

Digitális domborzatmodellből származtatható felszínagoltsági mutató (PDD) Technikai segédlet és leírás

Dobos Endre

Miskolci Egyetem, Természetföldrajz-Környezettan Tsz.
3515 Miskolc-Egyetemváros
ecodobos@uni-miskolc.hu

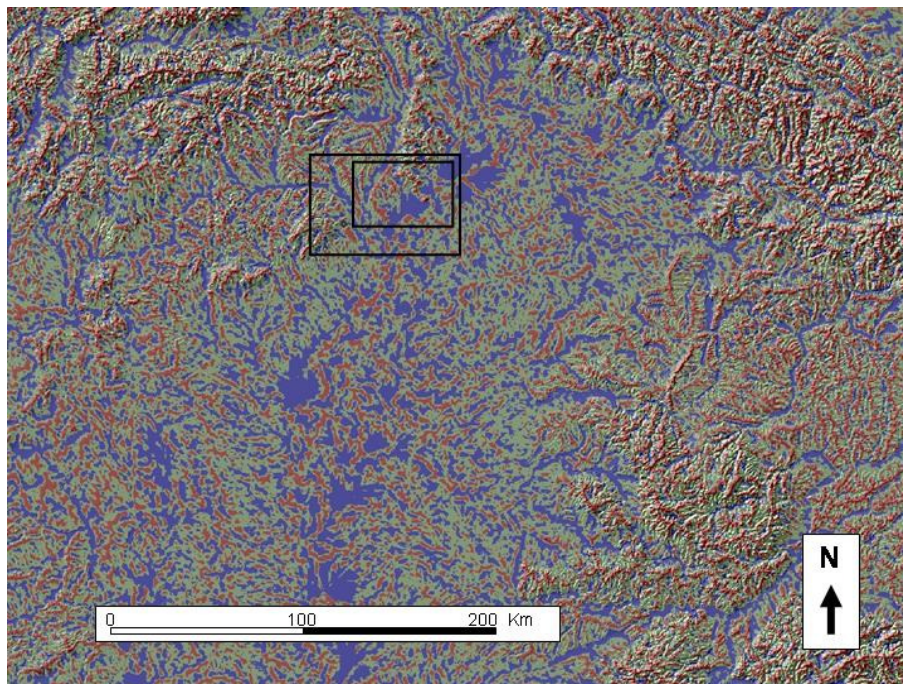
Digitális domborzatmodellek (DDM) használata egyre szélesebb körben terjed az alkalmazott és az alap tudományok művelői körében. Egyre több, könnyen hozzáférhető DDM került forgalomba, tölthető le ingyen a világhálóról, illetve vásárolható meg az erre szakosodott térképészeti intézményektől. Térinformatika szoftverek széles skálája áll rendelkezésre DDM-ek „házi” elkészítésére (Dobos és Hegedűs, 2005).

A digitális domborzatmodellekből számos felszínleíró, domborzatot jellemző változó származtatható, amelyek jelentős segítséget nyújthatnak a környezettudományok művelői és alkalmazói számára (Wilson és Gallant, 2000). Az 1. táblázat mutatja a DDM-ből származtatható mutatók listáját.

