

TALAJVIZSGÁLATOK A HARAGISTYA-LÓFEJ ERDŐREZERVÁTUM TERÜLETÉN¹

TANÁCS ESZTER²-BARTA KÁROLY³

²SZTE Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék, 6722 Szeged, Egyetem u. 2. Pf
653 nadragulya@geo.u-szeged.hu

³ SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék 6722 Szeged,
Egyetem u. 2. barta@earth.geo.u-szeged.hu

Abstract: The aim of our investigation was to gather general knowledge of the soils of the study area in order to create a basis for analysing the relationship between soil and vegetation. Since the Haragistya forests have been significantly altered over the centuries we plan an investigation of the potential vegetation for which requires spatial information on the soil. Thus we examined the relationship between soil properties and elevation and the possibility to extend our database with geostatistical methods. Our first results show that black and brown rendzinas are the most common soil types in the Haragistya area, with brown forest soils (characterised by clay illuviation) in the valleys and hollows and different transitional types on the slopes. The spatial pattern suggests a strong influence of the elevation on the soil types yet the correlation is not enough to extend the database with the help of the DEM. The regular grid we used for sampling and the relatively small number of sampling points might be a reason for that so we're planning further investigations.

Bevezetés

Az erdőrezervátumok kialakításának egyik elsődleges célja volt, hogy eszközül szolgáljanak az erdei ökológiai rendszerek természetes folyamatainak megóvásához és megismeréséhez (TEMESI 2002). Mivel a karsztökológiai rendszer tényezői szoros összefüggésben állnak egymással, a vegetáció és ezzel párhuzamosan a talaj fejlődése jelentős hatással bír a karszt egészének fejlődésére. (KEVEI-BÁRÁNY 2004). A Haragistya egykor a szádvárborsai uradalomhoz tartozó erdőit az elmúlt évszázadokban jelentős emberi hatás érte. Az 1980-as évekig tartó intenzív kezelés azonban a terület nagy részének erdőrezervátummá nyilvánításával gyakorlatilag megszűnt. A megindult változások értelmezéséhez szükség van a domborzat-talaj-növényzet rendszer átfogó ismeretére. Ennek megfelelően a vizsgálat azt a célt szolgálta, hogy a mintaterület talajtakarójáról általános ismereteket szerezzünk, és megalapozzuk a talaj és növényzet kapcsolatának későbbi kutatását. Mivel a Haragistya erdeit korábban jelentős mértékű bolygatás érte, a potenciális vegetáció vizsgálatát tervezzük a teljes területen, melynek feltétele a talaj ismerete. A terület jellemző talajait korábban már részletesen leírták (ZÁMBÓ 1986, ZÁMBÓ 1998), de a

¹ Készült a T048356. sz. OTKA támogatásával.

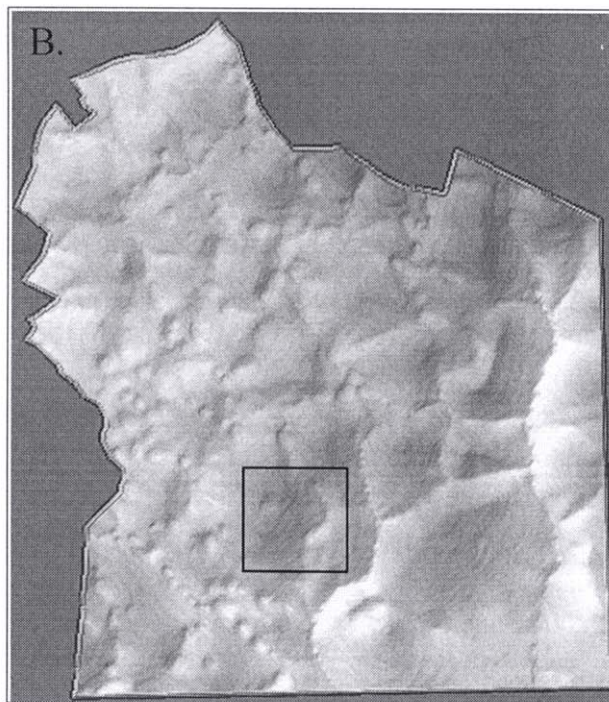
változatos mikrodomborzatú karsztfennsíkon ehhez a kutatáshoz részletes térbeli információra van szükség. A talaj vizsgálata során célunk volt tehát olyan kapcsolatok feltárása, amelyek segítségével a meglévő ismeretek – megfelelő ellenőrzés mellett – térben kiterjeszhetőek. A terepi megfigyelések alapján felmerült annak a lehetősége, hogy a terület talajait a digitális domborzatmodell, illetve a belőle származtatott paraméterek alapján modellezzük, és a modell segítségével kiterjesszük a tapasztalt jelenséget a megmintázott terület határain túlra. Ezért megpróbáltuk összefüggésbe hozni a domborzati adottságokat a vizsgált talajtulajdonságokkal.

A vizsgálati terület

A Haragistya-Lófej erdőrezervátum az Aggteleki Nemzeti Park szigorúan védett „A” zónájának az országhatár által körbeölelt csücskében található. A terület a nagyobb részben Szlovákiához tartozó Szilicei-fennsík része, 400-600 m tengerszint feletti magasságon, igen változatos mikrodomborzattal (*1. ábra*). Mészkö, dolomitos mészkő és dolomit építi fel, a dolomiton kialakult felszín jóval tagoltabb. A terület keleti részén több, É-D-i irányú, száraz, átöröklött karsztvölgy található, a nyugati és északi részeken azonban a vakon végződő völgyekben töbörök, másutt töbrökkel, uvalákkal szinte áttekinthetetlenül sűrűn borított területek váltakoznak (*HEVESI 1991*).

A természetes növénytakaró valószínűleg gyertyános tölgyes, a gerinceken száraz melegkedvelő tölgyes és a mélyedésekben, völgyekben bükkös, vagy büккеgyes tölgyes lehetett. Azonban sok közvetett jel – elsősorban földrajzi név – utal arra, hogy a területet, de legalábbis bizonyos részeit, az elmúlt évszázadok során legeltetéssel, sőt, szántóföldi növénytermesztéssel hasznosították (Káposztás-bérc, Ménes-hegy, Juh-lápa, stb.). A völgyoldalokban gyakori jelenség a kiszáradt boróka, ami egykori nyíltabb vegetációra utal. Az első katonai térképezés (1763-87) szöveges melléklete a szádvárborosai erdőket a „*ritkás*” szóval jellemzi, és a rengeteg láthatóan sarjeredetű fa jelenléte is intenzív hasznosításra utal. Ami bizonyos, és erdészeti dokumentumokkal alátámasztható, hogy az északi részen, az egykori erdészház környékén az 1930-as évek óta intenzív erdőhasználat és nagymértékű fenyvesítés folyt. A terület déli részein található őshonos fajok alkotta idősebb erdőkben azonban ebben az időszakban már nem történt jelentős beavatkozás.

