



**Geomorfológiai vizsgálatok az Upponyi-szigethegységben és előterein,
különös tekintettel a földtani adottságok szerepére**

Doktori (PhD) értekezés tézisei

**Geomorphological research in the Uppony Hills and its foregrounds,
with special respect to the role of geological characteristics**

PhD thesis

Szalai Katalin

**Debreceni Egyetem
Természettudományi Kar
Debrecen, 2004**

CÉLKITŰZÉSEK

Ahhoz, hogy a jelenkori felszíni formák kialakulásának okait és körülményeit, az események periódusait és intenzitását rekonstruáljuk, mind térben, mind pedig időben el kell távolodnunk a mai geomorfológiai állapotoktól. Következésképpen a leíró felszínalaktani és recens morfometriai jellemzők - az ok-okozati összefüggések feltárása céljából - szükségszerűen visszavezetendők a közettani-szerkezeti adottságokra, a fejlődéstörténeti eseményekre, az ösföldrajzi és klímafejlődési rekonstrukciókra.

A fentiekből kiindulva az volt az alapvető célkitűzésünk, hogy egy arra alkalmas mintaterületen:

- egyrészt általánosítható összefüggéseket mutassunk ki a földtani adottságok, valamint a felszíni morfológia néhány alapvető jellemzője között;
- másrészt, hogy vizsgáljuk a geomorfológiai feltételek és a területhasznosítás tájbeli kapcsolatait;
- harmadrészt pedig, hogy feltárjuk a geológiai-geomorfológiai értékek védelmének és bemutatásának lehetőségeit.

Ennek érdekében az **Upponyi-szigethegységben és annak előtereire**n – összehasonlító kitekintéssel a **Csernely- és a Hódos-patak teljes vízgyűjtőterületére** (230 km²) – az alábbi részfeladatok megoldását tűztük ki:

- szakirodalmi tájékozódás és részletes terepi bejárások alapján a mintaterület földtani-szerkezeti viszonyainak megismerése;
- részletes domborzati és formaanalízis alapján kimutatni:
 - a közettani feltételeknek a geomorfológiai viszonyokban, főképpen a völgyhálózatban való tükröződését,
 - a szerkezeti adottságoknak a völgyfejlődésben való szerepét,
 - a völgyfejlődés néhány további alapvonását, vagyis értékelni a völgyek szimmetriaviszonyait, keresni az aszimmetriák okait,
 - a rendűségi viszonyok alakulását;
- részletesen elemezni a lejtőviszonyokat, vagyis
 - a lejtőmeredekségek közettípusok szerinti megoszlását,
 - ill. a lejtőexpozíciók szerkezeti egységek szerinti megoszlását;
- részletes, a fejlődés dinamikáját és a felszín statikus jellemzőit bemutató geomorfológiai térkép készítését;
- a mintaterület relatív relief viszonyait bemutató térkép megszerkesztését;
- az Upponyi-szigethegység jelenlegi területhasználati térképének elkészítését és történelmi adatok felhasználásával a földhasználat változásának, valamint földtani-felszínalaktani kapcsolatainak kimutatását;
- az előzőekhez illeszkedően a tájegység természet- és tájvédelmi kérdéseinek vizsgálatát, mindenekelőtt a feltárt geológiai-geomorfológiai értékek tükrében;

- az értékevédelem és a bemutatathóság tanulmányozását legalább egy konkrét tanösvény kidolgozásával.

ANYAG ÉS MÓDSZER

1. Elsőként áttekintettük az idevonatkozó **szakirodalmakat** és **adattári** anyagokat.
2. Az előzetes, majd részletes **terepi bejárások** során:
 - azonosítottuk a földtani képződményeket, megkerestük a legfontosabb *feltárásokat, kőzetmintákat* gyűjtöttünk, *földtani szelvényeket* vettünk fel;
 - 28 feltáráson 762 *tektonikai mérést* végeztünk, *bányászkompassz* segítségével;
 - geomorfológiai megfigyeléseket tettünk, értelmeztük és felvételeztük a *felszíni formákat*, ill. a hozzájuk kapcsolódó *mikro- és mezójelenségeket*;
 - *völgyi kereszt-szelvényeket* vettünk fel, valamint *fotódokumentációt* készítettünk;
 - *geomorfológiai és területhasználati térképet* készítettünk.
3. **Morfometriai, térinformatikai és statisztikai** eljárások:
 - A tematikus térképeket az 1:50.000-es *katonai topográfiai szelvények*, ill. az 1:10.000-es *EOTR térképlapok* alapján készítettük el. A geológiai vizsgálatokhoz a MÁFI-MOL közös szerkesztésben készült *digitális 1:100.000-es földtani térkép*¹ használtuk. A területhasználat változásait, ill. a völgyalakulással való kapcsolatát a 'Magyarország első katonai felmérése' térképlapjainak² és a Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Levéltár *fondjainak* segítségével tártuk fel.
 - A tektonikai mérések eredményeit a kőzetmechanikai törési vizsgálatok tapasztalataival és a terület szerkezeti adottságaival összhangban értelmeztük, majd *csillagdiagramon* ábrázoltuk;
 - A terület *völgyhálózatát* a 10 méteres szintvonalközökkel bedigitalizált 1:50.000-es katonai topográfiai térképeken rajzoltuk meg. A térképen minden völgy addig tart, amíg a mélyvonalát jelentő szintvonal-görbület annyira kinyílik, hogy két oldalán a szintvonal futási iránya már 120°-nál nagyobb szöget zár be.
 - Az *irány-statisztikához* a völgyeket minden irányváltásnál megtörtük, azaz szakaszokra bontottuk őket. A völgyirány vizsgálatok eredményeit *csillagdiagramon* ábrázoltuk, 270°-0° és 0°-90° közé konvertálva az értékeket.
 - A *völgysűrűségi* vizsgálatokhoz eróziós, eróziós-deráziós és deráziós völgyeket, ill. eróziós árkokat különítettünk el.
 - A *völgyrendűségeket* HORTON (1945) szerint határoztuk meg, a bifurkációs indexeket (R_b) az elterjedt $R_b = \sum u_n / \sum u_{n+1}$ képlet alapján számítottuk.
 - A morfofációs meghatározásához és a völgyi szimmetria viszonyok vizsgálatához 200 *völgykereszt-szelvényt* vettünk fel, ezek közül a legfontosabbakat 1:5000-es léptékben, túlmagasítás nélkül részletesen kiszerkesztettük.
 - Az eredmények statisztikus értékeléséhez a völgysűrűség és a lejtőkategóriák esetében *Pearson-féle* korrelációs együtthatót számoltunk, a rendűségek és a völgyirányok tekintetében pedig a *Spearman-féle* nem paraméteres rangkorrelációt alkalmaztuk.
 - A *geomorfológiai térkép* elkészítésekor a mérnökgeomorfológiai térképezés jelkulcsát alkalmaztuk. *Relatív relief* alatt a földfelszín egységnyi területén (1 km²) mérhető legmagasabb és legalacsonyabb pont különbségét értettük.

¹ Budinszkyné et al 1999. Az Északi-középhegységi terület fedetlen földtani térképe (negyedidőszaki képződményektől mentes földtani térkép) 1:10.000 – MÁFI Adattár

² A Kulturális Örökségvédelmi Hivatal Tervtára és a Hadtörténeti Intézet Térképtára együttműködésével készült CD-kiadvány

- A *lejtőkategóriáknál* újonnan meghatározott kőzetfizikai alapú beosztást alkalmaztunk. A *lejtőkitettséget* 8-as beosztású szélrózsa felhasználásával határoztuk meg.
- A tematikus térképeket, szelvényeket, ill. ábrákat, táblázatokat a következő szoftverekkel készítettük: *Adobe Photoshop 7.0*, *GeoMedia Professional 5.1*, *IDRISI 32R2*, *Microsoft Excel*, *Microsoft Word*, *SmartSketch 4.0*, *SPSS 11.0*, *Surfer for Windows 8.0*.

