

# BÍRÁLAT

## **Pásztor László: Célspecifikus térbeli predikciók kidolgozása feladatorientált, térképi alapú talajinformációk előállítására című doktori munkájáról**

### **A témaválasztásról**

A doktori munka témája rendkívül aktuális. A Nemzetközi Talajtani Unió egy új, digitális, nagy részletességű világ talajtérkép létrehozását tervezi a legkorszerűbb talajtérképezési technológiák felhasználásával, amelyeket a talajtulajdonságok nagy felbontású térbeli becslésére dolgoztak ki. A vállalkozást az a felismerés mozgatja, hogy globális szinten is igény van pontos, naprakész és térbeli talajinformációkra a döntéshozók számára számos globális kérdéssel kapcsolatban, mint pl. az élelmiszer-termelés, a klímaváltozás hatásai, az éhezés felszámolása és hasonlóak. Pásztor László doktori munkája jól illeszkedik a talajtérképezésnek ehhez a nemzetközi irányához, tehát nemzetközileg is nagyon fontos témáról van szó.

### **A doktori munka formai értékelése**

A doktori munka az irodalomjegyzék nélkül 137 oldal terjedelmű. Az irodalomjegyzék további 22 oldalt foglal el, és 617 tételt tartalmaz. A dolgozat rendkívül gazdagon illusztrált, 109 db jó minőségű ábrát találunk benne. A valóságban ennél is több térkép van a műben, hisz a szerző gyakran térképsorokat is egyetlen ábraként számozott. Az ilyen esetek indokoltak, mivel általában tartalmilag szorosan összetartozó térképekről van szó. Azt is meg kell említenem, hogy a gazdag illusztrációs anyag nem öncélú, hisz a munka alapvetően a talajtérképezés módszertani fejlesztéséről szól, így a bemutatott sokféle térkép a szerző mondanivalójának szerves része, bizonyító erejű dokumentum, sokszor maga a tudományos eredmény. Az ábrákkal kapcsolatban két kritikai észrevételem van:

1. némelyiknek a jelmagyarázata a kicsinyítés következtében alig, ill. nem olvasható,
2. a 2.21. és a 2.22. ábra számozása ismétlődik, holott az ábrák különbözőek. (Nyilvánvalóan véletlen hibáról van szó.)

A dolgozatban több mint 30 táblázatot is találunk. Ezek többsége jól szerkesztett, a 6.1. táblázat azonban erősen hiányos. (Ez nyomtatási hibának látszik.)

A doktori munkában a szerző szakszerűen és pontosan fogalmaz, nyelvezete azonban több esetben körülményes. Túl hosszú és idegen szakkifejezésekkel gazdagon teletűzdelt mondatai néha nehezítik a megértést, döcögőssé teszik a stílusát. Ugyanakkor helyesírása jó, csupán az összetett szavak írásánál nem elég pontos. Néhány példa:

<u>a disszertációban</u>	<u>helyesen</u>
talajtulajdonság térképek	talajtulajdonság-térképek
termőréteg vastagság térkép	termőréteg-vastagság térkép
szervesanyag tartalom	szervesanyag-tartalom

A dolgozatban szereplő egyenletek leírása általában hibátlan, és minden szempontból pontos, csupán az 1.2. egyenlet esetében van a bírálónak hiányérzete, ennél ugyanis a betűjelek magyarázata elmaradt.

A szövegbeli hivatkozásai pontosak, számuk nagyon nagy.

Összefoglalva: a dolgozat a formai követelményeknek több szempontból magas színvonalon megfelel.

## Tartalmi értékelés

A szerző a kutatás célkitűzéseit a „*Problémafelvetés*” és a „*Motivációk, a dolgozat felépítése*” című fejezetekben fogalmazza meg. Helyesen látja, hogy a talajokra vonatkozó térképi alapú információigény napjainkban bővül, és jellege is változik. Éppen ezért elsődleges törekvése a felhasználói igények minél alaposabb megismerése, s ennek megfelelően azoknak a specifikus talajtulajdonságoknak, funkcióknak a térbeli ábrázolása, amelyekre a felhasználónak szüksége van. Továbbá olyan digitális talajtérképek előállítására törekszik, amelyek a felhasználói igényeket célzottan és optimálisan elégítik ki, egyesítik a klasszikus talajtani tudást a modern gépi tanulási, térstatisztikai és térinformatikai módszerekkel.

