

DOMBSÁGI MEZŐGAZDASÁGI TERMŐTERÜLETEK ÚJRAÉRTÉKELÉSE DOMBORZATI TÉNYEZŐK FELHASZNÁLÁSÁVAL

GÁL-SZABÓ LAJOS – DOBOS ENDRE – PECSMÁNY PÉTER – PINEZITS BÁLINT

THE RECLASSIFICATION OF
AGRICULTURAL HILL PARCELS UTILIZING ELEVATION PARAMETERS

Abstract

The aim of our research is to elaborate a kind of cultivation system for agricultural areas cultivated in the Tard sub-unit of the Szentistván Agricultural Cooperative and then apply the methodology for five crop plants, in particular wheat, canola, barley, corn and sunflower. In the course of the investigation, the cooperative let us use 1700 hectares of cultivated area over twenty years, and as a result various terrain parameters for the yield of the parcels were examined. This was combined with multichannel imaging and used grading as a training calibration area. Using the elaborated methodology, we have created a plant-based production site qualification system that is suitable for optimizing the sowing area planned for similar conditions in the year calibration data. We will expand the methodology with soil and weather parameters in the future, adding new areas to the study.

Keywords: agriculture, GIS, yields, geomorphology

Bevezetés

A mezőgazdaság mai legnagyobb kérdése, hogy növekvő népesség és csökkenő termőterületek mellett hogyan vagyunk képesek optimalizálni a termelést. Ennek a kérdésnek a megválaszolására szükségünk van a területek termőképességének meghatározására. Több ilyen módszert is használnak, de egyik sem tökéletes. A nemzetközi szakirodalom két féle földminősítési irányvonalat különböztet meg, a közvetlen illetve közvetett minősítés (MCRAE, S. G.–BURNHAM, C. P. 1981). A közvetlen minősítés számértékkel fejezi ki a talajok termékenységét, míg a közvetett minősítési módszer egy komplexebb, több adottságot (agrokémiai, agroökológiai, talajhasználati alkalmasság) vesz figyelembe (JUHOS K. 2014). A Magyarországon használt aranykorona rendszer mára már idejenuitnak és elavultnak tekinthető, a talajok egymással nem összehasonlíthatók, nem veszi figyelembe a tájféleségek termékenységét, míg a „100 pontos” termőhely értékelési módszertan befejezetlen maradt (KOC SIS M. 2016). Összességében elmondható, hogy mindegyik egy egységes minősítési rendszerre törekedett, ami nem alkalmas a természetett növények eltérő igényeit figyelembe vevő, illetve az időjárási szélsőségekhez illesztett terület osztályozásra. 2001-ben került kidolgozásra a D-e-Meter intelligens termőhelyminősítési rendszer, amely a talajok relatív termőképességének meghatározását tűzte ki célul, statisztikailag elemelve a talajparaméterek és termés hozamok kapcsolatát (TÓTH G. 2000). A termés hozamokon kívül számol még különböző természeti paraméterekkel (klíma, domborzat, talaj) valamint növények tápanyag igényeivel (TÓTH G. 2009).

Munkánk célja az volt, hogy a rendelkezésünkre álló Szentistváni Mezőgazdasági Szövetkezet tardi alegységének mint egy 1700 hektáros földterületén természetett növények termésátlagát megvizsgáljuk parcellánként és az általunk készített digitális domborzatmodell felhasználásával kísérletet tegyünk a morfológiai paraméterek és a természet

tett növények igényei közötti kapcsolat feltárására, melynek segítségével megpróbáltuk meghatározni, hogy azonos éghajlatú dombosági területen jó és nagyon jó hatékonysággal milyen növények és hol termesztethők. A módszer a későbbiek során alkalmas lehet a parcellák újra felosztásához, úgy hogy az egyes növények esetében a maximális terméshozamot tudjuk elérni.

Habár a természetett növények esetében nagyban meghatározó tényezőként hat a talaj, azonban a területre vonatkozólag jó felbontású talajtérkép nem állt rendelkezésünkre így a talajtani tényezőt nem tudtuk figyelembe venni. Mind azon által meg kell említenünk azt is, hogy a talajok kialakulásában és fejlődésében a domborzat kimagasló jelentőséggel rendelkezik és ezt a tényezőt kvantitatív módon is vizsgálni tudjuk a kiszámolt morfometriai paraméterek alapján.

A mintaterület

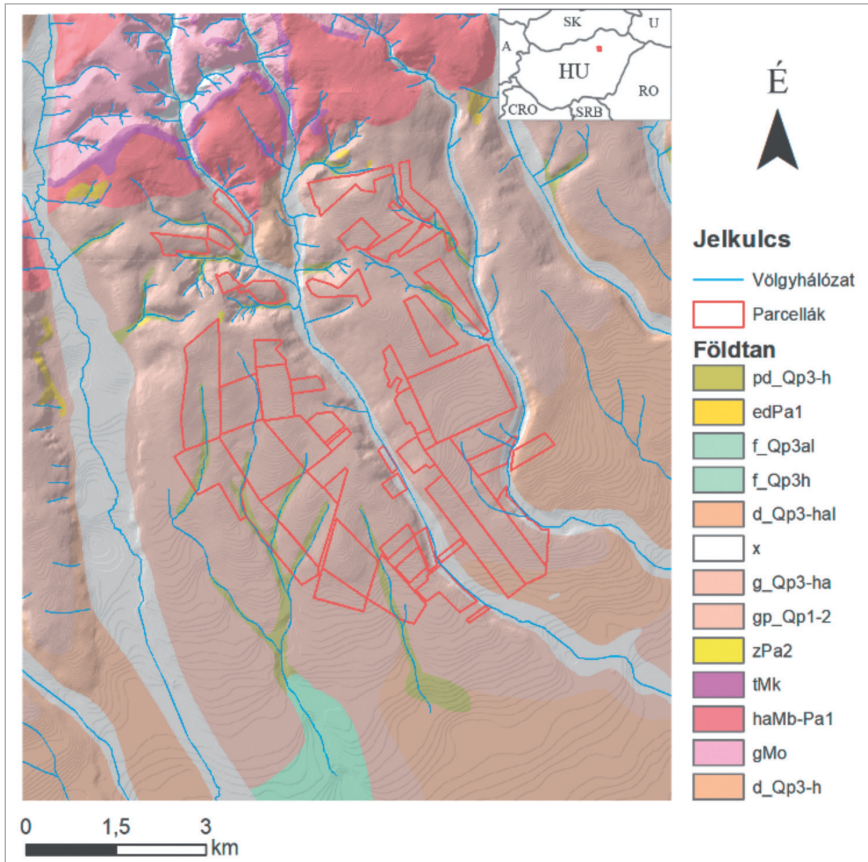
A mintaterület elhelyezkedése és természetföldrajza

Az általunk vizsgált mintaterület a Bükkalján, a Bükk hegység kétosztatú déli hegyláb felszínén helyezkedik el (HAJDÚ-MOHAROS J.–HEVESI A. 1997; MARTONNÉ ERDŐS K. 2000), mely délen fokozatosan simul bele a Heves-Borsodi Mezőségbe. A területet észak-déli irányban vágja ketté a Tardi-patak (*egyres topográfiai térképeken hibásan jelölt Lator-pataként*).

