

Térinformatikával segített mezőgazdaság, avagy a talajtérképezés és a DEM hasznosíthatósága

Sebők Tamás, Pest Megyei Földhivatal

Előzmények

A mezőgazdasági termelés elsődleges célja a megfelelő minőségű és egyre nagyobb növényi hozamok előállítása minél kisebb fajlagos költséggel. Mindezt úgy célszerű megvalósítani, hogy a termelési tevékenység hatására környezetünk talajminőségében ne álljanak be kedvezőtlen változások.

A talaj legfontosabb jellemzője a termékenység. Az a tulajdonság, hogy a víz, levegő és növényi tápanyagok egyidejű jelenlétével hogy tudja kielégíteni a növények talajökológiai igényeit.

A talaj termékenységét a talajtulajdonságok együttese, illetve a talajban végbemenő kémiai és biológiai folyamatok határozzák meg. A talajok jellemzéséhez, a különböző beavatkozások szükségességének meghatározásához, a módszerek kidolgozásához, megfelelő tartalmú és részletességű helyszíni- és laboratóriumban végzett vizsgálati eredményre van szükség a talajszelvények különböző rétegeiben.

A talajra vonatkozó információk gyűjtése már a '60-as években megkezdődött, amikor is „A genetikus üzemi talajtérképezés módszerkönyve” egységes módszerek rögzítésével segítette ezt a tevékenységet.

Húsz évvel később, az un. mintateres földértékelési program keretén belül a megyei földhivatalok mezőgazdászai az egyes megyék teljes területén 100 ha/mintavétel sűrűséggel, laborvizsgálati eredményekkel alátámasztott földminősítést hajtottak végre, majd a '80-as évek végén, ezen értékelés eredményeit felhasználva, átlagosan 10 ha/feltárás sűrűséggel talajtérképes földértékelést végeztek.

A mintavételi helyek 1,5 m-es mélységéig a különböző talajtulajdonságok a feltárás helyén jegyzőkönyvben rögzítésre kerültek (alapkőzet, humuszvastagság, karbonátos réteg kezdete, lúgos kémhatású réteg kezdete, talajszerkezet jellemzése, átlagos talajvízszint, a különböző genetikai szintek réteghatárai, stb.).

A gyűjtött minták laboratóriumi vizsgálatát az akkori Növényegészségügyi és Talajvédelmi Állomások (ma Növény és Talajvédelmi Szolgálat) végezték a talaj kémiai összetevőinek kimutatása céljából. Ezek közé tartozott az egyes rétegek Ph, Na_2CO_3 , CaCO_3 , humusz %, stb. értékeinek pontos kimutatása. Egyéb talajtulajdonságok laboratóriumi értékelése nem általánosan, hanem csak azokra a talajszelvényekre készült, amelyeknél a helyszíni vizsgálatok kétkedésre adtak okot. Egy-egy talajszelvényhez összességében mintegy 100 adat került meghatározásra.

A helyszíni, valamint a laborvizsgálati eredmények birtokában, a domborzat, a talaj felszíni elszíneződése, a természetes növénytakaró és egyéb természeti sajátosságok figyelembe vételével az egyes talaj típusok és altípusok a talajtérképeken (alaptérképeken) elhatárolásra kerültek. Bizonyos mezőgazdasági célfeladatok érdekében, az egyes talajtulajdonságok térképi ábrázolására kartogramok készültek.

A talajtérképes földértékelés pénzügyi okokból a nyolcvanas évek végén felfüggesztésre került. Az elkészült térképek és jegyzőkönyvek a megyei földhivatalok irattárában, valamint a

Növény és Talajvédelmi Szolgálatoknál fellelhetők. Információim szerint az elkészült térképeket és jegyzőkönyveket csekély mértékben hasznosítják. Betudható ez talán a nagy tömegű analóg adatokra jellemző nehézkes kezelésnek és változásvezetésnek.

Dolgozatom célja az, hogy felhívjam a figyelmet ezen adatokra, melyek megfelelő digitális terepmodellel kiegészítve alkalmasak olyan térinformatikai adatbázis felépítésére melyből arra megfelelő szoftver gyors információszerzést tesz lehetővé a mezőgazdasági termelés hatékonyságának fokozása érdekében.

A térinformatika hasznosíthatóságát gyakorlatban tanulmányoztam. A teszterület Örbottyán külterületének egy része volt.

