valamint a talaj biológiai minősítése. Végül az adatok integrálása és értékelése alapján meghatározható a fenntartható talajhasználat és gazdálkodási rendszer, amely a legjobb, minimális talajdegradációval járó mezőgazdasági gyakorlatot célozza.

Az Egyesült Nemzetek Élelmezési és Mezőgazdasági Szervezete által kidolgozott földminősítési keretrendszerben (FAO, 1976) ajánlásokat fogalmazott meg a földterületek agroökológiai potenciáljának becslésére és az ígéretes földhasználati módok megállapí-

tására. Az ajánlások terület-semlegesek, vagyis lokális, regionális és nemzeti szinten is alkalmazhatók. A földminősítés és földhasználati tervezés alapelvei a FAO (1976) alapján a következőképpen foglalhatók össze:

Egy terület minősítését és osztályozását minden releváns földhasznosítási típusra el kell végezni, és azokat összehasonlítani.

Az értékelésnek multidiszciplináris megközelítéssel, a fizikai, gazdasági, társadalmi és politikai kontextus figyelembevételével kell történnie.

Vizsgálni kell a földhasználati alternatívák fenntarthatóságát, környezeti hatásait.

A földhasználati tervezés a FAO (1999) megfogalmazása szerint: „*a földminőség és a vízkészletek, az alternatív földhasználati módok, társadalmi és gazdasági lehetőségek szisztematikus értékelése olyan elfogadott földhasználati opciók kiválasztása és ösztönzése érdekében, amely a földhasználók számára a leghatékonyabb, nem vezet az erőforrások és a környezet degradációjához.*”

A földminősítés irányzatai

A nemzetközi szakirodalomban a földminősítésnek kétféle irányzata ismeretes: közvetlen és közvetett minősítés (McRAE, S.G. – BURNHAM, C.P. 1981). A közvetlen minősítés a talajok termékenységét (*soil quality, soil fertility*) fejezi ki valamilyen számértékkel, indexszel. A közvetett minősítés eredménye egy komplexebb értékelés (*land quality*): ez jelenti egyrészt a föld, illetve a talaj az agroökológiai adottságait, produktivitását (termőképességét) különböző hasznosítási módokban (*land capability*), másrészt pedig a konkrét növények termesztésére vagy talajhasználatra való alkalmasságát (*land suitability*). A földminőség kifejezhető egyszerű, mérhető paraméterekkel (paraméterrendszer), de a környezeti tulajdonságok bizonyos küszöbértékei által meghatározott kategóriákkal, komplex tulajdonságokkal (kategóriarendszer) is. Ez a megnevezés nem mindig szerencsés, hiszen a paraméteres rendszerek is csoportosítanak, a kategóriarendszerűek is használnak fel paramétereket, illetve találunk kombinált, átmeneti megoldásokat is. Az átmeneti módszerekhez tartoznak a talajértékelési/termőhelyértékelési táblázatok. A módszereket az 1. táblázat foglalja össze.

Kategóriarendszerű földminősítés

A kategóriarendszerű földminősítések a föld teljesítőképességét különböző komplex és egyszerű tulajdonságok tapasztalati úton történő csoportosítása útján fejezik ki. A talajtani adatokat illetően jellemző a talajterképezési egységek és az osztályozási rendszerek valamely taxonómiai szintjének alkalmazása. A kategóriarendszerű értékelés a környezeti tényezők küszöbértékekkel történő lehatárolásán alapul, amelyekből több lépcsős szűrővel állapítják meg, hogy az adott területen milyen mértékű és minőségű korlátok jelentkeznek (*land capability classification*), illetve az alkalmassági osztályokat a különböző hasznosításokra (*land and soil suitability classification*).

Klasszikus példa az Amerikai Egyesült Államokban létrehozott Land Capability Classification (USDA-LCC) háromszintű, hierarchikus rendszere, amely a három fő művelési ágban (szántó, gyepek, erdő) értékeli a földet (KLINGEBIEL, A.A. – MONTGOMERY, P.H. 1961). Alapja a talajterképezési egységek (a Soil Taxonomy szerint) mezőgazdasági interpretálása. A klasszifikáció legelső hierarchia szintje az ún. egységek, ahol ugyanolyan gazdálkodás, művelési intenzitás jellemző, ugyanazon növények termesztésére és földhasználati módra alkalmasak, hasonló terméshozam várható és hasonló talajvédelmi beavatko-

A földértékelési módszerek összehasonlítása
Comparison of land evaluation methods

	Földminősítés módszerei			
	Kategoriarendszerű (kvalitatív)		Félkvantitatív	
	hierarchikus agrárpotenciál és -alkalmasság értékelés	növények termesztő-körzeteinek lehatárolása	termőhelyi érték/talajérték táblázatok	paraméteres, matematikai értékelések
<i>Felhasznált talajtani/környezeti adatok</i>	komplex, a talajviszonyokat, egyéb környezeti tényezőket leíró kategóriaadatok, pl. talaj-térképezési, talajosztályozási egységek		komplex talajtani és környezeti kategóriaadatok és egyszerű, mérhető paraméterek	egyszerű, mérhető talajtani paraméterek
<i>Adatok, információk interpretálása</i>	a környezeti tényezők küszöbértékekkel történő lehatárolása, több lépcsős szűrés, leválogatás: a földhasználat igénye és a föld ökológiai adottságainak összevetése	a termesztett növény igénye és a föld ökológiai adottságainak alapján kvalitatív értékelés, klasszifikáció	adatok kategorizálása, ezen kategóriaadatok kombinációinak elhelyezése egy viszonyítási skálán terméstarték alapján vagy anélkül	minden releváns paraméter elhelyezése egy viszonyítási skálán, majd ezek integrálása matematikai módszerrel (additív, multiplikatív)
<i>Értékelés célja, felhasználási terület</i>	a legfontosabb limitáló tényezők minőségi értékelése, konkrét földhasználatra való alkalmasság megítélése, földhasználat tervezése	a föld konkrét növények termesztésére való alkalmasságának minőségi meghatározása, földhasználat tervezése	a föld teljesítőképességének számszerűsítése; földhasználat tervezése; ingatlankezelési nyilvántartás földminőségi mutatója (adózási cél)	a talaj termőképességének számszerűsítése, minden releváns tényező értékelése alapján; földhasználat tervezése; ingatlankezelési nyilvántartás földminőségi mutatója (adózási cél)
<i>Hazai példák</i>	Aranykorona rendszer ökológiai, minősítési kategóriái BACSA I. (1989)	BEKE L. (1933), GÖRÖG L. (1954) GÉCZY G. (1968)	100 pontos talajértékszám/termőhelyi értékszám FÓRIZSNÉ et. al. (1972) D-e-Meter MAKÓ A. et al. (2007)	-

