

Demeter Gábor

Morfometriai és litológiai tényezők kapcsolatának kvantitatív vizsgálata a Bükkben és északi előterén (tézisek)

Célok

A disszertációban a geomorfológiában ritkábban alkalmazott statisztikus felszínelemzés használhatóságát vizsgáltuk Bükk északi előterén kőzetmorfológiai szemléletű megközelítést alkalmazva. A célok a következőképpen foglalhatók össze:

- a felszínelemzés érzékeny és kevésbé érzékeny paramétereinek tekinthető *morfológiai és litológiai változók* kiválasztása;
- a felszínelemzés érzékeny paramétereinek tekinthető *statisztikai paraméterek* vizsgálata;
- a kiválasztott paraméterek közötti *kapcsolatok erősségének vizsgálata* (átszámíthatóság), az ok-okozati viszonyok feltárása és az egyes tényezők szerepe a kapcsolatok alakulásában, az összefüggések minőségi és mennyiségi jellemzőinek meghatározása, a független és az interdependens változók azonosítása, a változók számának redukálhatósága, a litológiai és morfológiai tényezők egymással helyettesíthetősége;
- a regionális léptékű adatok lokális érvényességének vizsgálata, a vizsgálati eredmények kiterjeszhetősége;
- a statisztikus felszínelemzés optimális körülményeinek meghatározása (adatmennyiség, adathalmaz szűrése) és a különböző léptékű adatok megbízhatóságának vizsgálata (felbontás, általánosíthatóság);
- a nem geomorfológiai célból született, műszaki tudományokban használt mérőszámok (pl. a kőzetkeménység minősítése) és kísérleti eszközök geomorfológiai célú hasznosítása (és fordítva), ezáltal a geomorfológiai térképezés eszköztárának fejlesztése, az erózióérzékeny területek kijelölése, a geomorfológiai térképezést segítő;
- új módszertani eljárások kidolgozása, ill. a korábbi módszerek használhatóságának, relevanciájának vizsgálata az új eredmények tükrében;
- a különböző elven alapuló denudációs előrejelzések összehasonlítása és relevanciája a mintaterületen;
- az időtényező szerepe a paraméterek közötti kapcsolat módosulásában;
- térinformatikai módszerek érzékenysége, a hagyományos és térinformatikai módszerek eredményének különbségei, nem morfometriai célból született szoftverek alkalmazhatósága a geomorfológia területén.

Anyag és módszer

A vizsgálatok alapját egy részletes térinformatikai adatbázis szolgáltatta. A *digitális topográfiai adatbázis* alapját az 1:50 000 léptékű térképek 10 m-es

digitalizált szintvonalai jelentették. A domborzatmodell (DTM) krigeléssel, a szintvonalak digitalizálása a GeoMedia 4.0 segítségével készült. Idrisi 32 szoftver felhasználásával Szabó Sz. segítségével három különböző léptékű digitális terepmodell (DTM) készült el a mintaterületre 25x25, 50x50 és 100x100 m/pixel felbontásban. A pixelek száma rendre 2.373.000, 593.000 és 148.000 volt.

Az előállított raszter alapú adatbázisban rekordként minden egyes pixelhez tartozott egy kőzetfizikai jellemző (a kőzettípus, illetve az ezt reprezentáló litológiai tényező: a nyomószilárdság, koptatottság, vízfelvevő-képesség, fagyállékonyság értéke számmal kifejezve), egy magasság, illetve lejtőmeredekség-érték %-ban kifejezve, ill. az erózióbázistól való távolság m-ben kifejezve, a lefolyási értékszám, a kitettség és a costpush értéke. A morfometriai változók esetében minden pixel saját, a digitális terepmodellből származtatott értékkel rendelkezett (kivéve a denudációs rátát), a litológiai tényezők esetében viszont egy kőzettípuson belül minden pixel azonos értéket kapott. Ennek oka a rendelkezésre álló litológiai adatok nagyságrendekkel kisebb száma volt.

Litológiai tényezőként az UCS (egyirányú nyomószilárdság) került kiválasztásra, illetve vizsgáltuk más kőzetfizikai paraméterekkel kapcsolatát. A klimatikus hatásokkal szembeni ellenállóképességet fagykamrában, a szállítással szembeni ellenállóképességet Los Angeles-dobban saját mintákon mértük.

A mérnökgeomorfológiai vizsgálatok eredményei:

351 irodalmi adat alapján meghatároztuk a mintaterületre jellemző kőzettípusok egyirányú nyomószilárdságának (UCS) értékeit. Megvizsgáltuk a kapcsolat jellegét és erősségét a mintaterület kőzeteit jellemző, a műszaki tudományokban alkalmazott litológiai tényezők (UCS, tagoltsággal módosított UCS, RMR, belső súrlódási szög) között. Bemutattuk, hogy az UCS, mint litológiai paraméter jól reprezentálja a kőzet ellenállóképességét, így morfológiai vizsgálatokban jól alkalmazható, ráadásul független az időtényezőtől. Meghatároztuk az UCS kapcsolatát a morfometriai tényezőkkel és megadtuk a kapcsolat jellegét és erősségét.