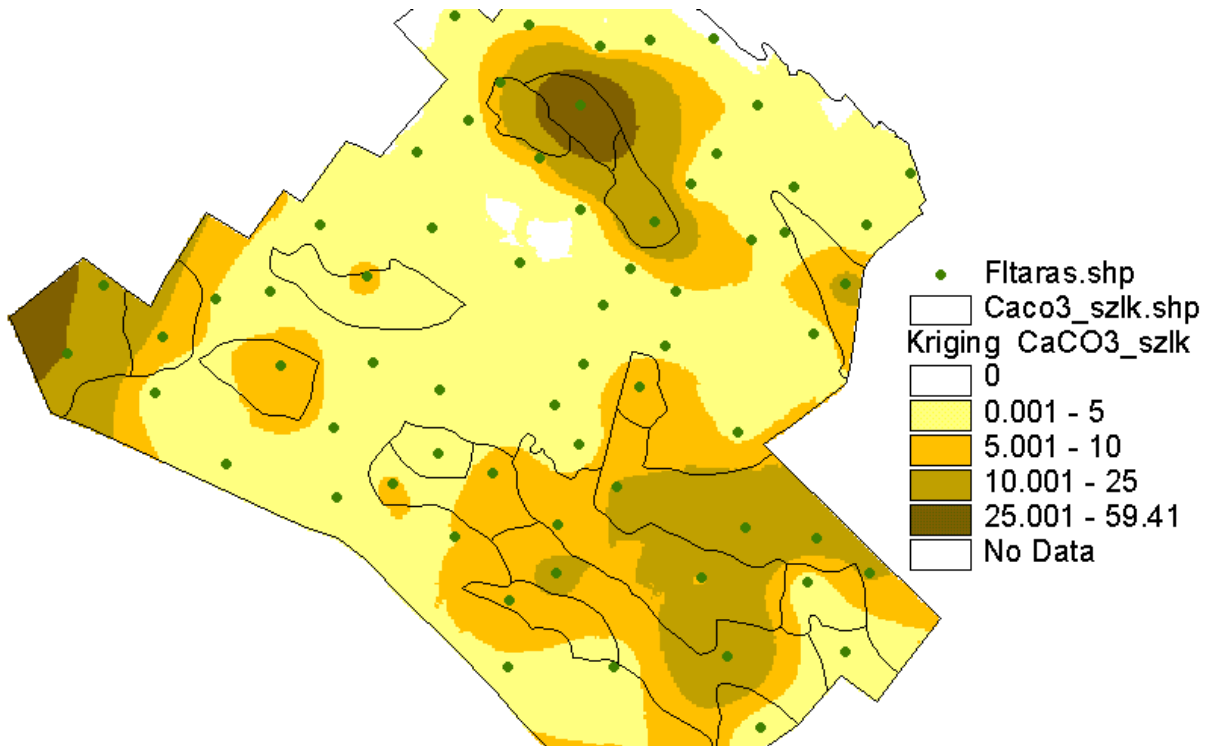
Az adatok helyes reprezentálásának kérdése

A mezőgazdaság egyes célfeladatait a talajtérképek kiegészítéseként szerkesztett kartogramok segítik. Használatukat minden esetben a talajtérképekkel együtt ajánlják. A nagyméretarányú talajtérképezés során a következő kartogramok készültek:

- humusz kartogram,
- kémhatás és mészállapot kartogram,
- talajvíz kartogram,
- szikesedési tulajdonságok kartogramja,
- a talajtermékenységet és talajhasználatot befolyásoló tulajdonságok kartogramja.

A kartogramokon az elhatároló vonalakon belül kódok reprezentálják az arra a területre jellemző talajtulajdonságokat. Ezen kódok azonban a talajtérképtől (alaptérképtől) eltérően nem nominálisan, hanem konkrét értéktartományként értelmezendők. Ennek következménye, hogy a kartogramokból nem lehet az adott helyre jellemző konkrét értéket meghatározni. Az esetek többségében a döntés-előkészítés számára ez elég, azonban árnyaltabb döntések meghozatalához a mintavételi pontokon alapuló interpolációs eljárás alkalmazása a célravezetőbb. Felmerül a kérdés, az átlagban 10 ha/feltárás pontsűrűség elégséges-e a szakember által készített analóg térképi ábrázolás árnyaltabb kiváltására? A teszterületen elvégzett összehasonlító vizsgálatok szerint sajnos nem. Mégis, ha meggondoljuk, hogy a talajtérképezés nagyszabású munkájának lezárását követően a különböző talajtani szakvéleményekhez folyamatosan újabb és újabb mintavétel-gyűjtések és hasonló kiértékelések történnek, nem szabad figyelmen kívül hagyni az interpolációban rejlő lehetőségeket.

Csupán a vizuális érzékelés miatt bemutatok egy képet (1. ábra) a teszterület CaCO_3 értékeinek interpolált és kartogramon ábrázolt állapotát illetően.



1. ábra – CaCO₃ értékek interpolált és kartogramon ábrázolt állapota

Vizsgálatom során a továbbiakban arra kerestem választ, hogy milyen interpolációs eljárás a legalkalmasabb az egyes mintavételi pontok laborvizsgálati eredményein alapuló „értékfelszín” kialakítására.

Az interpoláció kérdése

Az interpoláció a GIS-ben meglehetősen kényes kérdés. Számtalan interpolációs eljárás létezik, melyek használata más és más körülmények esetén indokolt.