A DDM alkalmazások száma folyamatosan nő, sokszor szinte rutinfeladattá válik a domborzatmodellezési feladatok végrehajtása. A domborzat e kvantitatív jellemzése új lehetőségeket és korlátokat tudatosított a felszínalaktan és a csatlakozó társtudományok képviselőiben. A korábbi gyakorlatban használt domborzati mutatók – lejtőkszázalék, kitettség, stb. - és azok vélt hatása a környezeti elemek alakulására, fejlődésére a DDM-ből származtatott változókkal könnyedén számszerűsíthető. Bizonyítható a meglévő kapcsolat és számszerűsíthető a kapcsolat erőssége is. Ez azt is jelentheti természetesen, hogy a korábban egyértelmű, determinisztikus kapcsolatnak hitt összefüggés számszakilag nem bizonyítható. Ez egy viszonylag gyakori helyzet, amikor a szakmai logika egyértelműen valósnak vél egy összefüggést, érezzük hogy itt valaminek lennie kell, de az összefüggés statisztikai vizsgálata nem tükrözi vissza a hipotéziseinket. A terepen gyűjtött szakmai tapasztalattal a gyakorlott térképező gyakran nagy biztonsággal határozza meg a terepi objektumok határait. Ilyenkor a döntések egy mentális modell alapján történnek, melynek változó sokszor bonyolult, összetett környezeti, domborzati változók, melyeknek sokszor a megfogalmazása is nehéz, matematikai függvényekkel való egzakt megfogalmazásuk pedig szinte lehetetlennek tűnik. Ez azt jelzi, hogy a természet és a természeti folyamatok nem egyedi domborzati változókkal „dolgoznak”, hanem ezek összetett, összegyűrt egységeivel. Ezek felismerése és megfogalmazása egy olyan új feladat a geomorfológia és a társtudományok területén, amelynek megjelenésében a domborzatmodellek és a digitális domborzatmodellezés elterjedése meghatározó szerepet játszott. A környezettudományok szolgálatában álló domborzatmodellezés legfontosabb feladatai közé tartozik a terepi és a szakmai munka során kialakult mentális modellek digitális formába hozása, valamint a modellek eleminek kidolgozása. Ezek az elemek olyan domborzati változók, amelyek bizonyítható módon szerepet játszanak a vizsgált folyamat irányításában.

E cikk célja egy olyan új domborzati változó bemutatása, amely részben a felszíntagoltság, részben pedig a felszínformák jellemzésén keresztül értékes információt nyújthat a geomorfológia, talajtan, geológia és más természettudományok művelőinek is. A domborzati mutató az angol elnevezés rövidítéséből („Potential Drainage Density”) kiindulva a PDD, vagy felszíntagoltsági mutató nevet kapta. A cikk célja e mutató előállításának részletes ismertetése és lehetséges értelmezésének bemutatása.

A PDD a felszíntagoltság jellemzésére létrehozott változó. A felszíntagoltságot elsősorban a felszíni eróziós és deráziós folyamatok határozzák, amelyek intenzitását többek között a felszínre hulló csapadék és a felszíni lefolyási-beszivárgás viszonyok, a talajok beszivárgási tényezője és a felszíni kőzetek vízbefogadó, víznyelő képessége határozza meg. Minél kevesebb a felszíni beszivárgás, annál több a felszínen lefolyó víz, fokozottabb az erózió és kifejezettebb a felszín vízfolyásokkal, völgyekkel történő feltagolódása. A beszivárgás tehát fordított arányban áll a felszíni lefolyással. Homokos talajképző kőzeten a beszivárgás jelentős, ezért a felszíni lefolyás és annak eróziós hatása csekély. Az agyagos talajok és talajképző kőzeteken a beszivárgás minimális, a felszíni lefolyás nagy, a felszín feltagolódása ezért erőteljesebb és kifejezettebb lesz. Összefoglalva a fenti törvényszerűségeket kimondható, hogy a felszíntagoltság jó indikátora lehet a talajok és a talajképző kőzet minőségének.



1. ábra. Osztályozott PDD állomány a Kárpát-medence keleti felére. A barna szín jelenti a gerinceket, hátakat, illetve a lokális kiemelkedéseket, a zöld területek jelzik a hegy- és domboldalak, illetve az átmeneti területeket, míg a kék szín a völgyeket, illetve mély fekvésű területeket jellemzi. A nagyobb fekete négyyszög a 3. ábra, míg a kisebb a 4-5. ábrák területét mutatják.

A felszínagoltság mérése viszonylag bonyolult, elvont folyamat. Mérésének egy lehetséges útja a völgyhálózat, illetve a felszíni vízhálózat összes hosszának mérésén alapszik. Mérőszáma a vízfolyás sűrűség (DD), amely az egységnyi területre (A) eső időszakos és állandó vízfolyások összes hosszát adja meg.

