

A karsztok tájökológiai problémái

Kevei Ferencné

*SZTE Éghajlattani és Tájföldrajzi
Tanszék*

Bevezetés

- A karsztok más közettípusoktól eltérő tulajdonságokkal rendelkeznek és nagyon sérülékenyek. A **vízvezető, víztározó és vízáadó képesség a karsztos kőzetek egyik legfontosabb tulajdonsága**. Egyúttal azonban ez a **legnagyobb veszélyforrás is**, mivel a szennyező anyagok a beszivárgó vízzel hamar bejutnak a rendszerbe.
- A **földfelszínnek csupán 10%-a épül fel karsztos kőzetekből**, jelentőségük mégis igen nagy, mivel **világ lakosságának vízellátása 25%-ban karsztvízből történik**. Ez a tény már önmagában is indokolja a fokozott érzékenységű, háromdimenziós hatásfelületű karsztok sokirányú vizsgálatát.

A karszt fogalma

- A Karszt hegység a Dinári-karszt északi része, amely a Juliai-Alpoktól húzódik az Una forrásáig. ***Minden olyan formát és jelenséget, ami a Karszt-hegységre jellemző, a kutatók karszt folyamatoknak és karsztjelenségeknek neveztek el (Cvijic).***
- ***Jakucs szerint a karszt a mészkőnek és a hozzá kapcsolódó jelenségeknek a fejlődési állapota, formája, amely a kőzetminőség és a térben-időben változó geológiai, geográfiai, klimatológiai és biológiai környezeti feltételek és okok komplex hatásaként jön létre és alakul tovább.***

A karszt fogalma

- A **karszt** tulajdonképpen **állapot meghatározás**. A karsztosodás (a kőzet oldása vagy korrózió) az a folyamat, amely a karsztos kőzetekben törvényszerűen végbemegy.
- A **karsztfejlődés** nemcsak a felszínen, hanem a kőzetestben, a **háromdimenziós tömegben játszódik le**, ebben különbözik egyéb kőzetek természeti földrajzi jelenségeitől, a kőzetmorfológia foglalkozik a karsztosodással.

A karsztosodás alapfeltételei

Jól oldódó, szilárd szerkezetű **kőzet**, kevés oldási maradékkal (megfelelő kiterjedéssel és vastagságban).

2. **Oldószer**, azaz víz, amely jelentős oldó-képességgel rendelkezik.

3. **Megfelelő réstérfogat** (porozitás) a víz átbocsátásához.

Lehet beszélni:

- elsődleges porozitásról (a leülepedés során kialakult réstérfogat)
- másodlagos porozitásról (a kőzetté válás során kialakult réstérfogat)

Karsztosodó kőzetek

- 1. Legjobban karsztosodó kőzet: mészkő, dolomit, aragonit**, melyek karbonátok (a Föld felszínének 12%-a).
- Szulfátok és sókőzetek: ***gipsz, kősó***. Jelentős kiterjedésűek, de különösen a kősón rövid életű karsztformák jönnek létre a gyors oldódás miatt

Mésztartalmuk miatt, egyéb kőzetek is mutatnak karsztos jelenségeket, azonban a valódi karsztos kőzetek az előbbiek, amelyeken a típusos karsztjelenségek és formák kialakulnak.

A karsztos oldódás (korrózió)

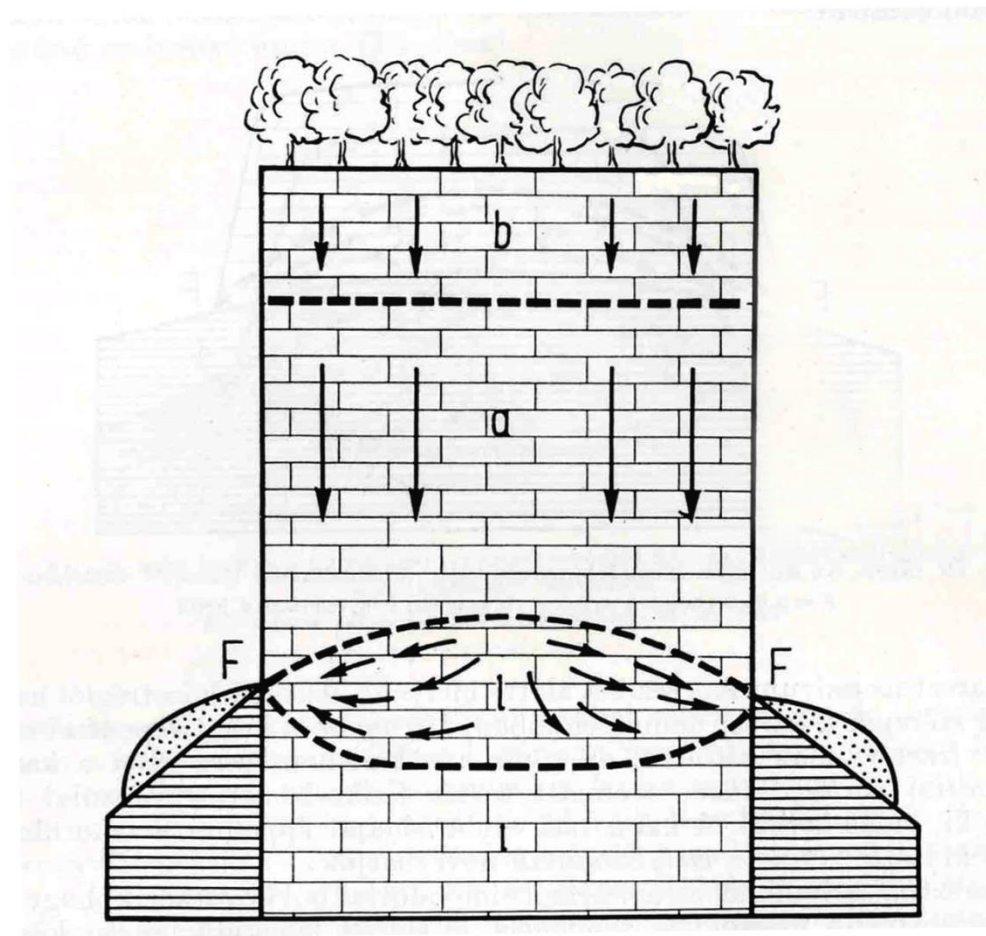
A karsztos oldódás a mészkőoldás folyamata, amely három formában megy végbe:

1. ***karbonátos*** oldódás tisztavízben,
2. ***hidrokarbonátos oldódás*** szénsavas vízben,
3. ***szerves és szervetlen savak hatására végbemenő oldódás***, ami irreverzibilis folyamat.