A vizsgált terület északi peremét a miocén során kialakult riolit- és dácittufa (Harsányi Riolit tufa Formáció, Tari Dácittufa Formáció) sáv szegélyezi (LESS GY. et al. 2002). A tufasávtól délre pannóniai korú (Zagyvai Homok Formáció, Csákvári Agyag Formáció) anyagok fedik, melyre a negyedidőszak során jelentős mennyiségű teraszanyag (kvarc-kavics, tűzkő [dácit és riolit], mészkő, tűzköves mészkő, kavicskő) rakódott le (DOBOS A. 2006a; PECSMÁNY P. 2015, 2016) (*l. ábra*). A terület északi peremét, mely a Cserépváraljai-patak völgy medencét képez eróziós és eróziós-deráziós völgyek szabdalják fel, melyek kijáratában kisebb hordalékkúpok alakultak ki.

Talajföldrajzi szempontok alapján a Bükkvidék a barna erdőtalajok zónájába esik, mind e mellett hidromorf, váz-, kőzethatású valamint az erdőtalajok mezősegi talajok irányába mutatott átmenete is tettem érhető. A Bükkalja területének mintegy 40%-a szántónak minősül (FILEP GY.–STEFANOVITS P. 1999). A már említett riolit tufa sávtól délre, a vizsgált területen nyírok talajok, és az agyagbemosódásos barna erdőtalajok a jellemzők, melyek völgyközi hátakon délfelé haladva fokozatosan mennek át a csernozjom barna erdőtalajba, amikre egyre inkább jellemző szárazföldi hatás miatt fokozott humuszosodás a jellemző. A patak nyugati völgyoldalát humuszos homok, míg a keleti völgyoldalát nyírok talajok borítják. A völgyekben, valamint a heglábi hordalékkúp alján a lejtőhordalék, réti-, fiatal réti-, nyers-öntéstartalajok a jelentősebbek.

A vizsgált terület mérsékelt meleg-száraz éghajlatú. A besugárzás éves összege körülbelül 4300-4400 MJ×m⁻², míg a napsütéses órák száma 1850-1900 körül alakul egy évben (PÉCZELY GY. 2006; DÖVÉNYI Z. 2010). Az évi középhőmérséklet 9-9,5°C körül változik. A fagymentes időszak április közepétől október közepéig tart. A lehulló csapadék mennyisége 640 mm, a hótakarós napok átlaga 45 nap körül alakul. Gyakorik a felszálló légáramlatok, melyek az orografikus hatásnak köszönhetően heves záporokkal, zivatarokkal járnak, erre utal a környéken elterjedt gúnyos mondás is: „volt egy kis tardi harmat” (TAKÁCS L. 2002; PECSMÁNY P. 2015).



1. ábra A terület elhelyezkedése és földtani adatai

Jelmagyarázat: pd_Qp3-h: Proluviólis-deluviólis üledék, edPa1: Edelényi Tarkaagyag Formáció, f_Q3al: Folyóvízi aleurit, F_Qp3h: folyóvízi homok, d_Qp3-hal: deluviólis aleurit, q_Q3-ha: Lejtőüledék [agyag], gp_Qp1-2: Lejtő- és proluviólis üledék, zPa2: Zagyvai Formáció, tMk: Tari Dácittufa Formáció, haMb-Pa1: Harsányi Riolituffa Formáció, gMo: Gyulakeszi Riolituffa Formáció, d_Qp3-h: Deluviólis üledék, f_Qh: Folyóvízi üledék.

Figure 1 Location and geology of the parcel

Legend: pd_Qp3-h: Proluvial-deluvial sediment, edPa1: Edelény variegated clay formation, f_Q3al: Fluvial aleurit, F_Qp3h: river sand, d_Qp3-hal: deluvial aleurit, q_Q3-ha: Slope sediment (clay), gp_Qp1-2: Slope and proluvial sediment, zPa2: Zagyva Formation, tMk: Tar Dacite Tuff Formation, haMb-Pa1: Harsány Rhyolit Tuff Formation, gMo: Gyulakeszi Rhyolit Tuff Formation, d_Qp3-h: Deluvial sediment, f_Qh: Fluvial sediment.

Forrás/Source: GYALOG L.–SÍKHEGYI F. 2005.

Alkalmazott módszerek

Felhasznált adatállomány és eszközök

A kutatásunk alapját a rendelkezésünkre álló 1 : 10 000 méretarányú EOTR térképlapok segítségével elkészített, 25 m-es terepi felbontású domborzat modell képezte. A bedigitalizált szintvonalakat, magasságpontokat és a völgyhálózatot használtuk fel a domborzatmodell elkészítéséhez, melyhez az ArcGIS-ben található Topo to Raster interpolációt alkalmaztuk.

A digitális domborzatmodellből kiszámolt morfolometriai paraméterek

A digitális domborzatmodell/felszínmodellből származtatott morfolometriai mutatók használatára már számos próbálkozás született (DOBOS E. 2001). Munkánk során a DSM-ből a következőkben felsorolt állományokat készítettük el.

Az ArcGIS 3D Analysis Tool aspect parancsával készítettük el a terület kitettség térképét. Az eljárás lényege, hogy egy 3×3-as mozgó ablak segítségével vizsgáljuk meg a DSM celláit úgy, hogy mindig a középen lévő cella (pixel) értéket hasonlítja szomszédjához, így megkapjuk azt, hogy az adott lejtő kvantitatív módon melyik égtáj felé néz.

A lejtőmeredekség térképét szintén ebben a toolban található slope parancssal valósítottuk meg. Itt is egy 3×3-as ablakot alkalmaz a parancs, ami megvizsgálja az alkalmazott rácsháló adott pontjának gradiens vektor hosszához tartozó szögértékét.

