KARSZTFEJLŐDÉS III.
Szombathely, 1999. pp. 79-91.

KARSZTÖKOLÓGIAI EGYENSÚLYMEGBOMLÁSOK NÉHÁNY HAZAI KARSZTTERÜLETEN

KEVEINÉ BÁRÁNY ILONA-HOYK EDIT-ZSENI ANIKÓ

József Attila Tudományegyetem, Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék, Pf. 653, 6701 Szeged

Abstract: Karsts are especially sensitive geoecological systems and research of different aspects has been encuraged since the 1980s. The environmental impacts on karst region have to be analysed, since these processes are very rapid. Non-karstic materials can integrate quicly into the karstwater system, modifying or damaging the natural processes of karstsystem. The presentation deals with the connection of reaction and heavy metal contain of karst soils in the the disturbed karstsystem.

Bevezetés

A karsztos területek kutatása az utóbbi évtizedekben a korábbi klasszikus karsztgenetikai és karsztmorfológiai kérdésekről a környezethatások kutatása irányába fordult. A környezethatások analizálása karszterületeken azért indokolt, mert a karsztok nagyon sérülékenyek. A világ minden táján kimutatták a kutatók a természeti erőforrásnak számító karsztos tájak degradálódását, a karsztvíz minőségének romlását.

Sok irodalmi anyag ismeretes a karsztos oldódás és a karsztos erózió témaköréből, kevesebb munka foglalkozik a karsztrendszerben végbemenő fenti változásokkal. Ugyancsak kevés figyelmet fordítanak a kutatások a karsztos területek hasznosítására, a globális klíma változásoknak a karsztos ökoszisztéma folyamataiban betöltött szerepére.

Napjaink kutatásainak segítenie kell a karsztok helyes kezelésének és a tájtervezésnek a munkálatait, ismeretek gyarapításával hozzá kell járulnia a karsztok fenntartható fejlődéséhez Mindez meddő kísérletté válik, ha nem ismerjük azokat a hatás mechanizmusokat, melyek a karsztok ökológiai rendszerében működnek.

A vízvezető, víztározó és vízadó képesség a karsztos kőzetek egyik legjelentősebb pozitív tulajdonsága. Ez a sajátosság egyúttal a legnagyobb veszélyforrást is jelenti, mivel a környezetszennyező anyagok a beszivárgó vízzel hamar bejutnak a karsztvízrendszerbe ahol annak minőségi mutatóit jelentősen megváltoztathatják. Mivel a világ lakosságának vízellátását 25%-ban karsztvízből oldják meg, nem lehet a környezeti károk hatásait mellőzni a kutatásban.

A karsztokat évszázadok óta hasznosító ember az első időkben *közvetlen* kárt az erdők irtásával okozott, a felerősödött a talajerózió révén. Közvetlen hatásként jelentkezett az iparosodás megindulásával a mészkőbányászat is, amely napjainban is fontos degradációs tényezője a karsztos tájaknak. A kőzet megbontását követően az ökológiai viszonyok is jelentősen megváltoznak. A karsztterületek bauxitkincsének kitermelése hasonló módon a táj esztétikai értékének csökkentését eredményezte, amely egyidejűleg a karsztvízszint nagymértékű süllyedéseével is járt.

A közvetlen hatások mellett a *közvetett* hatások feltárása azért igen fontos, mert a kedvezőtlen folyamatok következményeit ebben az esetben csak hosszabb idő elteltével észleljük, amikor már nincs lehetőségünk a beavatkozás következményeinek korrekciójára.

A közvetett hatások közé tartozik az ökológiai rendszerben a vegetáció, a talajélet, a talajtulajdonságok, s ezek révén a karsztvíz minőségének változása, a cseppkődegradáció stb.

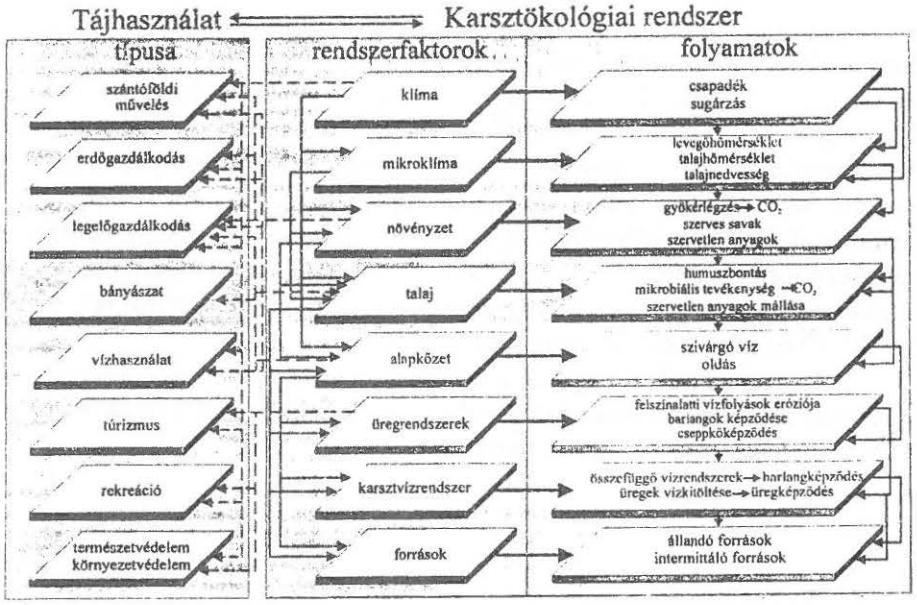
A földrajztudományban mára már polgárjogot nyert geoökológiai kutatások tűzték ki célul a tájalkotó tényezők összhatásában kialakuló, illetve fejlődő geoökorendszerek szerkezetének és működésének feltárását. Ezen kutatatások egyik fontos területe a karsztok ökológiai rendszerének vizsgálata.