„Adott egy sor térbeli adat diszkrét pontok formájában, találja meg azt a függvényt, ami a legjobban tükrözi a modellezett felszint, és ami becsüli a nem mért pontok értékeit.” – *Lam, 1983*

„Azoknak a pontoknak (vagy térbeli entitásoknak) amelyek térben egymáshoz közel helyezkednek el, valószínűbb, hogy hasonló értékeik vannak, mint azoknak a pontoknak (entitásoknak), amik egymástól távol esnek.” – *Tobler's Law of Geography, Tobler, 1976*

Az interpolációval létrehozott adatfelszín konkrét értékeket határoz meg azokra a területekre ahol előzőleg adattal nem rendelkezünk és így hajlamosak vagyunk azzal a feltételezéssel élni, hogy azok igazak. Mindenképpen számolnunk kell azonban az adatokban rejlő bizonytalansággal, főleg akkor, ha az így előállított adatfelszíneket a későbbiekben más adathalmazokkal átlapoljuk.

Három interpolációs eljárást vizsgáltam. Terjedelmi okokból következően a vizsgálat részletes bemutatására nem, csupán a végeredmény ismertetésére szorítkozom.

Spline

A legnagyobb érték-intervallummal rendelkezik. Nagy negatív értékek a területhatár közelében, ami az extrapolálásnak köszönhető. Simán görbülő felszín jellemzi.

IDW (Inverse Distance Weighted)

A távolsággal négyzetesen csökkenő súlyozás hatása a mintavételi pontok körül kialakuló „körökben” tetten érhető. Nincs negatív eredmény, itt a legkisebb az extrapolálásból eredő hiba.

Kriging

Csak árnyalatokkal marad el statisztikai eredményeit tekintve az IDW-től. A Spline-hoz hasonló enyhe görbületeket hoz viszont létre. Kevésbé érzékeny a felület hirtelen értékváltozására az extrapolálás során. Az értékek környezethez illeszkedése ennél a módszernél a legjobb.

A Kriging használata számítógép-ido igényes. Az idő a feldolgozásban résztvevő összes pont és a helyi trendeket kezelő „kereső-ablak” nagyságától függ.

Következtetés

A kartogramok szerkesztésének segítéséhez, a kiugró értékektől mentes környezet interpolálásához a legtöbb paraméterezési lehetőséggel rendelkező Kriging módszert tartom a legalkalmasabbnak.

A növénytermesztés dilemmái

A növénytermesztés során felmerülő kérdésekre egyszerű „igen”-nel és „nem”-mel nem lehet választ adni. A folyamatok bonyolultak, összetettek, sokszor egymásra épülnek. A térinformatikai eszközökkel nyert információ ugyan megkönnyíti a szakember munkáját, habár a problémamegoldás sok esetben nem automatizálható.

A következőkben néhány, a mezőgazdasági termelést befolyásoló tényezőre szeretném felhívni a figyelmet.

A már említett örbottyáni modellből levezetett fedvények bemutatásával a térinformatika döntés-előkészítő szerepének hatékonyságára mutatnék rá.

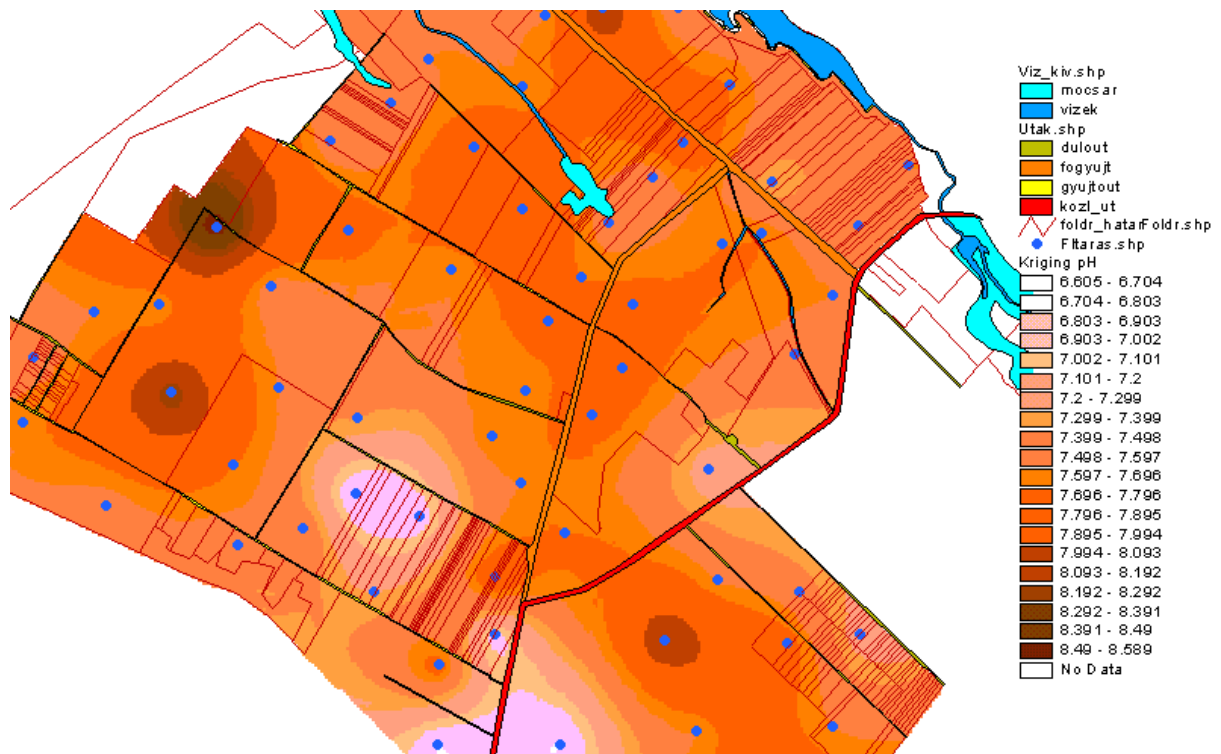
A mezőgazdasági termelést befolyásoló talajtulajdonságok