zások szükségesek. Az alosztályok a korlátozó tényező minőségét fejezik ki (úgy mint az erőzítő, a túlzott nedvességtartalom, a gyökérszónában jelentkező talajhibák és a klimatikus kockázati tényezők). Az osztályba sorolásnál a legjobban korlátozó tényező a döntő, ezért a módszert *maximum-limitations system*-nek (DE LA ROSA, D. – VAN DIEPEN, C.A. 2002) vagy *simple limitation method*-nak (SYS, C. et al. 1991) is nevezik. Az osztályok (I-VIII.) a kockázatok mértékét fejezik ki, amelyek alapján meghatározták a földhasználati alkalmasságot. Az I-IV. osztályok mindhárom fő hasznosításra alkalmasak, itt kiemelten a szántó művelés javasolt, az V-VII. osztályok csak a gyeplé, legelő- és erdőgazdálkodásra, míg a VIII. osztály csak természetvédelmi és rekreációs célokra alkalmasak. A klasszifikációs rendszer jelentősége mára már kissé elhalványult, mert kevésbé alkalmas az erdőterületek minősítésére, a földérték kiszámítására új, paraméteres rendszert dolgoztak ki.

Az USDA-LCC nagy hatást gyakorolt más országok földértékelésére is. De hasonló, háromszintű, hierarchikus osztályozást dolgoztak ki az osztályok és alosztályok számának, illetve az osztályozásban figyelembe vett korlátozó tényezők módosításával más országokban is. Példaként hozható a *Canada Land Inventory* (DUMANSKI, J. et al. 2002), az új-zélandi *Land Use Capability Classification* (LYNN, I. et al., 2009), Nagy-Britanniában a Macaulay Land Use Research Institute által kidolgozott *Land Capability Classification for Agriculture* (BIBBY, J.S. et al., 1991). Ausztráliában a mezőgazdasági célú talajtermékenység osztályozási rendszer (HALL, R. 2008), vagy a világ számos országában alkalmazott ún. *Fertility Capability Classification* (FCC) (SANCHEZ, P.A. et al., 1982) is hierarchikusak.

A kategóriarendszerű földminősítésekhez sorolhatók Magyarországon az Aranykorona rendszer minőségi kategóriái is. A 8 osztályt talajtani felmérés alapján még a 19. században határoltak le művelési áganként, s azóta csak kisebb módosítások történtek (BACSA I. 1989). A földminőség számszerűsítése itt ökonómiai értékeléssel, a kataszteri tiszta jövedelem meghatározásával történt.

A klasszifikáció lehet növény-specifikus (*land suitability*), aminek segítségével meghatározhatók az egyes természetett növények optimális termőhelyei. Az ilyen tájgazdálkodási kutatások nagy múltra tekintenek vissza. A korai kutatások általában nem konkrét méréseken, adatbázisokon, hanem általános megfigyeléseken alapultak, és a gazdálkodási gyakorlat számára készültek. Magyarországon a kategóriarendszerű közvetett földminősítést a tájtermesztési kutatások képviselik, például BEKE L. (1933), GÖRÖG L. (1954) és GÉCZY G. (1968) munkái, amelyekben a területek ökológiai adottságainak és a természetű növények igényének viszonya alapján osztályozták a termőhelyeket. Közülük Géczy Gábor munkáját emelném ki.

GÉCZY G. (1968) az éghajlati elemek és talajadottságok községi szintű feltérképezésével vizsgálta a növénytermesztés területi elhelyezkedését. 1 : 25 000 méretarányú gyakorlati mezőgazdasági talajismereti térképeket szerkesztett, amelyeken a talajtulajdonságokat a növények igénye, az agrotechnika és a meliorációs lehetőségek szerint értékeltte. A természeti adottságok és a növények ökológiai igénye közötti viszony és a területhasználati lehetőségek kifejezésére létrehozta az ún. talajhasznosítási osztályozási rendszert. Az osztályozáshoz három növényből (jelzőnövény) álló növénycsoportot használt, amelyekkel a termelési lehetőségben mutatkozó kisebb eltéréseket érzékeltette. Géczy osztályozása kvalitatív, nem konkrét számadatokon, hanem általános megfigyeléseken alapult. Azonban a Géczy-féle térképek – léptékük (1 : 25 000) és tematikájuk alapján – még ma is használhatók lehetnek a földhasználat üzemi szintű optimalizálására, hiszen a gyakorlat számára készültek.

A kategóriarendszerű (kvalitatív) minősítés viszonylag könnyen kivitelezhető, egyszerű, de hátránya, hogy a merev kategóriák összehasonlítása nehéz, az osztályozás nagyban függ az információtól, illetve hogy adózási célra nem alkalmazható. A kategóriarendszert általában akkor alkalmazzák, ha a földhasznosításban döntő szerepe csak néhány tényezőnek van, és a többi alárendelt szerepet játszik. A módszernek létjogosultsága leginkább a fejlődő világban van, ahol a földminősítés legfontosabb szempontja az élelmiszertermelés és a talajdegradáció.