A vizsgálatnál felhasználtuk még a lejtőalak térképet is, melyet a ugyan csak ebben a modulban található curvature parancssal készítettünk el. A lejtőalak tulajdonképpen a meredekség megváltozásának mértékét adja meg (BLAGA, L. 2012; TELBISZ T. et al. 2013). A felszínen lejátszódó folyamatokat a domborzat görbületének meghatározásával és annak elemzésével tudjuk részben felvázolni. A görbület negatív változásaiból akkumulációs (konkáv felszínnek), míg pozitív változásaiból eróziós (konvex felszínnek) folyamatokra tudunk következtetni (MÁRKUS B. 2010).

Az elsődleges deriváltakon kívül a domborzat jobb jellemzése érdekében kiszámoltuk a topográfiai helyzet indexet (Topography Position Index – *TPI*). A *TPI* értékéből a felszínformákra lehet következtetni. A WEISS, A. (2001) és JENNES, J. (2006) által kidolgozott *TPI* lényege az, hogy a felszínmodellt az alapján osztályozzuk újra, hogy celláinak tengerszint fölötti magasságai hogyan viszonyulnak környezetük átlagos tengerszint fölötti magasságához. Az elemzés során cella tszf-i magasságának értékeiből kivonva a cella környezetének átlagos tszf-i magasságának értékét, megkapjuk az ún. *TPI* értéket.

$$TPI = DEM - DEM_{focalmean} \quad (1)$$

Ahol a *DEM* a terület tszf-i magassága, *DEM_{focalmean}* pedig az általunk választott terület egység átlagmagassága. A *TPI* a SAGA GIS-ben modulként is elérhető (Geoprocessing, Terrain Analysis, Morphometry, Topography Position Index). Az analízis végeredménye alapvetően függ a cella környezetének megválasztásától (mekkora területi egységre számoljuk ki a képpontok tengerszint fölötti magasságának átlagértékét), hiszen a kisebb cellakörnyezet esetében a kisebb völgyek és a keskeny völgyközi hátakat rajzolódhatnak ki (HEGEDŰS A. 2008). A módszert a Bükkalja területén többen sikeresen alkalmazták a felszínformák vizsgálatánál (HEGEDŰS A. – VÁGÓ J. 2007; VÁGÓ J. 2012; PECSMÁNY P. 2017).

A Terrain Wettness Index (*TWI*), vagy magyarul: topográfiai nedvesség index, a lefolyási viszonyokat elemezve a talaj tartós csapadék hatására kialakuló víztelítettség szintjét jól jellemzi homogén természetföldrajzi (földtani, talajtani, növényföldrajzi) adottságok mellett, mivel a módszert Magyarország mezőgazdasági területeinek talajtulajdonság-térképezése során sikeresen alkalmazták (TÓTH G. et al. 2015). ezért ezt a morfolometriai paramétert is kiszámítottuk a következő képpen:

$$TWI = \ln(A_s / \tan \beta) \quad (2)$$

Ahol a *A_s* a lokális vízgyűjtőterület a β pedig a felszínmodellből számított lejtőmeredekség szögben (TELBISZ T. et al. 2013). Az index szintén elérhető a SAGA GIS-ben (Geoprocessing, Terrain Analysis, Morphometry, Topography Wettness Index).

A talajok kialakulása nagyban függ a völgytalpához viszonyított relatív magasságtól. Más folyamaton alakítják a talajt a tetőkön és más folyamaton a völgytalpon, ezért elkészítettük a terület erózió bázis fölötti területének térképét. A térképet a SAGA GIS Vertical Distance to Chanel parancsával hozható létre, melynek lényege az, hogy a szoftver először is adott területegységre vonatkozóan kiszámolja az elméleti vízfolyáshálózatot, melynek sűrűségének beállítása a Strahler-féle rendűség alapján történik (STRAHLER, A. N. 1957), majd a vízfolyáscellák tengerszint fölötti magasságértékeit interpolálja és kivonja az eredeti felszínmodell magasságértékeiből. Az interpoláció pontatlansága, illetve a vízfolyássűrűség meghatározása miatt helyenként a valóságnak nem megfelelő lett az állomány, ezen hibákra már HEGEDŰS A. (2008) rávilágított. Előzetes vizsgálataink azonban azt mutatták, hogy a későbbi osztályozásnál érdemesebb ezt az állományt használni a nyers tszfi magasságadatok helyett.

Mivel a műholdas képek elemzésénél a többszintű képek többet információt hordoznak (DOBOS E. et al. 2002; 2006), ezért úgy döntöttünk, hogy az előbbieken felsorolt morфомetriai állományokat mi is egy többszintű képpé egyesítjük az ArcGIS Data Management toolsban található található Composite Bands paranccsal.

Ezek után megvizsgáltuk a morфомetriai paraméterek közötti korrelációt (1. táblázat). Mivel a későbbiek során az irányított osztályozás esetében fontos, hogy az egyes tényezők kevésbé, vagy egyáltalán ne korreláljanak egymással. Az erős korreláció esetében az adott tényezőt az osztályozás során az algoritmus nagyobb súllyal veszi figyelembe, így a korreláció számításával ezt próbáltuk kiszűrni.

A morфомetriai tényezők esetében jelentős korrelációt nem tapasztaltunk, így a következő lépésünk az volt, hogy az ArcGIS Composite Bands parancsával egy többszintű állományba egyesítettük a tényezőket. Ezt az analógiát alkalmaztuk mi is a morфомetriai paraméterek esetében.