Los Angeles-dob segítségével meghatároztuk a mintaterületre jellemző kőzettípusok kopásállóságának értékeit 50 saját mérési adat alapján. Megállapítottuk, hogy erős kapcsolat van az UCS és kopásállóság között, s megadtuk ennek egyenleteit. Szintén meghatároztuk a kopásállóság és más litológiai ill. morfológiai tényezők kapcsolatának erősségét és jellegét.

Kimutattuk, hogy a kapcsolat a vízfelvevő-képesség és a többi morfológiai és litológiai változó között nem olyan karakteres, mint az UCS vagy a kopásállóság esetében.

Meghatároztuk a mintaterület kőzettípusaira jellemző fagyállósági értékeket (egy időpillanatban) 20 minta fagykamrában történő vizsgálata alapján.

Bemutattuk a fagyállóság kapcsolatának erősségét és jellegét más litológiai, építőmérnöki és morfológiai tényezőkkel, megállapítva, hogy e kapcsolat nem olyan erős, mint az UCS esetében.

Megállapítottuk, hogy bár a fenti tényezők a kőzetek más-más minőségi jellemvonásaira utalnak, a statisztikus felszínelemzés során paraméterként nem használhatók független változóként, az UCS helyettesítheti őket.

A részletes vizsgálatok során kísérletet tettünk a mérnöki tudományok számára fontos paraméterek kiszámítására morfometriai adatokból és fordítva. Megállapításunk szerint az alapkőzet egyirányú nyomószilárdsága becsülhető a lejtőgyakoróságok ismeretében: a lejtőgyakoróságokat és az UCS-t kétváltozós diagramon ábrázolva a 4-10% és 44%< lejtőkategória-intervallumok egyenletei alapján számított nyomószilárdsági értékek átlagaként meghatározható a valódi UCS.

Megállapításunk szerint az alapkőzet kopásállósága (Los Angeles-dob) szintén becsülhető a 4-10%-os és a 44%<-os meredekségű lejtőintervallumok gyakorisági értékeiből. Az előbb említett vizsgálatok segíthetnek a kőzetkeménység megbecslésében a tényleges (és költséges) vizsgálatok elvégzése előtt.

Javasoltuk, hogy a mérnökgeomorfológia eszköztárának bővítéseként a hagyományosan ábrázolt témák (lejtőmeredekség, formakincs, folyamat, állapot, kor, kőzetminőség) mellett feltüntetésre kerülhet minőségi jellemzőként az UCS vagy a kopás- és fagyállóság értéke is (akár úgy is, hogy nagyobb pontosságot elérve egy kőzettípusnál nem egy, hanem több értéket tüntetünk fel optimális mintavételezés után.)

Morfológiai eredmények:

Bizonyítottuk, hogy az angolszász megközelítés a magasság és állékonyság (vertikális kiterjedés) mint morfometriai paraméter és a litológia (kőzetkeménység) szoros kapcsolatát illetően nem általánosítható, de vizsgálati területünk sajátos adottságai miatt a két tényező kapcsolata mégis értelmezhető.

Megállapítottuk, hogy kapcsolat van a vizsgálati területen a kőzet keménysége és átlagos magassága, valamint vertikális kiterjedése között és megadtuk a kapcsolat jellegét és erősségét. Adathiány miatt nem dönthető el, hogy ez a szelektív denudációnak köszönhető vagy kiemelkedés eltérő ütemének.

Kimutattuk a kapcsolatot a kőzetek keménysége és átlagos lejtése, a kőzetek átlagos lejtőmeredeksége és átlagmagassága között megadva a trend jellegét.

Meghatároztuk a korrelációs együtthatók és kétváltozós diagramok (az erózióbázistól való távolság és a maximális és minimális lejtés változása alapján) képe alapján, a területre jellemző kőzettípusok lejtőalakját és a lepusztulás típusait.

Korrelációs mátrix segítségével, klaszteranalízissel, dendrogram készítésével feltártuk a kapcsolatrendszer természetét és a tényezők „rokonsági fokát” a morfometriai és litológiai faktorok átlagértékei között. Eredményeink arra utalnak, hogy a litológiai tényezők között erős a kapcsolat – ami részben annak köszönhető, hogy nem tekinthetők egymástól független változóknak – s a Láng-féle lineáris denudáció és a lejtőmeredekség is kapcsolatot mutat velük, míg a magasság és az erózióbázistól való távolság, mint paraméter elkülönülnek (**1. és 3. táblázat, 1-2. ábra**).

A litológia figyelmen kívül hagyása befolyásolja a közettípusok közti rokonsági kapcsolatok kimutatásának pontosságát. Litológia nélkül a morfometriai paraméterek alapján a pixelek 75%-át sikerült helyesen besorolni a három fő közettani csoportra leszűkített petrofizikai egységekbe. Ennél több kategória esetén a diszkriminancia analízis pontossági eredménye romlik, illetve üres csoportok keletkeznek.