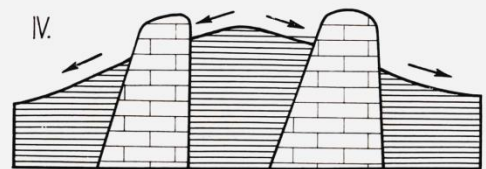
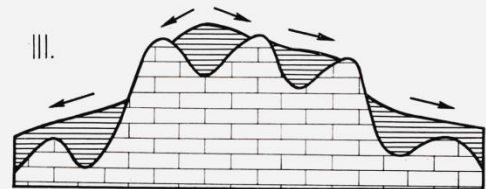
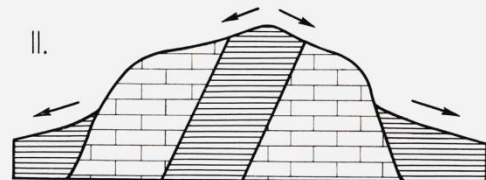
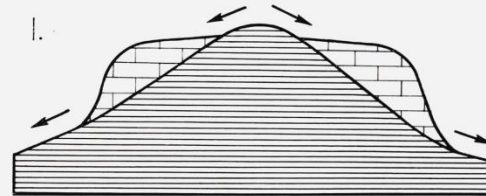
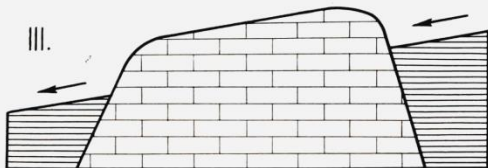
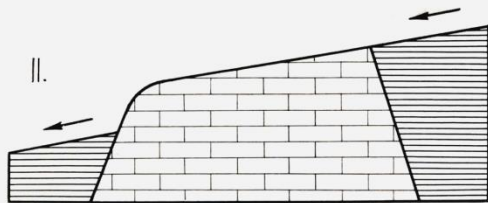
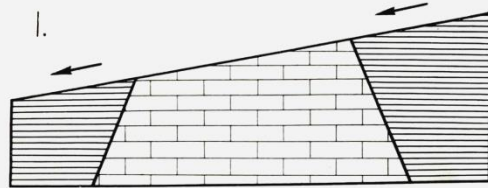
A karsztok típusai

- Jakucs a karsztok két típusát különítette el, az **A típusú (autogén=** helyben lehulló csapadékvíz beszivárgó hatása) és **B típusú (allogén=**nem karsztos területekről ide érkező víz és hordalékainak hatása). Az A típusú karsztnál saját karsztvízzel történik a mészkőoldás (korrózió), a B típusú karszt esetében nemkarsztos területekről a karszthoz jutó vízfolyások által szállított anyagok eróziós tevékenysége formálja a karsztokat.
- Véleménye szerint kizárólagos típustisztasággal a természetben az autogén jelleg fordulhat elő, míg az allogén karsztok geomorfológiájában a B-típusú bélyegek mellett az A-típus hidrológiai- és formajegyei is mindig jelen vannak.