A 90-es évektől nemzetközi szinten is előtérbe került a karsztökológiai rendszerek gyakorlatorientált kutatása (*PFEFFER, K. H.*, 1990). A hazai vizsgálatok már korán felhívták a figyelmet arra, hogy a karsztos területek kontroll nélküli hasznosítása beláthatatlan következményekkel járhat. Kétségtelen tény, hogy pl. a dunántúli karsztok többsége a települések, az ipar révén erősen igénybevett terület. A mecseki és villányi karszt antropogén módosulásai a természetes állapot megváltozását eredményezte. Legjobban a Bükk-hegység karsztja őrződött meg az eredetihez közeli állapotban. Ez azzal magyarázható, hogy a Bükk-hegység jelentős része a többi karsztos területet jóval megelőzve Nemzeti Parkká vált. Hasonlóan mérsékelt az antropogén aktivitás az Aggteleki-karszton. Azonban itt csak 10 éve működik a Nemzeti Park, s a fokozott védettséget megelőző intenzív mezőgazdasági és erdőgazdasági hasznosítás nyomai csak igen lassan tüntethetők el a területen. Most, amikor az Aggteleki-karszt barlangjai a szlovákiai Domica barlanggal együtt a világörökség részét képezik (1995), nem lehet közömbös a kutatás és a tájhasznosítás számára a karsztok geoökológiai szempontú vizsgálata.

A karsztökológiai rendszert olyan strukturális és funkcionális rendszernek tartom, amelyben a klíma, a kőzet, a talaj az abiogén, a talajlakó mikróbák, a növényzet, az állatvilág és az ember a biogén tényező. A rendszer specifikumát környezetérzékenysége és háromdimenziós hatásfelülete képezi (*1.ábra*).

A karsztökológiai rendszerben bármely tényező megváltozása több tényező megváltozását eredményezi. Ebből a szempontból kitüntetett szerepet

játszik a mikroklíma-talaj-növényzet rendszer, mivel ezek a tényezők egymással szoros kölcsönhatásban működnek. A talaj és növényzet, mint rendszerelemek a



1. ábra: A karsztökológiai rendszer
Figure 1: Karstecosystem

változások indikátorai.

A karsztokon kialakult talajok vizsgálata az utóbbi évtizedekben került előtérbe, mivel a karsztok érzékeny ökológiai rendszerében a talajok igen fontos szerepet játszanak. A talaj puffereli azokat a kedvezőtlen környezeti hatásokat, amelyek a karsztok három dimenziós rendszerében igen gyorsan érvényre jutnak (*ZÁMBÓ*, L. 1986; *BÁRÁNY-KEVEI, I.* 1998a; *BÁRÁNY-KEVEI, I.* 1998b.). A talaj tulajdonságainak változása egyik fontos indikátora a környezet hatására végbement változásoknak. A légkörből, ill. az emberi tevékenység nyomán a karsztokra jutó tájidegen anyagok módosító hatása a felszínhez közeli talajhorizont károsodását eredményezi. Ennek egyik legkézzelfoghatóbb megnyilvánulása a talajok kémhatásának, s ehhez kapcsolódóan az összes karbonáttartalmának (szénsavas mész) megváltozása.

Jelen tanulmányban a talajok vizes és kálium-kloridos pH-jának és a szénsavas mész tartalmának, valamint az ezzel szorosan összefüggő nehézfémtartalmának vizsgálata alapján hasonlítjuk össze a Bükk-fennsík és az Aggteleki-karszt talajait. A vizsgálatok különböző növényborítású területeken folytak abból a célból, hogy egyidejűleg a növényzet és a talaj kölcsönhatását is értékelhessük a talajtulajdonságok megváltozása szempontjából.

Módszerek

A Bükk-fennsík és az Aggteleki-karszt 8 - 8 km^2-es területének talajait vizsgáltuk meg. Minden km^2-en belül 2 helyről gyűjtöttünk be talajmintákat különböző ökológiai adottságú területekről. A Bükk-fennsíkon bükkerdő, fenyőerdő, bükkelegyes fenyőerdő, csemetéskert és kaszálórét, Aggteleken tölgyerdő, nyíltrét, fenyőerdő, borókás és gabona tarló képezte a mintavételi területeket (a mintavételi helyek növényzet típusát a pH értékeket bemutató szalagdiagramokon feltüntettük). Egyidejűleg mindkét vizsgálati területen 1-1 dolina különböző lejtőiről, a dolina aljáról, illetve dolinaperemi fenyőerdőből is gyűjtöttünk mintákat. A talaj felső 40 centiméteres szelvényéből az egyes mintavételi helyeken 4-4 talajmintát szedtünk fel: 5-10, 10-20, 20-30 és 30-40 centiméteres mélységekből.

A talajminták a vizes és a káliumkloridos pH értékét a talajtani gyakorlatban szokásos módszerrel, a nehézfém tartalmat királyvizes feltárás után ASS spektroszkópos méréssel határoztuk meg.