Főkomponens-analízis alapján a vizsgált 11 litológiai és morfometriai paraméter besorolhatóvá vált 5 faktorba. Regresszió-analízis és parciális kiorrelációs vizsgálatok segítségével megadtuk az egyes tényezők szerepét, súlyát a kapcsolatok erősségének alakulásában (**2. táblázat**).

Bizonyítottuk, hogy a relatív relief nem jól használható statisztikai felszínelemzést használó térinformatikai alapú vizsgálatokban, mert nem egyetlen minőségi tulajdonságra utal: a reliefet a lejtőmeredekség és a felszabdaltság/lejtőhossz határozza meg. Ugyanakkor megállapítást nyert, hogy a relatív relief és a meredekség együttesen alkalmas a felszínfejlődés előrehaladottságának, a felszínérettségnek a vizsgálatára különböző korú és felépítésű területek esetében.

Meghatároztuk a területre jellemző közetspecifikus lejtőprofilokat. Az ún. statisztikus lejtőprofil szerkesztésével meghatározható egy terület közetfizikai kategóriáinak relatív eróziós ellenállása. Ezt megtettük mind közös erózióbázist feltételezve (Scheidegger 2. nemlineáris modellje szerint), mind közös tetőszíntet feltételezve (3. nemlineáris modell). Az előbbi a völgybevágódás okozta különbségeket, az utóbbi a laterális erózió okozta különbségeket (völgyzélesség-völgysűrűség) mutatja be a mintaterületen (**3-4. ábra**).

Igazoltuk, hogy kisebb vizsgálati egységeken is releváns a lejtőgyakorosság és a kőzetkeménység közötti összefüggés, majd továbbgondolva eredményeinket, bevezettük a vízgyűjtő-érettség fogalmát, megmutattuk, hogy a statisztikus lejtőprofil alapján számított eróziós ellenállás abszolút (nem a %-os) mérőszámai a hasonló kőzetekből felépülő, de mégis eltérő lejtésviszonyokkal jellemezhető vízgyűjtők érettségét jól jellemzik.

Feltártuk Ahnert regionális denudációs képletében rejlő ellentmondást, mely számol a lejtőszöggel, de a kőzetkeménységgel nem - ráadásul a lejtőszögön alapuló denudációt levezethetőnek tartja relatív reliefből, ami ellentmond Scheidegger értelmezésének - holott a disszertációban bizonyítást nyert, hogy a kőzetkeménység és az átlagos lejtés összefügg. Rávilágítottunk annak

tarthatatlanságára, hogy a nagyobb lejtés mindig nagyobb denudációt eredményez – ugyanis a nagyobb lejtés keményebb kőzethez tartozik, ahol pedig kisebb a denudáció. A különböző regionális/lokális illetve lejtésalapú/kőzetalapú/reliefalapú denudációs modellek tesztelése a mintaterületen bizonyította, hogy a levezetett modellek nem általános érvényűek, hanem sokszor területspecifikusak. Megkérdőjelezhető, hogy a magasságon és lejtőszögön alapuló modellek ekvivalensek lennének, még akkor is, ha Ahnert egyiket a másiktól vezette le.

Kidolgoztunk egy újfajta, kőzetkeménységgel és a regionális, általános kiemelkedéssel módosított denudációs egyenletet, megállapítottuk, hogy a kiemelkedés miatt a denudáció növekszik a kiemelkedéssel nem számoló modellekhez képest, miközben a térszín magassága is emelkedik. Meghatároztuk a kőzetkeménység szerepét a denudáció mértékének módosításában. Kísérletet tettünk 1 millió évre előrejelezni a felszínformák módosulását (dinamikus modell).

Megszerkesztettük a terület lejtőszögön és kőzetkeménységen alapuló potenciális denudációs térképét (statikus modell) (**5. ábra**).

Megvizsgáltuk a morfometriai és litológiai tényezők közötti kapcsolatok erősségének időbeli módosulását, a denudációs egyenletekből kiindulva 1 millió év múlva.

Lokális léptékben bizonyítottuk, hogy a deráziós völgyek lerontják az összefüggést a relatív relief és a völgsűrűség között: minél nagyobb a deráziós völgyek sűrűsége, annál kisebb a relief; a deráziós völgyek nem a felszín felszabdaldódását erősítik, hanem a különbségek kiegyenlítését szolgálják. Szintén bizonyítottuk, hogy a kőzet keménységének növekedésével az eróziós árkok válnak dominánssá, puha kőzeten a derázió völgyek dominálnak.

Regionális vizsgálataink során megállapítottuk a morfometriai (relief, lejtősség, völgsűrűség), klimatikus és litológiai paraméterek kapcsolatát, az egyes tájegységek közötti rokonsági fokot és a paraméterek közötti rokonságot (**4-5. táblázat, 6-7. ábra**).

Kimutattuk, hogy kis területegységen és regionálisan is nyomozhatók a morfológiai szintek maradványai térinformatikai módszerek alkalmazásával. Bizonyítottuk a lokális, keresztshelvényeken alapuló vizsgálatok nagyobb pontosságát a regionális térinformatikai módszerekkel szemben, ez utóbbiak 2 terasz és két egyéb szint kimutatását tették lehetővé, míg a geoinformatikai lekérdezések 1 terasz és 1 hegyláb felszín kimutatását eredményezték (6. fejezet).