Az 1. fejezetben széleskörű szakirodalmi áttekintést ad a témáról a hazai és a nemzetközi publikációk elemzésével. Összehasonlítja a hagyományos és digitális talajtérképezés jellemző vonásait, majd részletesen ismerteti a geoinformatika és a talajtérképezés kapcsolatát, a távérzékelés, a geostatisztika és az adatbányászat szerepét a digitális talajtérképezésben.

Ez a szakirodalmi elemzés a szerző átfogó interdiszciplináris szemléletéről tanúskodik, jól látja a talajtérképezés céljait, feladatait, a térképek alkalmazhatóságát, a „technológiai ugrással” összefüggő új kihívásokat.

A 2. fejezet a Digitális Kreybig Talajinformációs Rendszer (DKTIR) digitális megújításával foglalkozik. Ez a téziszűzetben az 1. tézisként jelenik meg. A Kreybig-féle térképek és a hozzájuk kapcsolódó jegyzőkönyvek, magyarázó füzetek alapján

több lépésben jutott el a DKTIR megújításáig. Ehhez tartozott egy célirányosan megtervezett mintavételezés is, ami hozzájárult az adatok területi kiterjeszhetőségének optimalizálásához. A reambuláció újdonságának tartom, hogy a szerző a rendelkezésre álló információk térbeli megbízhatóságának becslésére indikátorfüggvényt vezetett be, hiszen a korábbi, klasszikusnak mondott térképezéseknél a megbízhatósággal nem foglalkoztak.

A DKTIR megújításának (reambulációjának) lépései a következők voltak: 1. jellemző problémák feltárása egy-egy térképlapon belül; 2. jellemző problémák feltárása az egyes térképlapok között; 3. a 2.0 adatrendszer kialakításához szükséges feladatok megfogalmazása és végrehajtása. Ez utóbbiak közül kiemelem az újabb adatfelvételezéseket, amelyek jelentőségét bizonyítja a 2.8. ábra: a Bodroghöz 1949-ben, és 2008-ban. Ez utóbbi több területen részletgazdagabb és pontosabb, mint az előbbi.

A természeti hátránnyal érintett területek (THÉT) indikátor krigelés alapú közelítésére 7 kritérium esetén került sor. Kissé zavaró, hogy ezeket a kritériumokat csak a 3.1. fejezetben ismerhetjük meg. Kérdésem: nem lett volna-e jobb, ha a THÉT térképezés „újrágondolását” közvetlenül itt a 2. fejezetben tárgyalta volna? Tulajdonképpen ez a két alfejezet együtt értékelhető egy tézispontnak. (Igaz, hogy a tézisfüzetben a 2. tézisben a THÉT térképezéshez további két „altézis” kapcsolódik.)

A DKTIR adatainak a digitális talajtérképezésben történő minél teljesebb kiaknázása céljából 3 módszert dolgozott ki, amelyeket a 2.16. ábrán (tézisfüzetben 4. ábra) egységes keretbe foglalt. Ezt önmagában is tézis értékű eredménynek tartom. Hasonlóan fontos a homológia elvén kidolgozott térképezési módszer, amelynek eredményeként elkészült hazánk első, országos USDA osztályok szerinti talajtextúra térképe. Ez ugyancsak tézisértékű eredmény.

A 3. fejezetben külön foglalkozik a funkcionális talajtérképek lehatárolási problémáival. A THÉT kritériumrendszer kidolgozásával kapcsolatban kérdésként merült fel: azoknak a paramétereknek esetében, amelyek nem álltak rendelkezésre a meglévő adatbázisban, mennyire megbízhatók a szükséges jellemzők és határértékek származtatásai?