A vizsgálati terület lehatárolása erdőtörténeti alapokon nyugszik; a Trianon előtt a Szádvárborosa (ma Borzova, Szlovákia), később Aggtelek község határához csatolt erdőterületeken folytatunk kutatásokat; ennek részét képezi a kisebb, mintegy 700x700 m-es négyzetben végrehajtott talajtani vizsgálat.



1. ábra: a. Az Aggteleki Nemzeti Park (forrás: www.anp.hu), b. A Haragistya domborzata, és a mintaterület
 Fig. 1: a. Aggtelek National Park (source: www.anp.hu), b. The elevation of the Haragistya plateau and the sampling area

Anyag és módszer

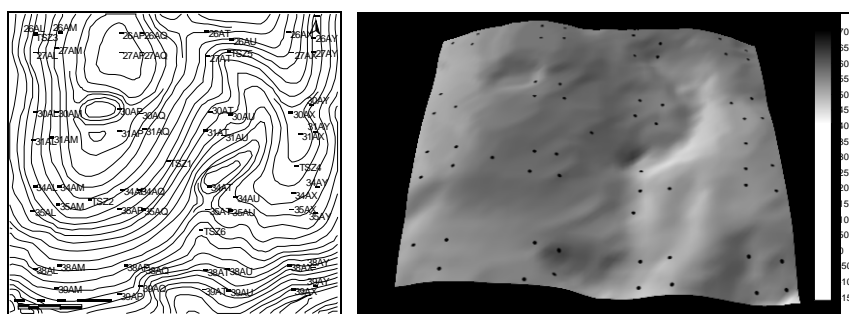
A rendelkezésre álló, talajtani adatokat tartalmazó adatbázisok közül az 1:100000-es felbontású agrotopotérkép az Aggteleki Nemzeti Park északnyugati részét talajtaniilag homogén területnek tekinti, így a célnak a legkevésbé sem felel meg.

Az erdészeti üzemtervekben fellelhető termőhely-leírások használatának elsődleges problémája – különösen karsztos területen –, hogy a tervezési egységek, vagyis az erdőrészek felbontása nem követi a terület változatosságának mértékét. Az üzemtervben található talajadatokat zömmel tényleges talajvizsgálatokra alapozták, ugyanakkor a tízévente megújított üzemtervben azonos erdőrészek esetén is gyakori a módosítás, ez az adat is legfeljebb tájékoztató jellegű információt nyújthat.

A Haragistya-Lófej erdőrezervátum ugyanakkor talajtani szempontból igen jól megkutatott terület, az itt előforduló talajokat Zámbo László írta le (ZÁMBÓ 1986, 1998). Az általa készített, a terület genetikai talajtípusait bemutató térképet szerettük volna alapul venni a potenciális vegetáció vizsgálatához. Problémát okozott azonban, hogy a folttérképen ábrázolt típusokat nem az általunk vizsgált területen található talajszelvényekkel írta le, hanem közülük még a legközelebbi is a Lófej-forrásnál található. A terület nagy részét lefedő 'vörösföld' kategória hármas osztályozása az erodáltság fokán ill. jellegén alapul, amit a vegetáció szempontjából nehezen tudtunk értelmezni. Mindazonáltal a mintaterület kiválasztásakor és a rácspontok helyének meghatározásakor figyelembe vettük az említett talajtípus-térképet.

A mintaterület kijelölése

A mintaterület és azon belül a rácspontok (2. ábra) helyének megválasztásakor a következő szempontok játszottak szerepet:



2. ábra A mintaterület és a mintavételi pontok elhelyezkedése
Fig. 2. The study area and the location of the sampling points

- a vizsgálat egy kis területen belül jól reprezentálja a talajviszonyok változatosságát,
- lehetőleg őshonos fajokból álló, viszonylag bolygatatlan erdőben történjen, hogy a kapott eredményeket felhasználhassuk a potenciális vegetáció meghatározásához,
- a kiválasztott mintaterület a majdani faállomány-szerkezeti felmérés területére essen,
- a vizsgálati pontok egybeessenek az 50x50 m-es hálóban elvégzendő faállomány-szerkezeti felmérés pontjaival,
- a ZÁMBÓ (1986) által meghatározott talajtípusok mindegyike legyen képviselve a szelvényekben és fúrásokban,
- a természetvédelem szempontjait figyelembe véve olyan mintaterületet kellett választanunk, hogy a talajszelvények helye az erdőrezervátum magterületén kívülre essen.

Mintavételi módszerek

A mintavétel 2005 okt. 19-23 között zajlott. Egy 700x700 méteres területen 63 pontban fúrtunk kézi fúróval, 6 helyen pedig talajszelvényt ástunk. A mintapontok végső száma 68 lett, mivel az egyik talajszelvényt fúrási pontban ástuk meg. Valamennyi esetben a talaj minden szintjéből vettünk bolygatott mintát – kivéve azokat a rendzinákat, ahol a C-szint már üde mészkő (vagy dolomit) volt. A hat szelvény mindegyikéből szintenként két ismétlésben 100 cm³-es bolygatatlan mintavételezés is történt.

A teljesen szabályos háló kialakítása a felsorolt szempontok figyelembe vétele mellett nehézségekbe ütközött, ezért döntöttünk a négyszögek mellett. A végrehajtás során a szabályos mintavételt a terepi körülmények nehezítették, a fák lombkoronája október végén még elég sűrű volt ahhoz, hogy zavarja a kézi GPS működését.