Kimutattuk a törésirányok és völgyirányok korrelálhatóságát a vizsgálati területen.

Bizonyítható, hogy a Darnó-vonal és a Bükk-előtér töréseinek azimutja kelet felé folyamatosan növekszik, ami arra utal, hogy a bükki alaphegységi zóna kemény testként az óramutató járásával ellentétes rotáció során ÉNy-i irányú támadásvonal mentén pikkelyezi fel a puha üledékekkel borított előterét és a

paleozóos aljzatot. A domináns völgyirányokból arra következtettünk, hogy a keleti tektonikai blokkon egy kétgenerációs, két domináns iránnyal rendelkező törésrendszer helyezkedik el, mely a Bükk ÉNY-i, óramutató járásával ellentétes irányú rotáló mozgásának nyomait őrzi, így a törés- és völgyirányok eloszlása újabb adalékot szolgáltat a Bükkium szerkezetfejlődéséhez.

Bizonyítottuk, hogy a rövid – értelemszerűen fiatalabb – vízfolyások eltérő irányultságúak, mint a hosszabbak (idősebbek), s az előbbieket a terület általános lejtésirányát veszik fel, nem a domináns völgyirányokat és nem a domináns törtésirányokat. Meghatároztuk a területen a regresszióérzékeny völgyirányokat.

Térinformatikai-módszertani eredmények:

A különböző felbontások összehasonlító morfometriai-statisztikai vizsgálatai szerint a 100x100 m/pixel felbontás a 25x25 és 50x50 m/pixel felbontással ellentétben nem tűnik megfelelőnek a statisztikus felszínelemzéshez, mert a felbontás a kis lejtésű területek gyakoriságát megnöveli.

Kifejlesztettünk egy, az erózióbázistól való távolság és a lejtőmeredekség korrelációs koefficiensén alapuló módszert a domború s homorú lejtők elkülönítésére. Regionális és lokális kutatásokban alkalmaztuk a klaszteranalízist a tájak, illetve a paraméterek közötti kapcsolat, rokonság ill. helyettesíthetőség bemutatására, a parciális korrelációt, főkomponens-analízist és a lineáris regresszió-analízist a statisztikus felszínelemzésben a vizsgált paraméterek az adatok redukciójában és a kapcsolatok alakításában játszott szerepének bemutatására.

Bizonyítottuk, hogy a módusz, az átlag és a szórás egyenértékű statisztikai paraméterek: a vizsgálatokban helyettesíthetik egymást, az abszolút számokkal mért keménység és a rangsorrend között nincs döntő differencia korrelációs vizsgálatok esetén.

A maradványszint és völgyirány-statisztikai vizsgálatokkal bizonyítottuk, hogy az Idrisi kitűnően használható geomorfológiai célú kutatásokra, jóllehet nem erre a célra fejlesztették ki. Kidolgoztuk a maradványszint-vizsgálat Idrisi-alapú módszertanát.

Részben új módszereket dolgoztunk ki a maradványszintek azonosítására, részben régi módszereket sikerült a térinformatika segítségével az egész területen adaptálni. Az általunk vizsgált puffer, cost-push, legkisebb lejtés, inverziós és kombinált módszerek közül módszertanilag és eredményeit tekintve is a legkisebb lejtés elve bizonyult a leginkább alkalmazhatónak: ez egyezik leginkább a korábbi megállapításokkal, ill. igen jól osztályozott halmazt ad.

Kidolgoztuk a völgyiránystatisztikai vizsgálatok módszertanát. A völgyirány-statisztikai vizsgálatoknál bevezettük a hosszal súlyozott völgyirányok lekérdezését és ennek eredményét összevetettük a darabszám szerinti völgyirány-eloszlással. A hagyományos rácshálós módszer mellett kidolgoztunk

és összevetettünk egy hibrid és egy generált lefolyási hálózaton alapuló modellt, bizonyítva, hogy az Idrisi alkalmas völgyirány-statisztikai vizsgálatokra.

Kidolgoztuk a völgyirányok és a törésirányok korrelációjának módszertanát: bizonyítottuk, hogy erős korreláció csak akkor mérhető, ha a polimodális völgy- és törésirány-megoszlás esetében a móduszokon kívül rekedő halmazt kizárjuk a vizsgálatból.

A statisztikus lejtőprofil megszerkesztésével ábrázolástechnikailag is átláthatóbb rendszerhez jutottunk, mint amilyen a hagyományos hisztogramos módszer.

Igazoltuk, hogy a hagyományos, mezőgazdasági célú alkalmazásra létrehozott lejtőkategóriák a mintaterületen jól alkalmazhatók geológiai célú vizsgálatainknál, mert a kőzetek keménységét jól reprezentálják az egyes intervallumok különböző gyakoriság-értékei.