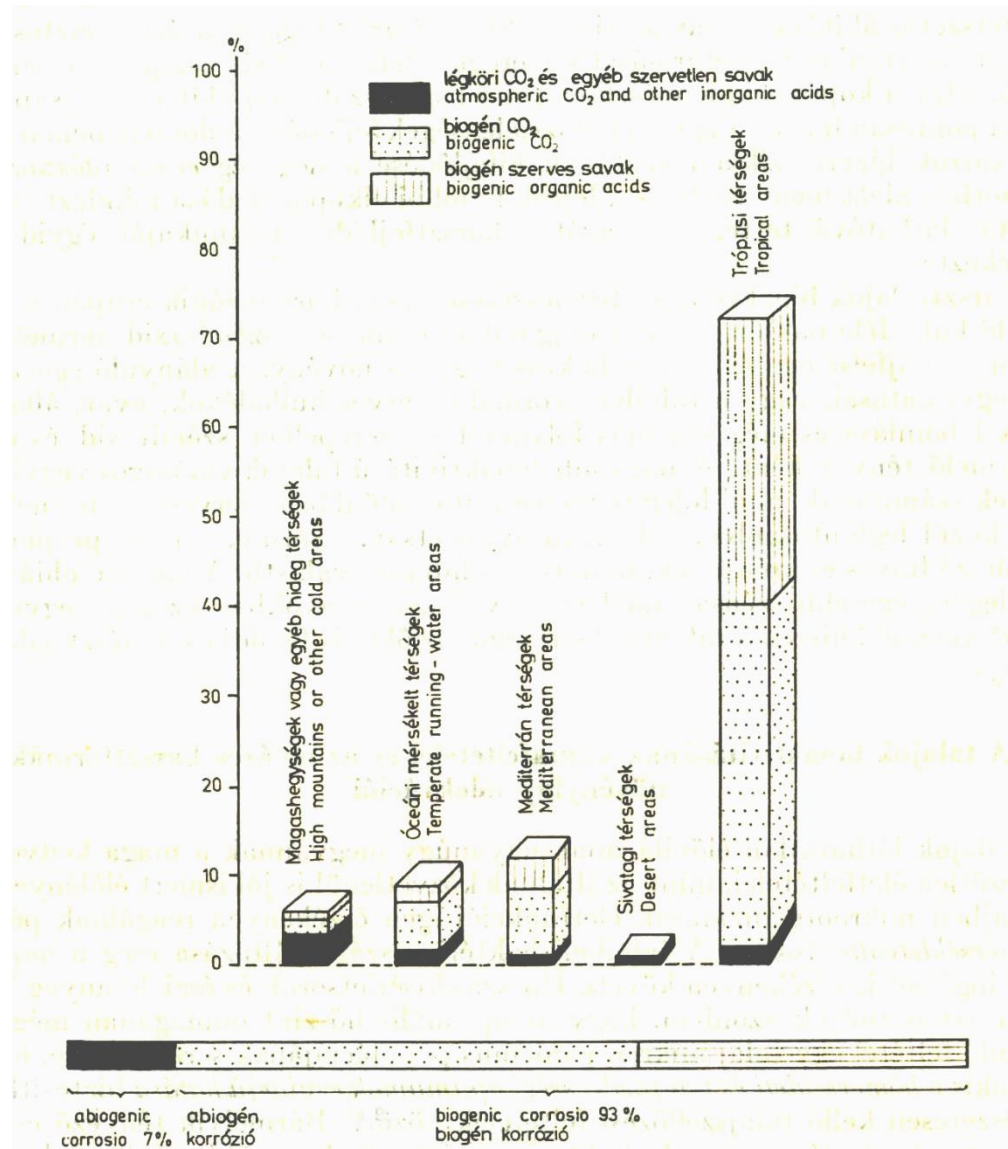
A típusú karsztosodás



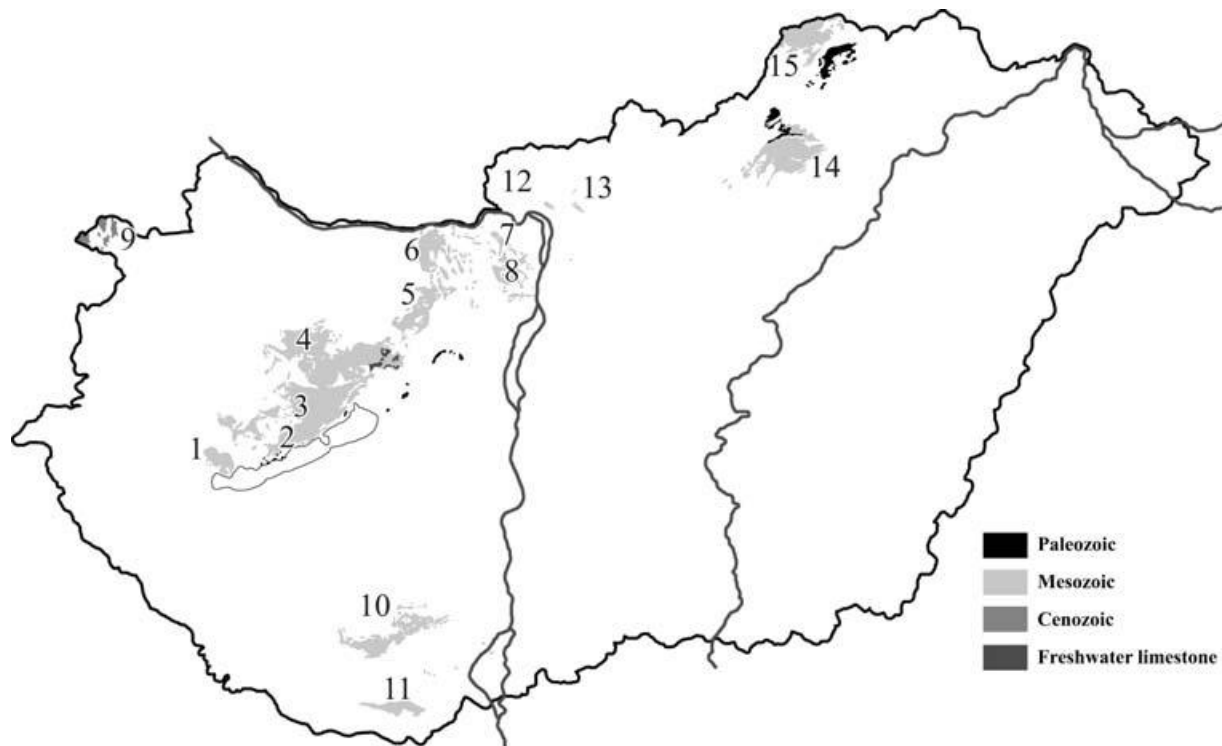
B típusú karsztosodás



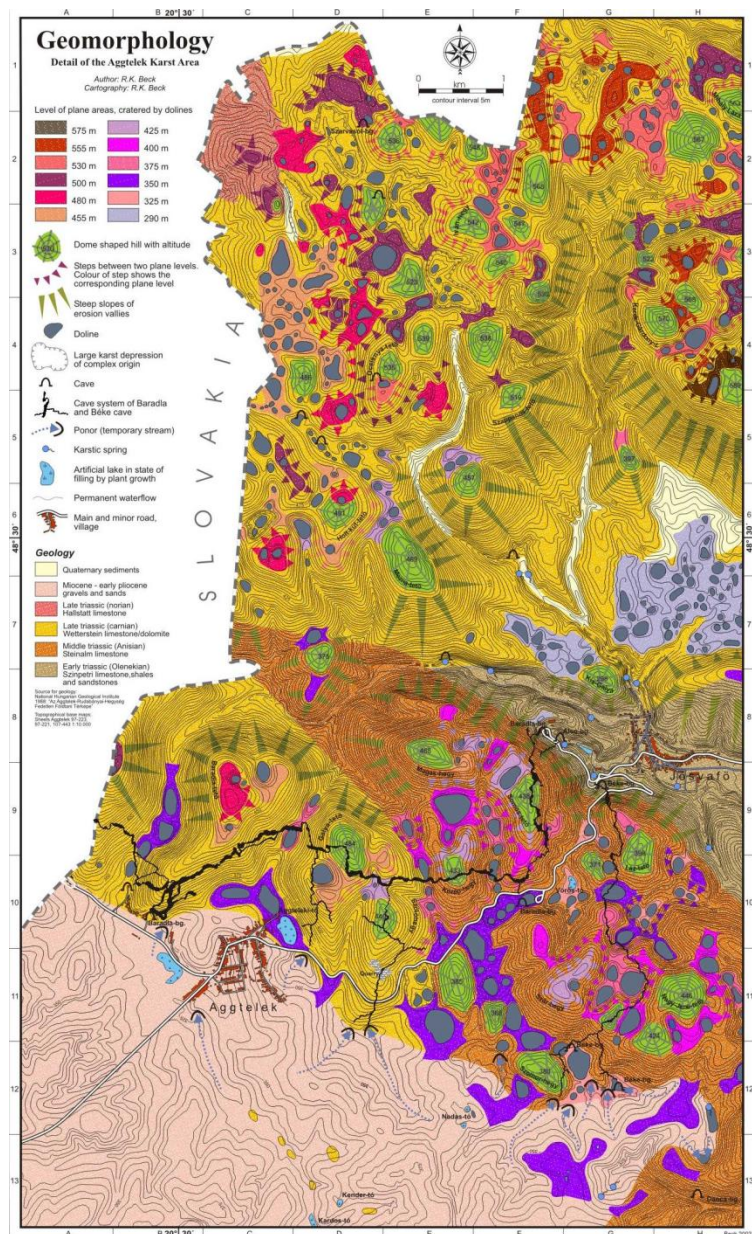
A karsztkorrózió nagyságrendje és összetevői (JAKUCS 1980).