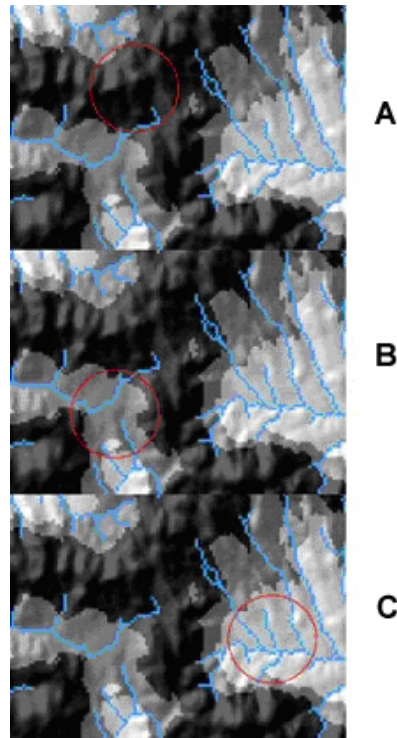
$$DD = \frac{\sum_1^n L}{A}$$

ahol, „L” az adott vízfolyás hossza, míg „n” a területen található vízfolyások darabszáma. Sajnos azonban a valós völgy/vízfolyás hálózat mérése viszonylag bonyolult. Pontos és megfelelő méretarányú topográfiai térképek meglétét igényli. A vízfolyások térképezése a gyakran nehezen meghatározható kiindulási pontja, változó vízhozam miatti időszakossága miatt nehéz, megjelenítése pedig erősen méretarány függő. Ezért ezen mérőszámok összevethetősége általában korlátozott, csak azonos forrásból, azonos típusú topográfiai térképről vett adatok esetén hasonlítható össze.

A cikk szerzője ehelyett egy új módszert javasol, a PDD függvény használatát. A PDD egy domborzatmodellből származtatható domborzati változó. A PDD a „Potential Drainage Density” rövidítése, ahol a P betű célja a valós és a mutató szám alapján számított vízfolyáshossz és vízfolyássűrűség közötti különbség kihangsúlyozása. A PDD csak a domborzat mai formakincsét veszi alapul, figyelmen kívül hagyva a völgyekben ténylegesen meglévő vagy hiányzó vízfolyásokat, amelyek megléte elsősorban az éghajlattól, a csapadékmennyiségtől és a beszivárgást meghatározó tényezőktől függ.

A PDD minden raszter alapú térinformatikai szoftverrel előállítható, amely rendelkezik hidrológiai modellezési eszköztárával.

A gyakorlatban a PDD a háta-gerincek, hegy és domboldalak, illetve a völgytalpak területének elkülönítésében használható a hegy és dombvidéi területeken (1. ábra). Alacsony PDD értékek a helyi magaslatokat, háta-gerinceket jelentenek. Az átmeneti értékek jelzik a hegy- és domboldalakat, ahol a magasabb értékek meredekebb, nagyobb relief intenzitással jellemzett hegyoldalakat jellemzik, míg az alacsonyabbak a domboldalakat kisebb lejtésű, kevésbé felszabdalt területeit jelzik. A magas PDD értékek a völgytalpakokat, alacsonyan fekvő területeket, medencéket jelzik (2. ábra).



2. ábra. „A” az alacsony, „B” a közepes, míg „C” a magas vízfolyássűrűségű területeket mutatja az ábrákon található karikákon belül. A fekete, szürke és a fehér foltok az alacsony, közepes és magas PDD-vel jellemzett területeket mutatják. A minta-terület a Cserehát egy 5-ször 3.5 km-es területét mutatja.

Kis relief intenzitással rendelkező sík területek esetén a PDD elsősorban a helyi mélyedések, vízgyűjtő medencék, árterek, vízállásos területek megjelenítésére használható. Ezeken a területeken az algoritmus a kis magasságkülönbségek ellenére igen nagy vízfolyássűrűséget hozhat létre a mélyedések területén, ahol a mélyedés talpa felé egyre inkább összetartó, konvergens „vízfolyásrendszer” alakul ki, ami természetesen igen magas, sokszor extrém PDD értékeket eredményez.

A PDD index számítása, létrehozása

A legtöbb raszter alapú térinformatikai rendszer alkalmas a folyamat végigfuttatására. Jelen esetben az ArcInfo GRID modulját használtuk a PDD létrehozására. A cikk függelékeként egy ArcInfo AML fájlt mellékelünk, amely a PDD-t automatikusan állítja elő. A folyamat során használt és ismertetett parancsok részletes leírása az ArcInfo szoftver leírásában érhető el.

A kiindulási DDM.