UCS becslése lejtőgyakoriságok alapján:

$$(y_1 + y_2)/2, \text{ ahol}$$

$$y_1 = 32500x_{(4-10\%)}^{-2.6}; \quad y_2 = 7.2e^{0.42x_{(44\%<)}}$$

(y: UCS, MPa; x: a 4-10%-os lejtők gyakorisága %-ban)

Relatív denudációs ellenállás becslése statisztikus lejtőprofil alapján:

$$r_{er_pc} = \sum_{i=1}^5 (fr_i \times tg \alpha_i)$$

$$r_{reg} = \sum_{i=1}^5 (fr_i \times ctg \alpha_i)$$

fr_i egy adott lejtőkategória intervallum %-ban kifejezett, dimenzió nélküli relatív gyakorisága
 α_i minden egyes lejtőkategória intervallum felső értéke (fokban megadva).
 A r_{er_pc} egy dimenzió nélküli szám.

Kopásállóság becslése a lejtőgyakoriságból (nedves, 0,9 km-en, %-ban)

$$(y_1 + y_2)/2$$

$$y_1 = -3,6x_{(4-10\%)} + 130$$

$$y_2 = 8,25Ln(x_{(44\%<)}) + 75$$

y = kopásállóság Los Angeles-dobban (%); x: az adott kategória lejtőgyakorisága %-ban

1. táblázat. A morfológiai és litológiai tényezők korrelációs mátrixa (Pearson-korreláció) az átlagértékek felhasználásával 25x25 m/pixel felbontás esetén

Table 1. Pearson correlation matrix of morphometric and lithological features based on average values per petrophysical categories, 25x25 m/pixel resolution

R értéke	UCS (MPa)	Lejtés (%)	Magasság (m)	Erózió-bázis táv (m)	Kopás-állóság (%)	Víz-felvevő-képesség	Denudáció (m/mó év)	Fagy-állóság (%)	Kitettség (°)	Costpush	Lefolyás
UCS	1,000	0,833**	0,931**	0,548	0,781*	-0,661	-0,810**	0,741*	-0,312	0,771**	0,595
Lejtés	0,833**	1,000	0,831*	0,701*	0,781*	-0,657	-0,740*	0,748*	0,033	0,772**	0,471
Magasság	0,931**	0,831**	1,000	0,667*	0,662*	-0,723*	-0,850**	0,784*	-0,176	0,832**	0,734*
Eróziób. táv	0,548	0,701*	0,667*	1,000	0,291	-0,438	-0,394	0,407	-0,066	0,309	0,095
Kopásáll.	0,781*	0,781*	0,662	0,291	1,000	-0,703*	-0,607	0,606	0,103	0,747*	0,446
Vízfelv.	-0,661	-0,657	-0,723*	-0,438	-0,703*	1,000	0,636	-0,648	0,096	-0,740*	-0,551
Denudáció	-0,810**	-0,740*	-0,850**	-0,394	-0,607	0,636	1,000	-0,973**	0,139	-0,834**	-0,784*
Fagyállóság	0,741*	0,748*	0,784*	0,407	0,606	-0,648	-0,973**	1,000	-0,014	0,861**	0,712*
Kitettség	-0,312	0,033	-0,176	-0,066	0,103	0,096	0,139	-0,014	1,000	0,163	0,053
Costpush	0,771*	0,772**	0,832**	0,309	0,747*	-0,740*	-0,834**	0,861**	0,163	1,000	0,857**
Lefolyás	0,595	0,471	0,734*	0,095	0,446	-0,551	-0,784**	0,712	0,053	0,857**	1,000

* szignifikanciaszint 0,05

** szignifikanciaszint 0,01

2. táblázat. A 11 morfológiai és litológiai tényező faktoranalízise

Table 2. The result of factor analysis (principal components) of 11 morphologic and lithological features