Ahhoz, hogy a kedvezőtlen talajadottságokat tartósan megváltoztató talajjavítási eljárásokat tervezni tudjuk a következő talajjellemzőket kell figyelembe venni:

- a feltalaj savanyúsága,
- a feltalaj lúgossága,
- a feltalaj vagy az alatta közel elhelyezkedő rétegek káros só- és szódatartalma,
- a feltalaj alatt a növénytermesztést korlátozó rétegek (tömör kőzet, kavics, stb.) jelenléte,
- a talajban magasan felemelkedő és ezáltal redukációs folyamatokat előidéző talajvízállás,
- szerkezet nélküli, humuszban igen szegény talajadottságok.

Mivel a kémiai talajjavítás egyes eljárásait részben gazdaságossági részben környezetvédelmi indoklással célszerű az egyes kedvezőtlen és ezért megszüntetendő vagy javítandó talajtulajdonságok jelentkező helyein alkalmazni, GIS alkalmazásával nem csak a döntés-előkészítésben, hanem – bevonva a műholdas navigáció (GPS) eszközeit – a precíz gyakorlati megvalósításban is eredményesek lehetünk.

Az 2-es ábra példaként illusztrálja a talajminták adataiból interpolált Ph értékek területi eloszlását.



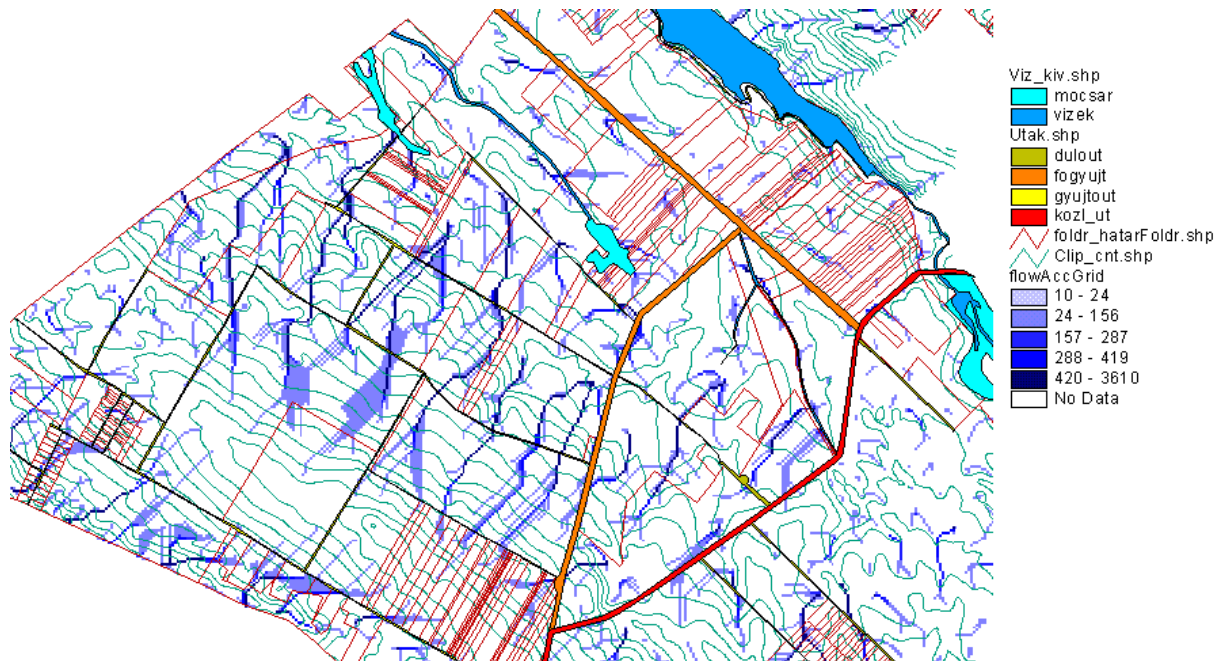
2. ábra - Ph értékek területi eloszlása

A mezőgazdasági termelést befolyásoló domborzati és talajvíz viszonyok

A domborzati viszonyokat említve az emberek általában a hegy és dombvidéken szembeutó erózióra gondolnak. A vízerózió azonban síkvidéken is jelentkezhet. A legkisebb lejtés is elégséges ahhoz, hogy a vízmozgás elinduljon. A magasabb részekén később a nedvesség hiánya mutatkozik, miközben az alacsonyabb részen iszapleömlés és víznyomásos kár keletkezik. A szikes talajokat a sajátos padkás erózió károsítja. A repedezett talajú legelőknél a tavaszi felületi vizek mozgása kikezdi a repedéseket és medreket vág a talajba.