Termőhelyi/talajérték táblázatok

A termőhelyi értékszámok a talajtulajdonságokat valamilyen paraméter alapján kategóriákban fejezik ki, vagy valamilyen térképezési, taxonómiai egység kategóriáit használják fel. Ezen kategóriaadatok kombinációit, tulajdonságkombinációkat egy táblázatban foglalják össze, amelyeket elhelyeznek egy viszonyítási skálán. Vagyis az értékelést nem

paraméterenként, tényezőnként végzik el, hanem azok kombinációit interpretálják. Ennek a skálázásnak az alapja általában a megfigyelt termés hozamok.

Európában az egyik legkorábbi példa a német birodalmi talajbecslés (Reichbodenschätzung), amelyet 1934-ben iktattak törvénybe az egységes adóztatás céljából (HEIDE, G. – MÜCKENHAUSEN, E. 1980). A módszer a talaj tulajdonságait a klimatikus és domborzati viszonyok figyelembevételével értékeli. A vizsgált egyszerű és komplex talajtulajdonságokat előbb kategorizálták, majd a kategóriák kombinációi alapján összeállítottak egy földértékelési táblázatot, mátrixot mindkét földhasználati típusra. A táblázatokban szereplő pontértékek meghatározásához reprezentatív talajokat választottak ki viszonyítási alapként. Szántó művelési ágban pl. a feltételezett mintagazdaság és optimális termőhely (csernozjom talaj, 100 pont) Magdeburg környékén lett kijelölve. A módszer megbízhatóságát annak köszönheti, hogy a talajok termékenységének becslésekor a várható terméseredményeket is figyelembe vették.

A német módszer alapján dolgozták ki és fejlesztették tovább Ausztriában az 1970-ben törvénybe iktatott talajértékelési táblázatokat (PEHAMBERGER, A. 1992). A táblázatban szereplő értékeket a terület csapadékviszonyai és lejtőhajlása szerint pontlevonással módosították. A német módszerből sokat merített az egykori Szovjetunióban használt talajminősítés is (GAVRILYUK, F.Y. 1974).

Magyarországon az aranykorona felváltására irányuló 100 pontos termőhelyi értékelés, és a legújabb kutatás, az ún. D-e-Meter földértékelési rendszer sorolható ebbe a csoportba. A mintateres és a későbbi talajtérfékes genetikus földminősítések 100 pontos értékszámmal fejezik ki a talajok termékenységét (FÓRIZSNÉ et. al. 1972). Az értékelés alapja a genetikus talajtérfékes (M = 1 : 10 000) segítségével lehatárolt talaj altípusok termékenység szerinti rangsorolása volt. Ez a rangsor azonban nem terméseredményeken alapult, hanem általános becslést adott a talajok termékenységére. Az altípusokhoz rendelt intervallumokat a változati talajtulajdonságok alapján pontlevonással módosították, majd hidrológiai, éghajlati és domborzati viszonyok szerint parametrizálták a kapott talajértékszámot.

A D-e-Meter rendszer alapját az üzemi genetikus talajtérfékes (M = 1 : 10 000) segítségével elkülönített hasonló tulajdonságkombinációval rendelkező talajfoltok csoportjai adják (MAKÓ A. et al. 2007). Ezekre a csoportokra az Agrokémiai Információs és Irányítási Rendszer adatbázisára támaszkodva átlagos termés hozamokat állapítottak meg, amelyeket 100 pontos skálára vetítve határozták meg a kiinduló pontértékeket. További korrekciókat végeztek a vízgazdálkodási kategória, a termesztett növények talajigénye, az évjáratok (kedvező, kedvezőtlen, átlagos), a meteorológiai körzetek, valamint lejtőkategória alapján. Az így kapott pontértéket a talajváltozati tulajdonságoknak megfelelően tovább faktorozták a tápanyag-ellátottság, a domborzati viszonyok, valamint az elővetemény szerint (MAKÓ A. et al. 2003). A hazai kutatásban ez a módszer nagy előrelépést jelent, hiszen növény-specifikus, agronómiai szempontból is értékeli a földet, ami a gyakorlati alkalmazását lehetővé teszi.

Paraméterrendszerű földminősítés

A paraméterrendszerű földminősítések a növényi produktivitást leginkább befolyásoló környezeti tulajdonságokat mérhető paraméterek formájában építi be az értékelésbe (McRAE, S.G. – BURNHAM, C.P. 1981). A módszer lépései általában a következők:

1. a szignifikáns tulajdonságok és indikátorok kiválasztása, azok interpretálása egyenként, tapasztalati úton (*single factor valuation vagy indexing*);
2. index kifejezése a faktorok összeadásával (additív), szorzásával (multiplikatív) vagy ezek kombinációjával (*compounding*);

3. a kapott index értékelése az adott földhasználatok fizikai és ökonomiai igényei szempontjából (*ranking*).

Az első ilyen paraméteres, matematikai talajminősítési módszernek az 1930-as években Kaliforniában adózási céllal létrehozott (és azóta már többször módosított) Storie Index tekinthető (STORIE, R.E. 1978). A minősítési rendszer négy tényező csoportot értékel meghatározott indikátorok alapján. Minden tényezőcsoporthoz tartozó paraméter optimális értéke 100%, és a kedvezőtlenebb állapotokat százalékos korlátozásokban fejezi ki. A tényezőcsoportokból súlyozás nélkül multiplikatív indexet számol.

$$\text{Storie Index} = A \cdot B \cdot C \cdot X$$

ahol *A*: a talajszelvény felépítése (a talajképző kőzet mélysége és minősége, valamint a jelenkori üledékképződés alapján); *B*: a felszíni talajréteg textúrája; *C*: a lejtő alakja és szöge; *X*: és egyéb, a termékenységet meghatározó talajtulajdonságok, drénviszonyok, szikesedés, savanyúság, tápanyag-ellátottsági szint, erózió mértéke, mikrorelief szorzata. A Storie Index értékek alapján hat termékenységi fokozatot határoztak meg. A Storie Indexet több országban is átvették és átdolgozták, így pl. Brazíliában (BACIC, I.L.Z. et al. 2003) és Lengyelországban (KORELESKI, K. 1988).