Laboratóriumi mérési módszerek

A fúrási pontok esetében laborban vizsgáltuk a vizes és KCl-os pH-t, szénsavas mésztartalmat, és a humusztartalmat. A talajszelvények esetében ez kiegészült a vízgazdálkodási jellemzők és a szemcseösszetétel vizsgálatával. A pH méréséhez Radelkis OP 211/2 kombinált elektródot használtunk, a szénsavas mésztartalom meghatározásához Scheibler-féle kalcimétert. A humusztartalom mérése Helios γ spektrofotométerrel, a 21470/52-83 szabvány szerint történt, míg a szemcseméret-meghatározás pipettás módszerrel az MSZ-08-0205-78 szabvány szerint. A vízgazdálkodási jellemzők közül a telített talajok vízáteresztő képességének (K-tényező) meghatározását szintén az MSZ-08-0205-78 szabvány szerint állandó,

illetve csökkenő víznyomás módszerével végeztük. A 2-3 napos telítési időszak után a mérést még a jó vízáteresztő képességű rendzinák esetében is több napig folytattuk, mivel az idő előrehaladtával lényeges csökkenést figyelhettünk meg a K-tényező értékeiben. A bolygatatlan talajmintákon mértük még a vízzel telített tömeget, lefedett állapotban telítés után 4-5 nappal az állandósult tömeget, illetve a kiszáritott tömeget. Ezekből meghatároztuk az egyes talajsintek térfogattömegét, szántóföldi és maximális vízkapacitását, illetve porozitását.

Az elemzéshez felhasznált szoftverek

Az adatsorok térbeli ábrázolásához az ArcView 3.2 térinformatikai szoftvert, a statisztikai elemzéshez az SPSS 11 programot használtuk fel. A domborzati paraméterek számítása a göttingeni egyetemen kifejlesztett SAGA GIS térinformatikai szoftver segítségével történt.

A vizsgált domborzati paraméterek

A domborzati paraméterek számításához a 10 m-es felbontású topográfiai térkép alapján készült digitális domborzatmodellt vettük alapul. A lefolyási irányok meghatározásához a SAGA GIS Multiple Flow direction algoritmusát használtuk (CONRAD 1998), amely a többirányú lefolyás lehetőségét is tartalmazza. A karsztos mintaterület sajátosságai miatt nem végeztük el az ún. „sink”-ek ilyenkor szokásos eltávolítását, hiszen ez teljesen meghamisította volna az eredményt. A paraméterek az alábbiak:

- Lejtőre merőleges és lejtőirányú lejtőprofil: a felszínt leíró függvény második deriváltja, a szintvonalakkal párhuzamos, illetve azokra merőleges irányban számítva.
- Vízyűjtő terület (Catchment area): azon cellák összterülete, amelyekből a víz (elvileg) az adott cellába folyik.
- Vízyűjtő átlagos lejtő: azon cellák átlagos lejtője, amelyekből a víz (elvileg) az adott cellába folyik.
- Talajnedvességi mutató (wetness index, W): megmutatja, hogy az adott cella mennyire hajlamos felszíni lefolyást produkálni. A számítási egyenlet $W = a/l_n S$ ahol 'a' a vízyűjtő terület, S a lejtőszög. Az algoritmus képes figyelembe venni a talaj transzmisszivitását (T0), de ilyen adat grid formátumban nem állt rendelkezésünkre, a meglévő információ kiterjesztése pedig befolyásolta volna az eredményt, ezért ezt nem használtuk.
- A lefolyás erőssége (stream power index, SPI): Ez a mutató az eróziós folyamatokhoz kötődik, jelzi, hogy mekkora egy adott helyen a lefolyás erodáló hatása. Számítása az alábbi módon történik:

$$SPI = aS$$

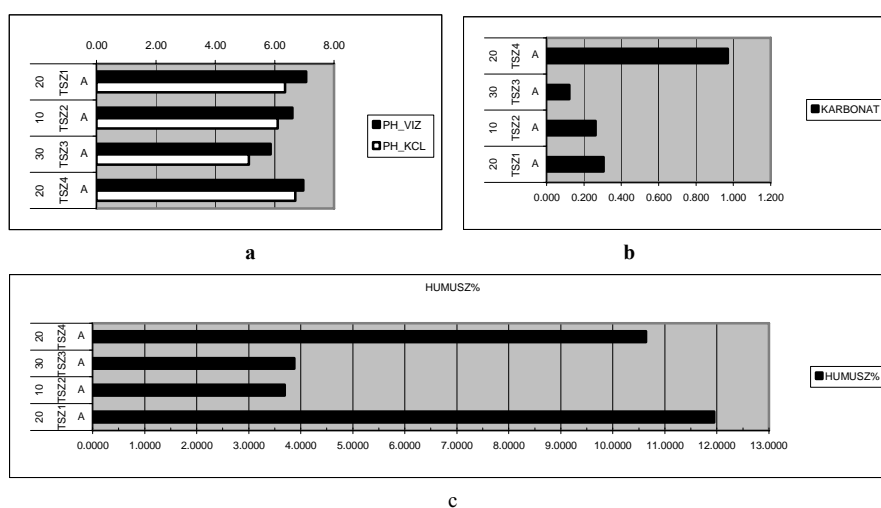
- LS-faktor: egy másik eróziós folyamatokhoz köthető paraméter, amelyet az egyetemes talajveszteség-becslési egyenlet (Universal Soil Loss Equation) is alkalmaz. A paraméter számolása ebben a programban a lejtőhossz helyett a vízgyűjtő terület segítségével történik.
- Egy domborzatmodellből származtatott, de eltérő jellegű adatnak is vizsgáltuk az összefüggéseit a talajmélységgel. Ez az adat a famagasság, amelyet a 2004-es légifotókból előállított 10 m-es felbontású felületmodell és a domborzatmodell különbségeként lett előállítva (*ZBORAY-TANÁCS* 2005). Az így kapott famagasság-térkép ugyan nem alkalmas egyes fák magasságainak meghatározására, de jól leírja adott pontban az uralkodó szint magasságát.

A talajszelvények leírása

A területet felépítő kőzet meglehetősen homogén, a Wettersteini Formációba tartozó mészkő és dolomit váltakozik. A negatív formákban (dolinák, völgyek, lejtőhajlatok) azonban legtöbb helyen olyan agyagos szedimentek jelennek meg, amelyek valószínűleg a korábbi földtörténeti időszakok üledékképződéseinek, illetve málladéktakaró képződéseinek tanújelei (pl. vörösayagok). A talajképző kőzetek, üledékek ezen eloszlása alapvetően meghatározza a kialakult talajtípusokat: a tetőkön, hátakon, lejtőkön mindenhol rendzinát találunk, míg a fentebb említett negatív formákban, beleértve az egészen enyhe lejtőhajlatokat, nyeregszerű képződményeket is, a barna erdőtalajok különböző típusai fordulnak elő. A feltárt hat szelvényből három egyértelműen rendzina, kettő barna erdőtalaj, egy genetikus talajtípusának megállapítása pedig még a laborvizsgálatok ismeretében is problémás.