Az eróziós hatások csökkenthetők a megfelelő táblakialakítások és művelés irányok (táblanagyság, keskeny parcellák kiosztásának iránya, szántásirány, stb.) tervezésével. Ebben nyújt segítséget a DTM-ből levezethető, hidrológiai fedvények használata.

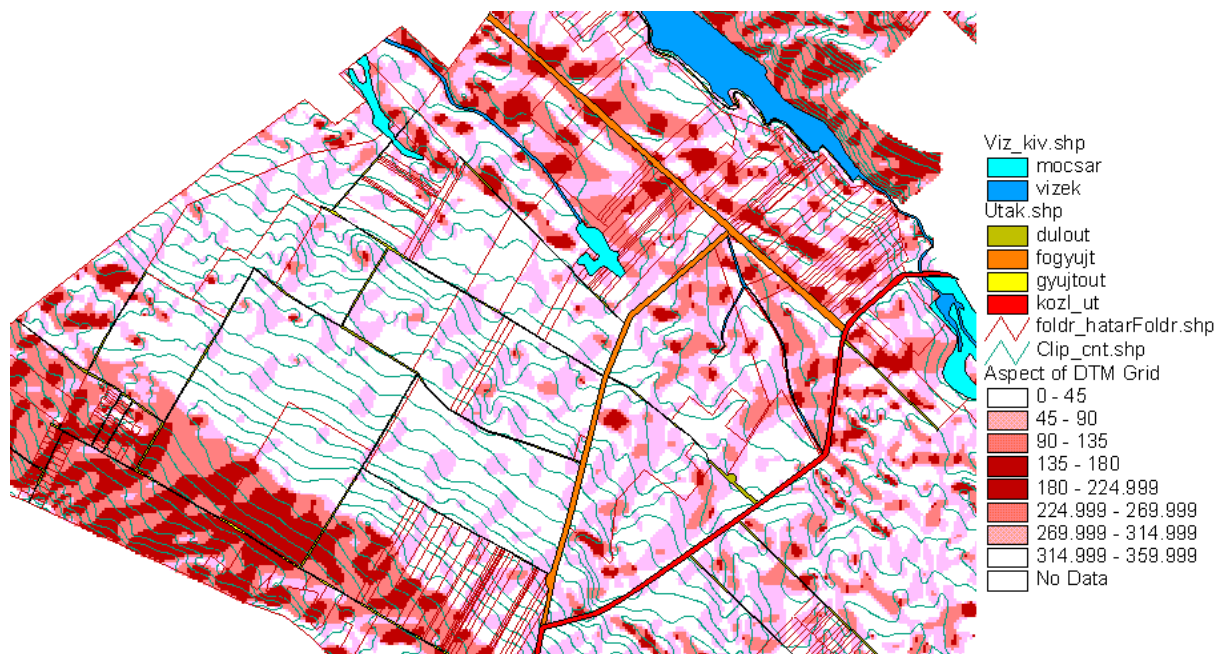
A 3-es ábra a felszínen kialakuló erek kapcsolódásait mutatja. A fedvényhez rendelt értékek a vízfolyásokban összegyűjtött vízmennyiségre utalnak, ezzel segítve az erózióknak leginkább kitett helyek pontos meghatározását.



3. ábra - A terület vízgyűjtő térképe

A domborzati jellemzők közül és a kitétségek és az abszolút magasságnak klimatikus hatása van a talaj- és növényfejlődésre. Változnak a mállás, párolgás, hő- és csapadékviszonyok, a talaj biológiai élete stb.

A 4. ábra a teszterület adott helyeinek kitétség és magasság meghatározásában ezen keresztül a megfelelő vetésszerkezet kialakításában nyújt hasznos segítséget.



4. ábra - A teszterület kitétség-viszonyai

A talajfejlődésre szintén hatást gyakorol a geológiai rétegződés hatására keletkezett talajvíz felszínhez viszonyított közelsége, ingadozása. A kellően nyirkos talaj a talajélet számára is