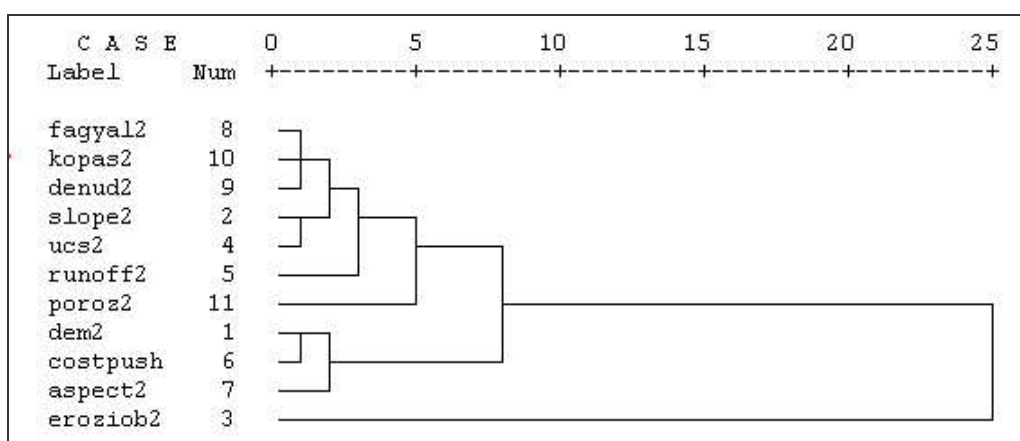
Rotated Component Matrix/főkomponensek

	1	2	3	4	5
magasság	0,555	0,325	0,577	0,311	-0,017
lejtés	0,210	0,834	-0,004	-0,195	0,026
kitettség	-0,008	0,026	0,043	0,004	0,998
erozióbázis	0,099	0,019	0,953	-0,032	0,050
costpush	0,236	0,758	0,137	0,317	0,008
lefolyas	0,059	0,012	0,016	0,941	0,004
ucs	0,861	0,192	0,249	0,079	-0,031
fagyállóság	0,918	0,212	0,084	0,066	-0,007
vízfelvevő	-0,787	-0,058	-0,061	-0,043	-0,004
kopásállóság	0,859	0,135	0,000	-0,054	0,031
denudáció	-0,919	-0,205	-0,117	-0,088	0,018
KMO=0,77	45%	11%	9%	9%	8%

	Standardizált koeficiens	
	Lejtés	Magasság
Magasság	0,051	<i>Erózióbázis</i>
Erózióbázis	0,013	<i>UCS</i>
<i>UCS</i>	<i>0,300</i>	Lejtés
	Erózióbázis	UCS
<i>Magasság</i>	<i>0,672</i>	<i>Magasság</i>
UCS	-0,227	Erózióbázis
Lejtés	0,011	Lejtés

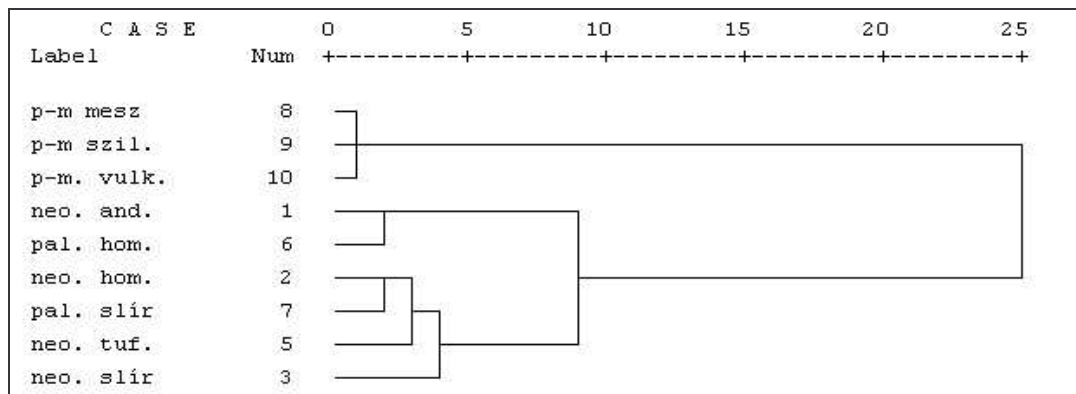
3. táblázat. Lineáris regresszió-analízis standardizált koeficiensai (p=0,000) a főbb morfológiai tényezők esetében

Table 3. Standardized coefficients of regression-analysis: the role of morphometric parameters



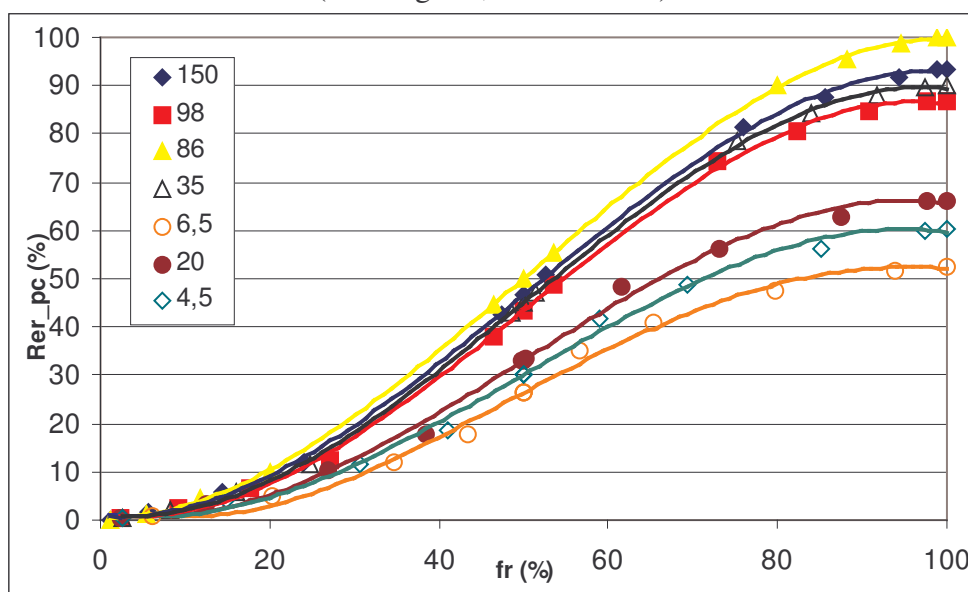
1. ábra. A morfológiai és litológiai tényezők kapcsolata a teljes adatsor klaszteranalízise alapján