Köszönöm **Dr. Szabó József** professzor úrnak a témavezetőként nyújtott értékes szakmai tanácsokat. A földtani elemzésekben és a terepi ismeretek elsajátításában nyújtott segítséget ezúton szeretném megköszönni **Dr. Kozák Miklósnak** és **Dr. Püspöki Zoltánnak**. Hálával tartozom **Sütő Lászlónak** a geomorfológiai térkép felvételezésében és értelmezésében való közreműködéséért. Köszönöm továbbá **Németh Gábornak** és **Dr. Szabó Szilárdnak** az adatbázis kezelésében, valamint a statisztikus értékelésekben nyújtott segítségét, ill. **Demeter Gábornak** a közös munkákban való részvételét.

EREDMÉNYEK

1. Tájhatárok

A terület lehatárolása során megállapítottuk, hogy a 'Magyarország kistájainak katasztere' c. kötetben meghatározott kistáj határok meghúzása nem minden esetben indokolt és a nevezéktan is vitákra adhat okot.

- Az **Upponyi-hegység** elnevezést – földtani, ill. domborzati egységekben gondolkodva célszerű lenne csak a **paleo-mezozóos rög** felszínére alkalmazni.
- Még inkább indokolt lenne a területre a földtani szakirodalomban használt **Upponyi-szigethegység** elnevezés alkalmazása.
- Az Upponyi rög miocén kőzetekből felépülő előterei már a Tardonai-dombság szerves részét képezik.

Dolgozatomban és a címben is ezért az általam helyesnek vélt Upponyi-szigethegység megnevezést használtam.

2. Földtani felépítés

A geomorfológiai vizsgálatokat kőzettani, ill. szerkezeti alapon elkülönített egységeken végeztük el, így összehasonlíthatóvá váltak a különböző geológiai egységek geomorfológiai jellegzetességei, és meg tudtuk határozni a földtani adottságok szerepét a felszíni formák kialakulásában, elterjedésében.

A területen előforduló formációkat hasonló kőzettani jellegüknél fogva csoportokba rendeztük. Jellemző kőzetfizikai paraméterként figyelembe vettük az egyirányú nyomószilárdságot. Ennek alapján a következő litológiai egységeket különítettük el, amelyek így többségükben statisztikusan is kiértékelhető területeket alkotnak. A puhábbaktól a

keményebbek felé haladva: *neogén homokkő, paleogén slír, neogén aleurit, neogén (homokos) slír, neogén tufa, neogén andezit, paleogén homokkő, paleo-mezozoós sziliciklaszt, paleo-mezozoós mészkő, paleo-mezozoós vulkanit*. Az így elkülönített egységek képezték az alapját a geomorfológiai vizsgálatok egy részének.

3. *Völgsűrűség és völgytípusok kapcsolata a kőzetminőséggel*

A völgsűrűségi értékekből megállapítottuk, hogy **a Csernely- és a Hódos-patak vízgyűjtő területének horizontális tagoltsága igen jelentős.**

- A deráziós völgyek és az eróziós árkok figyelembe vétele nélkül **1,7-2,9 km/km²** közé esnek a völgsűrűségek, míg a deráziós völgyekkel együtt **2,4-3,8 km/km²**-re emelkednek az értékek.
- **Az eróziós völgyek előfordulási gyakorisága az idős térszíneken (2,4 km/km²), a deráziós völgyeké viszont a paleogén-neogén területeken (1,7 km/km²) a legmagasabb.**
- Az összefüggéseket számszerűsítve azt kaptuk, hogy az *eróziós völgyeknél* lineáris regresszió alkalmazásával a korrelációs együttható (**R²**) értéke **0,62**. Ezek szerint feltételezhető az összefüggés, hogy **a kőzetek keményebbé válásával nő az eróziós völgyek előfordulási gyakorisága.**
- A *deráziós völgyek* esetében logaritmikus mértékben **nő a völgsűrűség a kőzetek puhábbá válásával**. Az összefüggés szorosságát kifejező **R²** értéke a legrosszabb esetben is **0,42**, a túlságosan kis területtel reprezentált kőzetfizikai kategóriák elhagyásával viszont **0,9** körüli értéket vesz fel. A mintaterület kis keménységű paleogén-neogén kőzetekből felépülő részeinek meghatározó formái a deráziós völgyek.
- Az **eróziós-deráziós völgyeknél** gyenge korrelációt kaptunk (**R²=0,23**).
- Az **eróziós árkoknál** pedig, a kőzetek keményebbé válásával egy bizonyos értékig nő (40 MPa), majd pedig csökken a sűrűség (**R²=0,6**). A kis területű kőzetfizikai csoportokat elhagyva ebben az esetben is magasabb a korrelációs együttható értéke (**R²=0,9**).

A jövőben, az eredmények összehasonlítása céljából érdemes lenne még nagyobb területen elvégezni ezeket a vizsgálatokat.

4. *Völgyfejlődés és tektonika kapcsolata*

- A tektonikai mérések során vizsgáltuk az Upponyi-szigethegység szerkezeti viszonyait, azaz kimértük a fő csapást meghatározó ÉK-DNy-i irányú pikkelyfrontok, vagyis a **fő feltolódások**, az erre merőleges **haránttörések** és a **diagonális tönkremenetek irányait**.

- Méréseink szerint **az alaphegységi tektonika jelentősebb törései a kainozóos üledéksorra is átöröklődtek**, de ezeken a területeken megnő az egyéb, lepusztulást meghatározó tényezők szerepe.
- Megállapítottuk, hogy **a szerkezeti és völgyirányok közötti kapcsolatok jellege az alapadottságoktól függően** (alaphegység – miocén előtér) **területenként másnak bizonyult.**
- Az **alaphegység** völgyhálózatának (100%) kialakításában kiemelkedő szerep jutott mind a *fő feltolódási frontoknak (35%)*, mind a *haránttöréseknek (22%)*, mind pedig a *diagonális irányoknak (43%)*. Vagyis **az idős területen az összes völgy tektonikusan preformálnak bizonyult.**
- Az Upponyi-szigethegység **miocén előterein a szerkezeti és a völgyirányok is nagyobb szórást mutatnak, a tektonikai vonalak menti preformáció itt másodrendű szerepet kapott.**
- A **Hódos-patak felső vízgyűjtőjén** végzett mérések során arra a megállapításra jutottunk, hogy **a völgyek közel 80%-a köthető valamilyen szerkezeti irányhoz.** Ezek szerint itt sem elhanyagolható a töréses tektonika szerepe a völgyfejlődésben.
- A jellemző szerkezeti irányok völgyirányra gyakorolt hatása kisebb-nagyobb bizonytalansággal statisztikusan is kimutatható volt.

5. *A völgyfejlődést kísérő morfofáciések*

Az Upponyi-szigethegységben a völgyoldalak szimmetriájának statisztikus értékelése során arra kerestük a választ, hogy a völgykeresztmetszetek tükrözik-e a szerkezeti viszonyokat. A völgylejtők meredekségi értékeiből képeztünk hányadost úgy, hogy mindig a kisebb érték került a számlálóba, így 0 és 1 közé konvertálva az adatokat. Annál nagyobb a szimmetria mértéke, minél közelebb áll ez a számított érték az 1-hez.