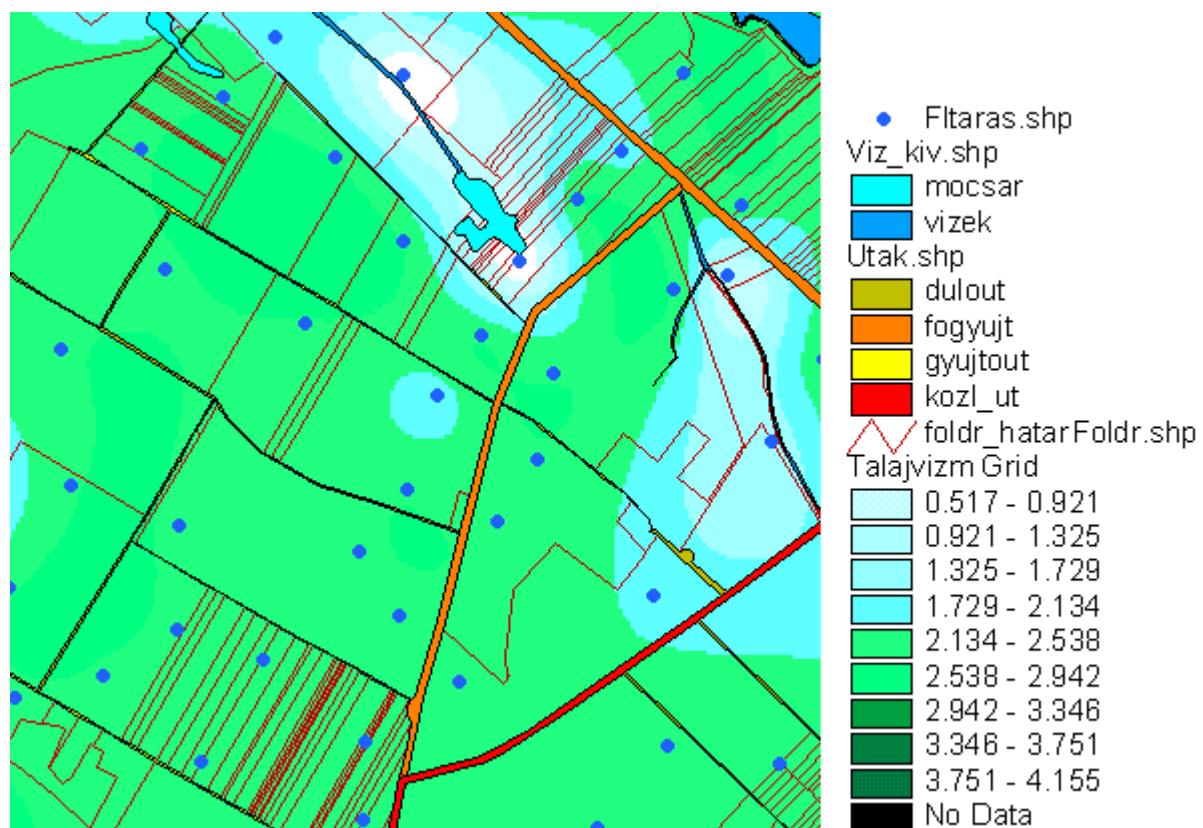
kedvező, míg mély talajvíz esetén a növények csak a csapadékból tározódott vízhez jutnak hozzá. Ha túl közel kerül a talajvíz a felszínhez a talajállapot levegőtlené válik és a növényi maradványok csak anaerob módon bomlanak le. Sok ásványi sót tartalmazó talajvíz esetében a felszíni párolgás vagy már a felszín alatt a növények vízfogyasztása következtében a talajoldat töménnyé válik és ez szikesedéshez vezet.

A különböző művelési ágakhoz tartozó növények eltérő talajvízmélységet tűrnek el, így a talajvízszint meghatározása a megfelelő művelési ág kiválasztása szempontjából szintén meghatározó.

A művelési ágak és a talajvízszint összefüggéseit az 1. táblázat tartalmazza. A teszterületet jellemző talajvízmélységekre a 5. ábra ad tájékoztatást.

Művelési ág	A talajvízszint még megengedhető legkisebb mélysége (cm)
rét	30-50
legelő	50-100
szántó	80-100
gyümölcsös	200-300
erdő	50-100

1. táblázat – A művelési ágak és a talajvízszint összefüggései



5. ábra – A teszterületet jellemző átlagos talajvízmélységek

A lejtő és kitétségi viszonyokhoz alkalmazkodó művelési ágak

A meredek, sekély és lepusztult termőrétegű lejtők erdősítéssel, a délkeleti, déli, délnyugati lejtők szőlő-, gyümölcssteleptéssel, a 17% alatti mély termőrétegű lejtők szántóföldi kultúrákkal, a 17-25%-os lejtésű területek gypesítéssel, a mély fekvésű, vízjárta területek rét műveléssel hasznosíthatók.

A domborzat és a termelési költségek

A talajjellenállásból adódó gépmunka költségek a domborzati viszonyoktól függetlenül mindenütt eltérőek lehetnek. *A domborzati viszonyokból eredő többletköltségek azonban csak a lejtős területen gazdálkodókat sújtják.*

A domborzat a lejtőn mozgó gépek vonóerő-szükségletét módosító hatásán keresztül van hatással a termelési költségekre. A hegy-völgy irányú művelés során az emelkedés legyőzéséhez többlet vonóerőre van szükség, ami lejtmenetben az optimális művelési sebességek miatt ez csak részben térül meg. Szintvonal irányú műveléskor a barázdák fölfelé forgatása, illetve a megdőltlen mozgó erőgép kedvezőtlen vonóerő-kihasználása jelent többletköltséget.

A gépi munkák átlagos többletráfordítását a lejtőszög függvényében a 2. táblázat tartalmazza.