1. táblázat – Table 1

Morфомetriai paraméterek közötti korreláció
Correlation between morphometric parameters

	Kitettség	Lejtő- alak	Tszf-i magasság	Lejtő- meredekség	TPI	TWI	Relatív magasság
Kitettség	1	0,00225	0,02746	-0,01132	-0,00661	-0,0031	-0,12503
Lejtőalak	0,00225	1	0,13403	0,03697	0,50144	-0,35722	0,32394
Tszf-i magasság	0,02746	0,13403	1	0,46314	0,35452	-0,46712	0,57438
Lejtő- meredekség	-0,01132	0,03697	0,46314	1	-0,10553	-0,57319	0,36196
TPI	-0,00661	0,50144	0,35452	-0,10553	1	-0,30321	0,58405
TWI	-0,0031	-0,35722	-0,46712	-0,57319	-0,30321	1	-0,47999
Relatív magasság	-0,12503	0,32394	0,57438	0,36196	0,58405	-0,47999	1

Termőterületek osztályozása

A Szentistváni Mezőgazdasági Szövetkezet által biztosított terméshozamok 1997 és 2017 közötti időintervallumot fednek le, 38 parcellára (1700 hektár) lebontva. Megvizsgáltuk minden egyes évben az összes parcella egyenkénti terméshozamát, valamint abban az

évben az összes búzavetésű parcella terméshozamát (pl: a kiválasztott parcellánk 2009-ben 5,929 t/ha búzát produkált, míg az összes parcella, amelybe búza volt vetve 4,203 t/ha-t, így a kiválasztott terület az adott év búza átlagos hozamának a 135%-át produkálta). Ezt módszerrel kivétíve minden parcella kapott egy százalékos értéket 21 évre visszamenőleg, mindig arra a növényre, ami éppen vetve volt oda. Ezeket az értékeket 5 csoportba osztottuk az alábbi intervallumok szerint: 0-50% nagyon gyenge, 51-80% gyenge, 81-120% átlagos, 121-150% jó, 151% felett pedig nagyon jó. Így megkaptuk minden évre, és minden növényre az egyes parcellák csoportjait. Eztán a kiemeltük az öt vizsgált kultúrnövény vetésű parcellákat és éveket. Súlyozás alá vetettük az egyes esetek az alábbi módon: 1 pont nagyon gyenge, 2 pont gyenge, 3 pont átlagos, 4 pont jó, 5 pont nagyon jó. Az összeadott értékeket elosztottuk az összes vetés számával, így minden parcellánk kapott egy 1-5-ig tartó értéket, amelyek tovább osztályozva az alábbi kategóriákat kaptuk: 1-1,75 nagyon gyenge, 1,76-2,75 gyenge, 2,76-3,75 átlagos, 3,76-4,75 jó, 4,76 fölött nagyon jó.

Kompozit állományon elvégzett osztályozás

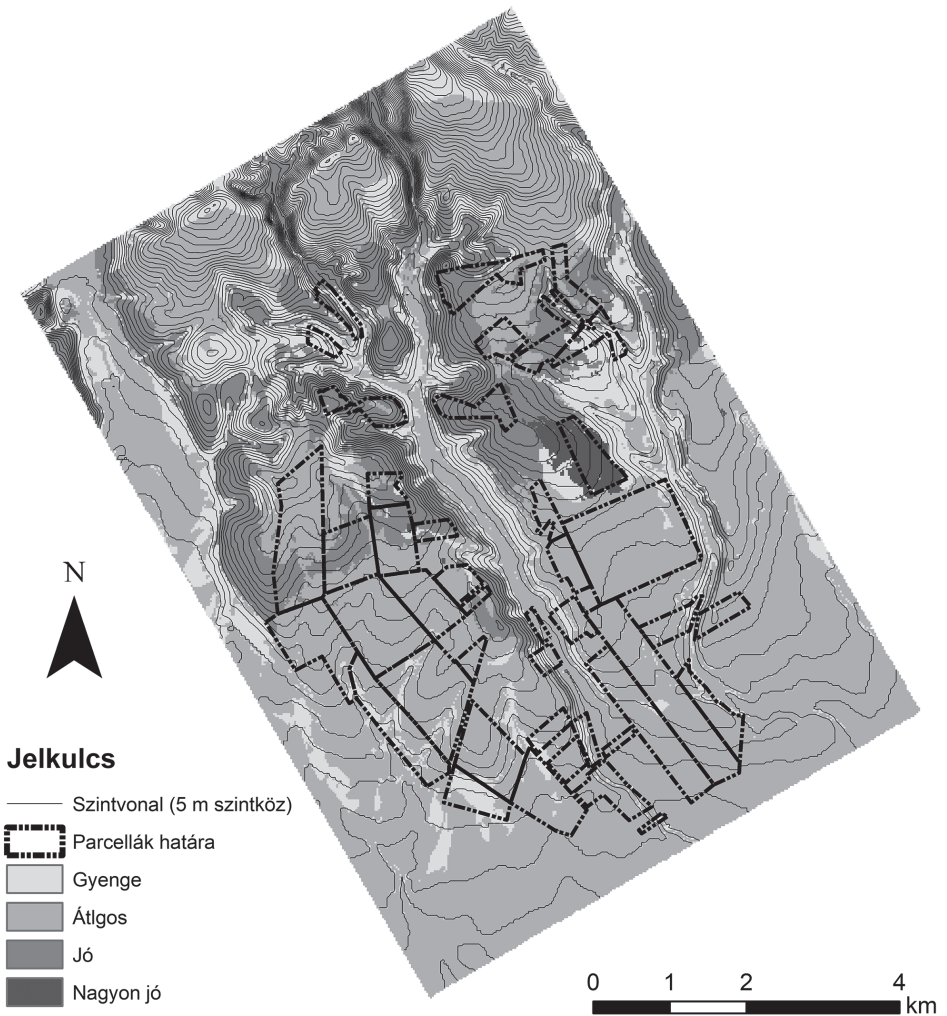
A kompozit állomány és a terméshozamok vizsgálatának eredményével irányított osztályozást (*supervised classification*) hajtottuk végre. A mi esetünkben terméshozamok vizsgálata alapján 5 osztályt határoztuk meg (*lásd. 2.2.4. alfejezet*), a tanító (*training*) területek pedig a parcellák voltak. Ezen kijelölt képpontok (training területek) segítségével „megtanítjuk” az algoritmust, mely alapján elvégzi az osztályozást. Az osztályozást a Maximum Likelihood (legnagyobb valószínűség) algoritmus segítségével végeztük el. Az eljárás lényege az, hogy az adott tanítóterülethez az ismeretlen területek olyan becslését adjuk meg, mely mellett az adott tanítóterületek legnagyobb valószínűséggel következnek be (TÓMÁCS T. 2012).

Minden egyes növény esetében egy-egy parcellát kihagytunk az osztályozás során, ezek voltak az úgynevezett teszt területek, melyek segítségével az osztályozás „jóóságát” vizsgáltuk. Az osztályozás előtt azonban szükségünk volt a kijelölt training területek statisztikájára, amit az ArcGIS Create Signature paranccsával készítettük el. Ezt az állományt használtuk fel a Maximum Likelihood parancs lefuttatásához. Ezután a kijelölt teszt területeket kivágtuk és megnéztük, hogy százalékos arányban mennyire közelíti az osztályozás eredményét. A legjobb eredményt a búza és az őszi árpa esetében kaptunk (100%), a kukorica esetében 99,02%, a repce esetében pedig 87,42% értéket kaptunk (*2. táblázat*). A legrosszabb eredményt pedig a napraforgó esetében (71,05%), azonban mivel a terület közel háromnegyede ugyanazon osztályba esett a későbbi vizsgálatokból a napraforgót sem hagytuk ki. A takarmányborsót (57,34%) és a tavaszi árpát (27,15%) a „jóság” vizsgálatnak köszönhetően kivettük a további kutatásból.