A maximum 30-40 cm mélységű rendzinák (1-es, 2-es és 4-es szelvény) *A-szintjének* két fő jellemzője, hogy rendkívül laza aggregátum-szerkezettel rendelkezik, illetve gyökerekkel igen sűrűn átszőtt. E két tulajdonság következményeként térfogattömegük extrém alacsony (0,96 - 1,1 g/cm³), maximális vízkapacitásuk magas (48-57 v/v% közötti). Száraz állapotban, illetve száraz állapotot követő telítés után 1-2 napig víznyelő-vízáteresztő képességük óriási (1400-3600 mm/h), amely 2-3 nap alatt meredeken csökken, majd néhány 10 mm/h-s értéken (22-65 mm/h) állandósul. E mögött a jelenség mögött feltehetően a szerkezeti elemek duzzadása áll. A vízáteresztő-képesség adatai alapján felszíni lefolyás csak a legnagyobb zivatarok és a leggyorsabb hóolvadások alkalmával valószínűsíthető, ez utóbbi esetben nagyban hozzájárulhat a lefolyás kialakulásához a fagyott talaj is. Vízgazdálkodásuk szélsőséges: bár

szabadföldi vízkapacitásuk meglepően magas (37-50 v/v%), sekély mélységük miatt kevés vizet képesek tárolni, és a száraz nyári és őszi időszakokban hosszú, szélsőséges vízhiány jellemezheti őket. Fizikai talajféleségük vályog, illetve agyagos vályog. Karbonáttartalmuk alacsony (1 % alatti), kémhatásuk semleges (3. abc ábrák). A vizes és a KCl-os pH különbsége jóval 1 alatt marad, tehát savanyodásra nem hajlamosak. Az A-C átmenet rendkívül éles, C-szintjük minden esetben üde mészkő (1, 2) vagy dolomit (4). Végül fekete rendzinaként írtuk le azokat a talajokat, amelyek humusztartalma 8-11 % között volt (1-es és 4-es szelvény), és barna rendzinának soroltuk be azokat, amelyek humusztartalma 3-4 % (2-es szelvény).



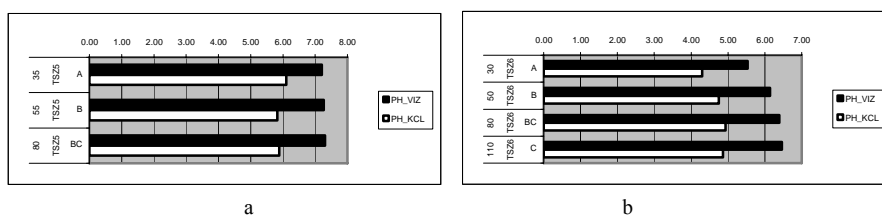
3. ábra: A rendzinaként meghatározott talajszelvények a. vizes pH-ja b. karbonáttartalma c. humusztartalma

Fig. 3: The a. pH(H₂O) b. carbonate content c. organic matter content of the soil profiles considered rendzina

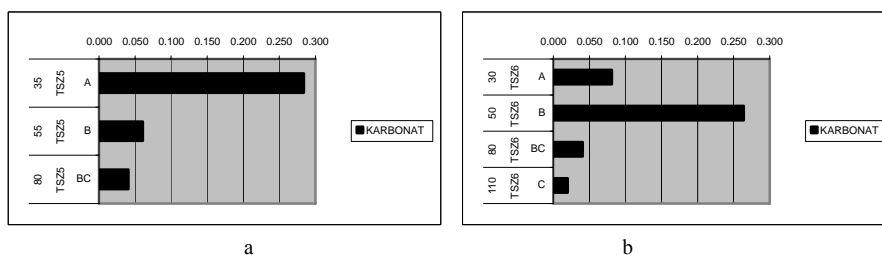
A barna erdőtalajok fő típusába a szelvények közül kettő tartozott (5-ös és 6-os). Mindkettő a Hosszú-völgyel párhuzamos, attól Ny-ra található szárazvölgy tengelyében, vagy annak közelében mélyült. A rendzináktól agyagos alapkőzetük, nagyobb vastagságuk és szintekre tagolódásuk egyértelműen elkülöníti őket. Annak eldöntése viszont, hogy agyagbemosódásos barna erdőtalajjal (a továbbiakban ABET), vagy Ramann-féle barnafölddel állunk-e szemben, nehezebb kérdés.

Az 5-ös szelvény 60 cm mély, végig agyag fizikai féleségű, diószemcsés szerkezettel. A felvételezés idejében – egy száraz őszi periódus végén – még a C-szint is csak enyhén nedves volt. Sötétbarna, 35-40 cm vastag A-szintje – a rendzinákéhoz hasonlóan – extrém magas, majd néhány nap után 15-20 mm/h körüli állandósuló vízáteresztő képességgel