Lejtő (%)	A gépmunka-ráfordítás viszonyított mennyisége	
	lejtő irányú	szintvonal irányú
	művelés esetén	
0	100	100
5	116	106
12	139	116
17	154	124
25	178	135
35	206	-

2. táblázat – A gépi munkák átlagos többletráfordítása a lejtőszög függvényében

Többletköltség nem csak a talajműveléskor mutatkozik. A domborzat a gépi tömegszállításokat ugyancsak befolyásolja. A változó lejtőn felfelé és lefelé történő mozgás, valamint a felborulás veszélyének elkerülése végett felrakható tömeg, de az üresjáratok megnövekedő aránya is rontja a szállítás hatékonyságát.

Az éves többletszállítási munkák a lejtésviszonyok függvényében (3. táblázat):

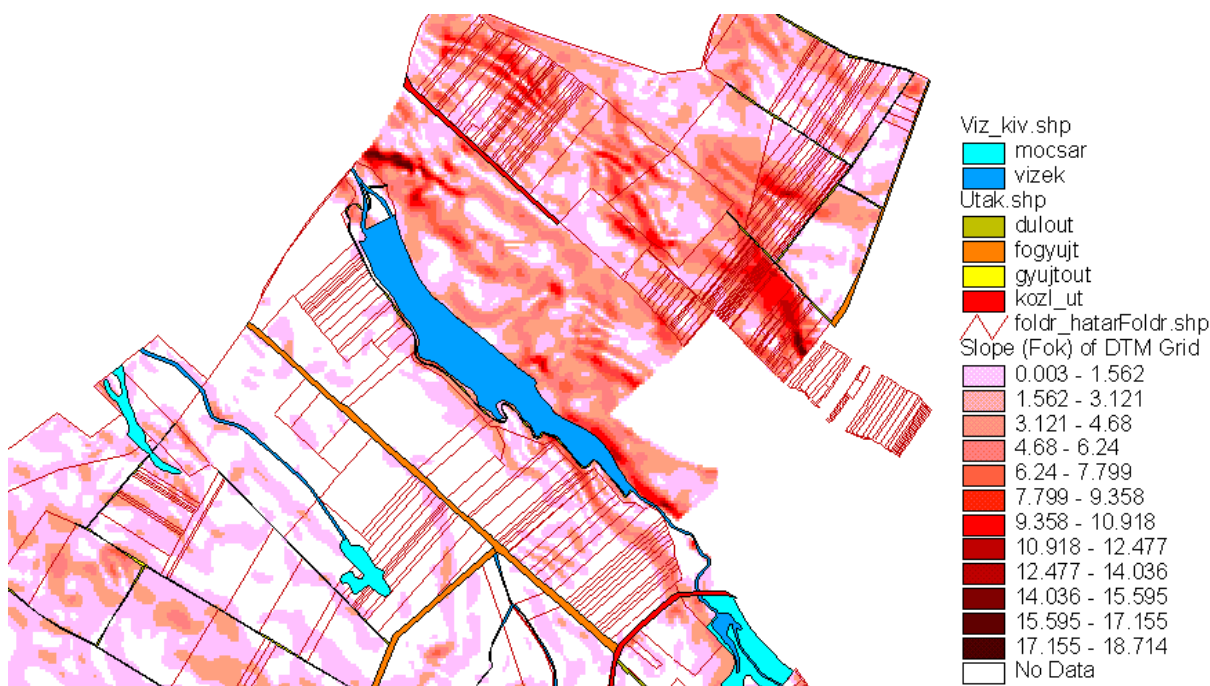
Az üzem átlagos lejtése (%)	A sík vidékhez viszonyított gépi szállítás munkatöbblete (%)
0	100
5	105

12	115
17	127
25	164

3. táblázat - Az éves többletszállítási munkák a lejtésviszonyok függvényében

A teszterület lejtőviszonyainak DTM-ből levezethető fedvénye hasznos segítséget nyújthat a megfelelő vetésszerkezet kialakításában, valamint a termelési költségek prognosztizálásában.

A teszterület lejtésviszonyait az 6. ábra mutatja be.



6. ábra - A teszterület lejtésviszonyai tizedfokban megadva

Összefoglalás

Dolgozatomban arra kerestem választ, hogy egy korszerű térinformatikai szoftver felhasználásával manapság milyen lehetőségek adóttak a megfelelő talaj-előkészítés és ásványi anyag utánpótlás tervezésére a talaj termőképességének és állagának megóvása érdekében. Céлом volt felhívni a figyelmet a jelenleg a megyei földhivataloknál irattárba helyezett és a Növény és Talajvédelmi Szolgálatoknál fellelhető nagyméretarányú talajtérképek és vizsgálati adataik további hasznosítására. *Ezen munka a '80-as években helyszíni és laboratóriumi vizsgálattal alátámasztott, hazánk talajadottságait leíró nagyméretarányú talajtérképek létrehozását célozta meg. Említést érdemel, hogy a nagyszabású projekt bár a '90-es évek elején félbeszakadt az ország 2/3-ad részére elkészült.* A modellépítésbe bevontam az 1:10000-es léptékű topográfiai térképekből levezethető digitális terepmodellt is.