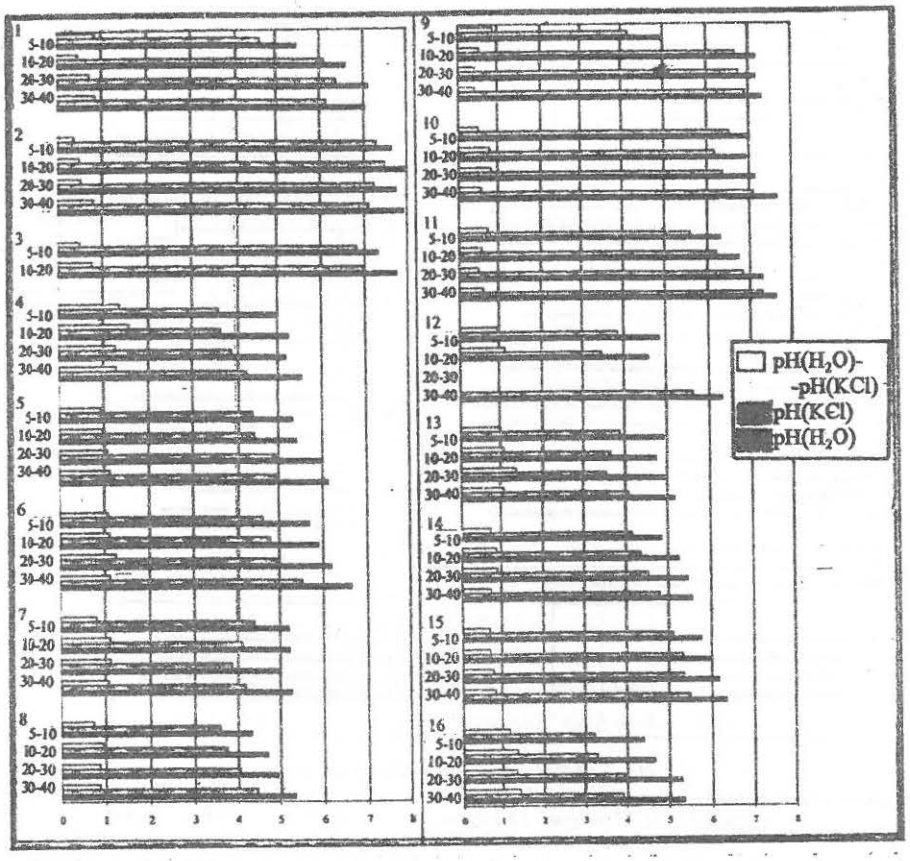
Eredmények

A talajvizsgálatok során a kémhatás meghatározásakor általában kétféle (vizes és káliumkloridos) pH meghatározást végzünk, mivel a vizes pH a tényleges kémhatást, a káliumkloridos pH a savanyodásra való hajlam kimutatását teszi lehetővé. Bár a karsztos kőzetek talajain általában nem gondolunk savanyodási folyamatokra, az eddigi vizsgálatok (*JAKUCS*, L. 1987; *BÁRÁNY-KEVEI, I.* 1987,1992; *BÁRÁNY-KEVEI, I.-HORVÁTH, A.* 1996) már utaltak arra, hogy a talajok kémhatásváltozása a karsztokon napjainkban olyan folyamatokhoz vezet, amelyek hosszabbtávon a karsztökológiai rendszer működésében is jelentős módosulásokat eredményeznek. Ennek a változásnak a szemmellátható jele volt az 1995-ben az Aggteleki-karszton megtalált csarab (*Calluna vulgaris*), ami kimondottan savanyúságjelző indikátor növény.

Az említett megfigyelés és a korábbi, már *JAKUCS, L.* (1987) által kimutatott cseppkődegradációs jelenségek indokolják a karsztökológiai rendszer tényezőinek, közöttük a talajnak, mint puffer közegnek a részletes megismerését. A kémhatás vizsgálat egy komplex karsztökológiai elemzés része, azonban önmagában igen fontos következtetésekre nyújt lehetőséget. Segítségével a korrózió intenzitását, a tápanyagok mozgását, a környezetből származó nehézfémek mobilitását is prognosztizálhatjuk.

Mindkét terület mintavételi helyeire vonatkozóan laboratóriumi vizsgálatok alapján meghatároztuk a talajnedvességet és a talajok fizikai minősé-

gét is. Az adatokból a pH értékere vonatkozóan szalagdiagramokat készítettünk (*2.és 3.ábra*).