A 4. fejezetben a hazai térbeli talajinformációk előállításának és szolgáltatásának megújításáról ír a szerző. Ugyanez a tézisfüzetben egy szó eltéréssel szerepel: a „szolgáltatás” helyett a „publikálás” kifejezést használja. Ezt nem csupán stilisztikai különbségnek tartom, ezért megkérdezem: mi indokolta, hogy a tézisekben a publikálás váltotta fel a szolgáltatást?

A fejezetben az ügyesen elnevezett DOSoReMI.hu (Digitális, Optimalizált, Talajokra vonatkozó térképek és Térbeli Információk) projekt lényegét ismerhetjük meg. A projekt célja a hazai téradat-infrastruktúra megújítása volt, melynek

keretrendszerét a 4.1. ábra mutatja be. Ezt a keretrendszert Zala megye mezőgazdasági területeire vonatkozóan tesztelték, s az ezzel kapcsolatos munkák közül a szervesanyag-térkép előállításának folyamatát ismerhetjük meg részleteiben. A szerző először bemutatja, milyen módon lehetett a szervesanyag-tartalommal kapcsolatos ismeretkehez jutni, majd ismerteti azokat a módszereket, amelyekkel az adatok térbeli kiterjesztése kellő pontossággal megvalósítható. Ennek során a módszerek rendkívül széles skáláját alkalmazták, igen körültekintően és pontosan. Külön is ki kell emelnem, hogy nagy gondot fordított a kvantitatív becslések validációjára. Az ehhez használt validációs paramétereket a 4.1. táblázatban foglalta össze.

A térbeli becslések során többszörös lineáris regressziós modelleket használtak, és az egyes modellek szerint elvégezték a feltalaj szervesanyag-készletére vonatkozó becsléseket (összesen 12 térkép). Ezután az előállított szervesanyag-tartalom térképek validációját is elvégezték, és megállapították, hogy mely térképek adják a legjobb becslést. Mindezek alapján született meg Zala-megye feltalajának nagy felbontású szervesanyag-tartalom térképe, melynek melléktérképe tartalmazza a digitális talajtérképezés módszeréből következő becslési bizonytalanságot. Hangsúlyoznom kell, hogy a térkép a korábbiaknál sokkal részletesebben képezi le a megye talajtakarójának szervesanyag-tartalmát. Másrészt tudjuk, hogy a hagyományos talajtérképezés során egyszerűen nem foglalkoztak a térképezés hibáival, márpedig a tudományosság ezt megköveteli. A szerző és csapatának érdeme, hogy ezt körültekintő és gondos munkával a digitális térképezés során megvalósították.

A továbbiakban az országos *termőréteg-vastagság térkép* előállításának menetét ismerhetjük meg. Ennek során új módszertani fejlesztést nem találtam, az előzőkben bevált módszerek alkalmazására került sor. Azt mégis meg kell említenem, hogy a térbeli becslés esetében fontos segédváltozóknak bizonyultak a meteorológiai paraméterek és a műholdképek. Az úrfelvételek különösen a növényzetről és általában a felszínborításról adtak lényeges információkat.

Fontos eredménynek tartom, hogy a szerző és munkatársai a NAIK ERTI munkatársaival együtt a szántóföldi és az erdészeti hasznosítás alatt álló területekre vonatkozó talajtani adatrendszerek egységesítésével az eddigieknél homogénebb, pontosabb genetikus talajtérképet szerkesztettek az ország teljes területére, egyhektáros térbeli felbontással. A modellezésben unikális módszereket használtak, mint pl. a többszintű és többlépcsős, ill. a szintetikus képekre vonatkozó objektum alapú osztályozást. Ez a munka azért is jelentős, mert korábban nem létezett olyan országos talaj(típus) térkép, amely a földhasználatától függetlenül egységes képet adott volna a szántókra és erdőkre egyaránt, egy összehangolt jelkulcs szerint. A szerkesztők itt is segédtérképen ábrázolták a térbeli becslés megbízhatóságát. Az új

térkép különösen a hegy- és dombvidékeken ad a korábbiaknál pontosabb képet a talajokról.