A kiválasztott öt növényre egyesével elvégeztük a fent említett irányított osztályozáson alapuló területosztályozást. Az így megkapott térképen egyes homogénnek vett parcellák is újra lettek osztályozva.

A kukorica termőterületei 4 osztályba lettek besorolva, a nagyon gyenge osztály ebben az esetben nem jelenik meg. A terület nagy része az átlagos kategóriába esett, a jó és a gyenge kategóriába közel azonos nagyságú terület esett, a nagyon jó kategóriába a legkevesebb terület esett (3. táblázat). A terület osztályozott térképét a kukorica esetében meg is jelenítjük (*2. ábra*).

Az őszi búza esetében 3 osztályt hozunk létre, a két szélsőérték itt nem jelenik meg. Az átlagos kategóriába a területek 87%-a került, ez a vizsgált növények közül a legnagyobb arány. Érdemes megjegyezni, hogy az átlagos termés ilyen nagy aránya a búza esetében nem meglepő, hiszen ez a növényfajta szélsőséges időjárási körülmények között is képes produkálni az átlag körüli terméshozamokat. A gyenge besorolású területek javarészt



2. ábra A kukorica termőterületeinek osztályozott térképe
 Figure 2 Classified map of the corn fields

2. táblázat – Table 2

A vizsgált mezőgazdasági növények osztályozott területi statisztikái
 Classified area statistics of different vegetation

Növény	Terület jósága (%-ban)
Búza	100,00
Kukorica	99,02
Napraforgó	71,05
Repce	87,42
Őszi árpa	100,00

a völgy oldalak menti, meredek, erózióveszélyes vagy éppen alacsony beszivárgást engedő területek. A jó osztályba az alacsony meredekségű területek kerültek (3. táblázat).

3. táblázat – Table 3

Az osztályozott térkép területi statisztikái
Area statistics of the classification map

Katego- rória	Kukorica		Búza		Árpa		Repce		Napraforgó	
	terület %	terület (ha)	terület %	terület (ha)	terület %	terület (ha)	terület %	terület (ha)	terület %	terület (ha)
nagyon gyenge	0	0	0	0	0	0	1,48	116,9	0	0
gyenge	19,94	1574,6	3,84	303,2	25,08	1980,1	37,16	2934	38,81	3064,2
átlagos	60,32	4763	87,2	6884,9	74,07	5848,2	40,41	3191	46,75	3691,1
jó	18,79	1483,3	8,99	709,8	0,085	67,3	11,99	946,7	14,44	1140,1
nagyon jó	0,95	74,8	0	0			8,95	706,7	0	0

Az őszi árpa esetén is 3 osztály jött létre, itt sem volt megtalálható a két szélsőséges érték (3. táblázat). Az átlagos kategóriába a területek mintegy háromnegyed része került, míg az egynegyed rész a gyenge osztályba került. Érdekes, hogy a vizsgált növények közül a jó csoportba eső területek aránya itt a legkevesebb, minegy 1%.

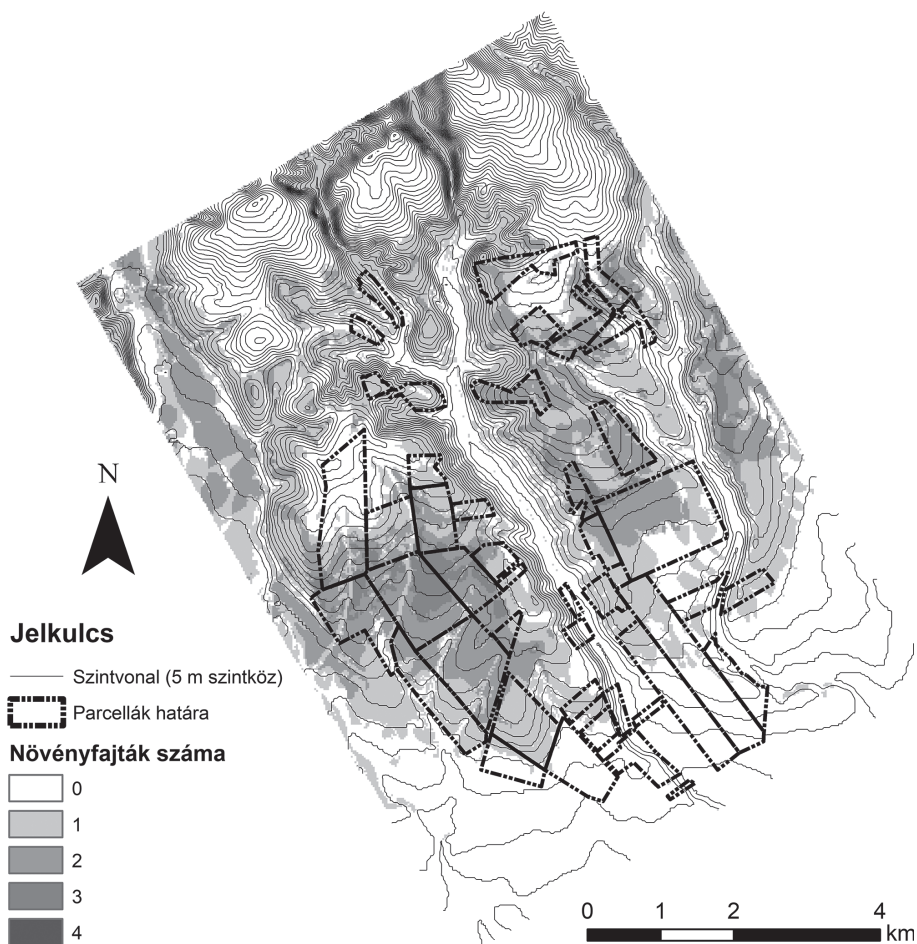
Az őszi káposztarepce az egyetlen olyan vizsgált növény, ahol mind az öt osztály képviselteti magát (3. táblázat). Ennek köszönhetően komolyabb szórást mutatnak az adatok, az összes növény közül itt a legkisebb az átlagos osztályba került területek aránya (40%). Érdekes megjegyezni, hogy a nagyon gyenge területek itt rendre a völgytalpon jelentek meg, amely köszönhető annak, hogy repce nehezen viseli a vizenyős területek, extrém csapadékú években képes akár 0 t/ha terméshozamokat is produkálni. A jó és nagyon jó kategóriába eső területek a minimális lejtéssel bíró részek voltak.