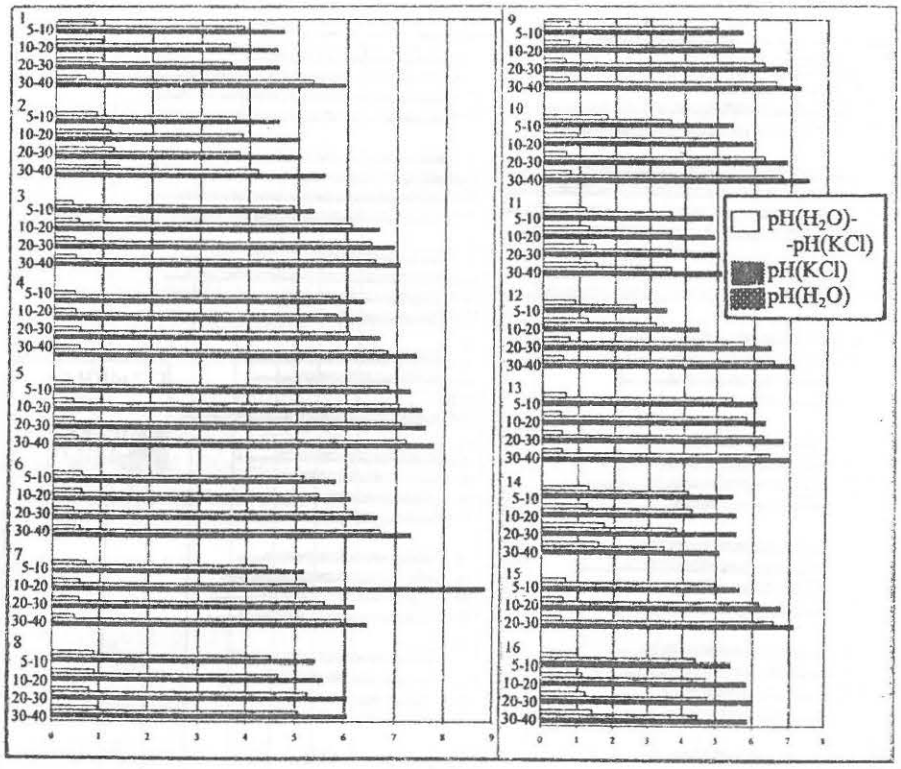


2. ábra: Az aggteleki talajok kémhatása (Aggteleki-karszt, 1998)
Jelmagyarázat: 1. tölgyes, 2. szántó, 3. ördögszántás, 4. tölgyes, 5. rét, 6. borókás, 7. fenyves, 8. tölgyes, 9. gyertyános, 10. irtásrét, 11. tölgyes, 12. tölgyes, 13. tölgyes, 14. tölgyes, 15. rét, 16. tölgyes.
Figure 2: Reaction of soils in Aggtelek, 1998
Legend: 1. oak forest, 2. arable land, 3. bare rock, 4. oak forest, 5. meadow, 6. juniper, 7. pine forest, 8. oak forest, 9. hornbeam forest, 10. clearing area, 11. oak forest, 12. oak forest, 13. oak forest, 14. oak forest, 15. meadow, 16. oak forest.

A talajok kémhatása szoros kapcsolatot mutat a felvehető kalcium-tartalommal. Az alacsonyabb kémhatású talajok felvehető kalcium-tartalma kisebb. A kőzettel nem keveredett talajoknak alacsonyabb a felvehető kalcium-tartalma, mint a kőzettel átkeveredettekének. A magas ΔpH-jú talajoknak minden esetben alacsony a felvehető kalcium-tartalma.

Azokban a talajokban, ahol megjelenik az alapkőzet, ott a mélységgel növekvő kémhatással növekvő felvehető kalcium-tartalom jár együtt. Ahol azonban az alapkőzetet nem értük el, ott a felvehető kalcium-tartalom csökkent a mélységgel. Ez a sajátosság nem jár együtt a kémhatás mélységgel

való csökkenésével, azaz a két tulajdonság ezekben az esetekben ellentétesen



3. ábra: A bükki talajok kémhatása (Bükk-fennsík, 1998)
Jelmagyarázat: 1. bükk elegyes fenyves, 2. bükkös, 3. bükkös, 4. rét, 5. fenyves, 6. rét, 7. fenyves, 8. fenyves, 9. tölgyes, 10. rét, 11. tölgyes, 12. tölgyes, 13. tölgyes, 14. rét, 15. rét, 16. tölgyes.
Figure 3: Reaction of soils in Bükk Plateau, 1998
Legend: 1. pine forest with beech, 2. beech forest, 3. beech forest, 4. meadow, 5. pine forest, 6. meadow, 7. pine forest, 8. pine forest, 9. oak forest, 10. meadow, 11. oak forest, 12. oak forest, 13. oak forest, 14. meadow, 15. meadow, 16. oak forest

változik a mélységgel.

A kapott adatokatokból a kémhatásra vonatkozóan a talajtanban szokásos határértékek figyelembevételével összefoglaló táblázatokat készítettünk (*1. és 2. táblázat*).

1. táblázat.

A talajminták kémhatásának csoportosítása különböző növényborítottságú területeken
(Classification of soil reaction by different vegetation)
(Bükk fennsík,1998)
/Mintaszám(%-os részesedés)/

kémhatás	összes	bükkös	elegyes e.	fenyves	csem.kert	rét
erősen savanyú	2(3,2%	0	2(25%)	0	0	0
savanyú	18(28,6%)	6(31,6%)	3(37,5)	2(16,7%)	0	7(35,0)
gyengén savanyú	**28(44,4%)**	**7(36,8%)**	2(25,0%)	**6(50,0%)**	**2(50,0%)**	**11(55,0%)**
semleges	7(11,1%)	4(21,1%)	1(12,5%)	0	**2(50,0%)**	2(10,0%)
gyengén bázikus	8(12,7%)	2(10,5%)	0	4(33,3%)	0	0
összesen	63	19	8	12	4	20

II. táblázat.

A talajminták kémhatásának csoportosítása különböző növényborítottságú területeken
(Classification of soil reaction by different vegetation)
(Aggtelek,1998)
/Mintaszám(%-os részesedés)/

kémhatás	összes	tölgyes	rét	fenyves	szántó
erősen savanyú	2(3,3%)	2(2,57%)	0	0	0
savanyú	26(42,6%)	20(57,1%)	2(11,1%)	4(100%)	0
gyengén savanyú	16(26,2%)	6(17,1%)	10(55,6%)	0	0
semleges	7(11,5%)	4(11,4%)	3(16,7%)	0	0
gyengén bázikus	10(16,4%)	3(8,6%)	3(16,7%)	0	4(100%)
összesen	61	35	18	4	4