Magyarország karsztjai



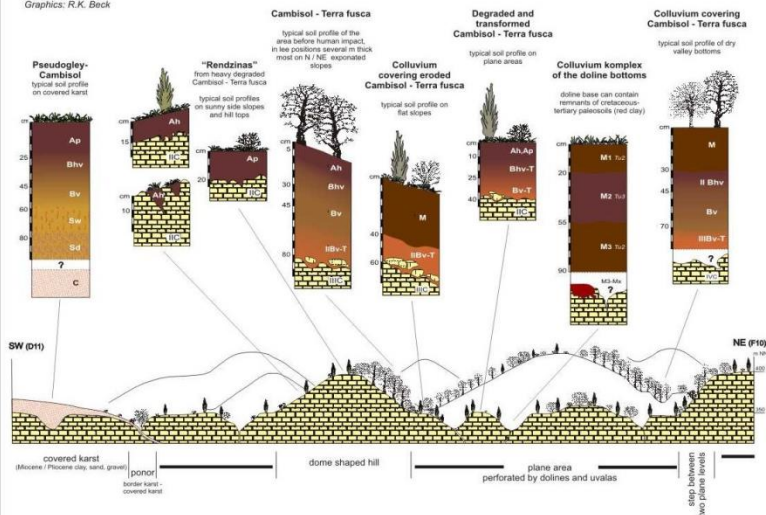




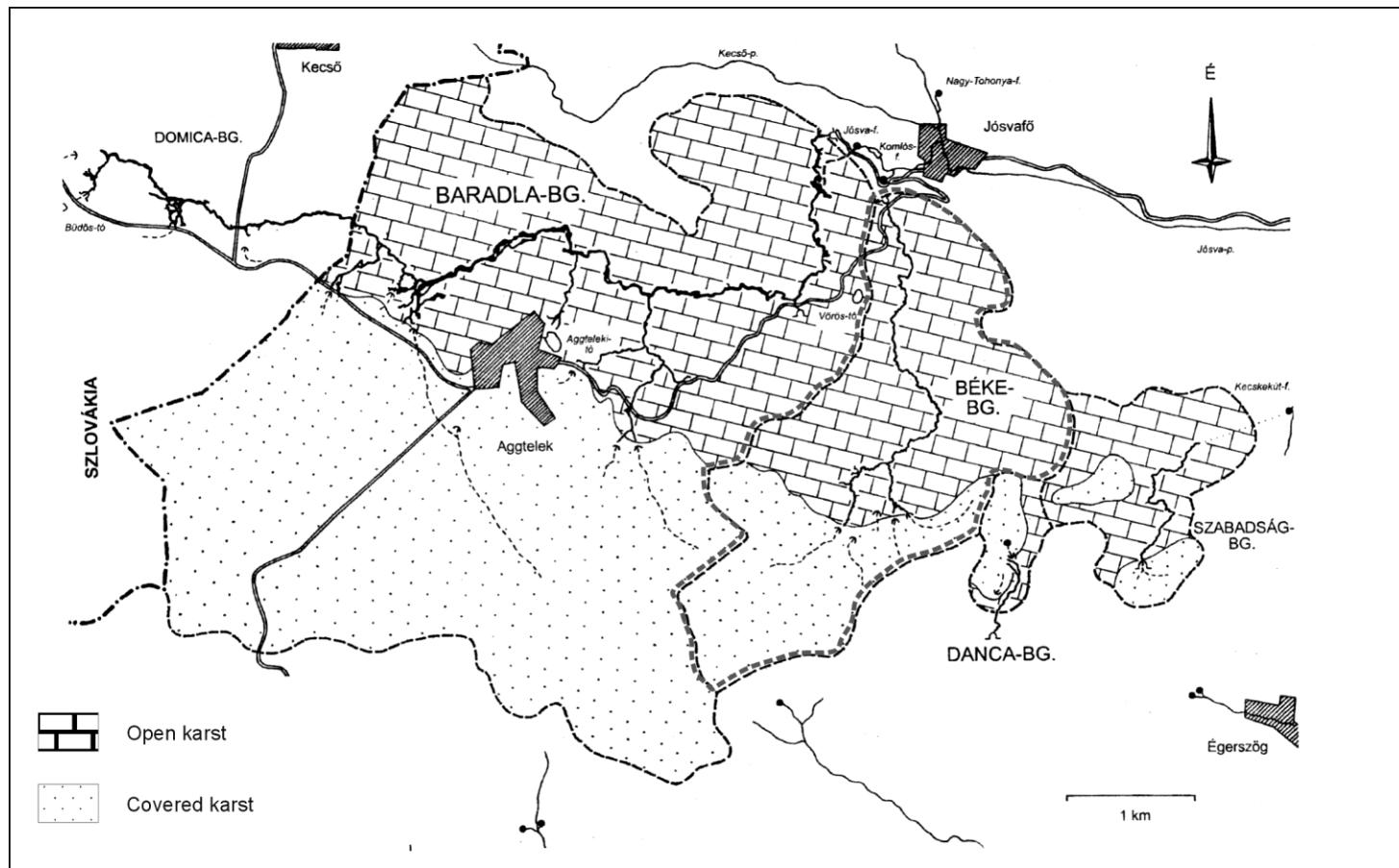
Soil conditions

Soil Types in the Aggtelek Karst Area - interaction with relief elements and vegetation