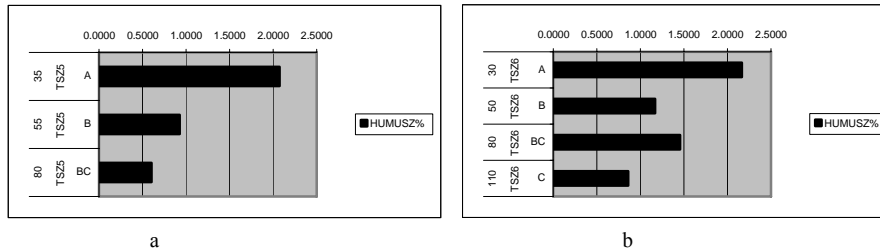
rendelkezik. Agyagos talajok esetében ezt a jelenséget beszivárgási vizsgálatait során Zámbó L. is leírta. (ZÁMBÓ-TELBISZ 2000). Egyéb tulajdonságaiban is hasonlít a rendzinákhoz (porozitás, térfogattömeg, makrorepedések, stb.), különbséget a jóval kevesebb gyökérzetben, humusztartalomban (2,1 %) és magasabb agyagtartalmában mutat. Vörösesbarna *B-szintje* 55-60 cm-ig nyúlik le. Gyökereket már alig találunk benne. Ez a szint 40 v/v% körüli porozitással és 1,45 g/cm³ körüli térfogattömeggel rendelkezik, K-tényezője (0,66 mm/h) a legalacsonyabb. 60 cm alatt *C-szintje* barnászvörös agyag, porozitása és térfogattömege megegyezik a B-szintével, szivárgási tényezője a felépítő agyagos üledékekre jellemző 1 mm/h körüli. A szintek között az átmenetek fokozatosak, a szelvényben kiválásokat és pezsgést sehol nem tapasztaltunk. Ugyanakkor az összes szintben 7,2 és 7,3 közötti vizes pH-t mértünk. A KCl-os pH 5,8 és 6,1 között változott, tehát lényegesen kevesebb, mint a vizes pH, ami a talajok savanyodásra való hajlamát jelzi. A savanyodási hajlam ellenére magas pH-értékeket magyarázhatja a lejtőn közvetlenül fölötté elhelyezkedő 26 AU pontban mért kiugróan magas szénsavas mésztartalom, mivel jelentős áthalmozás valószínűsíthető. A szelvény ABET-re jellemző tipikus vízgazdálkodási tulajdonságokat mutat, ugyanakkor a textúrdifferenciálódási hányados éppen csak eléri az 1,2-t. Viszonylag sekély volta és magas pH-ja miatt a Ramann-féle barnaföldekhez soroltuk (4-6. a ábrák).



4. ábra: Az a. 5-ös, b. 6-os számú talajszelvény vizes pH-ja
 Fig. 4: The pH(H₂O) a. of soil profile no 5., b. of soil profile no 6.



5. ab ábra Az a.) 5-ös, b.) 6-os számú talajszelvény karbonáttartalma
 Fig 5. ab The carbonate content of a.) of soil profile no 5., b.) of soil profile no 6.



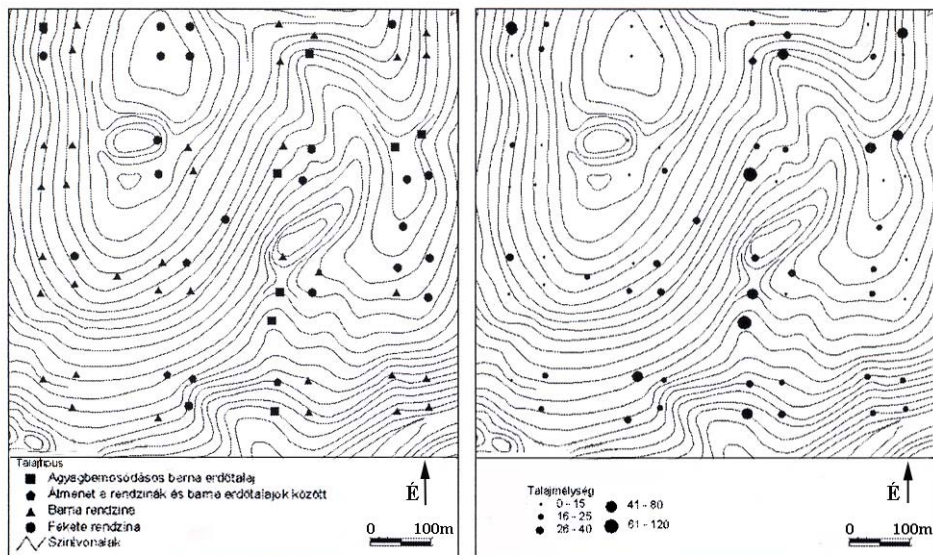
6. ábra: Az a. 5-ös, b. 6-os számú talajszelvény humusztartalma
 Fig. 6: The organic matter content of a. of soil profile no 5., b. of soil profile no 6.

A 6-os számú szelvény lényegesen mélyebb, 1 m-es. 3 cm vastag fekete A_0 -szintje diós szerkezetű agyagos vályog, sok gyökérzettel és éles átmenettel. Sötétbarna A-szintje 40 cm-ig tart, vályogos agyag fizikai talajféleségű, szemcsés szerkezetű, humusztartalma 2,2 %. Vizes pH-ja 5,53, KCl-os pH-ja 4,3. Kevés gyökér található benne, átmenete a B-be fokozatos. A 40 cm-től 100 cm-ig tartó vörösesbarna B-szint fizikai félesége agyag, szerkezete szemcsés, és a szemcsék felületén agyaghártyák voltak megfigyelhetők. Gyökérzet már alig hatol bele ebbe a szintbe. Vizes pH-ja 6,14, KCl-os pH-ja 4,75. Átmenete a C felé fokozatos. A talajképző kőzet sárgás-vöröses agyag. Vizes pH-ja 6,5, KCl-os pH-ja 4,9. Jellemző a szelvényre, hogy lényegesen nedvesebb az előzőnél. Agyagos volta ellenére viszonylag magas állandósult átszivárgási értékeket mutat (8-33 mm/h). Mélysége, pH-ja és textúrdifferenciálódási hányadosa (1,28) alapján a talajt ABET-nek határoztuk meg (4-6. b ábrák).

A 3-as számú szelvény egy olyan enyhe lejtőhajlatban található, amely az 1:10000-es méretarányú topográfiai térképen nem rajzolódik ki. Érdekessége, hogy a néhány méterre lévő 26AL ponton 70 cm-ig sikerült lefűrnünk, de a környéken sehol máshol nem tudtunk 30 cm-nél mélyebbre hatolni. A sekély mélység ellenére egy szintekre tagolódó, és szintenként lényeges különbségeket mutató szelvényt találtunk. A-szintje (0-16 cm) szintén a rendzinákkal mutat nagy hasonlóságot, miképp az 5-ös számú szelvényé is. Gyökerekkel sűrűn átszőtt, sötétbarna agyagos vályog, diós szerkezetű. A pH-ja feltűnően alacsony, 5,87. A felső 5 cm-e A_0 -ként elkülöníthető feketés barna, morzsás szerkezetű vályog. 16 és 30 cm között találjuk a B-szintet, mely vörösesbarna agyagból épül fel. Az előzővel ellentétben ez már enyhén nedves, enyhén pezseg, pH-ja 7,5, és lényegesen kevesebb gyökérzet van benne, mint a fentebbi rétegekben. Tömődöttsége feltűnő. A szelvény alapkőzete üde mészkő. Talajtípusa feltehetően átmenetet képez a barna vagy vörösayagos rendzina és a Ramann-féle barnaföld között. Mellette a 26AL már egyértelműen Ramann-féle barnaföld.