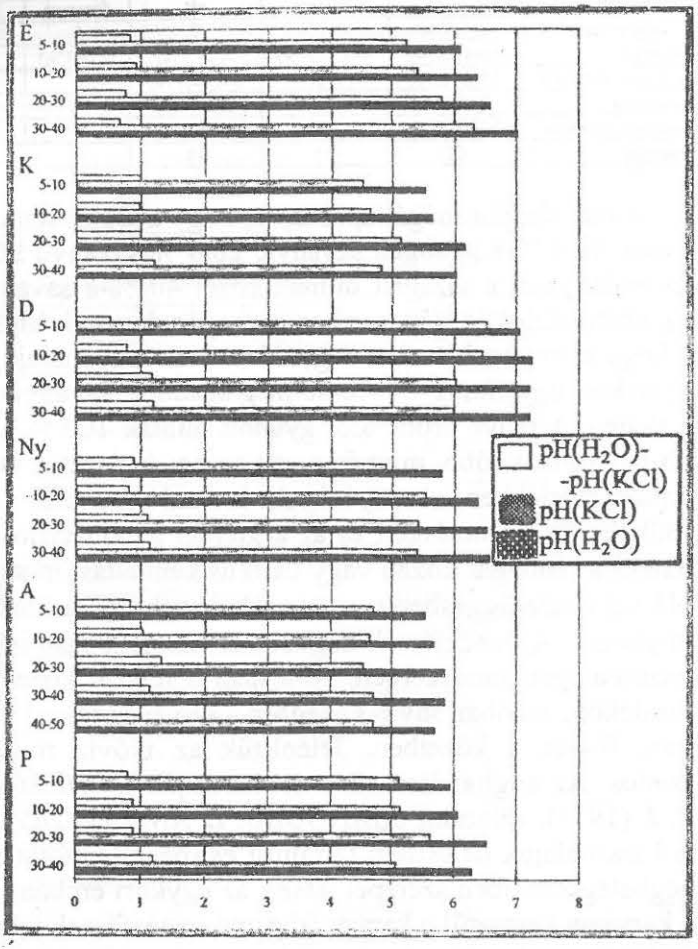
A kémhatás alapján megállapíthatjuk, hogy a Bükk-fennsíkon a vizsgált talajminták 44,4 %-a gyengén savanyú, 28,6 % savanyú kémhatású. A bükkelegyes erdők alatt a vizsgált minták közel 40 %-a savanyú. Érdekes, hogy a rétek alatti talajok is több esetben savanyúnak minősültek. Természetes viszont, hogy a fenyőerdők alatt nagyobbrészt savanyú talajokat találunk.

Aggteleken ugyancsak 40 %-ot meghaladó a savanyúságot mutató talajminták száma. A fenyő erdők alól gyűjtött minták 100 %-a, a tölgyesek alatt vizsgált talajminták több, mint fele volt savanyú. A rétek talajai itt is 50 %-ot meghaladó mértékben savanyúak. Az intenzív művelés alatt álló talajok, igy a Bükkben a csemetéskert és az aggteleki gabonatarló talajai a műtrágyázás hatására semleges közeli vagy bázikus kémhatást mutatnak.

A pH-val összefüggésben megvizsgáltuk néhány dolinában a nehézfémek mennyiségét. A nehézfémek nagyobb felhalmozódása jelzi a változásokat a karsztökológiai rendszerben. Általában a felszín közelében megkötődik a kolloidokon, azonban savas közegben a szivárgó vízzel vándorol lefelé a talajban, illetve a kőzetben. Jelenlétük az ivóvíz minősége szempontjából fontos. Az angliai Peak District karsztján *COHLBORN, P. AND THORTON, I.* (1978), valamint *XIANDONG, L. AND THORTON, I.* (1993) vizsgálta a karszttalajok nehézfém tartalmát és megállapították, hogy a gyermekek megbetegedéseiben szerepet játszik az egykori ércbányászat révén a talajba és a karszton keresztül a karsztvízbe jutó nehézfémek jelentős mennyisége.

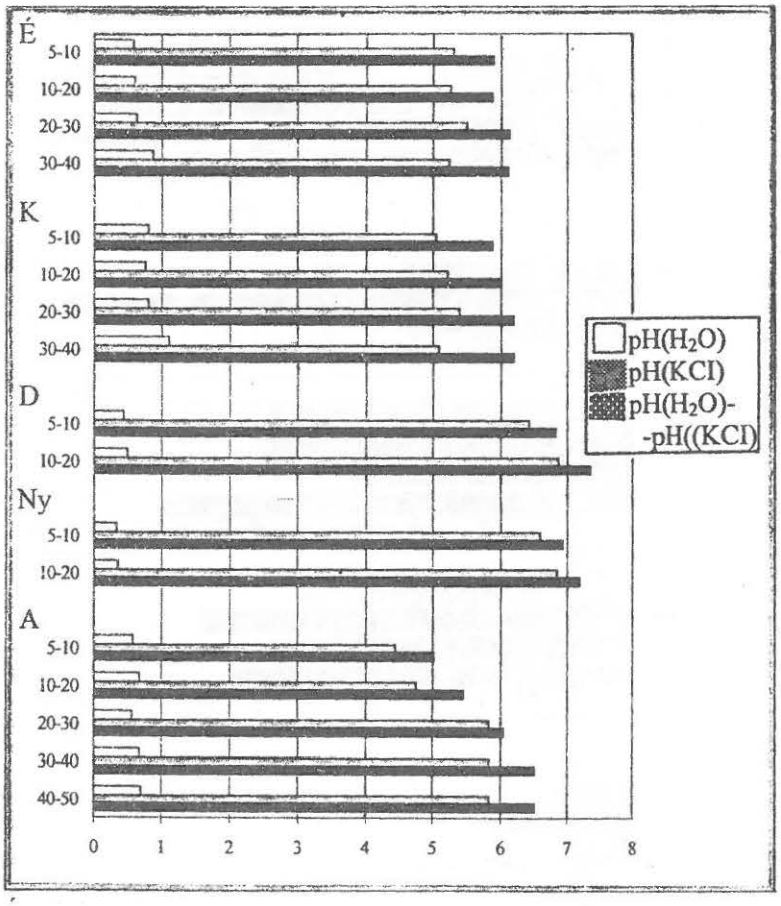
A nehézfém vizsgálatok mindezideig általában mezőgazdasági, vagy ipari terhelés alatt álló területen folytak. Az Északi-középhegységben olyan területen vizsgálták a nehézfémek jelenlétét, ahol az alapkőzet jelentős hatással van a felhalmozódott fémes elemekre (*FARSANG, A.*1995). A légköri ülepedésekből származó fémszennyezések minden további nélkül eljutnak a karszterületekre, s ott a beszivárgó vizekkel bejuthatnak a karsztba. A karsztokat borító talajoknak egyik igen fontos szerepe éppen a fémes elemek megkötésében, illetve puffer hatásában van. A fémes elemek többsége megkötődik a talajkolloidokon, ha azok mefelelő mennyiségben jelen vannak a talajban. Az agyagos és szerves kolloidokban gazdag talajok gyengén sava-