- Arra a megállapításra jutottunk, hogy **a völgyek nagyobb része közel szimmetrikus megjelenésű, de teljesen szimmetrikus keresztmetszetek csak ritkán fordulnak elő.**
 - A **feltolódási frontok mentén futó völgyeknél** megjelennek ugyan az aszimmetrikus keresztmetszetek (**0,6-0,8**), de az elvárásoktól eltérően a **0,8-0,9-es**, vagyis közel szimmetrikus értékek dominálnak.
 - A **haránttöréseket követő völgyek-völgyszakaszok** esetében a szimmetrikusabb keresztmetszetek a jellemzőek, az 1-et megközelítő értékeknél van a csúcs.
 - A **diagonális törések mentén futó völgyeknél nagyobb szórást** mutatnak a szimmetria mértékét jelző adatok. Ha a törés tektonikus vetővonallá vált, akkor jelentkezhet az aszimmetria, ellenkező esetben a szimmetrikusabb megjelenés dominál.

A keresztmetszetek szimmetria viszonyainak statisztikus értékelése csak megközelítően hozta a várt eredményt, a legjobb típuspéldák kiragadásával azonban nyilvánvalóvá vált, hogy egyes völgyszakaszok keresztmetszetében nagyon jól tükröződnek a szerkezeti adottságok.

- A **Rágyincs-völgy** mentén részletesen kiserkesztettünk **11 völgykeresztzelvényt**. Miután az egyes völgyszakaszokhoz kapcsolódó formaegyütteseket morfofációsékké soroltuk, az általános jegyeket az Upponyi-szigethegység más területeire is kiterjesztettük.
- A tektonikusan preformált völgyszakaszok fő morfofációséseinek jellemzői a következők:
 - A **pikkelyfrontokon, feltolódási övek előterében kialakult völgyszakaszok** meghatározóak a hegység völgyhálózatában. Az *aszimmetrikus völgyoldalak* megjelenése a *lankásabb pikkelyhátaknak* és a *meredekebb pikkelyfrontoknak* köszönhető. Jellemző az *alluvium pikkelyháti települése*, a *meder partfalainak* ugyancsak *aszimmetrikus megjelenése* és a *patak pikkelyfronti alávágódása*. A *pikkelyhátakat* viszonylag *stabil, enyhén lejtő térszínnek* jellemzik, legfeljebb enyhe talajkúszásos jelenségekkel. A többnyire ugyancsak *aszimmetrikusan* megjelenő *teraszsíkok* a völgytalpi alluviumot lépcsőzetessé tehetik. A *pikkelyfronti* oldal ezzel szemben folyamatosan *pusztuló jelleget mutat, meredek lejtőoldalakkal*, az alsó szakaszokon gyakran *domború lejtőkkel*. E lejtőkhöz *élénk tömegmozgásos folyamatok* kapcsolódhatnak.
 - A **haránttörések mentén létrejött áttörések** teszik lehetővé, hogy egy vízfolyás egyik szerkezeti pásztából a másikba terelődjön át. Az erózióknak jobban ellenálló kőzetek hosszú időre visszafoghatják az eróziót, felső helyzetű völgyi hordalékkúpok kiépülését idézve elő. A rajtuk kialakult *zuhatagok* beréselődése után viszont gyors bevágódás és az időközben felhalmozott törmelékanyag lökésszerű eltávolítása megy végbe, a völgy felsőbb szakaszán teraszszintek kialakulásával kísértén. Morfológiájukra a *közel szimmetrikus völgyoldalak*, valamint gyakran *kipreparálódó sziklagerincek* jellemzőek.
 - A **diagonális törések völgyalakulatai** helyzetüknél fogva *átmeneti* jellegűek. Legtöbbször a feltolódási frontokon kialakult és a haránttörések mentén létrejött völgyszakaszok közötti *összekötő szerepet* töltik be, jelezve, hogy a lineáris erózió könnyen "rávágódott" valamely fő tektonikai irányhoz közel eső diagonális tönkremeneteli irányra. Így részt vehetnek mind a pikkelyfronti részek preformálásában, mind az áttöréses völgyszakaszok kiérlelésében, sőt ők maguk is alkothatnak áttöréses völgyszakaszokat. *Völgyi szimmetria viszonyaikra az értékek nagyobb szórása jellemző*. A völgytalpi alluvium szimmetriája a völgyoldalak szimmetriáját tükrözi, vagyis aszimmetrikus helyzetben ezeknél a völgyszakaszoknál is megindul a féloldalas alávágódás, míg ellenkező esetben a szabad völgyfejlődés dominál.

6. Völgyrendűségi vizsgálatok

A két vízgyűjtő völgyhálózatának rendűségi vizsgálatai során megállapítottuk, hogy a **bifurkációs indexek 3-5,2** közé esnek. A *bifurkációs arányok közti jelentős, de szabálytalan eloszlású különbségek jól tükrözik a terület közettani-szerkezeti heterogenitását és a geomorfológiai fejlődés során bekövetkező klimatikus változásokat.* Bár ez önmagában nem tekinthető bizonyító erejűnek, utal a területen áthaladó Darnó-törésöv közelségéből adódó bonyolult szerkezeti adottságokra, ill. a változatos közettani felépítésre.

7. Lejtőmeredekség

- A lejtők meredekségének vizsgálatához meghatároztuk az egyirányú nyomószilárdság és a lejtőszögek gyakorisága közötti korrelációs együtthatókat, ezek változása alapján pedig új, **kőzetfizikai alapú lejtőkategóriákat** alakítottunk ki: **4-10%** ($R^2 > 0,8$), **10-16%** ($R^2 = 0,6-0,8$), **16-22%** (átmeneti kategória, gyenge korreláció), **22-44%** ($R^2 = 0,6-0,8$), **44%<** ($R^2 > 0,8$) (PÜSPÖKI et al 2004).
- Az új kategóriák segítségével a kőzetek keménységére is lehet következtetni. A *4-16% és a 44%< lejtőkategóriák ismeretében becsülhető adott litosztratigráfiai egység várható nyomószilárdsága.*
- A **kőzetfizikai** alapon elkülönített kategóriákat használtuk a mintaterület lejtőviszonyainak jellemzésére. A **fiatal előtéri üledékeken** a folyamatosan felemésztődő térszínkülönbségeket jelzi az **alacsonyabb lejtőszögek túlsúlya**, 44%< lejtők nincsenek. A **keményebb paleogén homokkő és a paleo-mezozóos kőzetek** esetében sokkal meghatározóbb a meredek lejtők jelenléte (a lejtők **>50%-a meredekebb, mint 22%**), megjelenik a 44%< kategória is. Különösen élénk morfológiát mutatnak az alaphegység mészkőfelszínei (pl. Upponyi Mészkő Formáció).

8. Lejtőkitettség

Az Upponyi-szigethegység és közvetlen előtereinek **lejtőexpozíciós** viszonyait **szerkezetmorfológiai egységeken** értékeltük.

- A szigethegység **DK-i előterének** miocén üledéksora pikkelyhátú helyzetben települ. A lejtők közel **fele DK-i** kitettségű, másik **fele a D-i, DNy-i és ÉK-i** lejtők között oszlik meg. Ez a fajta megoszlás a pikkelyháton települő, billenve emelkedő fedőhegység természetes adottságából adódik.
- A hegység **DNy-i miocén előtere** pikkelyesen összetörve, de az upponyi aljzaton nyugszik. A lejtőknek közel fele tektonika-orientált és **2/3-1/3** arányban oszlik meg az **ÉNy-i**, ill. **DK-i kitettségek** között. Ez elsősorban az upponyi pikkely felszínközeli helyzetét, az erős aljzathatást igazolja.