A talajtulajdonságok térbeli megoszlása

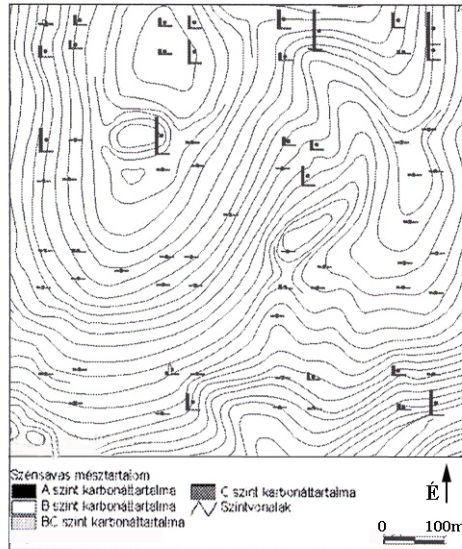
A terepi munka során szembevető volt a talajmélység és a domborzati helyzet összefüggése (8. b ábra). A mintaterület nyugati részét uraló Ocsisnya-tető tetőközeli, kis lejtésű területein a karbonátos anyakőzet jellemzően 10 cm körüli mélységben található, hasonlóan a terület keleti részén elhelyezkedő kisebb háthoz. A lejtőkön a talaj vastagsága már jelentősebb, akár a 30-40 cm-t is eléri, elsősorban azokon a helyeken, ahol a lejtő a fölötté lévőkhöz képest valamivel enyhébb. Felmerül a kérdés, hogy hogyan alakulhat ki a lejtőkön mélyebb talaj, mint a kis lejtésű platókon. Ennek oka valószínűleg a korábbi művelés okozta erózió lehet. A legmélyebb talajok (40-100 cm) az Ocsisnya-tető és a hát közötti aszóvölgyben találhatóak, valamint a terület ÉNY-i részén a Hosszú-völgy felé tartó kisebb horpadásban. Több helyen találtunk még viszonylag mélyebb szelvényeket, minden esetben mélyedésekben, illetve lejtőpihenőkben; azonban a 10 m-es felbontású topográfiai térképen, valamint a belőle készített domborzatmodellen ezeknek a mikrodomborzati elemeknek egy része már nem jelenik meg. A mélyebb talajok C szintje minden esetben vörösgyag.



a

b

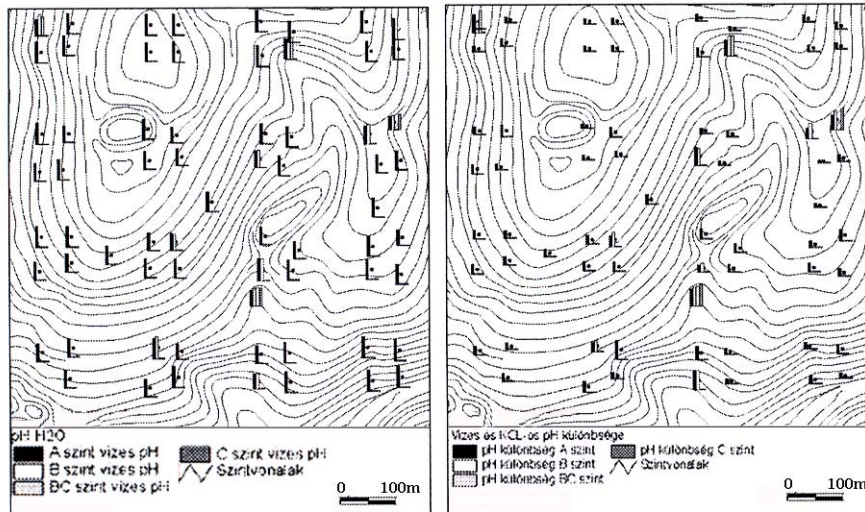
7. ábra: a. Genetikai talajtípus, b. Talajmélység
Fig. 7: a. Genetic soil type, b. Soil depth



8. ábra: A karbonáttartalom térbeli eloszlása
 Fig. 8: Spatial distribution of the carbonate content

Ahogy a 8. ábrán látható, a talajok szénsavas mésztartalma a mintaterület északi és délkeleti részén a legnagyobb. A terület közettani felépítését ábrázoló térkép valamint a terepi megfigyelések alapján ezekben a pontokban az alapkőzet dolomit. A látszólagos ellentmondás valószínű magyarázata a dolomitnak az a tulajdonsága, hogy nehezebben oldódik, így a gyorsan beszivárgó víz nem mossa ki a karbonátot a talajból. Kiugró értéket, 30% feletti mésztartalommal, 3 helyen találunk, a 26AU, 26AY és 30AP pontokban. A kiugró értéket okozhatják a talajban lévő apró kavicsok, amelyeket a minták megtörése során nem sikerült teljes mértékben eltávolítani. A mélyebb talajok esetében általában elmondható, hogy a B szintben megugrik a mésztartalom, kivéve az 5. talajszelvény esetében.

A mintaterület taljai nagyrészt a gyengén lúgos, semleges, vagy gyengén savanyú kategóriába tartoznak, 4 mintapont kivételével, ahol a pH(H₂O) alacsonyabb 5.5-nél. A savanyú talajok C-szintje minden esetben vörösayag, karbonáttartalma pedig minimális. A talajban lefelé haladva a pH általában nő, ez alól két pont képez kivételt, a 26AL és a 34AQ pontok. Előbbi esetében a B szintben a pH erőteljesen megugrik, majd valamelyest csökken, míg utóbbinál a B szintben mért érték alacsonyabb az A szintben mért értéknél (9 ab ábrák).