nyú és semleges pH mellett kötik meg a fémeket. Amennyiben a talaj elsavanyodik, a fémek egyrésze oldatba megy és közvetlenül beszivárog a karsztba. Ennek szemmel látható megnyilvánulása a cseppköveken megjelenő vöröses bevonat. Nem mindig válik azonban ki az oldott anyag, gyakran a



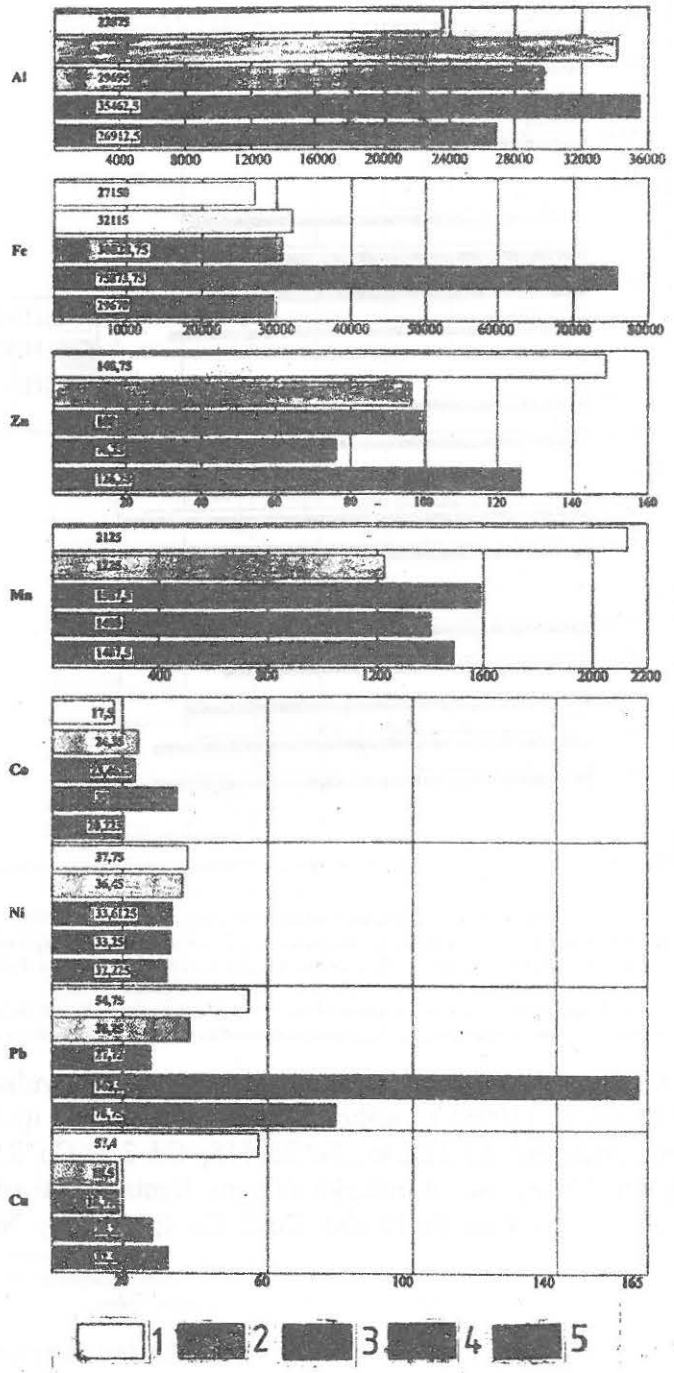
4. ábra: A vizsgált dolina talajainak kémhatása (Aggteleki-karszt, 1998. július)
Jelmagyarázat: É. a dolina északi kitettségű lejtője, D. a dolina déli kitettségű lejtője, K. a dolina keleti kitettségű lejtője, Ny. a dolina nyugati kitettségű lejtője, A. a dolina alja P. a dolina pereme
Figure 4: Reaction of doline soils Aggtelek, 1998.
Legend: É: nothern exposition - southern slope, D: southern exposition - northern slope, K: eastern exposition - western slope, Ny: western exposition - estern slope, A: bottom of doline, P: brim of doline

karsztvizet szennyezi, ezáltal a karsztos ivóvízbázisokat veszélyezteti.