Fig. 1 The connection between morphometric and lithologic features based on the cluster analysis of the database



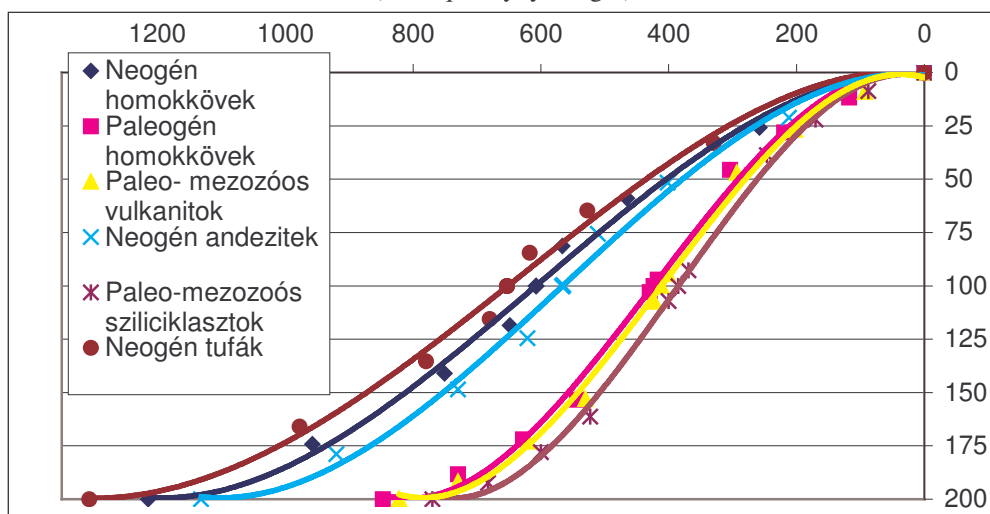
2. ábra. A kőzettípusok hierarchikus klaszterezéssel készült dendrogramja (SPSS, standardizált átlagértékek alapján)

Fig. 2 The connection between rock types based on cluster analysis using mean values (dendrogram, standardized)



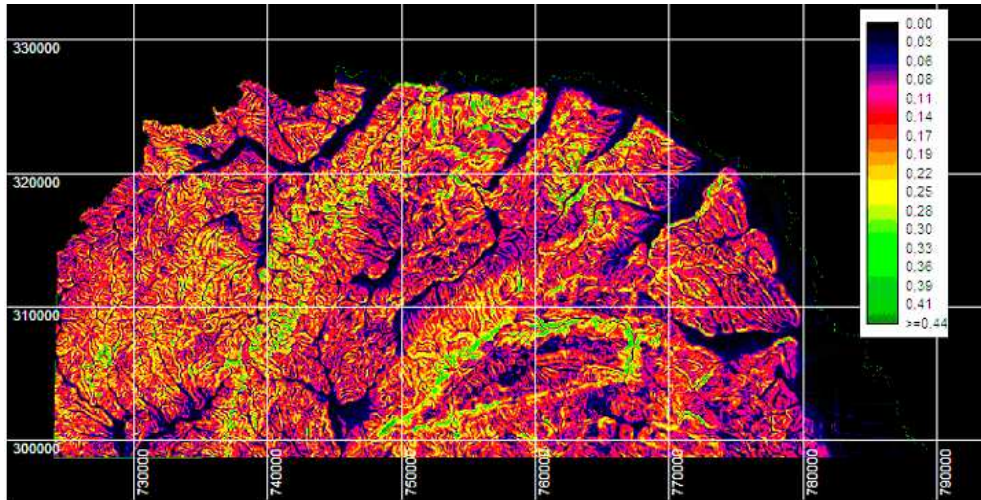
3. ábra. A Bükk-előtér kőzetsorozatjainak statisztikus lejtőprofilja közös erózióbázis esetén

Fig. 3 The statistical slope profile of rocks with different UCS (Bükk foreland) assuming common base level (x: frequency, y: height)



4. ábra. A Bükk-előtér kőzetsorozatjainak statisztikus lejtőprofilja közös tetőszint feltételezése esetén

Fig. 4 The statistical slope profile of rocks with different UCS (Bükk foreland) assuming common ridge level



5. ábra. A Bükk és előtere potenciális denudációs térképe a kőzetminőség és a lejtés függvényében
 Fig. 5 The potential denudation map based on slope gradient and rock strength (Bükk foreland)

4. táblázat. Kapcsolat az egyes paraméterek között 9 tájegység adatai alapján
 Table 4 Correlation between parameters for 9 landscapes