- Leglazább kapcsolatot a tektonikával maga az *alaphegységi rög* pikkelyes-pásztás felszíne mutat. Ez a jelenség annak tulajdonítható, hogy a nagy keménységű kőzetek diagonális tönkremeneteli irányai ugyancsak meghatározói a lejtőképződésnek, gyakran elfedve a fő szerkezetmorfológiai adottságokat.
- Az *ÉNy-i miocén előtér* önálló, az eddigiektől eltérő tektonikával rendelkezik. Ez a terület az upponyi paleozóos tömeg rotációs mozgása következtében a fő pikkelyeződési irányoktól kissé eltérő, Ny-ÉNy-i vergenciával pikkelyeződött és a rudabányai aljzatra települ. A csaknem meridionális szerkezeti vonalak mentén főleg **Ny-i, ill. K-i, ÉK-i lejtők** jöttek létre, **több mint 60 %-os dominanciával.**

9. Regionális geomorfológiai eredmények

A geomorfológiai térkép értékelésekor az alaphegységi területet és fiatalabb kőzetekből felépülő előtereit vetettük össze a hegyidomtani formák, a lejtők és a völgyek tekintetében.

- Megállapítottuk, hogy a *paleo-mezozóos felszínen* **nincsenek kiterjedt tetőszintek**. A **völgyközi háta**k és **gerincek** kőzetmechanikai okok miatt **keskenyek** és őrzik a **400-450 m** közötti elegyengetett felszín magasságát. A *miocén térszínen* ezzel szemben **szélesebb, összefüggőbb, 330-360 m közötti háta**k és **gerincek** figyelhetők meg. Ezek egy korábban egységes szintre utalnak, amelybe a völgyek később bevágódtak.
- A *paleo-mezozóos alaphegységen* a **törmelékmozgással** jellemezhető, ill. a **stabilis lejtők** váltak meghatározóvá, amelyek sokszor **igen meredek**ek. Gyakoriak a **barázdás eróziós lejtők**, több helyen megfigyelhető **talajkúszás**. A *miocén* lejtőket főleg a **barázdás erózió** és a **deráziós anyagáthalmazás** formálja. Itt is tapasztalhatóak **tömegmozgásos folyamatok**.
- A jó megtartású, *idős karbonátos és sziliciklasztos kőzetekből felépülő felszínen* az **eróziós völgyek** dominálnak, amelyekben kiszélesedő-elszűkülő völgyszakaszok váltják egymást, a szűkületekben markáns lépcsőkkel. A mellékvölgyek gyakran szurdokszerűek. A *miocén térszínen* a **deráziós völgyek** és a kisebb **deráziós fülkék** a leginkább meghatározóak. Az eróziós völgyek szélesebb völgytalppal rendelkeznek, mint az idős felszínen. A völgyfőkben rendszeresen megjelennek **eróziós árkok**, vízmosások.

10. Relatív relief viszonyok értékelése

- A *miocén előtéri* üledéksor anyagának **eróziós ellenállása csekély, lepusztulási hajlama nagy**. Ez teszi lehetővé, hogy a regionális emelkedés és az egyidejű bevágódás kölcsönhatásaként növekvő relatív reliefkülönbségek az előtéri területeken földtani léptékkal mérve "pillanatszerűen" kiegyenlítődjenek, s így alacsony értéken stabilizálódjanak. A *miocén előtéri területek felén ezért csupán 80-110 m/km²-es reliefkülönbségek észlelhetők.*

- Az alaphegységen ezzel szemben a reliefértékek a területnek közel 50%-án meghaladják a 200 m/km²-t, ami a közelmúlt intenzív felszínemelkedését és a kőzetek nagyobb keménységét jelzi.

11. Területhasználat és völgyfejlődés kapcsolata

- A területhasználat alapján két csoportba osztottuk a településeket.
 - A vizsgált települések egy részén az erdők nagyobb területet foglalnak el, mint a szántók, rétek és legelők. Ezen települések közigazgatási területének megközelítően a **felét erdők borítják**. Ide tartozik: *Arló, Borsodnádásd, Bükkmogyorósd, Csernely, Dédestapolcsány és Uppony*.
 - A másik csoportot azok a települések alkotják, ahol az **erdők aránya kisebb, mint 30%**, és a szántóterület vagy a szántók és rétek aránya meghaladja az erdőkét. Ebbe a csoportba tartozik: *Borsodbóta, Csokvamány, Járdánháza, Lénárdaróc, Nekézseny és Sánta*.
- A vizsgált településeken egyértelmű korreláció nem volt kimutatható a területhasználat módja és a lineáris erózió intenzitása között. A területhasználat változása, ennek a változásnak a gyakorisága, ill. a lineáris erózió mértéke között viszont van összefüggés.
- **Jelentős nagyságú eróziós árkok nem alakultak ki az elmúlt 200 évben, de az idősebb árkok regressziója mérhető.** Csernely, Bükkmogyorósd és Lénárdaróc egy-egy XIX. századi, ill. a jelenleg használt EOTR térképeit vizsgáltuk meg. (Az eltérő méretarány és az esetleges pontatlanság miatt a 25 méternél kisebb eltéréseket figyelmen kívül hagytuk.) **16 eróziós árok esetében mértünk 30 méternél nagyobb regressziót, néhány helyen pedig a vízmosások feltömedékelődése volt megfigyelhető.** Az eróziós árkok nem köthetők egy bizonyos területhasználati módhoz, mind erdő, mind pedig szántóterületeken előfordulnak.
- Azokon a területeken, ahol korábban jelentős kiterjedésű erdők fordultak elő, de ma már a szántók és rétek dominálnak, nem vált általánossá az eróziós árkok deráziós továbbformálódása. Találtunk azonban **néhány eróziós-deráziós völgyet, amelyeket a korábbi térképeken egyértelműen eróziós árokként tüntettek fel.**

Az ilyen jellegű vizsgálatokból való messzemenő következtetések levonására nagyobb terület elemzésére lenne szükség.

Az Upponyi-szigethegység és közvetlen környezetének **jelenlegi területhasználati képe a földtani-felszínalaktani adottságokat is tükrözi.** A táji adottságokhoz való alkalmazkodás mellett, az emberi tevékenység térbeli elrendeződésére az utóbbi időkben a legerőteljesebb hatást a **Lázberci Tájvédelmi Körzet** létrehozása gyakorolta, amely szabályozza a területhasználati módok elterjedését.

12.Földtani-felszínalaktani értékek védelme és bemutatási lehetőségei

A terület vízellátásának megoldására alakították ki 1967-69 között a Csernely- és a Bán-patak összefolyásánál a Lázbérci-víztározót. 1975-ben a víztározó vízbázisának védelme céljából hozták létre az akkor 8510 ha területű Lázbérci Tájvédelmi Körzetet. 10 év elteltével 3633,5 ha-ra csökkentették az amúgy sem ésszerűen kijelölt területet.

Bár a Bükk Nemzeti Park jóvoltából a Lázbérci Tájvédelmi Körzet területén a növény- és állattani állapotfelvétel nagyrészt megtörtént, a földtani-felszínalaktani értékek felvétele és védelme még nem megoldott.