Szintén multiplikatív NEILL, L.L. (1979) talaj produktivitás indexe, amely már számol a talajtulajdonságok mélységi megjelenésével is: a faktorokat rétegenként súlyozza a természetett növény gyökerezési mélységének figyelembevételével.

$$PI = \sum_{i=1}^n (A_i \cdot B_i \cdot C_i \cdot D_i \cdot E_i \cdot WF_i)$$

ahol *PI*: talaj produktivitás index; *A_i*: kielégítő felvehető vízkapacitás az *i* rétegben; *B_i*: kielégítő légáteresztő képesség az *i* rétegben; *C_i*: kielégítő térfogattömeg az *i* rétegben; *D_i*: kielégítő pH az *i* rétegben; *E_i*: kielégítő vezetőképesség (EC) az *i* rétegben; *WF_i*: súlyfaktor az *i* rétegben (a gyökérszint elhelyezkedése alapján megállapítva); *n*: a vizsgált rétegek száma; *i*: a vizsgált réteg sorszáma.

A Muencheberg Soil Quality Rating (M-SQR) szintén egy 100 pontos matematikai talajminősítési rendszer (MUELLER, L. et al. 2007). Az M-SQR az ún. alap indikátorokat skálázza (0-2 közötti számmal), és súlyozással (1-3 értékekkel) összegzi azokat. A vizsgált területen releváns ún. kockázati indikátorokat 0-2,94 közötti skálán értékeli, majd az alap talajértékszámot ezekkel a kockázati értékekkel szorozza meg.

A paraméterrendszerű földminősítés pontos méréseket és sokoldalú szakismeretet igényel, mivel a környezeti tényezők egymással kölcsönhatásban befolyásolják a növények életfolyamatait, produkcióját. A földminősítés eredménye annál jobban közelíti a valóságot, minél több tényező és adat alapján történik az értékelés. A paraméterek súlyozhatók, de a súlyozás önkényes. Előnye, hogy számítógépes feldolgozásra alkalmas, rugalmasan bővíthető, adózási célra és a területfejlesztésben is felhasználható.

A földhasználati tervezés módszerei

Napjainkban a környezeti változók és termelési adatok földrajzi információs rendszerekben történő integrálása a legalapvetőbb eszköze a földminősítésnek és a földhasználat tervezésének. A legtöbb termelési modell és döntéstámogató rendszer ma már területpécifikus, amelyhez széles körű georeferált adatra van szükség. GIS alapú földhasználati

adatbázis fejlesztésére számtalan példát találunk, amelyek talajtani, klimatikus, felszínborítási és távérzékelte adatokból épülnek fel, és különböző hasznosítási szempontok alapján klasszifikálják a területet (pl. WU, J. et al. 2001; DODD, M.B. et al. 2008; MARTIN, D. – SAHA, S.K. 2009).

A matematikai modellezéssel kiegészített térbeli vizsgálatok már túllépnek az egyszerű leválogatáson: alkalmasak az agrár-ökoszisztémák működésének, összefüggéseinek értelmezésére is. Példaként hozható ABBASPOUR, M. et al. (2011) munkája, akik egy iráni mintaterület agráralkalmasságát a talajtulajdonságok, a lejtő- és a csapadékviszonyok alapján vizsgálták. A tényezőket nem csupán a Boole műveletek segítségével klasszifikálták, hanem azok súlyozott lineáris kombinációját állították elő, ahol a faktorsúlyokat hierarchikus folyamatelemzéssel (*analytic hierarchy process*, AHP) határozták meg.

FU, B.J. et al. (2006) egy kis vízgyűjtő (Kínai löszplató) földhasználatának időbeli változását és annak okait vizsgálták a lejtőkategória, a talajtípus és talajtulajdonságok alapján kanonikus korreláció analízis segítségével GIS háttérrel.

YANG, X. et al. (2007) Új-Dél-Wales partvidékének ökológiai adottságainak, talajviszonyainak és földhasználatának értékeléséhez 25 talajtani és tájalkotó tényezéből digitális magasságmodellét hozták létre. Ezen adatbázison egy algoritmus segítségével kiszámították az ún. „topográfiai indexet”, amely a komplex tájértékelés mutatószámaként használható.

A MicroLEIS DSS egy mediterrán térségekre kidolgozott speciális földértékelési és döntéstámogató rendszer, amelyet részletesen leírt pl. DE LA ROSA, D. et al. (1992). A szoftver adatbázis, statisztikai, szakértői, neurális hálózati, Web, valamint GIS alkalmazásokat integrál, és a földértékelés 6 kérdéskörét, feladatát jelentő modellből tevődik össze:

- *Terraza*: bioklimatikus hiányokat, hibákat elemző modell (paraméteres),
- *Cervantana*: általános földhasználati adottságokat elemző modell (kvalitatív),
- *Sierra*: erdő alkalmassági modell (kvalitatív),
- *Almagra*: mezőgazdasági talajalkalmassági modell (kvalitatív),
- *Albero*: mezőgazdasági talajtermékenység modell (statisztikai),
- *Marisma*: természetes talaj termékenység modell (kvalitatív).

A szoftvert világszerte – nem csak mediterrán térségekben – használják a földhasználat változásának vizsgálatára, a földhasználat tervezéséhez és a földminősítéshez (pl. TRIANTAFILIS, J. et al. 2001; GARCIA, G.J. et al. 2003; EMRAH ERDOGAN, H. et al. 2003; WAHBA, M.M. et al. 2007; JAFARZADEH, A.A. et al. 2009; ANAYA-ROMERO, M. et al. 2011).