Author: R.K. Beck
Graphics: R.K. Beck



Az Aggteleki Karszt közettani felépítése



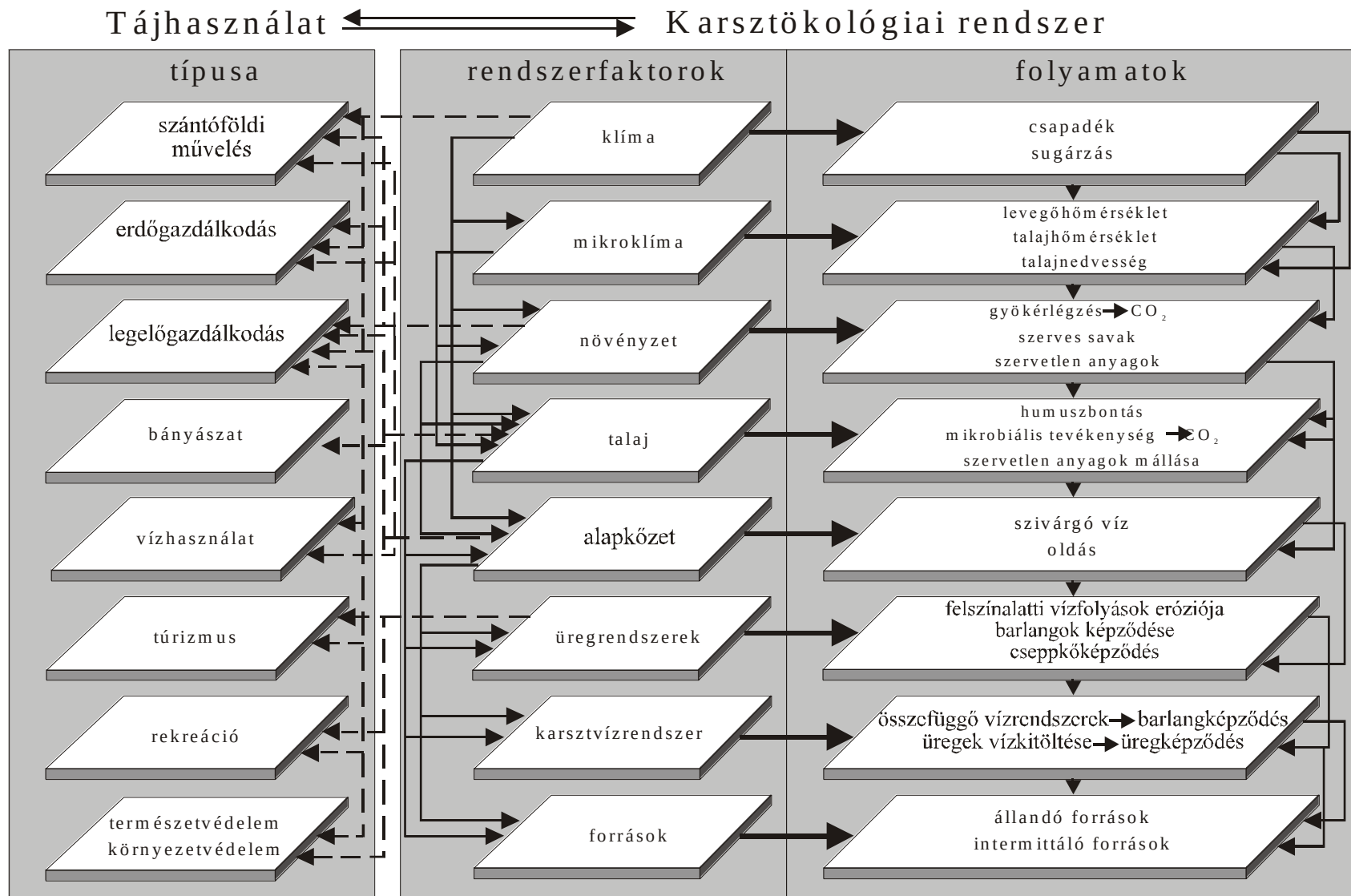
A karsztok értékei

- A karsztos környezet **tudományos értéket is képvisel**. A kopár karsztokon feltáródik az **alapkőzet**, a **geológiai szerkezet** és az ásványok. Olyan **geoarcheológiai és paleontológiai értékeket** rejtenek, amelyek máshol nem fordulnak elő. Igen fontos a karsztok **hidrológiai rendszere** és annak jellemzői. **Rekreációs jelentőségük** az utóbbi évtizedekben megnőtt.
- **Élőhelyet** biztosítanak sok **endemikus veszélyeztetett fajnak**.

A karsztökológiai rendszer

- A **karsztökológiai rendszer** (Bárány-Kevei, 1996) egy olyan **szerkezeti és működő rendszer**, amelyben az **abiogén elemek a kőzet, a víz, a talaj, a mikro- és makroklíma, biogén elemek a mikro- és makroflóra**, valamint **az ember**.
- A rendszer **működését** az **abiogén és biogén elemek** kölcsönhatása biztosítja. **Specifikuma a háromdimenziós határfelülete, a folyamatok gyors lefutása**, valamint **sérülékenysége** (1. ábra).

A karsztökológiai rendszer és a tájhasznosítás kapcsolata



A karsztok környezeti károsodásai

- A **környezeti hatások** a karsztokon összegződnek és szinergikusak.
- A **karsztökológiai rendszerben** bármely **tényező megváltozása** több tényező változását vonja maga után, a rendszerben **zavarás jön létre, egyensúly megbomlások** következnek be.
- A 90-es évektől került előtérbe nemzetközi szinten is a **karsztökológiai rendszerek gyakorlatorientált kutatása**.

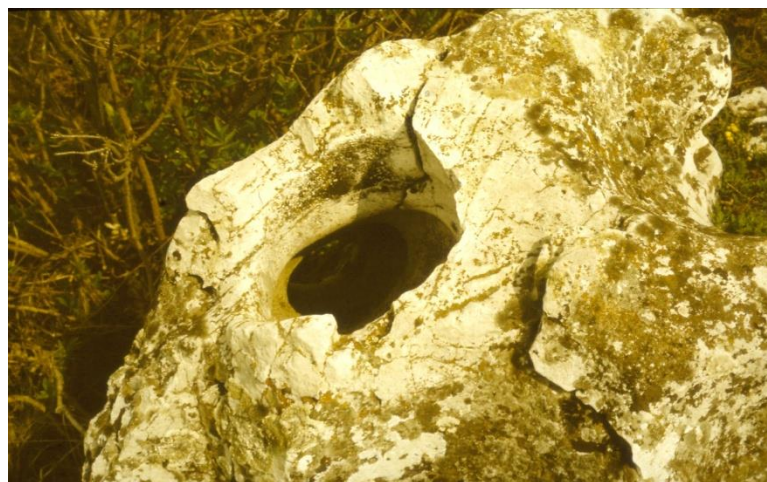
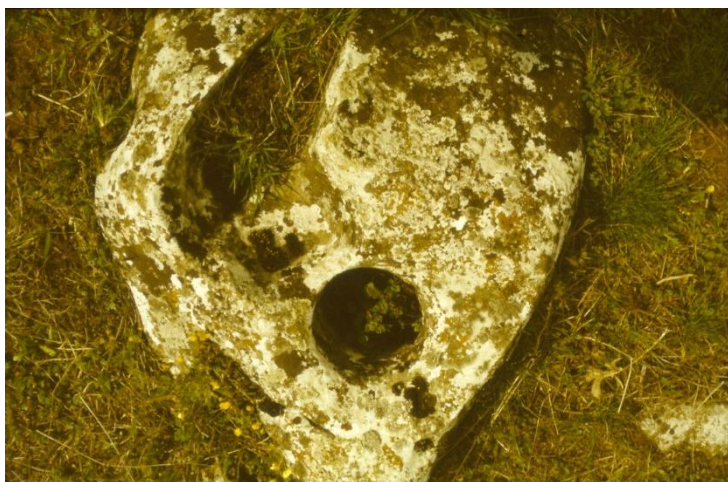
A karsztok környezeti károsodásai

- A karsztok legfontosabb károsodási folyamata **a kopárosodás.**
- A karrmezők kialakulása kapcsolatban van az **emberi tevékenységgel.** Jól ismert ez a folyamat az Aggteleki Karszton, ahol az erdőirtásokat és a korábbi szőlőtermelést követően felerősödött a talajerózió és kialakult az **Ördögszántás** néven ismert karrmező, de ilyen a **Villányi hegység** lejtője is, ahol szőlőtermelés okozta a talaj lehordódását (1. kép).