A PDD létrehozásához egy olyan domborzatmodellre van szükség, amely nem tartalmaz lokális, lefolyástalan mélyedéseket, amelyek gyakran a DDM készítése során fellépő mesterséges hibák eredményeképpen jelennek meg az állományban. Ezek a kis „vízcsapdák” a rajtuk átfolyó vízfolyások számára a végállomást jelentik. Bennük a vízfolyások eltűnnek mint egy víznyelőben. Ezeket a kis „hiba” mélyedéseket, csapdákat „be kell tölteni” a víznyelő széléig, hogy a bele érkező vízfolyás irányát megtartva innen tovább tudjon folyni a csapdán keresztül a tényleges végállomása felé. Ezt a műveletet az ArcInfo

szoftver GRID modulján belül a FILL paranccsal hajthatjuk végre. A művelet végrehajtásánál kritikus tényező a parancs maximális feltöltési mélységet meghatározó változójának beállítása. A maximális feltöltési mélységet meghaladó mélységű mélyedések nem töltődnek be, azok érintetlenül maradnak. Ezzel biztosítható, hogy a művelet során csak a kicsi, a terület általános jellemzőit nem befolyásoló méretű mélyedések töltődnek be, míg a vízháztartást ténylegesen jellemző süllyedékek, mélyfekvésű területek, medencék érintetlenül maradnak. Természetesen ennek a maximális értéknek a meghatározása függ az eredeti DDM jellemzőitől, felbontásától, minőségétől. A mélységi-maximum határérték meghatározása és optimalizálása többszöri ismétléssel lehetséges. Egy alacsony értéktől kiindulva addig emeljük a határértéket, amíg a feltöltő művelet nem érinti a számunkra fontos felszínformákat. Példaképpen a 90 méteres felbontású SRTM adatbázist említjük, ahol a többszöri ismétlés és elemzés után a 20 méteres határértéket találtuk megfelelőnek (Farr és Kolbrick, 2000). Természetesen a „megfelelő” kifejezés jelen esetben a PDD létrehozási folyamatára értendő, más alkalmazások ettől eltérő határértékeket kívánhatnak meg. A 20 méteres határértéket használva viszont megállapítható, hogy a „csapdák száma igen jelentősen csökkent, az eredeti körülbelül 3-4 százalékára, míg az állomány vizuális vizsgálata lényegi változást nem mutatott, az uralkodó terepformák mind „túléltek” feltöltési műveletet.

Irodalom

- Dobos E., E. Micheli, M.F. Baumgardner, L. Biehl and T. Helt. 2000. Use of combined digital elevation model and satellite radiometric data for regional soil mapping. *Geoderma*. 97:367-391.
- Dobos, E. 1998. Quantitative analysis and evaluation of AVHRR and terrain data for small scale soil pattern recognition. PhD. Thesis. Purdue University, West Lafayette, Indiana USA.
- Jenson, S.K. and Domingue, J.O. 1988. Extracting topographic structure from digital elevation data for geographic Information system Analysis. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. Vol. 54:11, 1593-1600.
- Dobos E., Hegedűs A. (eds) 2005. Domborzatmodell alkalmazások Magyarországon. Hundem2004 konferencia közleményei. Miskolc. 2004 november 11-12. Miskolci Egyetem. ISBN 9636616868
- Farr, T. G. and M. Kolbrick. 2000. Shuttle Radar Topography Missions produces a wealth of data. *American Geophysical Union, EOS* v 81 p. 583-585.
- Wilson, J.P. és Gallant J.C. 2000. *Terrain Anlysis. Principles and applications*. John Wiley and Sons Inc. USA.