- Rendkívül fontosnak tartjuk **a védelemre érdemes geológiai és geomorfológiai formák és folyamatok bemutatási lehetőségeinek bővítését tanösvények, tanbányák kialakításával.** Erre számos javaslatot tettünk a dolgozatban.
- **A Rágyincs-völgyben részleteiben is kidolgoztunk egy tanösvény tervezetet, amely a földtani-felszínalaktani formák és folyamatok bemutatására alkalmas.** A Rágyincs-patak vízgyűjtő területe könnyen megközelíthető, jól bejárható, belátható és egyszerűen kiépíthető. Jól megközelíthető feltárásokon szemléltethető a *mikrotektonikai törésrendszer*, megfigyelhetőek a kőzetek legjellemzőbb *litológiai* tulajdonságai, emberi léptékben bemutatathatók a *völgyfejlődés morfofáciái*. A torkolattól a forrás felé haladva a völgyfejlődés különböző stádiumait nyomon követve tanulmányozható a *hordalékkúp épülése*, a *patak meanderezése* és a keményebb kőzetek átréselése. A többszöri szakaszjelleg-váltást mutató Rágyincs-patak völgye formákban rendkívül gazdag, a tanösvényt végigjárva többek között megfigyelhető *sziklameder*, *sziklakapu*, *törmelékkúpok* és *teraszok* kialakulása.
- **A táj egységének megőrzéséhez elengedhetetlen feltétel a Lázbérci Tájvédelmi Körzet kiterjesztése az Upponyi-szoros környékére, valamint a vízbázis megfelelő szintű védelme érdekében a Csernely- és a Bán-patak teljes vízgyűjtő területére.**

Reményeim szerint az eredmények alaptudományi vonatkozásaiakon túl regionális adatbázisok létrehozását, a területhasznosítás irányainak és arányainak meghatározását és a táj terhelhetőségének megállapítását is segíthetik. Munkánk során rávilágítottunk a mintaterületen előforduló földtani-felszínalaktani értékek védelmének, bemutatásának fontosságára. A vizsgált tájak domborzata tagolt, felépítése változatos, több szempontból is védelemre érdemes objektumok sorát tárják fel előttünk, és feltétlenül alkalmasak lennének – a jelenlegihez képest – nagyobb mértékű üdülési-turisztikai funkció betöltésére.

AIMS

To reconstruct the causes and conditions of the development of surface landforms, the periods and intensity of events, we have to move away from present geomorphological characteristics in time and space. Consequently, geomorphological and morphometrical characteristics have to be attributed to lithological-structural endowments, evolutionary events, paleogeographic and climatic reconstructions so as to reveal cause and effect connections.

Starting from the above mentioned fact the most essential aims were:

- firstly, to point out connections that can be generalized, between geological endowments and some fundamental characteristics of surface morphology;
- secondly, to examine the relationships between geomorphological conditions and land-use;
- thirdly, to reveal the possibilities of protecting and demonstrating geological-geomorphological values.

In the cause of this, the following tasks were aimed on the territory of **the Uppony Hills and its forelands**, with comparative outlook to **the whole catchment areas of Csernely and Hódos streams** (230 km²):

- to get to know the geological-structural conditions of the sample area with looking over special literature and making detailed field work;
- on the basis of detailed analysis of relief and surface landforms to point out:
 - whether lithological conditions are reflected on geomorphological characteristics, especially on valley network,
 - what kind of role structural conditions have in valley development,
 - some more basic characteristics of valley development, namely to examine the symmetry conditions of valleys and to look for the causes of asymmetry,
 - how valley orders change;
- to study slope conditions minutely,
 - the distribution of slope steepness according to lithological units,
 - resp. the distribution of slope exposures according to structural units;
- to make a geomorphological map that shows the dynamics of evolution and the static characteristics of surface;
- to make the relative relief map of the sample area;
- to make the present land-use map of the Uppony Hills and to point out the connections between geological-geomorphological characteristics and the changes of land-use with the help of historical data;
- to examine the questions of nature and landscape protection on this territory, mainly with respect to the revealed geological-geomorphological values;
- to examine the possibilities of protecting and demonstrating geological-geomorphological values with working out at least one study path.

MATERIALS AND METHODS

1. First of all, we looked over the connected **special literature, documents** and **data** on the subject.
2. In the course of preliminary and later detailed **field work**:
 - we identified the geological formations, looked for the most important *outcrops*, collected *rock samples* and drew *geological profiles*;
 - 762 *tectonic measurements* were carried out on 28 outcrops with the help of a mining compass;
 - we made geomorphological observations, interpreted and drew the *surface landforms* and the *micro- or meso-processes* connected to them;
 - we drew detailed *valley cross sections* and took *photos*;
 - we prepared the *geomorphological* and the *land-use maps* of the sample area.
3. **Morphometric, GIS and statistical measures**:
 - The thematic maps were prepared on the basis of the 1:50.000 *military topographical profiles* and the 1:10.000 *EOTR maps*. For the geological investigation we used the *digital 1:100.000 geological map* edited by the Geological Institute of Hungary and the MOL¹. The changes of land-use and its connections to valley development were examined with the help of the pages of '*The first military mapping surveys of Hungary*'² and the *fonds of the Archives of Borsod-Abaúj-Zemplén County*.
 - We analysed the results of tectonic measurements in conformity with the experiments of rock mechanical failure examinations and the structural endowments of the area. The data were represented on *rose diagrams*.
 - The *valley network* of the territory was drawn on the 1:50.000 military topographical map previously digitised with 10 metres contour intervals. On the map every valley was drawn to the point where the contour line curve forming the valley floor exceeds the angle of 120 degrees.
 - For the *statistical analysis of valley orientation*, valleys were broken at each point of changes in direction. Thus every valley section could be characterised by one typical direction. The results were converted between 270°-0° and 0°-90°, and presented on *rose diagrams*.
 - For the examination of *valley densities* erosional, erosional-derasional and dry valleys or gullies were separated.
 - *Valley orders* were identified according to HORTON (1945), bifurcation ratios (R_b) were calculated with the frequently used formula: $R_b = \sum u_n / \sum u_{n+1}$.
 - To determine morpho-facies and to examine symmetry conditions we used 200 *valley cross sections* the most important ones of which were drawn with a scale of 1:5000, without vertical exaggeration.
 - In the course of statistical analysis *Pearson* correlation coefficient was calculated to examine valley densities and slope category intervals, while we used the *Spearman* non-parametral correlation in the case of valley orientation.

¹ Budinszkyné et al 1999. The uncovered geological map of the Northern Hungarian Mountain Range (geological map without Quaternary formations) 1:10.000 – Geological Institute of Hungary

² With the contribution and allowance of the Institute of Military History and the Bureau of Cultural Heritage

- To prepare the *geomorphological map* we used the legend of engineering geomorphological survey. *Relative relief* was considered to be the difference between the highest and the lowest points of a unit area (1km²).
- The newly determined, petrophysics related slope category intervals were used to analyse the *steepness of slopes*. *Slope exposure* was determined with the help of a compass rose.
- We used the following softwares to draw thematic maps, profiles, figures and tables: *Adobe Photoshop 7.0*, *GeoMedia Professional 5.1*, *IDRISI 32R2*, *Microsoft Excel*, *Microsoft Word*, *SmartSketch 4.0*, *SPSS 11.0*, *Surfer for Windows 8.0*.

I would like to express my thanks to **professor Dr. József Szabó** for giving me valuable professional pieces of advice as a consultant. I also return thanks to **Dr. Miklós Kozák** and **Dr. Zoltán Püspöki** for helping me so much in the geological analysis and field work. I feel grateful to **László Sütő** for taking part in finishing and interpreting the geomorphological map of the area. In addition, I would like to give thanks to **Gábor Németh** and **Dr. Szilárd Szabó** for helping me in managing the database and in analyzing the statistical results, and to **Gábor Demeter** for taking part in several common research works.

RESULTS

1. *Landscape boundaries*

In connection with bordering the sample area we established that the boundaries of small landscapes – stated in the ‘Cadaster of the small landscapes of Hungary’ - were not determined correctly in every case and the nomenclature can also cause debates.