Karrfelszín a Villányi hegységben és a mallrocai Sierra Tramuntanában



Gyökérkarrok az aggteleki Ördögszántáson



A talajok szerepe a karsztosodásban, károsodások

- A **karsztok**on 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 (Zambó L., 1986; Bárány-Kevei, I., 1998). A **talaj tulajdonságainak változása** egyik **fontos indikátora a környezet hatására végbement változásoknak**.
- A karsztok **oldódási** folyamatait a talajban lejátszódó folyamatok erősítik, vagy gyengítik. A **talajbeli CO₂** többszöröse a légkörinek (60%-ban bakteriális eredetű, 40%-ban gyökérlégzés és gyökérsavak agresszivitásának eredménye).

- **A talajreakció eltérő ökológiai viszonyok között (Aggteleki-hegység, 1998)**

• <i>Kémhat.</i>	<i>Tölgyes</i>	<i>Rét</i>	<i>Fenyves</i>	<i>Szántó</i>
• Erősen.sav.	2 (3,3%)	2 (2,57 %)	0	0
• Savanyú	20 (57,1 %)	2 (11,1 %)	4 (100 %)	0
• Gyeng.sav.	6 (17,1%)	10 (55,6 %)	0	0
• Semleges	4(11,4 %)	3 (16,7 %)	0	0
• Gyeng.lúg.	3 (8,6 %)	3 (16,3 %)	0	4 (100%)

Savanyodás a karszttalajokban

- A mészkövön kialakult talajok kémhatása általában nem savanyú. A talajokon a **vizes és kálium-kloridos talajoldat különbségének a növekedése a talaj savanyodási tendenciájára utal** (Stefanovits, 1992).
- A ΔpH érték a talajok savanyodási tendenciájáról ad információt: savanyú talajokban értéke általában 0,2-0,5, az ennél magasabb, 1 körüli értékek viszont a talajok savanyodási tendenciáját jelzik.).
- **Mind a bükki, mind az aggteleki és mecseki dolinákban a két pH érték különbsége meghaladja azt a határt, amelynél már savanyodásra kell számítani.**

A karsztok növényzetének egyéb károsodásai

- A hazai karsztokon, a múlt-századi erdőirtásokat követően jelentősen **csökkent az erdők faji diverzitása.**
- **Napjainkban ezért a karsztok erdőgazdálkodása során a természeti értékek védelme elsődleges.**
- A természetközeli állományok **felújítása természetes módon** (szálalás, fokozatos felújító vágás, gyenge természetes újulat esetén alátelepítés) hajtható végre.

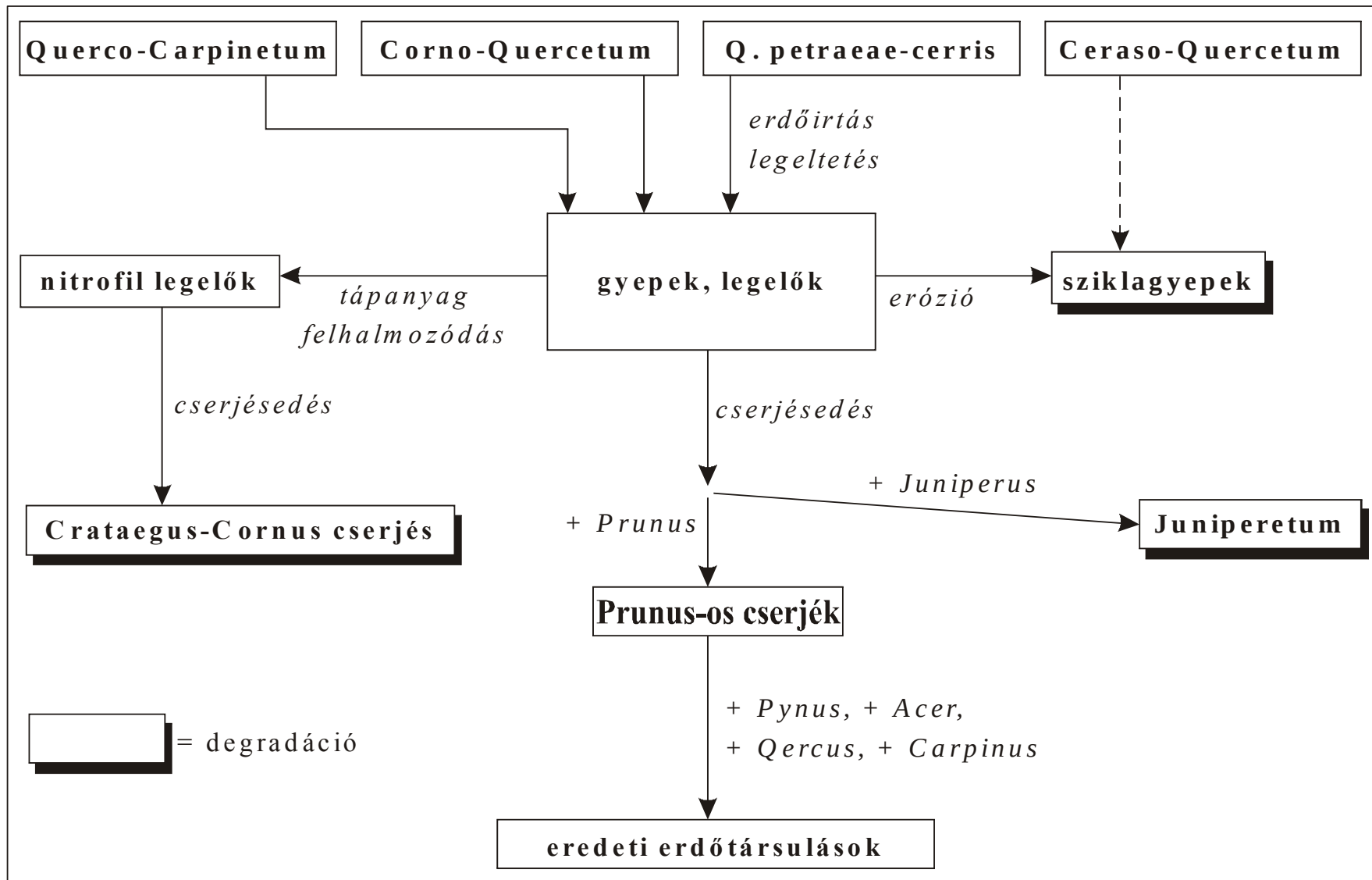
A karsztok növényzetének egyéb károsodásai