A gazdasági-pénzügyi élet számos területén sikerrel alkalmazott programozáson alapuló többtényezős döntés-előkészítés (*multiple criteria decision making*, MCDM) a földhasználat tervezésben is megjelent (STEUER, R.E.–NA, P. 2003). A bemenő környezeti adatokat matematikai operátorok segítségével interpretálják, transzformálják a felhasználási célnak megfelelően, és az így kapott földminőség értékszámokat vetik alá térbeli vizsgálatoknak. Ennek matematikai alapja leggyakrabban az ún. FUZZY halmaz elmélet, ahol tagság függvények alkalmasak az átmenetek bemutatására, azaz lehetővé teszik, hogy az egyes kritérium értékek fokozatosan változzanak az egyik állapotból a másikba (JAGER, R. 1995). A többtényezős földminősítésben, földhasználati döntés-előkészítésben a fuzzy-indikátorok az attribútum adatok (talajtulajdonságok, termésadatok, táji adottságok) egyezését fejezik ki a felhasználói csoportok (farmerek, kormányzat, kereskedők) igényeivel (ahol a 0 a teljesen halmazon kívüliséget, az 1 pedig a teljes mértékű tagságot jelenti) (PEREIRA, J.M.C.–DUCKSTEIN, L. 1993; JANKOWSKI, P. 1995; MALCZEWSKI, J. 2002; BAJA, S. et al. 2007; BUSSCHER, W. et al. 2007).

Földhasználati tervezés Magyarországon

Magyarországon többek között HARNOS Zs. (1995) hívta fel a figyelmet a térinformatikai eszközök és a matematikai modellek összekapcsolásának lehetőségére, valamint a kockázatelemzés szerepére. A tervezés azonban egyelőre főként a térbeli adatok integrálásában merül ki, és gyakran a megfelelő részletességű, léptékű információk megszerzése is problémát jelent.

ÁNGYÁN J. et al. (1998) 15 agráralkalmassági és 13 környezetérzékenységi változó kategorizálásával és térinformatikai integrálásával létrehozták Magyarország földhasználati zónarendszerét. Ezzel a módszerrel az ország területének minden egyes hektárját elhelyezték egy 0-99 közötti mezőgazdasági alkalmassági és egy 0-99 közötti környezetérzékenységi értékskálán. Az eredmények alapján földhasználati forgatókönyveket, és a legracionálisabb forgatókönyv alapján művelési ág változtatási javaslatot dolgoztak ki, amelyben lehatárolták a védelmi célú, extenzív és intenzív termelési célú területeket.

PODMANICZKY L. – MAGYARI J. (2006) talajtani és klimatikus tényezők kategorizálásával és növénytermesztési célok szerinti parametrizálásával elvégezték az ún. „ökotípusos” földhasználati lehatárolást az Országos Területrendezési Terv számára. A szántóföldi és erdészeti alkalmasságot, valamint a környezetérzékenységet befolyásoló tényezőket pontozták, és a tényezők pontszámait térképi adatbázis segítségével összegezték. A szántóföldi és erdészeti alkalmasság, valamint a környezetérzékenység térbeli adatbázisának újrapontozásával (0-3 pont) és kombinálásával 10 „ökotípust” hoztak létre.

A stratégiai szintű földhasználati tervezés (zónarendszer) és területrendezés után a következő lépés a módszertan az országgal konzisztens regionális, megyei és kistérségi szintű lépcsőinek kidolgozása volt, amely nagyobb térbeli felbontású adatbázisok építését és tematikus adatbővítést igényelt. Az ökotípusos földhasználati vizsgálatok megtörténtek a megyei szintű területrendezési tervek számára is (SZABÓ J. et al., 2007). Az országos földhasználati zónarendszer regionális és lokális léptékű adaptálására is vannak példák (GRÓNÁS V. – FOGARASSY Cs. 2000; LÓRINCI R. – BALÁZS K. 2001; MAGDA S. et al. 2004; TAMÁS J. 2006).

Több szerző 1 : 10 000 méretarányú genetikai talajterképeken alapuló talajinformációs rendszer kidolgozásával képzelte el az üzemi szintű földhasználati döntéstámogató rendszert, amelyben a térképi állományhoz hozzárendelhetők a táblatorzskönyvi adatok (helyrajzi szám, parcella területe, termesztett növény, termésátlag, tápanyag-gazdálkodás adatai) is (SZABÓ J. et al. 2002; DORKA D. 2003; TAKÁCS P. et al. 2004).

SZABÓ J. et al. (2002) megfogalmazása szerint az üzemi szintű tervezés és precíziós gazdálkodás 1 : 10 000 – 1 : 1000 méretarányú térbeli támogatást kíván, amely a település, illetve a mezőgazdasági üzem területére korlátozódik. A kataszteri egységek lehetnek azok a térbeli alapegységek, amelyekre a földhasználati ajánlások vonatkoznak, a mezőgazdasági táblák pedig azok, amelyekre az agrotechnika elemeire vonatkozó konkrét ajánlások megfogalmazhatók.

Összefoglalás

A fenntartható agrártermelés feltétele a racionális földhasználat, amely a tájhoz illeszkedő funkció, tevékenység, ágazati rendszer és intenzitási fok kialakítását jelenti agroökológiai kutatás és földminősítési munka alapján. A különböző földhasználatok más-más környezetértékelési módszert követelnek. A világban ma semmilyen tervezési szinten nincs egységes metodika a földminősítésre és a földhasználat tervezésére, hiszen a módszertant a helyi ökonómiai és ökológiai viszonyokhoz igazítva kell kialakítani.