- On the basis of geology and relief only **the terrain of the Palaeo-Mesozoic basement complex** should be referred to as ‘**Upponyi-hegység**’ (Uppony Hills).
- Moreover, ‘**Upponyi-szigethegység**’, which is often used in geology, would be the best name for this territory.
- The forelands of the Palaeo-Mesozoic block built up of Miocene rocks are integral parts of the Tardona Hills.

Consequently, the term ‘Upponyi-szigethegység’ - which I consider to be appropriate for this territory - is used in my doctoral thesis and in the title.

2. *Geological setting*

The geomorphological investigations were carried out on the strength of lithological or structural units, thus individual parts of the study area with dissimilar geological characteristics could also be differentiated on the basis of surface landforms. Furthermore, the role of geological characteristics in the development and distribution of surface landforms could be determined.

The rock formations appearing on the area were classified into petrophysical groups according to their age and lithological character. The unconfined compressive strength of

rocks was considered as a quantitative lithological factor. The following petrophysical groups – most of which cover statistically analysable territories - were determined from soft to hard rocks: *Neogene Sandstone*, *Paleogene Schlieren*, *Neogene Silt*, *Neogene (sandy) Schlieren*, *Neogene Tuff*, *Neogene Andesite*, *Paleogene Sandstone*, *Palaeo-Mesozoic Siliciclast*, *Palaeo-Mesozoic Limestone* and *Palaeo-Mesozoic Volcanics*. These separated units were the base of some geomorphological examinations.

3. *The connection of valley densities and valley types to lithology*

By reason of valley density examinations it could be stated that **the horizontal dissection of the catchment areas of Csernely and Hódos streams is quite considerable.**

- Without taking into consideration dry valleys and gullies, densities fall between **1,7 and 2,9 km/km²**, while together with dry valleys these values increase to **2,4-3,8 km/km²**.
- **The appearance of erosional valleys is the most frequent on old surfaces (2,4 km/km²), that of dry valleys however, is the most common on the Paleogene-Neogene areas (1,7 km/km²).**
- Correlation coefficients were also calculated. Linear regression brought on good correlation in the case of *erosional valleys* (**R²=0,62**). This means that there may be a connection, namely **the harder the rock is the higher the erosional valley density becomes.**
- In the case of dry valleys, as rocks become less hard densities increase to a logarithmic degree. The value of **R²** referring to the closeness of connections is **0,42** in the best case. However, if the petrophysical groups covering too small territories are not taken into consideration, the correlation coefficient reaches **0,9**. Dry valleys are mainly widespread on Paleogene-Neogene rocks with low consistency.
- Correlation proved to be weak (**R²=0,23**) in case of erosional-derasional valleys.
- As rocks become harder gullies density increases to a certain point (40 MPa) and then decreases (**R²=0,6**). If the petrophysical groups covering too small territories are left out the correlation coefficient is higher (**R²=0,9**).

In the future it would worth continuing this research on a bigger area to get comparative data.

4. *The connection between valley development and tectonics*

- We did several tectonic measurements to examine the structural conditions of the Uppony Hills. We measured **the main reverse faults** characterised by NE-SW oriented slivers fronts, **the transverse faults** perpendicular to them and the directions of **the diagonal fracture system.**

- According to the measurements **the most significant faults of the basement complex were inherited on the covering Cainozoic sediment series**, but the role of other factors determining erosion became more considerable.
- It was pointed out that **the character of relationships between structural directions and valley orientation is different on the basement complex and on the Miocene foreland.**
- In preforming valleys of **the basement complex** (100%) *sliver fronts* (**35%**), *transverse faults* (**22%**) and *diagonal fractures* (**43%**) all had a significant role. Consequently, **the whole valley network of the Uppony Hills was tectonically preformed.**
- **The standard deviation of both structural and valley directions is higher on the Miocene forelands of the Uppony Hills. The role of structural lines in valley development was secondary.**
- **On the upper catchment area of Hódos stream almost 80% of the valleys can be connected to structural lines.** According to this, tectonics have an important role in valley development on this territory.
- With some uncertainty, the role of the most typical structural lines in valley orientation could also be pointed out statistically.

5. *Morpho-facies attending valley development*

With the statistical evaluation of the symmetry of valley sides in the Uppony Hills we tried to prove whether valley cross sections reflect on structural conditions, or not. Ratios were formed from the steepness angles of valley sides. Always the smaller number was put in the numerator thus converting the data between 0 and 1. The higher the degree of asymmetry is, the closer this calculated value gets to 1.

- We proved that **most of the valley profiles are close to symmetric appearance, although exactly symmetric ones are rare.**
 - In spite of the fact that asymmetric valley cross sections (**0,6-0,8**) occur in the case of **valleys running along sliver fronts** - in contrast to expectations –, values referring to almost symmetric appearance proved to be dominant (**0,8-0,9**).
 - The profiles of **valleys preformed by transverse faults** are closer to the symmetric appearance, since the maximum value on the diagram is nearly 1.
 - In the case of **valleys following the directions of diagonal fractures**, the values characterizing symmetry conditions are scattered. If these fractures changed into the reverse fault of a sliver asymmetric valley cross sections could form. If not, however, symmetric cross sections became dominant.

Although the statistical analysis of valley cross sections did not bring exactly the expected result, we made some further examinations with the most typical cross sections of tectonically preformed valleys. After all, thanks to this detailed research we found some good examples for valley cross sections in which structural characteristics could be detected well.

- We drew **11 detailed valley cross sections** along the **Rágyincs valley**. The landform groups of separate valley sections were classified into several morpho-facies, and after that the general characteristics were extended to other parts of the Uppony Hills.
- The main characteristics of the morpho-facies along tectonically preformed valley sections are the followings:

- **Valley sections running along sliver fronts**, in the foreground of reverse faults are determinative among the valleys of the Uppony Hills. The appearance of *asymmetric valley profiles* is owing to *the gently sloping sliver backs and the steep sliver fronts*. Characteristically *the alluvium is deposited on sliver backs, the channel is asymmetric and the stream cuts under the sliver front*. Relatively *stable, gently sloping surfaces sometimes with soil creeps* occur on the sliver backs. Mainly *asymmetric terraces* can make the alluvium stepped. *Sliver fronts* in contrast, are being *continuously denudated, have steep valley sides* and often *convex slopes* near the valley floor. *Mass movements* can appear on these slopes.

- Thanks to **the cuttings formed along transverse faults** streams can be directed from one structural strip to another. Rocks with considerable erosional resistance can keep erosion back for long periods causing alluvial fans to develop above them. However, after the *falls* appearing on them have been broken through, fast downcutting and the sudden removal of the deposited alluvium happens, accompanied by the formation of terraces in the upper valley sections. They can be characterized by *almost symmetric valley profiles* and *weathering out ridges*.

- **Valley sections following the diagonal fracture system** are *transitional features*. In most cases they have a *connecting role* between valleys preformed on the front of reverse faults and valleys running along transverse faults. This refers to the fact that linear erosion could easily cut on diagonal fractures which had a similar direction to that of main tectonic lines. Consequently, they could take part in preforming sliver fronts or in maturing cuttings. Moreover, they can form cuttings themselves. *The values of the symmetry conditions of valley cross sections scatter*. The symmetry of the alluvium is in close connection with that of the valley sides. In the case of asymmetric situation one-sided undercutting begins or else free valley development becomes dominant.

6. *Stream order examinations*

We have examined the valley orders of the two catchment areas. **Bifurcation ratios fall between 3 and 5,2.** *The significantly, but irregularly distributed differences of the bifurcation ratios reflect on the heterogeneity of lithological-structural endowments and the climatic changes that happened during the geomorphological evolution of the area.* Although this has not a probative force alone, it may refer to the facts that the Darnó fault system is in the vicinity causing complex structural characteristics, and that the lithology of the sample area is diversified.