A szerző és munkacsoportja csatlakozott a térbeli talajinformációk előállítását kezdeményező nemzetközi együttműködésekhez. A Nemzetközi Talajtani Uniónak egyik fontos kezdeményezése egy új digitális, nagy részletességű világ talajtérkép létrehozása. Ez inspirálta a DOSoReMI.hu elindítását, amely program eredményeként a Magyarország területére vonatkozó talajtani adatokat a Global Soil Map igényeihez igazították. A világ talajainak új szervesszén-térképéhez a Magyarország területére vonatkozó térképi munkákat a szerző és munkatársai végezték el.

A DOSoReMI.hu program eredményeként folyamatosan készültek országos fedettségű tematikus talajtulajdonság-térképek a talaj egyes rétegeire vonatkozóan. Ezek több más, származtatott térkép adatbázisául szolgáltak. A szerző elsődleges talajtulajdonság-térképeken és folyamat-modelleken alapuló módszerek kidolgozását irányította, melynek során országos víz- és szélrózsió-veszélyeztetettségi térképek készültek.

A vízerózió-veszélyeztetettségi térképpel kapcsolatban egy elvi problémát kell felvetnem. A disszertációban ez szerepel: „Az összesített térkép alapján az ország területének mintegy 74%-a gyengén, 18%-a közepesen és csak 8%-a erősen veszélyeztetett vízerózió által.” Ez összesen 100%, ami azt jelenti, hogy az ország teljes területét veszélyezteti az erózió valamilyen mértékben. Holott az ország egy részén (hegylábi területek, az Alföld jelentős része) a talajok akkumulációja a meghatározó. Mi a magyarázata, hogy a „talajok felhalmozódása” kategória egyáltalán nem szerepel a térképen?

A disszertáció további fejezetében a digitális talajtérképezés és az agrometeorológiai modellezés összekapcsolását mutatja be a szerző. A kidolgozott modell segítségével a termőhelyi adottságok alapján munkatársaival prediktív terméshozam-térképeket állított elő Zala megyére vonatkozóan 3-3 tápanyag-, ill. vízellátottsági forgatókönyv szerint, négy szántóföldi kultúrára, majd országos talajtermőképesség-térképet szerkesztett 5 növényre két tápanyag-ellátási forgatókönyv szerint.

Az 5. fejezetben a szerző azt az általa kidolgozott keretrendszert mutatja be, amely a mintavétel-tervezéstől a célspecifikus digitális talajtérképek szerkesztéséig terjed. A mintavétel-tervezést két szakaszra bontja. Az első körös mintavételi terv elméleti alapjait nagy részletességgel tárgyalja, helyesen határozza meg a mintaterületre (Tokaji borvidék) vonatkozó peremfeltételeket. Bemutatja a terepi és laboratóriumi vizsgálatok körét, majd az első körös digitális talajtérképek előállításának módját, beleértve a térbeli becslés megbízhatóságát bemutató melléktérképek szerkesztésének módját is.

Ezután a másodikkörös, optimalizált mintavétel-tervezés lépéseit tárgyalja, végül a másodikkörös célspecifikus digitális talajtérképek előállításának módját mutatja be. A színvonalas, új megközelítést tükröző fejezettel kapcsolatban az egyetlen kifogásom, hogy az 5.1. ábra (a tézisfüzetben 9. ábra) nem tükrözi azt a minőségi többletet, amitől ez a keretrendszer új tudományos eredménynek minősül. Ezzel nem a tézis érvényességét kérdőjelezem meg, hanem az ábra túlzott leegyszerűsítésére utalok.

A témával kapcsolatban a szerző arra a következtetésre jut, hogy az országos célspecifikus talajtérképek szerkesztéséhez is kialakítható egy ehhez hasonló keretrendszer, amelynek fontosabb elemeit le is írja. Kérdésem: milyen feltételekre lenne szükség, hogy ez elkészüljön?