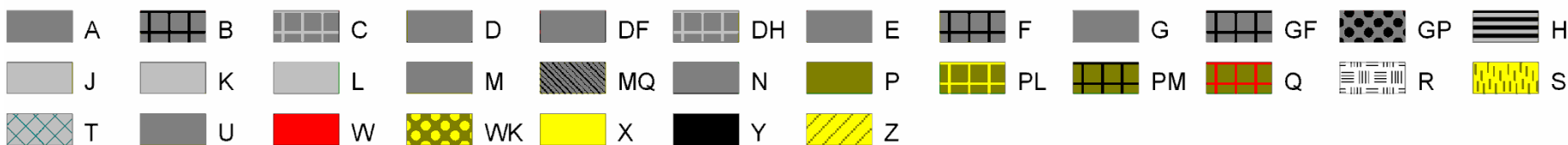
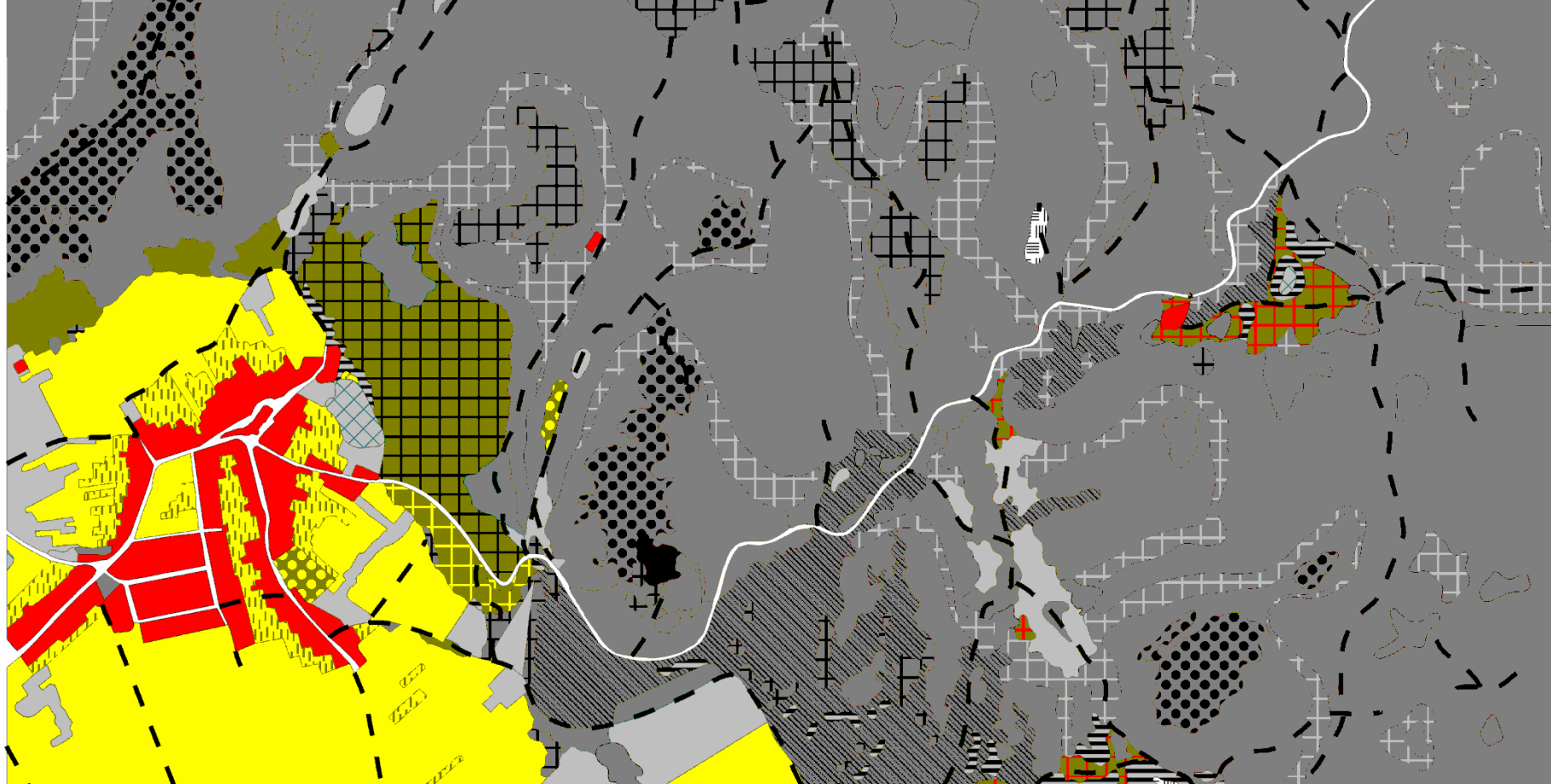
- Az **erdőgazdálkodás** során gyakran konfliktus helyzet alakul ki a természet- és környezetvédelmi szempontból káros kezelési módok miatt.
- A természetvédelem és az erdőgazdaságok között a ***tarvágás, az új erdei utak létesítése, a természetes felújítások csökkentése, nem őshonos fafajok telepítése*** okozza a nézeteltéréseket.

A karsztok növényzetének egyéb károsodásai

- A **karsztok növényzetének zavarása** az erdőirtásokra **vezethető vissza**. A múltszázadvégi erdőirtás a Bükk hegységben pl. a montán bükkösök állományában okozott jelentős károkat.
- Az **erdők helyén szőrfű gyepek, vöröscsenkeszes rétek** alakultak ki, amelyek hozzájárulnak a szélsőséges mikroklíma kialakulásához.