A napraforgó esetén szintén 3 osztályba kerültek a területek (3. táblázat), az átlagos kategória itt is a területek majd felét foglalja magába (46%). A repcéhez hasonlóan szintén nagyon fényigényes növény, a legjobb minőségű területek számára az alacsony lejtéssel bíró, déli kitétségű területek.

Eredménytérkép

Az osztályozás eredményével sikerült megkapni azt, hogy az egyes növények a domborzati tényezők alapján milyen hatékonysággal termeszthetők a vizsgált területen. Ezen állományok használtuk fel arra, hogy megvizsgáljuk azt, hogy hány féle és milyen növényeket tudunk jó és nagyon jó hatékonysággal termeszteni (3. ábra). Mégpedig úgy, hogy a minden egyes állományt újra osztályoztunk úgy, hogy a jó és nagyon jó képpontok 1 értéket kaptak, míg az ennél gyengébb területek 0 értéket. Az újraosztályozott állományokat pedig összeadtuk, megkapva azt, hogy ezen jó és nagyon jó hatásfokú területek hány növény termeszthető.

Következő lépésben megvizsgáltuk, hogy melyik növény mely területeken képes jó illetve nagyon jó terméshozamokat produkálni, s ezeket az adatokat térképi állományban egyesítettük, még pedig úgy, hogy a már újraosztályozott állományt ismét osztályoztuk, úgy, hogy az eddig 1 értékkel rendelkező képpontok a búza esetében maradt 1, a repce viszont 10-es, az őszi árpa 100-as, a napraforgó 1000-es, a kukorica esetében pedig 10000-es értéket kaptak. Majd a másodjára újraosztályozott állományokat összeadtuk. Mivel min-

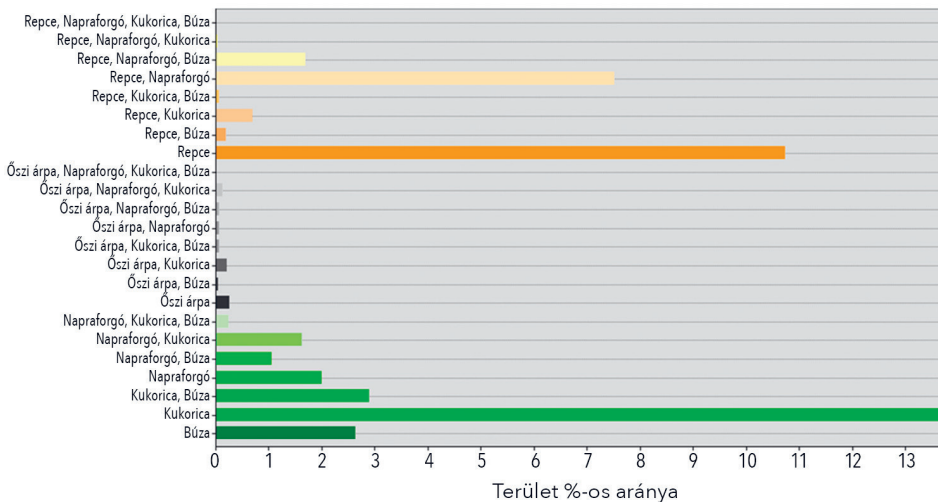


3. ábra A vizsgált terület osztályozott térképe
 Figure 3 Classification map of the area

den egyes állomány egy nagyságrenddel nagyobb volt, így a kapott értékből megtudtuk állapítani azt, hogy melyek azok a növények, amelyek jó/nagyon jó hatékonysággal termeszthetők az adott területen (pl.: 11 001 = kukorica [10 000] + napraforgó [1000] + búza [1]) (4. ábra). Az összegző térkép „A” részén azok a területek vannak kiemelve, amelyek valamelyik növény terméshozamaiban jó illetve nagyon jó eredményt mutatnak, míg a „B” térképen az eredmény térkép látható.

Eredmények és következtetések

A kapott térkép alapján nem volt olyan terület, amelyen mind az öt vizsgált növény jó, vagy nagyon jó terméshozamot produkált volna. 3 illetve 4 különböző kultúrnövény esetén is majdhogynem elhanyagolható az ebbe a kategóriába kerülő területek aránya (2,29% és 0,008%, azaz 181,1 és 0,6 hektár). 2 növény esetében már számottevő területről beszél-



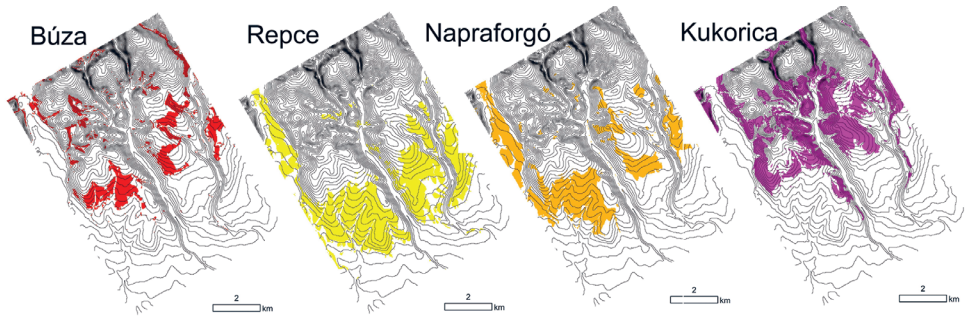
4. ábra A vizsgált mezőgazdasági növények számára a legjobb területek összegző térképe
 Figure 4 Result map of the most suitable parcel for vegetation type

lünk, mintegy 14,32%-ról és 1131 hektárról. A térkép több mint felét, majd 54%-ot lefedő 0 érték (egy növény sem hozott jó, vagy nagyon jó terméshozamot) legnagyobb aránya a vizsgált terület D-DK-i részén helyezkedik el, amely köszönhető annak, hogy ez a terület már majdhogynem síknak tekinthető, s ezen a területen kevés training területtel rendelkezünk. A „0”-s kategória még az északi területen is nagy arányt képvisel, ez köszönhető annak, hogy ezek a területek sűrű szintvonallal rendelkező, nagy lejtő meredekségű részek, amelyet egyik vizsgált növény sem kedvel a terméshozamok alapján. Ezek a területek meredekségük miatt erőzítő veszélyesek vagy éppen alacsony a vízbeszivárgás.