A tájtermesztés és a területek agrárpotenciáljának kutatása nagy múltra tekint vissza Magyarországon. Az 1990-es évektől a kutatás középpontjába a környezetgazdálkodási szempontok kerültek. A stratégiai szintű tervezés tapasztalatait felhasználva a kutatás a nagyobb térbeli felbontású adatok integrálása felé halad, a regionális, megyei, kistérségi és települési/üzemi szintű tervezés módszereinek kidolgozása érdekében. A földminősítéssel kapcsolatos kutatási eredmények mintaterületi projekteken kívüli gyakorlati alkalmazását anyagi és infrastrukturális problémák nehezítik. Ezek közül a legkritikusabbnak a megfelelő léptékű (legalább 1 : 10 000 méretarányú) talajtérképek és a hozzá kapcsolódó laboratóriumi talajvizsgálati eredmények hiánya tekinthető.

A hazai földminősítés hiányosságait legalább részben orvosolhatná a szaktanácsadásban használt talajtani paraméterek (pl. a szűkített vagy bővített talajvizsgálatok) felhasználásával valamilyen talajminőség index számítása. A talajtulajdonságok a növények igényei valamint termelésükre gyakorolt hatásuk alapján interpretálhatók (lineáris vagy nem lineáris skálázással), amihez alapot szolgálhatnak az agroökológiai kutatások és adatbázisok: pl. a több évtizedes tartamkísérletek eredményei, Géczy Gábor talajhasznosítási osztályozása, az Agrokémiai Információs és Irányítási Rendszer adatbázisa, a D-e-Meter alap kutatásai. Az újraskálázott talajtani indikátorok súlyozott additív vagy multiplikatív integrálásával egyszerű, az aranykoronánál lényegesen egzaktabb mutatószámot kaphatunk. A matematikai módszert klímaterületek szerint is ki lehetne dolgozni, hiszen a talaj termékenysége függ az éghajlati adottságoktól. Egy ilyen növény-specifikus talajminőség index előnye, hogy nem igényel újabb infrastrukturális háttérrel (pl. laborkapacitást, megfelelő léptékű talajtérképeket) és a meglévő szaktanácsadási rendszerbe illeszthető. A gazdálkodóknál lévő – a támogatások igényléséhez jogszabályok által előírt – talajvizsgálatok eredményei már most óriási adatbázist képviselnek és az ország területének nagy részét lefedik.

JUHOS KATALIN

BCE KeTK Talajtan és Vízgazdálkodás Tanszék, Budapest
katalin.juhos@uni-corvinus.hu

IRODALOM

- ABBASPOUR, M. – MAHINY, A.S. – ARJMANDY, R. – NAIMI, B. 2011: Integrated approach for land suitability analysis. – *International Agrophysics* 25. 4. pp. 311–318.
- ANAYA-ROMERO, M. – PINO, R. – MOREIRA, J.M. – MUNOZ-ROJAS, M. – DE LA ROSA, D. 2011: Analysis of soil capability versus land use change by using CORINE land cover and MicroLEIS. – *International Agrophysics* 25. 4. pp. 395–398.
- ÁNGYÁN J. – FÉSŰS I. – NÉMETH T. – PODMANICZKY L. – TAR F. 1998: Magyarország földhasználati zónarendszerének kidolgozása a mezőgazdasági EU-csatlakozási tárgyalások megalapozásához, Alapozó modellvizsgálatok I. – Készült: az FM Agrárkörnyezeti, Erdészeti, Biogazdálkodási és Vadgazdálkodási EU Harmonizációs Munkacsoport megbízásából, Gödöllő. 46 p.
- ÁNGYÁN J. – MENYHÉRT Z. 2004: Alkalmazkodó növénytermesztés, környezet- és tájgazdálkodás. – Szaktudás Kiadó Ház, Budapest. 559 p.
- BACIC, I.L.Z. – ROSSITER, D.G. – BREGT, A.K. 2003: The use of land evaluation information by land use planners and decision-makers: a case study in Santa Catarina, Brazil. – *Soil Use Manage* 19. pp. 12–18.
- BACSA I. 1989: Az aranykoronás földértékeléstől a komplex termőhelyi értékszámig. – *Geodézia és Kartográfia*, 41. 3. pp. 166–171.
- BAJA, S. – CHAPMAN, D.M. – DRAGOVICH, D. 2007: Spatial based compromise programming for multiple criteria decision making in land use planning. – *Environmental Modeling and Assessment* 12. pp. 171–184.
- BEKE L. 1933: Mezőgazdasági termelésünk átszervezése természeti adottságok alapján. Kivételre mit és hol termesszünk? – Piatnik Rt. Budapest.
- BIBBY, J.S. – DOUGLAS, H.A. – THOMASSON, A.J. – ROBERTSON, J.S. 1991: Land capability classification for agriculture. – Macaulay Land Use Research Institute, Aberdeen.