9. ábra: a. A $pH(H_2O)$, b. a $pH(H_2O)$ és a $pH(KCl)$ különbség térbeli megoszlása
 Fig. 9: The spatial distribution of a. the $pH(H_2O)$, b. the difference of $pH(H_2O)$ and $pH(KCl)$

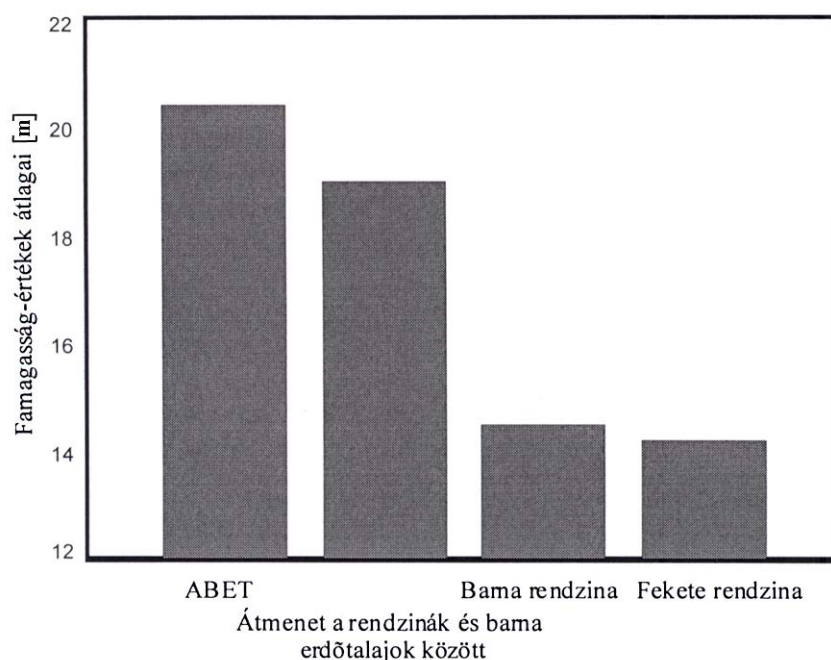
Növényzet

A mintaterületen a leggyakoribb fafajok a kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*), mezei juhar (*Acer campestre*) és a gyertyán (*Carpinus betulus*). Jelentős számban található továbbá barkócaberkenye (*Sorbus torminalis*) és bükk (*Fagus sylvatica*). A délies kitettségű lejtők fekete rendzináin megjelenik a molyhos tölgy (*Quercus pubescens*). Elegyarányokat ezúttal nem vizsgáltunk, de általánosan jellemző, hogy a genetikai talajtípusok egymás közötti átmeneteit a fászszerűak hasonlóan fokozatosan változó fajösszetétele is tükrözi. A kocsánytalan tölgy a leggyakoribb faj, szinte minden domborzati helyzetben és talajtípuson előfordul. A mezei juhar és a gyertyán hasonlóan viselkedik, de az üdébb, jobb vízháztartású talajokon az előbbi ritkábbá, az utóbbi gyakoribbá válik. A legsekélyebb szelvényű, vízháztartás szempontjából legkedvezőtlenebb fekete rendzinákon megjelenik a molyhos tölgy. Ezekén a helyeken a beerdősülés a környezetüknél jóval lassabban zajlott le, az üzemtervekben mindenütt „a gerinc mentén üres foltok” megjegyzés szerepel, és néhány, már a legkorábbi rendelkezésre álló (1952-es) légifotón is meglévő tisztás még ma is létezik, holott a fennsík más területein az erdő azóta teljesen záródott. A sekély talaj gyökerekkel olyan sűrűn átszőtt, hogy jóformán a gyökérzet képezi a mátrixot a talajszemcséknek, és nem fordítva. A másik szélsőséget képviseli a mélyebb talajokon megjelenő, üdébb termőhelyet jelző, zárt

állományt alkotó bükk. A vörösagyagon kialakult mélyebb talajok savanyúságára, valamint egykori nyíltabb viszonyokra utal a bibircses nyír (*Betula pendula*) szórványos jelenléte a völgyben.

A cserjeszint és a gyepszint jellemzőit a faállomány által meghatározott fényviszonyok is nagyon jelentősen befolyásolják, ezeket ezúttal nem vizsgáltuk részletesen.

Ha genetikai típusonként megvizsgáljuk az adott talajokon található állományok jellemző magasságát, azt láthatjuk, hogy a rendzináktól az erdőtalajok felé haladva a famagasság nő (10. ábra). Ez részben következik a fajösszetételből, ugyanakkor az állítás igaz a különféle termőhelyeken megjelenő fajok egyes egyedeire is, például a kocsánytalan tölgyre. Nem elhanyagolható szempont, hogy a famagasságot jelentősen befolyásolja az állomány kora, de az üzemtervi adatok alapján a mintaterületen a legfiatalabb erdő is legalább 56 éves, az átlagos kor pedig 75 év. Mindezek fényében az adatok azt sugallják, hogy a térbeli kiterjesztésben fontos szerepe lehet a vegetációnak.



10. ábra: A terepen meghatározott talajtípusok jellemző famagasság-átlagai
Fig. 10: The mean of tree height values characteristic of the different genetic soil types

A talajtulajdonságok összefüggése a domborzati paraméterekkel

Az egyszerűen és olcsón előállítható nagy felbontású (5-50 m) domborzatmodellek elterjedésével lehetővé vált a talajtulajdonságok közvetett meghatározása a domborzattal való kapcsolatuk alapján. Ilyen jellegű kutatásokat Magyarországon Dobos Endre folytatott Alacska község környékén, a Tardonai-dombság területén. Ő nem talált olyan szoros összefüggést a domborzat és a talajtulajdonságok között, mint a nemzetközi szakirodalomban leírtak, azonban az általa vizsgált terület egy komplett vízgyűjtő volt, és mint ilyen, erősen heterogén (DOBOS 2001).

Már a 90-es években megjelentek a különböző co-krigelési technikák, amelyek a krigelésben jelentkező bizonytalanságot egy ismert tényezővel (esetünkben a domborzattal) való korrelációval csökkentik (ODEH *et al* 1995). A használható eredményhez azonban egy erős lineáris kapcsolatra van szükség a vizsgált paraméter, és a kiterjesztéshez használt paraméter között. A talajtulajdonságok és a domborzati adottságok közötti erős lineáris kapcsolat kimutatása lehetővé tenné, hogy az előbbieket az utóbbiak segítségével modellezzük.