A disszertáció utolsó fejezete a digitális talajtérképezés koncepciója alapján végzett környezeti térképezésről szól. Ennek keretében a szerző egyrészt belvizek veszélyeztetettségi térkép, másrészt geogén radonpotenciál térkép szerkesztését irányította. Hazánk területének 45%-át veszélyezteti a belvizek, így annak térképezése feltétlenül indokolt. A továbbfejlesztett módszer a regresszió krigelésen alapul. A korábban bemutatott térképekhez képest az tekinthető újdonságnak, hogy a belvizeket kialakító 6 fő tényező közül a domborzatot több paraméterrel jellemezték, valamint referenciaként a Vízügyi Igazgatóságok archív, időszaki elöntési térképeit dolgozták fel. Az alkalmazott módszerekkel kapcsolatban a szerző szerint „a hidrometeorológiai tényező szerepét az ún. humiditási index töltötte be, ami a csapadék és a potenciális evapotranszpiráció havonta eltérően súlyozott évi összegeinek hányadosából vont négyzetgyök.” Kérdésem ezzel kapcsolatban: mi az elméleti alapja ennek az elég bonyolult (talán az sem túlzás, hogy kacifántos) számítási módnak?

A kiválasztott környezeti tényezők együttes hatását többváltozós lineáris regresszióval modellezték. A Szabolcs-Szatmár-Bereg megyére elkészült térkép megbízhatósága elég erősnek bizonyult. A módszer leírásának végén a szerző úgy fogalmaz, hogy a bemutatott módszert több ponton is továbbfejleszhetőnek gondolták, melyek közül több elképzelést meg is valósítottak. Nem elég világos számomra, hogy amennyiben a továbbfejlesztést meg is valósították, azok miért nem szerepelnek a disszertációban?

A geogén radonpotenciál térképezésről szóló alfejezet bevezető bekezdését (a radonnal, ill. annak izotópjaival kapcsolatos ismereteket) pontosabban kellett volna megfogalmaznia. Azt is hiányolom, hogy a Rn<sup>222</sup> feldúsulásának reális veszélyéről nem kap elég információt az olvasó. Szó esik ugyan arról, hogy a természetes eredetű ionizáló sugárzásból származó dózis több, mint 50%-áért felelős, és a szerző említi a határértéket meghaladó Rn-koncentrációt is, de nem tudjuk, mennyi a határérték, és mennyi a háttérsugárzás átlaga. Kétségtelen, hogy a szerző feladata a térképi

módszerek fejlesztése volt, de ez esetben sem elhanyagolhatók a térképezés háttérét adó tudományos ismeretek. Maga a térképszerkesztés színvonalas munka, a végeredmény térbeli felbontása lényegesen jobb, mint a Pest megye területére készült korábbi radon-térképé.

A tézisekről. A tézisfüzet a kutatással kapcsolatban az átlagosnál több előzetes információt tartalmaz (1-4. fejezet), és csak az 5. fejezetben foglalkozik az új tudományos eredményekkel, amelyeket 8 tézispontban foglal össze. A tézisek közül a 6. tézis országos vízerózióra vonatkozó összesített térképének végeredményét – a korábban ismertetett hiba miatt – nem tudom elfogadni. A többi tézispontot elfogadom.

*Összefoglalva:* Pásztor László disszertációja a digitális térképezés módszereinek gazdag tárháza. Meggyőzően bizonyítja a modern módszerek széleskörű használhatóságát a hagyományos módszerekkel készült térképek pontosabbá tételében és új térképezési módszerek megalkotásában. Megállapítottam, hogy a doktori mű hiteles adatokat tartalmaz. A szerző által kidolgozott új térképezési módszerek alapján több olyan digitális térkép készült hazánk talajairól, amelyek pontosabbak és információgazdagabbak a korábban készült térképeknél. Nem utolsósorban bizonyította, hogy a térképek térbeli megbízhatóságának meghatározására is kidolgozható alkalmas módszer. Mindezzel a talajtérképezés minőségét magasabb szintre emelte, és új tudományos eredményekkel gazdagította a talajtan tudományát.

Mindezek alapján a doktori munka tudományos eredményeit több mint elegendőnek tartom az MTA doktora cím megszerzéséhez, a nyilvános védés kitűzését javaslom.

Debrecen, 2019. június 11.

Dr. Kerényi Attila  
a földrajztudomány doktora  
(az MTA doktora)