- BUSSCHER, W.–KRUEGER, E.–NOVAK, J.–KURTENER, D. 2007: Comparison of soil amendments to decrease high strength in SE USA Coastal Plain soils using fuzzy decision-making analyses. – *International Agrophysics* 21. pp. 225–231.
- DE LA ROSA, D. 2005: Soil quality evaluation and monitoring based on land evaluation. – *Land Degradation and Development* 16. pp. 551–559.
- DE LA ROSA, D. – MORENO, J.A. – GARCIA, L.V. – ALMORZA, J. 1992: MicroLEIS: A Microcomputer-based Mediterranean land evaluation information system. – *Soil Use Management* 8. pp. 89–96.
- DE LA ROSA, D. – VAN DIEPEN, C.A. 2002: Qualitative and Quantitative Land Evaluation. In: *Encyclopedia of Life Support System (EOLSS-UNESCO)*, Eolss Publishers, Oxford, [http://www.eolss.net]
- DODD, M.B. – WEDDERBURN, M.E. – PARMINTER, T.G. – THORROLD, B.S. – QUINN, J.M. 2008: Transformation toward agricultural sustainability in New Zealand hill country pastoral landscapes. – *Agricultural Systems* 98. pp. 95–107.
- DORAN, J.W. – PARKIN, T.B. 1996: Quantitative indicators of soil quality: a minimum data set. – *Soil Science Society of America, Special Publication* 49. pp. 25–37.
- DORKA D. 2003: Talajinformációs rendszer kialakítása a mezőgazdaságban. – *Agrártudományi közlemények* 2003. 10. Különszám. pp. 60–63.
- DÓMSÓDI J. 1999: Földhasználati reform az ezredforduló után. – *Geodézia és Kartográfia* 51. 11. pp. 17–22.
- DÓMSÓDI J. 2007: A földértékelés, földminősítés módszertani elemzése (rendszerzése) és továbbfejlesztése. – *Geodézia és kartográfia*. 59. 3. pp. 26–33.
- DUMANSKI, J. – BINDRABAN, P.A. – PETTAPECE, W.W. – BULLOCK, P. – JONES, R.J.A. – THOMASSON, A. 2002: Land classification, sustainable land management, and ecosystem health. – In: *Encyclopedia of food and agricultural sciences. Encyclopedia of life support systems*. EOLSS Publishers, Oxford.
- EMRAH ERDOGAN, H. – YÜKSEL, M. – DE LA ROSA, D. 2003: Evaluation of sustainable land management using agro-ecological evaluation approach in Ceylanpinar State Farm (Turkey). – *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 27. pp. 15–22.
- FAO 1976: A framework for land evaluation. – *FAO Soil Bulletin* 32. FAO, Rome.
- FAO/UNEP 1999: Terminology for integrated resources planning and management. – FAO, Rome.
- FU, B.J. – ZHANG, Q.J. – CHEN, L.D. – ZHAO, W.W. – GULINCK, H. – LIU, G.B. – YANG, Q.K. – ZHU, Y.G. 2006: Temporal change in land use and its relationship to slope degree and soil type in a small catchment on the Loess Plateau of China. – *Catena* 65. pp. 41–48.
- FÓRIZSNÉ-MÁTÉ F. – STEFANOVITS P. 1972: Talajbonitáció – Földértékelés. – *Agrártudományi Közlemények*, 30. (3) pp. 359–378.
- GARCIA, G.J. – ANTONELLO, S.L. – MAGALHÃES, M.G.M. – FONSECA FILHO, H. 2003: SIAT – Land Evaluation System – V. 2.0. – *Serie Geográfica* 6. pp. 149–176.
- GAVRILYUK, F.Y. 1974: Bonitirovka pochv. Moskva, Vyssaya shkola, 270 p.
- GÉCZY G. 1968: Magyarország mezőgazdasági területe. – Akadémiai Kiadó, Budapest. 307 p.
- GÖRÖG L. 1954: Magyarország mezőgazdasági földrajza. – Tervgazdasági Kiadó, Budapest. 197 p.
- GRÓNÁS V. – FOGARASSY Cs. 2000: Védett területek mezőgazdasági földterület hasznosításának értékelése térinformatikai eszközökkel. – *Földrajzi Értesítő* 49. 3-4. pp. 235–243.
- HALL, R. 2008: *Soil Essentials, Managing Your Farm's Primary Asset*. – Landlinks Press, 1st ed., 192 p.
- HARNOS Zs. 1995: Az ökológiai alapú tájtermelés tervezésének módszertani eszközei. – „AGRO-21” Füzetek 2. 8. pp. 15–49.
- HEIDE, G. – MÜCKENHAUSEN, E. 1980: Land resource evaluation in the Federal Republic of Germany. In: LEE, J. – VAN DER PLAS, L. (eds.): *Land resource evaluation, A seminar in the EEC programme of coordination of research on land use and rural resources held at An Foras Taluntais, Johnstown Castle Research Centre, Wexford, Ireland 7-8 November 1978*, Commission of the European Communities, Directorate-General for Agriculture, Coordination of Agricultural Research, Luxembourg, pp. 38–50.
- JAFARZADEH, A.A. – SHAHBAZI, F. – SHAHBAZI, M.R. 2009: Suitability evaluation of some specific crops in Souma area (Iran), using Cervatana and Almagra models. – *Biologia* 64. 3. pp. 541–45.
- JAGER, R. 1995: *Fuzzy Logic in Control*. – Delft TU Publisher, Delft.
- JANKOWSKI, P. 1995: Integrating geographical information systems and multiple criteria decision making methods. – *International Journal of Geographical Information Systems* 9. pp. 251–273.
- KARLEN, D.L. – MAUSBACH, M.J. – DORAN, J.W. – CLINE, R.G. – HARRIS, R.F. – SCHUMAN, G.E. 1997: Soil quality: A concept, definition, and framework for evaluation. – *Soil Science Society of America* 61. pp. 4-10.
- KLINGEBIEL, A. A. – MONTGOMERY, P.H. 1961: Land Capability Classification. – In: DAVIDSON, D.A. (ed.): *Land Evaluation*. – Van Nostrand Reinhold Co., New York. pp. 160–180.
- KORELESKI, K. 1988: Adaptations of the Storie index for land evaluation in Poland. – *Soil Survey and Land Evaluation*, 8. pp. 23–29.
- LÓRINCZI R. – BALÁZS K. 2001: A táj adottságaihoz, hagyományaihoz illeszkedő földhasználati rendszer kialakítása Bonyhád mellett, István-major külterületen. – In: PALKOVICS M. (szerk.): XLIII. Georgikon Napok,