Utólag itt említeném a kezdeti lépéseket melyek a magyarországi talajok leírására és térképszerű ábrázolására irányult. Ilyen térképeket készítettek pl. Szabó és Lorenz, akik főleg geológiai irányzatú-, Timkó és Sümeghy akik agrogeológiai irányzatú-, Treitz klimazonális-

és Kreybig 1:25000-es léptékű talajismereti térképet készített. Ezeknek a térképeknek talajtani tudományunk fejlődésében elvülhetetlen értékük van. Meg kell azonban jegyezni, hogy gyakorlati célokra csak részben voltak felhasználhatók, mivel a talajokat egyes kiemelt tulajdonságok alapján csoportosították, és emiatt csak részleges következtetéseket lehetett levonni belőlük

A modellépítés szempontjából igen lényeges a modellezni kívánt jelenség megértése.

Mivel a növénytermesztés nem szakterületem ezért főleg szakirodalomra támaszkodva megpróbáltam azokat a fontos, vagy általam fontosnak vélt jelenségeket feltárni melyek a növénytermesztést és ezzel összefüggésben az elvégzendő meliorációs munkákat alapvetően befolyásolják. Órbottyán külterületét kiválasztva, gyakorlatban létrehozott modelltől levezetett fedvényekkel illusztráltam a térinformatikában rejlő döntés-előkészítő lehetőségeket.

A szakember által szerkesztett talajtérképi ábrázolás és a mintavételi helyeken alapuló interpolációs felületmodellezés összevetéseként megállapítottam, hogy a nagyméretarányú talajtérképezéshez létesített 10 ha/feltárás alkalmatlan arra, hogy egy GIS szoftver pusztán interpolációs eszközökkel helyettesítse a szakember összetett munkáját. Meg kell azonban említeni, hogy a későbbiekben a különböző szakvéleményekhez feltárt talajszelvények adataival kiegészített eredeti adatbázis egyre finomabb interpolációt tesz lehetővé, ezzel segítve az árnyaltabb döntés-előkészítést és a talajtérképek esedékes felújítási munkáit.

Terjedelmi korlátok miatt a témával kapcsolatos vizsgálataimat részletekbe menően nem fejthettem ki. Olyan lényeges kérdéseket nem érintettem mint a térinformatikai adatbázisban résztvevő, különböző időben keletkezett és különböző forrásból származó adatok hatása a felépített modellre. Az adatok minősége, változásvezetése, az adatbázis internetes hozzáférése szintén kimaradt az ismertetésből.

Amennyiben a leírtakkal, vagy a térinformatikában rejlő további lehetőségekkel kapcsolatban kérdése lenne az olvasónak, szívesen állok rendelkezésére:

Sebők Tamás
Pest Megyei földhivatal
1051 Budapest, Sas u. 19.
Tel.: 269-45-50/118
e-mail: tsebok@axelero.hu

Felhasznált irodalom

- Földvári György: A magyar talajok genetikus osztályozásának egyes kérdései. Agrokémia és Talajtan 11. 1962.
- Sallak Andor: A talajminősítés (bonitáció) néhány kérdése és javaslat a genetikus talajosztályozásra épülő talajminősítés alapelveire. Agrokémia és Talajtan 11. 1962.
- Gerei László: Az Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet genetikus talajtérkép kiadványai. Agrokémia és Talajtan 11. 1962.
- Stefanovics P.: Magyarország taljai. Budapest, Akadémiai Kiadó. 1963.
- Dr. Vajdai Imre: Mezőgazdasági ismeretek I. Gödöllő, Agrártudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar Mezőgazdasági Tanszék. 1986.

- Dr. Hajas József – Dr. Rázsó Imre: Mezőgazdaság számokban. Budapest, Mezőgazdasági Kiadó. 1962.
- Dr. Baranyai Ferenc: Útmutató a nagyméretarányú országos talajtérképezés végrehajtásához. Budapest, Agrárinformációs Vállalat. 1989.
- Szabó János: A melioráció kézikönyve. Budapest, Mezőgazdasági Kiadó. 1977.
- dr. Márkus Béla: Térbeli műveletek. UNIGIS képzés 2000. Székesfehérvár, Ny-ME FFFK.
- Závodi József: Térbeli interpoláció. NCGIA Core Curriculum II. Térinformatikai alapismeretek 1994.
- dr. Végső Ferenc: GIS/LIS és alkalmazásai. UNIGIS képzés 2000. Székesfehérvár, Ny-ME FFFK.
- Útmutató a nagyméretarányú országos talajtérképezés végrehajtásához. AGROINFORM Budapest, 1989.
- Panel-GI Compendium, A guide to GI and GIS, Technical University of Vienna 2000.
- dr. Antal József: Növénytermesztők zsebkönyve. Mezőgazdasági kiadó Budapest, 1987.
- Oseph K Berry: Who's minding the farm? GeoEurope August 2000.