7. *The steepness of slopes*

- Correlation coefficients were calculated between the compression strength of petrophysical groups and the frequency of slope angles. Based on these values and the characteristic of the connections the **'petrophysics related slope category intervals'** could be identified between **4 – 10** ($R^2 > 0,8$), **10 - 16** ($R^2 = 0,6-0,8$), **16 – 22** (transitional interval with weak correlation), **22 – 44** ($R^2 = 0,6-0,8$) and **over 44 percent** ($R^2 > 0,8$) (PÜSPÖKI et al 2004).
- *Using the determination equations of slope categories between 4 – 16 and over 44 percents the compression strength of the rock can be calculated approximately as the average value of the two calculated results.*
- The petrophysics related slope category intervals were used to characterize the slope conditions of the sample area. **The dominance of less steep slopes** refer to the continuously decreasing height differences on **the young sediments of the forelands**, slopes over 44 percents do not even appear. In the case of **the harder Paleogene and Paleo-Mesozoic rocks** steep slopes are much more determinative (**>50% of the slopes is steeper than 22 percent**), slopes over 44 percent relatively often occur. Limestone surfaces of the basement complex can be characterized by especially sharp morphology (e.g. Uppony Limestone Formation).

8. *The exposure of slopes*

The **exposure of slopes** in the Uppony Hills and its forelands were analysed on the basis of **structuro-morphological units**.

- The Miocene sediment series of the *SE foreland* were deposited on sliver backs. **Nearly half of the slopes has SE exposure**, while **the other half is distributed among S, SW and NE exposures**. This distribution comes from the natural endowments of the foreland that developed on sliver backs and later was uplifted.
- The *SW foreland* also lies over the Uppony basement. Almost half of the slopes are tectonically oriented (**2/3 NW and 1/3 SE exposures**). This refers to the strong effect of the basement complex that is situated not too deep under the surface.

- The weakest connection between tectonics and slope exposure proved to be on the imbricated structures of *the Palaeo-Mesozoic block* itself, thanks to the fact that the diagonal fracture system had a quite dominant role in slope development, often hiding the main structuro-morphological characteristics.
- The *NW Miocene foreland* has a different tectonics. These sedimentary rocks lie on the Rudabánya-type basement complex and can be characterized by slivers with W-NW vergence thanks to the rotational movement of the Palaeo-Mesozoic block of the Uppony Hills. Valleys run along almost meridional lines and **slopes are mainly exposed to W, E and NE, with 60% dominance.**

9. *Regional geomorphological results*

The basement complex and its forelands built up of younger sediments were compared on the strength of orographical forms, slopes and valleys with the analysis of the geomorphological map of the area.

- We concluded that **there are no extended summit surfaces** on *the Palaeo-Mesozoic block*. Owing to petrophysical characteristics **interfluvies and ridges are narrow** and represent the **400-450 metres high** one-time planation surface. In contrast **wider, more continuous and 330-360 metres high ridges** appear on the *Miocene terrains* which refer to a formerly homogeneous palaeosurface, into which valleys were deepened.
- On the surface of *the Palaeo-Mesozoic block* **slopes are stable**, often very steep and sometimes can be characterized by **debris movements**. **Rill erosion** and **soil creep** occur in several places. The slopes of the *Miocene rocks* are mainly formed by **rill erosion** and **derasion**. **Mass movements** also appear here.
- On the surfaces built up of *old, hard, carbonate and siliciclastic rocks* **erosional valleys** are dominant in which wider and narrower valley sections alternate with each other. There are sharp steps in the narrow parts and tributary valleys are often canyon-like. **Dry valleys** and **delles** are the most widespread on *Miocene terrains*. Erosional valleys have wider floor than on the old surfaces. **Gullies** and water cuts often appear in the valley heads.

10. *Analysis of the relative relief*

- **The erosional resistance of the Miocene sedimentary rocks is low, they are easily eroded.** That is why relative relief differences that increase thanks to regional uplift and cutting soon begin to decrease and become stable at lower values. **Consequently, only 80-100 m/km² relative relief values can be observed on the Miocene forelands.**
- **In contrast, on the basement complex approximately 50% of the area can be characterized by more than 200 m/km² relative relief values, referring to uplift in the near past and the more significant strength of rocks.**

11. *Connections between land-use and valley development*

- According to land-use the settlements of the sample area were arranged into two groups.
 - In the first group the proportion of forests exceeds that of arable lands, grass-lands and pastures. **Forests cover nearly 50% of the administrative area of these settlements.** *Arló, Borsodnádásd, Bükkmogyorósd, Csernely, Dédestapolcsány and Uppony* belong to this group.
 - *Borsodbóta, Csokvamány, Járdánháza, Lénárddaróc, Nekézseny and Sáta* form the other group. In these cases **the ratio of forests is less than 30%**, while arable lands, grass-lands and pastures cover bigger areas exceeding that of the forests.
- A definite connection could not be proved between the way of land-use and the intensity of linear erosion in the area of the examined settlements. But there is a relationship between the change of land-use, the frequency of this change and the intensity linear erosion.
- **New gullies of significant size were not formed during the last 200 years, but the regression of the older ones could be measured.** Maps from the 19th century and the presently used EOTR profiles of Csernely, Bükkmogyorósd and Lénárddaróc were examined. (Because of possible inaccuracies and the dissimilar scale of maps the differences in valley length smaller than 25 metres were not taken into consideration.) **In 16 cases regression exceeded 30 metres, while in some occasions the filling up of gullies could be observed.** *Gullies can not be connected to one certain way of land-use, they occur in forests and on arable lands as well.*
- The formation of dry valleys from gullies is not general in the areas that were formerly covered with forests, but today are used as grass- or arable lands. In spite of this fact we found **some dry valleys that seemed to be gullies in old maps.**

To draw considerable conclusions a bigger sample area should be analyzed.

The present land-use map of *the Uppony Hills and its neighbourhood* **also reflects on the geological-geomorphological characteristics of the area.** Recently, besides conforming to the endowments of the landscape, the most significant effect on the spatial distribution of human activity had the establishing of the **Lázbérc Landscape Protection Area** since it controls land-uses.

12. *The protection of geological-geomorphological values and the possibilities to demonstrate them*

The Lázbérc reservoir was built (between 1967 and 1969) at the point where Bán and Csernely streams meet so as to solve the problems coming from water supply in this region. The Lázbérc Landscape Protection Area was established in 1975 to protect the water basis of the reservoir. Then the Landscape Protection Area covered 8510 ha. 10 years later the incorrectly determined limits of the territory was decreased to 3633,5 ha.

Although the botanical and the zoological survey of the Lázberc Landscape Protection Area have been done thanks to the Bükk National Park, the protection of geological-geomorphological values is still not solved.

- It would be very important **to extend the possibilities of demonstrating geological and geomorphological forms and processes with establishing study paths and mines**. Several proposals were made in the doctoral thesis.
- **We have worked up one study path in the Rágyincs valley in details showing the geological and geomorphological forms and processes of the Uppony Hills**. The catchment area of the Rágyincs stream is well accessible, one can easily walk all over it and could be simply established. On easily accessible outcrops *the microtectonic fracture system* and *the lithological characteristics of rocks* can be well demonstrated. Walking along from the mouth towards the source of the valley *the different stages* and *the morpho-facies of valley development* can be observed together with *the deposition of alluvial fans, the meandering of the stream* and the downcutting of hard rocks. The valley of the Rágyincs stream is really rich in geomorphological features like *rock channel, rock gate, debris cones, terraces* etc.
- **The protected zones of the Lázberc Landscape Protection Area should be extended to the surroundings of Uppony to reserve the unity of the landscape, and to the whole catchment areas of the Csernely and Bán streams to protect the water basis.**

I hope the results – beyond the basic scientific aspects - can help to create regional data bases, to determine the directions or proportions of land-use and the capacity of landscape. We have enlightened the importance of protecting and demonstrating geological-geomorphological values occurring in the sample area, and made proposals to establish study paths or quarries. The relief of the examined landscapes and the structure of the hills are diversified. The sample area is rich in objects that would be worth protecting, and the region would be suitable for getting a more significant touristic function.