- „Vidékfejlesztés – Környezetgazdálkodás – Mezőgazdaság” tudományos konferencia, Keszthely, 2001. szeptember 20–21. pp. 219–225.
- LYNN, I.–MANDERSON, A.–PAGE, M.–HARMSWORTH, G.–EYLES, G.–DOUGLAS, G.–MACKAY, A.–NEWSOME, P. 2009: Land Use Capability Survey Handbook – New Zealand handbook for the classification of land, 3rd ed., 164 p.
- MAGDA S.–MARSELEK S.–WÖLCZ A. 2004: Az Észak-magyarországi régió agrártermelését meghatározó tényezők elemzése. IX. Nemzetközi Agrárökonómiai Tudományos Napok. KRF. Gyöngyös. 258. p. (6 p. CD-n)
- MAKÓ A.–VÁRALLYAY GY.–TÓTH G. 2003: A földminőség évről-évre változásának talaj vízgazdálkodási tényezői. – In: GAÁL Z.–MÁTÉ F.–TÓTH G. (Szerk.): Földminősítés és Földhasználati információ. Veszprémi Egyetem, Keszthely. pp. 49–55.
- MAKÓ A.–TÓTH G.–MÁTÉ F.–HERMANN T. 2007: A talajtermékenység számítása a változati talajtulajdonságok alapján. – In: TÓTH T.–TÓTH G.–NÉMETH T.–GAÁL Z. (Szerk.): Földminőség, földértékelés és földhasználati információ. MTA TAKI, Budapest-Keszthely. pp. 39–44.
- MALCZEWSKI, J. 2002: Fuzzy Screening for Land Suitability Analysis. – Geographical and Environmental Modelling 6. pp. 27–39.
- MARTIN, D.–SAHA, S.K. 2009: Land evaluation by integrating remote sensing and GIS for cropping system analysis in a watershed. – Current Science 96. 4. pp. 569–575.
- MCRAE, S. G.–BURNHAM, C. P. 1981: Land Evaluation. – Clarendon Press, Oxford. 239 p.
- MUELLER, L.–SCHINDLER, U.–BEHRENDT, A.–EULENSTEIN, F.–DANNOWSKI, R. 2007: Das Muenchenberg Soil Quality Rating (SQR): ein einfaches Verfahren zur Bewertung der Eignung von Boeden als Farmland. – Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 110. pp. 515–516.
- NEILL, L.L. 1979: An evaluation of soil productivity based on root growth and water depletion. University of Missouri, Columbia, 696 p.
- PEHAMBERGER, A. 1992: Die Bodenschätzung in Österreich, Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 67. pp. 235–240.
- PEREIRA, J.M.C.–DUCKSTEIN, L. 1993: A multiple criteria decision making approach to GIS-based land suitability evaluation. – International Journal of Geographical Information Systems 7. pp. 407–424.
- PODMANICZYK L.–MAGYARI J. 2006: Magyarország ökotípusos földhasználati vizsgálata. – készült az Állami Erdészeti Szolgálat megbízásából, Gödöllő. 34 p.
- SANCHEZ, P.A.–COUTO, W.–BUOL, S.W. 1982: The fertility capability soil classification system: Interpretation, application and modification. – Geoderma 27. pp. 283–309.
- SANCHEZ, P.A.–PALM, C.A.–BUOL, S.W. 2003: Fertility capability soil classification: a tool to help assess soil quality in the tropics. – Geoderma 113. pp. 157–185.
- STUEVER, R.E.–NA, P. 2003: Multiple criteria decision making combined with finance: A categorized bibliographic study. – European Journal of Operational Research 150. 3. pp. 496–515.
- STORIE, R.E. 1978: Storie Index for Soil Rating (Revised). Special Publications, 3203. Division of Agriculture and Natural Resources, University of California, USA.
- SYS C.–VAN RANST, E.–DEBAVEYE, J. 1991: Land evaluation. Part 1. Principles in land evaluation and crop production calculations. General Administration for Development Cooperation, Agricultural Publication 7., Brussels, Belgium, 247 p.
- SZABÓ J.–BAKOS L.–DOBOS A.–CSERVENÁK R.–PÁSZTOR L.–POGRÁNYI K. 2002: Üzemi szintű agrár-geoinformációs rendszer a mezőgazdasági szaktanácsadás szolgálatában. – In: NAGY J. (szerk.): EU konform mezőgazdaság és élelmiszerbiztonság. Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum, Debrecen. pp. 22–31.
- SZABÓ J.–PÁSZTOR L.–BAKACSI ZS.–LÁSZLÓ P.–LABORCZI A. 2007: A Digitális Kreybig Talajinformációs Rendszer alkalmazása térségi szintű földhasználati kérdések megoldásában. – Agrokémia és Talajtan 56. 1. pp. 5–20.
- TAKÁCS P.–TAMÁS J.–LÉNÁRT Cs. 2004: Virtuális talajinformációs rendszerek kialakítása a Bihari-sík és a Tedej Rt. területén. – Acta Agraria Debreceniensis 13.
- TAMÁS J. 2006: Az agrár- és környezetvédelmi célú földhasználati konfliktusok kezelése térbeli optimalizációs eljárásokkal. – In: DÖMSÖDI J. (szerk.): Településrendezés, birtokrendezés. Előadások és poszterek összefoglalója. Nyugat-Magyarországi Egyetem Geoinformatikai Kar, Székesfehérvár. pp. 30–32.
- TRIANAFILIS, J.–WARD, W.T.–MCBRATNEY, A.B. 2001: Land suitability assessment in the Namoi Valley of Australia, using a continuous model. – Australian Journal of Soil Research 2. 39. pp. 273–290.
- WAHBA, M.M.–DARWISH, KH.M.–AWAD, F. 2007: Suitability of specific crops using MicroLEIS Program in Sahal Baraka, Farafra Oasis, Egypt. – Journal of Applied Sciences Research 3. 7. pp. 531–539.
- WU, J.–RANSOM, M.D.–KLUITENBERG, G.J.–NELLIS, M.D.–SEYLER, H.L. 2001: Land-use management using a soil survey database for Finney Country, Kansas. – Soil Science Society of America Journal 65. 1. pp. 169–177.
- YANG, X.–CHAPMAN, G.A.–GRAY, J.M.–YOUNG, M.A. 2007: Delineating soil landscape facets from digital elevation models using compound topographic index in a geographic information system. – Australian Journal of Soil Research 45. 8. pp. 569–576.