Referred web page

- [1] <http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.1/index.cfm?TopicName=welcome>

1. táblázat. Domborzat-modellekből származtatható felszínleíró változók

Elsődleges domborzati jellemzők	számítása	Rövidítések	Jelentősége
Tengerszint feletti magasság			csapadék mennyiség, hőmérsékleti viszonyok, helyzeti energia, vegetáció
A pont feletti lejtőoldal átlagos magassága			helyzeti energiák
A pont feletti lejtőoldal átlagos lejtése			felszíni vizek áramlási sebessége, eróziós ráta, vízháztartás
A pont alatti lejtőoldal átlagos lejtése			eróziós ráta, erodált anyagok lerakása, lejtőhordalék képződés,
A vízgyűjtőterület átlagos lejtése			ráfolyó víz mennyisége, beszivárgás és a felszíni lefolyás aránya, erózió,
A pont relatív helyzete	Megadott területen belül azon pontok előfordulása, százalékos kiterjedése, amelyek a vizsgált pontnál alacsonyabbak		helyzeti energia, relief energia, eróziós és felhalmozási területek.
Lejtő %			felszíni és felszín alatti vizek lefolyási sebessége, beszivárgási arány, besugárzás és párologtatás, erodálódás, talajnedvesség-tartalom, vízháztartás, vegetáció
Lejtő irányú lejtőprofil	Konkavitás, illetve konvexitás mértéke		gyorsuló vagy lassuló felszíni lefolyás, eróziós képesség, lejtőhordalék képződés, vízhatás, közettípus, termőréteg vastagság
Lejtőre merőleges irányú lejtőprofil	Konkavitás, illetve konvexitás mértéke		felszíni és felszín alatti vizek összefolyása vagy szétáramlása, vízhatás csökkenése, illetve erősödése, eróziós és feltöltődő területek elhatárolása
Tangenciális lejtőprofil	Lejtőre merőleges irányú lejtőprofil szorozva a lejtéssel		vizek összefolyása vagy szétáramlása, folyási sebesség, vízhatás csökkenése, illetve erősödése, eróziós és feltöltődő területek elhatárolása
A pontoz tartozó vízgyűjtő terület			ráfolyó víz mennyisége, beszivárgás és a felszíni lefolyás aránya, erózió
Lejtőhossz			lefolyó víz felgyorsulása, sebessége, anyagszállítás, terjedési sebesség
Helyi erózióbázistól való távolság			anyagszállítás, terjedési sebesség, vízhatás, talajvíz mélysége
Helyi erózióbázis feletti magasság			eróziós ráta, helyzeti energia,
Kitettség			talaj hőháztartás, potenciális evapotranspiráció, csapadék mennyisége, talajok vízháztartása, vegetáció

1. táblázat folytatása			
Másodlagos domborzati jellemzők			
Nedvességi index (Wetness index WI v. Compound Topographic Index: CTI)	$\ln (A / \tan \beta)$	A: vízgyűjtő terület; β: lejtő fokokban	Hidromorf bélyegek, talaj telítettség állapot, katéna modell
Vízfolyás energia index (Stream Power Index: SPI)	$\log (A * S)$	A: vízgyűjtőterület; S: lejtő fokokban	Eróziós ráta, lejtőhordalék képződés, talajképző kőzet, felszíni lefolyás, beszivárgás
Vízfolyás közelségi index (Drainage Proximity Index: DPI)	$(E_{dr} / P_{dr}) * 100$	E _{dr} : Helyi erózióbázis feletti magasság, P _{dr} : Helyi erózióbázistól való távolság	Talajvíz mélysége, hidromorfítás, szervesanyag mennyisége, eróziós és felhalmozódási folyamatok becslése
Összegyűjtött ráfolyási index (Accumulated Flow Index: AFI)	A_{dr} / E_{dr}	E _{dr} : Helyi erózióbázis feletti magasság, A _{dr} :a legközelebbi vízfolyásszakaszhoz tartozó vízgyűjtő nagysága	Eróziós hatás, vízháztartás, talajmélység,
Üledék szállító képesség indexe (Sediment Transport Capacity Index: STCI)	$(A / 22.13)^{0,6} * (\sin S / 0,0896)^{1,3}$	A: vízgyűjtő terület; S: lejtő százalék	Eróziós-felhalmozódási folyamatok jellemzése
Felszíni vízfolyás hálózat	Adott értéknél nagyobb "vízgyűjtőjű" képelemek		Talajképző kőzet tulajdonságai, vízháztartás, klíma
Felszíntagoltsági mutató (Potential drainage density: PDD)	Vízfolyás cellák adott területre eső száma		Hidromorf területek elhatárolása, feltöltődő területek és eróziós területek szétválasztása, kőzettípus, termőréteg vastagság, szervesanyag tartalom.