5. ábra: A vizsgált dolina talajainak kémhatása (Bükk-fennsík 1998)
Jelmagyarázat: É. a dolina északi kitettségű lejtője, D. a dolina déli kitettségű lejtője, K. a dolina keleti kitettségű lejtője, Ny. a dolina nyugati kitettségű lejtője, A. a dolina alja
Figure 5: Reaction of doline soils. Bükk Plateau, 1998
Legend: É: nothern exposition - southern slope, D: southern exposition - northern slope, K: eastern exposition - western slope, Ny: western exposition - estern slope, A: bottom of doline

A Mátra egyik vízgyüjtőjének mintaterületén (romvulkáni környezetben) *FARSANG, A.* (1995) az alábbi átlagos fémtartalmat mutatta ki a talajokban ppm értékben: Al 22.246; Fe 25.445; Cd 2,2; Co 9,9;Cu 14,2;Mn 899;Ni 26; Pb 12; Zn 61. A mészkő átlagos fémtartalma a megfigyelések szerint általában az alábbi: Fe 15.000; Co 2; Cu 4; Mn 700; Ni 15; Pb 5; Zn 23.



6. ábra: Nehézfém-tartalom egy aggteleki dolinában (ppm)
Jelmagyarázat: 1. É-i lejtő, 2. K-i lejtő, 3. Ny-i lejtő, 4. Vörös-tó uvalája, 5. Dny-i lejtő
Figure 6: Heavy metal contain of doline soils (ppm) Aggtelek Mts.)
Legend: 1. N-slope, 2. E-slope, 3. W-slope, 4. uvala of Vörös lake, 5. SW-slope

A talajok fémtartalmát egy bükki és egy aggteleki dolina talajában vizsgáltuk meg. A pH értékek *(4. és 5. ábra)* és a fémszennyezések adatainak *(6. és 7. ábra)* kölcsönhatását vizsgálva megállapítottuk, hogy Aggteleken összességében magasabbak a fémek értékei. Ez azzal magyarázható, hogy itt már a felszín közelében megjelenik a vörösagyag, ami általában, különösen a vastartalmat illetően, de más fémes elemekben is gazdagabb, mint a sötét rendzinák. A vizsgált aggteleki dolina (a borókás töbör), ahol az északi lejtő a közút közvetlen szomszédságában jelentős terhelésnek van kitéve, de a keleti lejtő feletti dolina peremen is halad egy erdei út, ami ugyancsak hozzájárul a keleti lejtő nagyobb fémtartalmához. Az északi és keleti lejtőn a pH értékek is alacsonyabbak, ami fokozottabban veszélyezteti a beszivárgó vizek minőségét.

A bükki dolinában alacsonyabb a fémtartalom. További vizsgálatot kíván az a tény, hogy itt is az északi és keleti lejőn találjuk a magasabb értékeket. Kétségtelen, hogy itt is az északi lejtő mellett fut egy erdészeti feltáróút, ami korábban gyakrabban használt közút volt (a 60-as években). A pH értékek is alacsonyabbak ezen a két lejtőn.

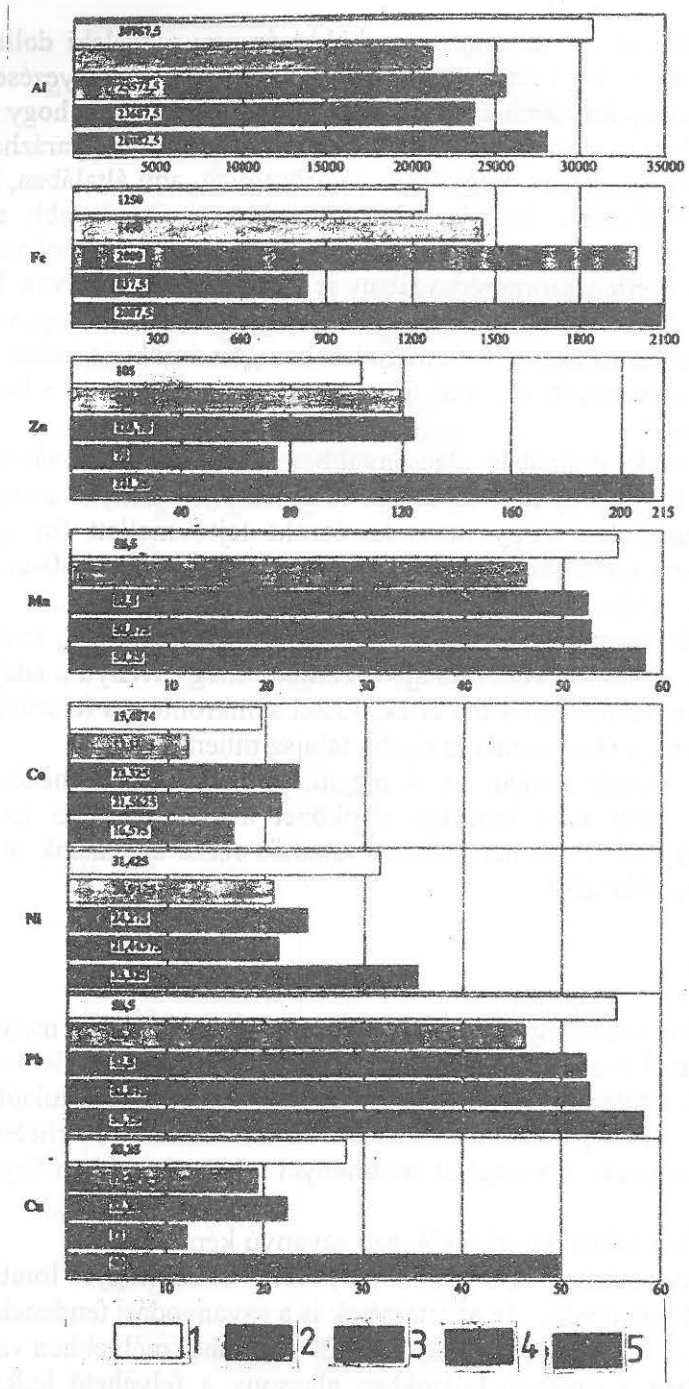
A diagrammból jól kiolvasható a dolina alján a talaj kimosódási tendenciája is. A felszín közeli talajhorizontban még savanyú a talaj, a mélyebb rétegek felé haladva nő a pH érték. Ezzel szinkronban a felszínközeli mintában kevesebb a fém, mint a mélyebb talajszintben.