A talajmélység standardizált értékei szignifikáns kapcsolatban vannak a domborzati paraméterek többségével. A korreláció értéke a vízgyűjtő terület mérete és a többnyire ebből származtatott, erózióhoz kötődő paraméterek (W, SPI, vízgyűjtő terület) esetében a legnagyobb. Mivel azonban ezek egymással is szoros összefüggésben vannak, a 'lépésenkénti' (stepwise) regresszió végrehajtásakor az algoritmus egyedül a vízgyűjtő terület méretét vette figyelembe. Az így kapott R^2 érték 0,377 (0.05 szignifikanciaszinten). Az eróziós mutatókkal való szignifikáns kapcsolat arra utal, hogy van lejtőirányú anyagmozgás. A mért beszivárgási értékek alapján – mint korábban említettük – feltehetően ez az anyagmozgás epizodikus, és egy-egy extrém időjárási eseményhez (hóolvadás, zivatar) köthető, illetve elképzelhető, hogy ahol az anyakőzet kevésbé repedezett, a talajba való beszivárgás gyorsasága és a kőzetbe való beszivárgás gyorsasága közti különbség miatt a termőréteg és a kőzet határán alakul ki lejtőirányú vízmozgás.

Amikor a famagasság-adatokat is belevettük a vizsgált független változók körébe, R^2 értéke megnőtt (0,425), és az algoritmus a famagasság-adatot is beválogatta a regressziós modellbe. Bár az eredmények biztatóak, ezek az összefüggések még nem teszik lehetővé, hogy a domborzatra, illetve az átlagos famagasságra támaszkodva modellezzük a talaj mélységét. Ugyanakkor, ha figyelembe vesszük a talajmélység értékek nagy heterogenitását kis területen belül (vö 3. talajszelvény és 26AL pont) valószínűsíthető, hogy az adatok számát megnövelve az összefüggés számszerűleg jobban kimutatható lenne. A bizonytalanságot fokozza, hogy a

mintapontoknak csak kis hányada esik a völgy területére, vagyis a mélyebb talajok alulreprezentáltak. Hibát okozhat még a GPS-es helymeghatározás pontatlansága (5-8 m), bár azt a 4 pontot, ahol a térbeli bizonytalanság a legnagyobb volt, kihagytuk a térbeli elemzésből.

A vizes és a KCl-os pH nem mutat szignifikáns összefüggést egyetlen domborzati paraméterrel, sőt, a talajmélységgel sem. A szénsavas mésztartalommal ellenben szignifikánsan összefügg, a pH változását ez az érték 70 (vizes pH), illetve 81%-ban (KCl-os pH) magyarázza. A kétféle pH érték különbsége, amely utal a talaj savanyodási hajlamára, ugyanakkor a karbonát-tartalom mellett függ az SPI értékétől és a talajmélységtől is (a három változót együtt figyelembe véve $R^2=0,639$ (0.05 szignifikancia-szinten); a Pearson-féle korrelációs együttható a talajmélységre 0,519, SPI-re 0,444).

Összefoglalás

A mintaterület jellemző talajai platóhelyzetben a fekete rendzinák; a lejtőkön barna, a lejtőpihenőkben és kisebb mélyedésekben vörösbarna rendzinát találunk. A völgyfőkben, völgytalpak széléin mélyebb szelvényű Ramann-féle barnaföldek, sőt agyagbemosódásos barna erdőtalajok is kialakultak. A talajtípusok megjelenése szoros kapcsolatot mutat a domborzati helyzettel, és ez a fászfűz vegetáció fajösszetételében is tükröződik. A talajtulajdonságok domborzati paraméterekkel való összefüggésének vizsgálata azt az eredményt hozta, hogy a pH, illetve a karbonát-tartalom nem függ a domborzati helyzettől, a talajmélység és a savanyodási hajlam ellenben szignifikáns kapcsolatot mutat az eróziós mutatókkal. Bár az eredmények biztatóak, a kimutatott összefüggések nem teszik lehetővé, hogy a domborzatra támaszkodva modellezzük a talaj mélységét. Figyelembe véve a talajmélység-értékek nagy heterogenitását valószínűsíthető, hogy az adatok számát növelve jobb eredményeket kapnánk.

Köszönetnyilvánítás

Köszönjük az Aggteleki Nemzeti Park munkatársainak, elsősorban Szmorad Ferencnek, a támogatást és aktív segítséget. A vizsgálat nem lett volna kivitelezhető az SZTE geográfus hallgatói, Koltai Gabriella, Samu Andrea és Szabados Zoltán munkája nélkül. A minták feldolgozásában Kaszala Rita, Samu Andrea és Talabér Emánuel nyújtott segítséget. Témavezető Dr. Keveiné Dr. Bárány Ilona.

IRODALOM

- CONRAD, O.* (1998): Derivation of Hydrologically Significant Parameters from Digital Terrain Models. PhD Thesis. Dept. for Physical Geography, - University of Göttingen
- DOBOS E.* (2001): A domborzat, mint talajképző tényező kvantitatív modellezése digitális domborzati modellek felhasználásával - Földrajzi Konferencia, Szeged
- HEVESI A.* (1991): Magyarország karsztvidékeinek kialakulása és formakincse II. rész - Földrajzi Közlemények CXV (XXXIX.) kötet 3-4 szám p. 99-120
- KEVEI-BÁRÁNY I.* (2004): A karsztökölógiai rendszer szerkezete és működése - Karsztfejlődés IX. BDF Természetföldrajzi Tanszék, Szombathely p. 65-74
- ODEH I.O.A.-MCBRATNEY A.B.-CHITTLEBOROUGH D.J.* (1995): Further results on prediction of soil properties from terrain attributes: heterotopic cokriging and regression-kriging - *Geoderma* 67 p. 215-226
- TEMESI G.* (2002): Az erdőrezervátumok fenntartásának általános irányelvei p. 38-45 - In Horváth F.-Borhidi A. (szerk.) A hazai erdőrezervátum-kutatás célja, stratégiái és módszerei
- ZÁMBÓ L.* (1986): A talaj-hatás karsztmorfológiai jelentősége - Kandidátusi értekezés, Kézirat, Budapest
- ZÁMBÓ L.* (1998): Talajtakaró p. 97-117. In: Baross Gábor (szerk) Az Aggteleki Nemzeti Park, - Mezőgazda Kiadó, Budapest, 519 p.
- ZÁMBÓ L.-TELBISZ T.* (2000): A karsztkorróziós talajhatás érvényesülése a karsztfejlődésben - Karsztfejlődés V. BDF Természetföldrajzi Tanszék, Szombathely p. 103-114
- ZBORAY Z.-TANÁCS E.* (2005): An investigation of the growth types of vegetation in the Bükk Mountains by the comparison of Digital Surface Models *Acta climatologica et chorologica Universitatis Szegediensis*, Tom. 38-39, p.163-169.