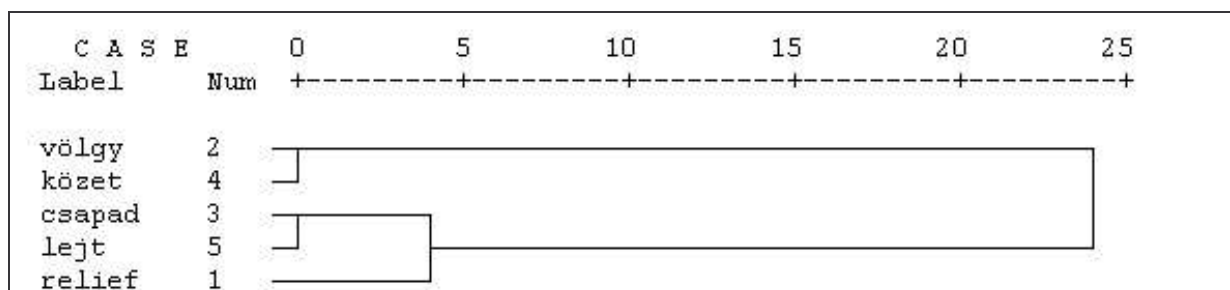
	relief	völgsűrűség	csapadék	kőzetmin.	lejtősség
relief	1,00	0,836**	0,380	0,656*	0,827**
völgsűrűség	0,836**	1,00	0,282	0,426	0,341
csapadék	0,380	0,282	1,00	0,462	0,153
kőzetminőség	0,656*	0,426	0,462	1,00	0,730
lejtősség	0,827*	0,341	0,153	0,730	1,00

** p=0,01

*p=0,05 szignifikancia

5. táblázat. Regresszióanalízis eredménye az Északi-középhegység egyes tájegységein
 Table 5 The standardized coefficients based on regression-analysis for several parameters

Relief (r=0,948)	St. koeff.	Völgsűr. (r=0,9)	St. koeff.	Kőzet (r=0,66)	St. koeff.	Lejtősség (r=0,917)	St. koeff.
völgsűr.	0,524	csapadék	-0,509	csapadék	0,003	csapadék	0,846
csapadék	0,222	kőzet	-0,020	lejtősség	1,000	relief	-0,129
kőzet	-0,108	lejtősség	-0,155	relief	-0,501	kőzet	0,300
lejtősség	0,645	relief	0,822	völgsűr.	-0,060	völgsűr.	-0,020



6. ábra. A morfológiai paraméterek kapcsolata egymással 9 tájegység alapján
 Fig. 6 The connection between morphometric parameters based on 9 landscapes
 (dendrogram based on clusterization)

compressive strengths and the frequency distributions of slope gradients – a case study in Northern Hungary. *Geomorphology*, 71, November, pp. 424-436.

Demeter G. (2006): The Effects of Landuse-Changes on the Landscape Generated by Socio-economic Needs in a Coal-mining Hilly Region of Northern Hungary. In: *Anthropogenic Aspects of Landscape Transformations 4*. University of Silesia – Faculty of Earth Sciences. Sosnowiec-Będzin, pp. 15-23.

Demeter G. – Szabó Sz. – Szalai K.– Püspöki Z. (2006): A statisztikus lejtőprofil és a digitális magasságmodell-felbontás kapcsolatának vizsgálata. Miskolc, Hundem, CD-kiadvány

Demeter G. – Szabó Sz. (2007): Quantification of relationships between geomorphic and geologic parameters representing rock resistivity (erodibility) in N-Hungary using statistical surface analysis. *Acta Silesiana*, Sosnowiec, megjelenés alatt

Demeter G. – Szabó Sz. (2007): Identifying surface remnants with methods used in geoinformatics. *Acta Geographica ac Geologica et Meteorologica Debrecina*, Series. Vol. 2. megjelenés alatt

Előadások

XVII. Congress of Carpathian-Balkan Geological Association

Szalai K. – Demeter G. – Püspöki Z. – McIntosh R.– Gönczy S. (2002): The connection between tectonic endowments and valley development on a Palaeo-Mesozoic block and in an area consisting of Tertiary Molasse sediments (NE Hungary)

2002, Szlovákia, Bratislava (poszter)

Bányászati, Kohászati, Földtani Konferencia

Demeter G.: A litológiai és szerkezeti adottságok szerepe egy hegységelőtéri dombság morfológiájában

Zilah, Románia (2003) (poszter)

32nd International Geological Congress, Florence, Italy, Geomorphology, Geomorphometry and topographical analysis. Püspöki Z. – Szabó Sz. – Demeter G. – Szalai K. – McIntosh, R. – Vincze L. – Németh G.: Statistical relationship between lithological characteristics and morphological factors – an example for statistical surface analysis (poszter)

2004. 08. 20-28. Firenze, Olaszország

Demeter G.-Szalai K.: Connection between land-use changes and erosional (derasional) valley development during the last 300 years in a model area.
2004. szeptember 28-29. Debrecen (előadás, angol)

4th Polish-Hungarian Symposion.

Demeter G.: The Effects of Landuse-Changes on the Landscape Generated by Socio-Economic Needs in a Coal-mining Hilly Region of Northern Hungary
2006. május, Sosnowiec, Lengyelország (előadás, angol)

Demeter G. – Szabó Sz. – Szalai K.– Püspöki Z.: Statisztikai lejtőprofil és a digitális magasságmodell-felbontás kapcsolatának vizsgálata.
2006. 11. 10. Miskolc, HUNDEM (előadás, társszerző)