A térképi felület legnagyobb hányadát, majd 20%-ot a kukorica fed le. A kukorica nagy vízigényű növény, ahol minimális a víz beszivárgása, ott hajlamos nagyon gyenge terméshozamokat produkálni. Az őszi búza 9% jó területet fed le, olyan helyeken is gyakran mutat kiemelkedő termésátlagot, ahol más növények nem, például közepes meredekségű lejtőkön is. Ez köszönhető annak, hogy az őszi búza szélsőségekhez könnyen alkalmazkodó növény. Az őszi káposztarepce és a napraforgó hasonló területeket kedvel az eredményeink alapján. Korrelációs számítás is végeztünk a növények között, a legtöbb növény között minimális korreláció volt észrevehető, kivéve a repce és a napraforgó között, ahol a korrelációs együttható 0,5 volt. Ezen két olajosmagvas növény kiváló termőterületei között jelentős volt az átfedés, majd 8%. Déli kitérűségű, alacsony lejtő meredekségű terület számukra az ideális, mivel mindkét növénynek magas a napfény igénye. A területi statisztikákat egy összegző diagramban tüntettük fel (5. ábra).

Összefoglalás

A kidolgozott módszertan alkalmazásával létrehoztunk egy növény alapú termőhely minősítési rendszert, mely alkalmas a kalibrációs adatokat szolgáltató évhez hasonló viszonyokra tervezett vetésterület optimalizálásra. A módszerrel meghatároztuk, hogy mely területek a legideálisabbak egyes növények számára, valamint több növényre lehet párhuzamosan vetésterület optimalizálást végezni, melyet az adott év gazdasági viszonyai



A

B

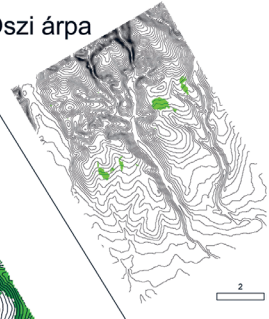
Jelkulcs

— Szintvonal (5 m-es szintköz)

Növények

- Őszi árpa, Napraforgó, Kukorica, Búza
- Őszi árpa, Napraforgó, Kukorica
- Őszi árpa, Napraforgó, Búza
- Őszi árpa, Napraforgó
- Őszi árpa, Kukorica, Búza
- Őszi árpa, Kukorica
- Őszi árpa, Búza
- Őszi árpa
- Repce, Napraforgó, Kukorica, Búza
- Repce, Napraforgó, Kukorica, Búza
- Repce, Napraforgó, Kukorica
- Repce, Napraforgó, Búza
- Repce, Napraforgó
- Repce, Kukorica, Búza
- Repce, Kukorica
- Repce, Búza
- Repce
- Napraforgó, Kukorica, Búza
- Napraforgó, Kukorica
- Napraforgó, Búza
- Napraforgó
- Kukorica, Búza
- Kukorica
- Búza

Őszi árpa



É



5. ábra A vizsgált mezőgazdasági növények számára a legjobb területek területi statisztikái
 Figure 5 Area statistic of the most suitable parcel for vegetation type

között értelmezve használhatunk fel. Ezzel a módszerrel meghatároztuk, hogy mely területek voltak az elmúlt húsz év alatt megfelelőek egyes növények számára, melyek azok a területek, amelyek nem csak egy, hanem több növény számára is ideálisak kiemelkedő terméshozamok produkálására. Igyekeztünk a kutatást metodikáját úgy levezetni, hogy mások számára is reprodukálható legyen az eljárás, így ösztönözve a földbirtokosokat, hogy újabb és újabb területek kerüljenek bevonásra. Sajnálatos módon nem áll rendelkezésünkre parcellákon belüli terméshozam térkép, így kénytelenek voltunk egyben kezelni a parcellákat. Ismét hangsúlyoznánk, hogy dombsági területekről van szó, tehát az alföldi területeknél ez az eljárás nagy valószínűséggel nem használható.

Az eddigiekben felvázolt termőhely minősítési módszertan folyamatos pontosítás alatt van. A jövőben új területek és kultúrnövények bevonásával tovább kívánjuk a módszert hatékonyabbá tenni, nagyobb területek vizsgálatára is felkészíteni. A mai mezőgazdaság, amely már Magyarországon is elindult a precíziós művelés irányába, igényli a hasonló módszertanok létrehozását illetve azok alkalmazását. Ez a módszer termőhely minősítés mellett elméleti és később akár gyakorlati újratáblásításra is ad lehetőséget. Amint a térképeken is látszik, több, 100 hektár feletti parcella található itt, amelyek korántsem nevezhetők homogénnek. Látható több olyan parcella is, amely nagyméretű, és kettő, akár három különböző osztályba tartozó területeket is magába foglal. Természetesen nem lehet egy kultúrnövény eredményei alapján újra rajzolni a táblahatárokat, de több vizsgált változót figyelembe véve már érdemes elgondolkodni rajta, ha csak elméleti szinten is, hiszen ez is módja a precíziós mezőgazdaságnak. Az adott év eredményei természetesen időjárás függők, ami teljesen eltérő képet festhet az eltérő hőmérsékleti és csapadékadottságú években. A jövőben ennek a kutatásnak a kibővítéseként tervezzük, hogy hasonló módszertan alapján forgatókönyveket készítsünk minden egyes elvetett növényhez a klíma alakulásának függvényében. Minden növényfajra és területre vetésjavaslatot készítünk száraz, átlagcsapadékú illetve nagy csapadékú évekre.

GÁL-SZABÓ LAJOS

ME MFK Földrajz-Geoinformatika Intézet, Miskolc
ecgszl@uni-miskolc.hu

DOBOS ENDRE

ME MFK Földrajz-Geoinformatika Intézet, Miskolc
ecodobos@uni-miskolc.hu

PECSMÁNY PÉTER

ME MFK Földrajz-Geoinformatika Intézet, Miskolc
ecopeter@uni-miskolc.hu

PINEZITS BÁLINT

ME MFK Földrajz-Geoinformatika Intézet, Miskolc
ecozychy@uni-miskolc.hu

IRODALOM

- BLAGA, L. 2012: Aspects regarding the significance of the curvature types and values in the studies of geomorphometry assisted by GIS. – *Analele Universității din Oradea – Seria Geografie* 22. 2. pp. 327–337.
- DOBOS A. 2006: Éghajlatváltozások bizonyítékai a Bükkalján geológiai feltárások alapján. – *Acta Academiae Paedagogicae Agriensis. Nova Series Tom. XXXIII. Sectio Pericemonologica*, Eger. pp. 47–70.
- DOBOS, E. – BLISS, N. – WORSTELL, B. – MONTANARELLA, L. – JOHANNSEN, C. – MICHELI E. 2002: The Use of DEM and Satellite Data for Regional Scale Soil Databases. *Agrokémia és Talajtan* 51. 1-2. pp. 263–272.