A témában megjelent tanulmányok

- Püspöki Z. - Kozák M. - Csámer Á. - **Szalai K.** 1999. Paleo tömegmozgás okozta zavarok a földtani térképezésben - Acta Geographica ac Geologica et Meteorologica Debrecina XXXIV., 1996/97 kötet, pp. 219-233.
- Csathó B. - Püspöki Z. - Kozák M. - **Szalai K.** - Pető A. 1999. Szarmata-pannon rétegsor az upponyi Szilas-tetőn - Acta Geographica ac Geologica et Meteorologica Debrecina XXXIV., 1996/97 kötet, pp. 305-326.
- Sütő L. - **Szalai K.** 2000. Geomorfológiai vizsgálatok különböző kőzettani felépítésű Bükk előtéri mintaterületeken - Acta Geographica ac Geologica et Meteorologica Debrecina XXXV., 2001 kötet, pp. 287-296.
- Gönczy S. - **Szalai K.** 2000. Földtani-felszínalaktani értékek feltárása a Rágyincs-völgy tervezett tanösvényének területén (Upponyi-hegység) – Földtudományi Szemle I. (Oktatás, természet- és környezetvédelem), A Magyarhoni Földtani Társulat Oktatási és Közművelődési Szakosztály Időszakos kiadványa, Budapest, Debrecen, 2000, TERRA-MINA Kutató és Szolgáltató Bt., pp. 66-70.
- Szalai K.** – Csathó B. – Vincze L. 2000. Természet- és tájvédelem, tanösvények létrehozásának lehetőségei az Upponyi-hegységben - Földtudományi Szemle I. (Oktatás, természet- és környezetvédelem), A Magyarhoni Földtani Társulat Oktatási és Közművelődési Szakosztály Időszakos kiadványa, Budapest, Debrecen, 2000, TERRA-MINA Kutató és Szolgáltató Bt., pp. 60-65.
- Szalai K.** - McIntosh R. – Gönczy S. – Németh G. 2001. Földtani alapú geomorfológiai vizsgálatok a Lázberci Tájvédelmi Körzet területén – “A földrajz eredményei az új évezred küszöbén”, Magyar Földrajzi Konferencia tudományos közleményei 2001, Szeged, CD-kiadvány
- Szalai, K.** – Demeter, G. – Püspöki, Z. 2002. Interaction between the geological background, the geomorphological development and the land-use of an area (on a Hungarian small catcment area) – Z badań nad wpływem antropopresji na środowisko 2002, Sosnowiec (Lengyelország), pp. 83-89.
- Szalai, K.** – Utasi, Z. – Demeter, G. – Püspöki, Z. 2002. Lithological, structural and geomorphological endowments as determinative factors in the landuse of an area – “Anthropogenic aspects of landscape transformations 2” 2002, Sosnowiec (Lengyelország), pp. 77-83.
- Szalai, K.** – Demeter, G. – Püspöki, Z. – McIntosh, R. – Gönczy, S. 2002. The connection between tectonical endowments and valley development on a Palaeo-Mesozoic block and in an area consisting of Tertiary molasse sediments (NE-Hungary) – Geologica Carpathica, volume 53, special issue, september 2002, CD-kiadvány
- Demeter, G. – **Szalai, K.** 2004. Connection between land-use changes and erosional (derasional) valley development during the last 300 years in a model area - “Anthropogenic aspects of landscape transformations 3”, Debrecen, 2004, pp. 45-53.

A témában elhangzott előadások és bemutatott posztetek

- Szalai, K.** – Csathó, B. – Pető, A. – Csámer, Á. – Németh, G. 1998. Structural-morphological evolution of the Bükkian and Gömörian region - Carpathian-Balkan Geological Association XVI. Congress, Bécs (Ausztria), 1998. augusztus 30 – szeptember 2., előadás
- Szalai K.** - Csathó B. - Pető A. - Csámer Á. - Németh G. 1998. Miocén szelvények Uppony környékén – A Magyarhoni Földtani Társulat Jubileumi Vándorgyűlése, Nyíregyháza, 1998. október 1-3., előadás
- Csathó B. - **Szalai K.** - Gönczy S. - McIntosh R. 1999. Földtani alapú természetvédelmi reambuláció Uppony környékén - X. Földtani Természetvédelmi Nap a Kiskunsági Nemzeti Parkban, Kecskemét, 1999. október 14-16., előadás
- Gönczy S. - **Szalai K.** 2000. Földtani-felszínalaktani értékek feltárása a Rágyincs-völgy tervezett tanösvényének területén (Upponyi-hegység) – “Földtudományok a természeti értékvédelemben és környezetvédelemben” előadóülés, Debrecen, 2000. január 28., előadás
- Szalai K.** – Csathó B. – Vincze L. 2000. Természet- és tájvédelem, tanösvények létrehozásának lehetőségei az Upponyi-hegységben - “Földtudományok a természeti értékvédelemben és környezetvédelemben” előadóülés, Debrecen, 2000. január 28., előadás
- Szalai K.** – Gönczy S. – McIntosh R. 2001. Aljzatszerkezet hatása a geomorfológiai paraméterekre (Upponyi-hg.) – Bányászat-Kohászat-Földtan Konferencia, Csíksomlyó (Románia), 2001. április, poszter
- Szalai K.** - McIntosh R. – Gönczy S. – Németh G. 2001. Földtani alapú geomorfológiai vizsgálatok a Lázberci Tájvédelmi Körzet területén – A Magyar Földrajzi Konferencia tudományos közleményei, Szeged, 2001. október 25-27., poszter
- Szalai, K.** – Utasi, Z. – Demeter, G. – Püspöki, Z. 2002. Lithological, structural and geomorphological endowments as determinative factors in the landuse of an area – “Anthropogenic aspects of landscape transformations 2”, Sosnowiec (Lengyelország), 2002. május 13-15., előadás
- Szalai, K.** – Demeter, G. – Püspöki, Z. – McIntosh, R. – Gönczy, S. 2002. The connection between tectonical endowments and valley development on a Palaeo-Mesozoic block and in an area consisting of Tertiary molasse sediments (NE-Hungary) – Carpathian-Balkan Geological Association XVII Congress, Pozsony (Szlovákia), 2002. szeptember 1-4., poszter
- Szalai, K.** 2004. Geomorphological research on a Palaeo-Mesozoic area in N-Hungary – Conference on Geomorphology, Pec pod Snekou (Csehország), 2004. április 26-28., előadás
- Püspöki, Z. – **Szalai, K.** – Szabó, Sz. – Vincze, L.- Demeter, G. – McIntosh, R. W. – Németh, G. 2004. Connection between lithological characteristics and morphological factors – preliminary analytical application in Geomorphology - 32nd International Geological Congress, Florence, 2004. augusztus 20-28., poszter
- Demeter, G. – **Szalai, K.** 2004. Connection between land-use changes and erosional (derasional) valley development during the last 300 years in a model area - “Anthropogenic aspects of landscape transformations 3”, 2004. szeptember 28-29., előadás