Az adatok alapján az is megállapítható, hogy a nehézfémtartalom magasabb, mint az a karsztos alapkőzet alapján várható lenne. Minden valószínűség szerint a nehézfémek jelentős része származik itt a száraz és nedves ülepedésekből.

Összegzés

A karsztökológiai rendszer fontos tényezője a talaj, melynek változásai jelzik azokat a módosulásokat, amelyek nagyobb időtávlatban és áttételesen hatnak a felszíni és felszín alatti folyamatokra. A talajtulajdonságok közül ez a tanulmány a kémhatás változások és a nehézfém terhelések vizsgálatával foglalkozott. A vizsgálat eredményei a következőkben foglalhatók össze.

1. A karsztok talajai közel 50 %-ban savanyú kémhatásúak.
2. A savanyú talajok elsősorban a fenyvesek és az elegyes lombos és fenyőerdők alatt jellemzőek, de az irtásrétek is a savanyodási tendenciát mutatják.
3. A talajsavanyodás elsősorban ott jellemző, ahol mélyebben van az alapkőzet. Ezekben a savanyú talajokban alacsony a felvehető kalciumtartalom. Mészhiány ott lép fel, ahol a vizes és káliumkloridos pH érték különbsége nagy.



7. ábra: Nehézfém-tartalom egy bükki dolinában (ppm)
Jelmagyarázat: 1. K-i lejtő, 2. dolina alja (20 cm), 3. dolina alja (80 cm), 4. fenyőerdő, 5. ÉK-i lejtő
Figure 7: Heavy metal contain of doline soils (ppm). Bükk Mts.
Legend: 1. E-slope, 2. bottom of doline (20 cm), 3. bottom of doline (80 cm), 4. pine forest, 5. NE-slope

4. A nehézfémek az aggteleki dolinában halmozódtak fel nagyobb mennyiségben, ami valószínűleg a környező területekről idejutott vulkáni poranyagból származik, de nem hanyagolható el közlekedésből és a környező ipari objektumokból a légáramlatokkal idejutó fémszennyezések hatása sem.

A fenti vizsgálatok a karsztökológiai rendszer folyamatainak pontosabb megismerését, egyidejűleg a karszt management fontosabb feladatainak meghatározását szolgálják.

IRODALOM

BÁRÁNY-KEVEI,I. (1987): Tendencies to change in the compositions of the karstic soil and the vegetation in the dolines in the Hungarian bükk Mountain. ENDINS. Mallorca. pp.87-93.

BÁRÁNY-KEVEI,I. (1992): Karst soil as indicators of karst development in Hungarian karsts. Zeitschrift für Geomorph. N.F. Suppl-Bd.85. pp.101-110

BÁRÁNY-KEVEI,I. (1998a): Geoecological system of karsts. Acta Carsologica. Krasoslovni Zbornik,XXVII/1. Ljubljana, pp.13-25.

BÁRÁNY-KEVEI,I. (1998b): Connection between morphology and ecological factors of karst dolines (Aggtelek Hills,Hungary). Suppl. di Geografia Fisica e dinamica quarternaria. III-t.4. pp.115-119.

BÁRÁNY-KEVEI, I.-HORVÁTH, A. (1996): Survey of the interaction between soil and vegetation in a karstecological system at Aggtelek, (Hungary). - Acta Geogr. Szegediensis. Tom. XXXV. 81-87.

COLBOURN,P. AND THORTON, I. (1978): Lead pollution in Agricultural soils. Journal of Science, 29.pp.513-526.

FARSANG A. (1995): A talaj fémtartalmának regionális vizsgálata a Mátra északkeleti előterében. Földrajzi Közlemények XLIV.évf.3-4 füzet, pp. 179-192.

JAKUCS,L. (1987): Traces of effects of acidic rain (sedimentation) in the redissolution of cave dripstones. ENDINS.Mallorca.pp.49-59.

PFEFFER K.H., (1990): Wissentschafliche Informationen zu Karst-Ökosystemen- eine wichtige Aufgabe für praxisorientierte Forschungen und Planungen.Tübinger Geographischge Studien.pp.1-35.

ZÁMBÓ, L. (1986): A talajhatás karsztmorfogenetikai jelentősége. Kandidátusi értekezés. Budapest, p. 141.

XIANGDONG,L. AND THORTON, I. (1993): Multi-element contamination of soils and plants in old mining areas, U.K. Applied Geochemistry, Suppl. Issue No.2.pp.52-56.