- DOBOS, E.–CARRÉ, F.–HENGL, T.–REUTER, H. I.–TÓTH, G. 2006: Digital Soil Mapping – as a support to production of functional maps. Digital Soil Mapping Working Group of the European Soil Bureau Network. EUR 2223 EN. 68 p.
- DÖVÉNYI Z. 2010: Magyarország kistájainak katasztere. Átdolgozott és bővített kiadás. MTA FKI, Budapest. pp. 211–214., 748–752.
- FILEP GY.–STEFANOVITS P. 1999: Talajtan – Mezőgazda Kiadó, Budapest. 434 p.
- HAJDÚ-MOHAROS J.–HEVESI A. 1997: A kárpát-pannon térség tájtagolódása. In: KARÁTSZON D. (szerk.): Pannon Enciklopédia. Magyarország földje. – Kertek 2000 könyvkiadó, Budapest. pp. 274–284.
- HEGEDŰS A. 2008: Felszínalaktani vizsgálatok az Őzd–Pétervársárai-dombságon. – Doktori értekezés, Miskolc. 109 p.
- HEGEDŰS, A.–VÁGÓ, J. 2007: The Examination of the Bükkalja using digital elevation model. – MicroCAD International Science Conference, Miskolc. pp. 47–52.
- JUHOS K. 2014: A mezőgazdasági földminősítés és földhasználati tervezés nemzetközi és hazai módszerei. – Földrajzi Közlemények 138. 2. pp. 122–133.
- KOCSIS M. 2016: A hazai talajosztályozási rendszer talajváltozatainak termékenység vizsgálata. – Doktori értekezés. 139 p.
- LESS GY.–KOVÁCS S.–PELIKÁN P. (szerk.)–PENTELENYI L.–SÁSDI L. 2002: A Bükk hegység földtana. – Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest. 249 p.
- MCRAE, S. G.–BURNHAM, C. P. 1981: Land Evaluation. – Clarendon Press, Oxford. 239 p.
- PECSMÁNY P. 2015: Negyedidőszaki felszínfejlődés vizsgálata a Tardi-patak középső és alsó szakaszán. – Miskolci Egyetem, Tudományos Diákköri Konferencia. „ÚTON a tudomány felé – tehetség gondozás. Az iskola-padtól a kutatói hivatásig” TÁMOP-4.2.2.B-15/1/KONV-2015-0003. 42 p.
- PECSMÁNY P. 2016: Teraszvizsgálatok a Bükkalja nyugati részén. – In: KÉKESI T.–WOPERA ZS.–DABASI-HALÁSZ ZS. (szerk.): Diáktudomány – A Miskolci Egyetem Tudományos Diákköri Munkáiból. Tudományos Diákköri Tanács IX. kötet. – Miskolci Egyetem Sokszorosító Üzem, Miskolc. pp. 22–27.
- PECSMÁNY P. 2017: Fejlődéstörténeti és felszínalaktani vizsgálatok a Bükkalján, különös tekintettel a völghálózat kialakulására. – Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar. Diplomamunka (Kézirat) – DOI10.13140/RG.2.2.14094.15688. 90 p.
- STRAHLER, A. N. 1957: Quantitative analysis of watershed geomorphology. – Transaction of the American Geophysical Union 38. pp. 913–920.
- TÓTH G. 2000: A nemzetközi földminősítési kutatások eredményeinek és a földminősítés külföldi rendszereinek áttekintése. – Agrokémia és Talajtan 49. pp. 151–160.
- TÓTH G. 2009: Hazai szántóink minősítése a D-e-Meter rendszerrel. – Agrokémia és Talajtan 58. pp. 227–242.
- TÓTH G.–HENGL T.–HERMANN T.–MAKÓ A.–KOCSIS M.–TÓTH B.–BERÉNYI ÜVEGES J. 2015: Magyarország mezőgazdasági területeinek talajtulajdonság-térképei. – JRC98136. doi: 10.2788/318926. 63 p.
- VÁGÓ J. 2012: A kőzetminőség szerepe a Bükkalja völgy- és vízhálózatának kialakulásában. – Doktori értekezés. pp. 15–95.

Internetes hivatkozások

- HEGEDŰS A. 2011: Felszínalaktani szintek keresése, kijelölése domborzatmodell segítségével. HunDEM 2011 kerekasztal és konferencia közleményei. Lehetőségek a domborzatmodellezésben 2011, Miskolc. pp. 1-16.
Letöltés: http://www.uni-miskolc.hu/~fkt/HunDEM2011/Cikkek/Hegedus_A.pdf Letöltve: 2013.09.01.12:11
- JENNES, J. 2006: Topographic Position Index (tpi_jen.avx) extension for ArcView 3.x, v. 1.3a.
Letöltés: http://www.jennessent.com/arcview/TPI_jen_poster.htm Letöltés: 2016.07.25.
- MARTONNÉ ERDŐS K. 2000: A Bükkvidék. Kézirat, Debreceni Egyetem.
Letöltve: <http://geo.science.unideb.hu/taj/dokument/bukk.doc> Letöltés ideje: 2016.10.15. 16:15
- MÁRKUS B. 2010: Térinformatika 12: 3D elemzés. Ez a modul a TÁMOP – 4.1.2-08/1/A-2009-0027 „Tananyagfejlesztéssel a GEO-ért” projekt keretében készült, Nyugat-magyarországi Egyetem Geoinformatikai Kar, pp. 19–20.
Letöltés: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0027_TEI12/0027_TEI12.pdf
Letöltve: 2016.09.15. 16:06
- WEISS, A. 2001. Topographic Position and Landforms Analysis – Poster presentation, ESRI User Conference, San Diego, CA.
Letöltés: http://www.jennessent.com/downloads/tpi-poster-tnc_18x22.pdf Letöltve: 2015.01.22. 20:15