A vegetációtípusok átalakulásának sémája dolinákban





A - gyertyános tölgyes

B - büккеlegyes gyertyános tölgyes

C - átmeneti gyertyános tölgyes

D - regenerálódó gyertyános tölgyes

E - melegkedvelő tölgyes

F - regenerálódó melegkedvelő tölgyes

G - molyhos tölgyes bokorerdő

H - kőkény-fagyal cserjés

J - borókás cserjés

K - kaszálórét

L - xeromezofil legelő

M - legelő, cserjékkel és borókaival

N - feketefenyves telepítés

P - mészkő lejtősztyeppré

Q - erősen legeltetett lejtősztyeppré

R - nyárfás telepítés

S - gyümölcsösök

T - gyékényes mocsár

U - fasor, ültetett fás folt

W - beépített terület, házak, kiskertek

X - szántóföld

Y - kőbánya

Z - rekettyefűzes

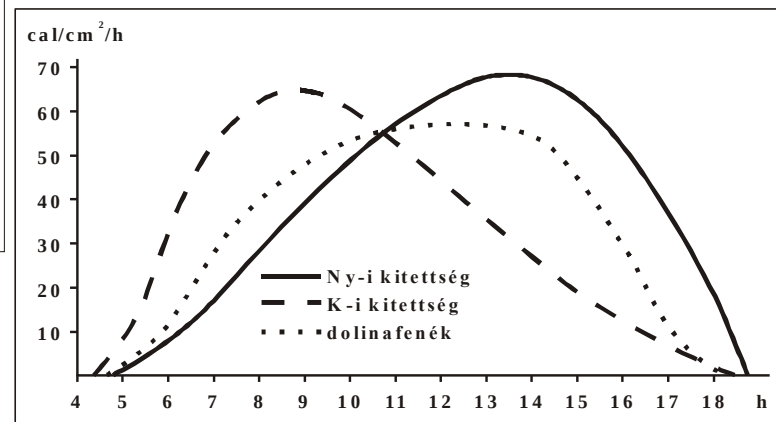
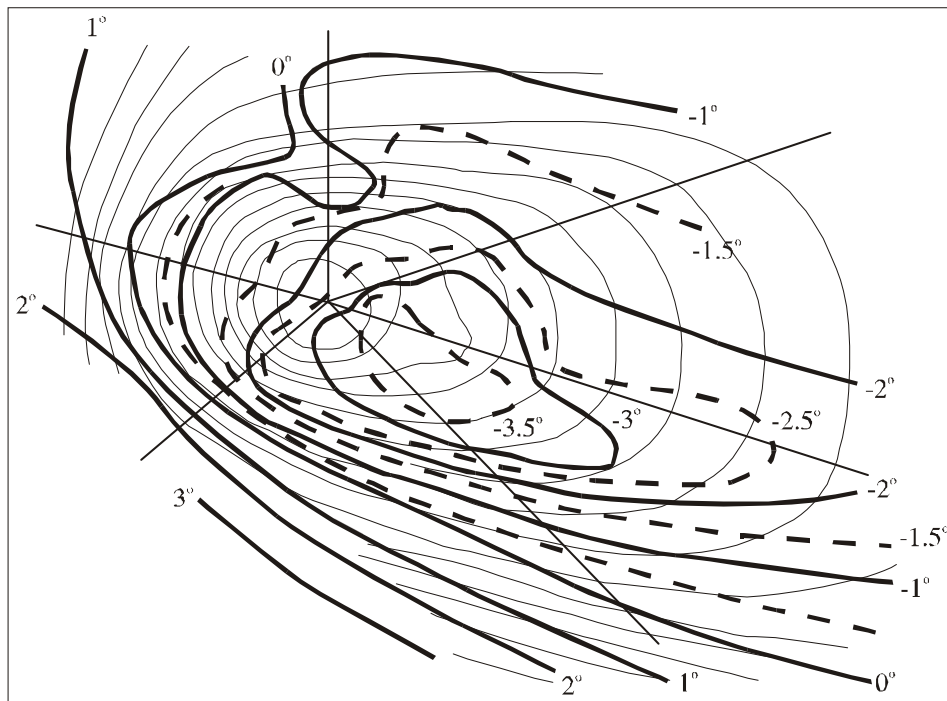
Mikroklíma a dolinákban

- A dolinák sajátos mikroklíma-térségeiben nappal igen erős a besugárzás, éjszaka pedig a kisugárzás mellett a völgsíkjából lefolyó hideglevegő hozzáadásával **hideg légtavak** jönnek létre(hőmérsékleti inverzió).
- Ez a különleges mikroklíma lehetővé teszi a hidegkedvelő növényfajok fennmaradását, ugyanakkor, a beültetett facsemeték növekedése igen lassú (növényzeti inverzió).

A hőmérséklet hatására eltérő növekedésű facsemeték egy bükki dolinában



Mikroklíma a dolinákban



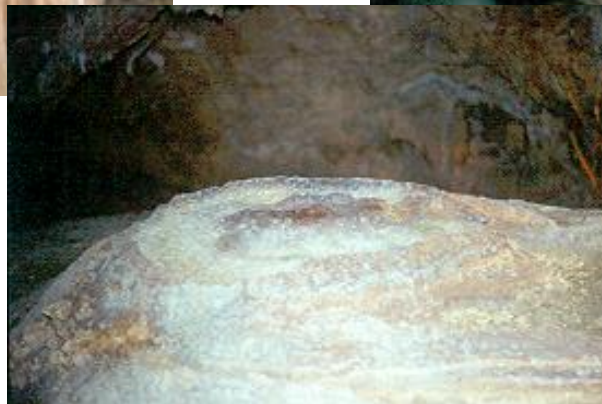
A karsztok barlangi károsodásai

- A természetes gyeptársulások helyén a **legeltetés hatására** a **legelés-, taposás tűrő** és a nedvesebb talajviszonyokat kedvelő növények, valamint **nitrogén-kedvelő gyomok is megjelentek.**

A szivárgó vizek szennyeződése és a cseppkő degradáció ott következik be, ahol a víz a mezőgazdaság által művelt területekről jelentős mennyiségű karsztidegen anyagot szállít a felszínalatti járatokba.

- Itt a több millió év alatt kialakult **cseppkövek visszaoldódását** eredményezi. Közép - európai barlangokban.

Cseppkődegradáció a Baradla-, a Szabadság (Szlovákia) és az irországi Marble Arch barlangban



A karsztok vizeinek károsodásai

- ***A karsztos tavak eutrofizációja*** az utóbbi 10-15 év alatt jelentős mértékben felerősödött. A nádasodás ezeken a területeken az antropogén hatásokkal van összefüggésben.
- Az Aggteleki tónál (3. kép) egyértelmű a kapcsolat a településből származó szennyező anyagokkal. Ugyanez a jelenség a szlovák oldalon, a Gömör-Tornai Karszt határontúli részein is megfigyelhető.

Az eutrofizálódó Aggteleki- és Vörös-tó állapotváltozása 15 év alatt



A karsztok károsodásai a bányászat hatására

- ***Kőbányászat felhagyásával karsztos sebhelyek alakulnak ki.*** Régóta fontos kérdés a karsztos szakirodalomban, hogy mit lehet tenni az elhagyott bányák rekultivációja érdekében. A lebányászott kőzet helyén visszamaradt kopár felszíneken nem települ vissza a növényzet, csak nagyon lassan.
- A Bükk hegységben Bélkőn a ***bányászat több endemikus növény biotópját tüntette el.*** Ma már korlátozott itt a letermelés és a lebontott függőleges falak is védettséget élveznek. A beremendi mészkő rög bányászata során sok szép képződménnyel rendelkező barlang került napvilágra és károsodott (4. kép).

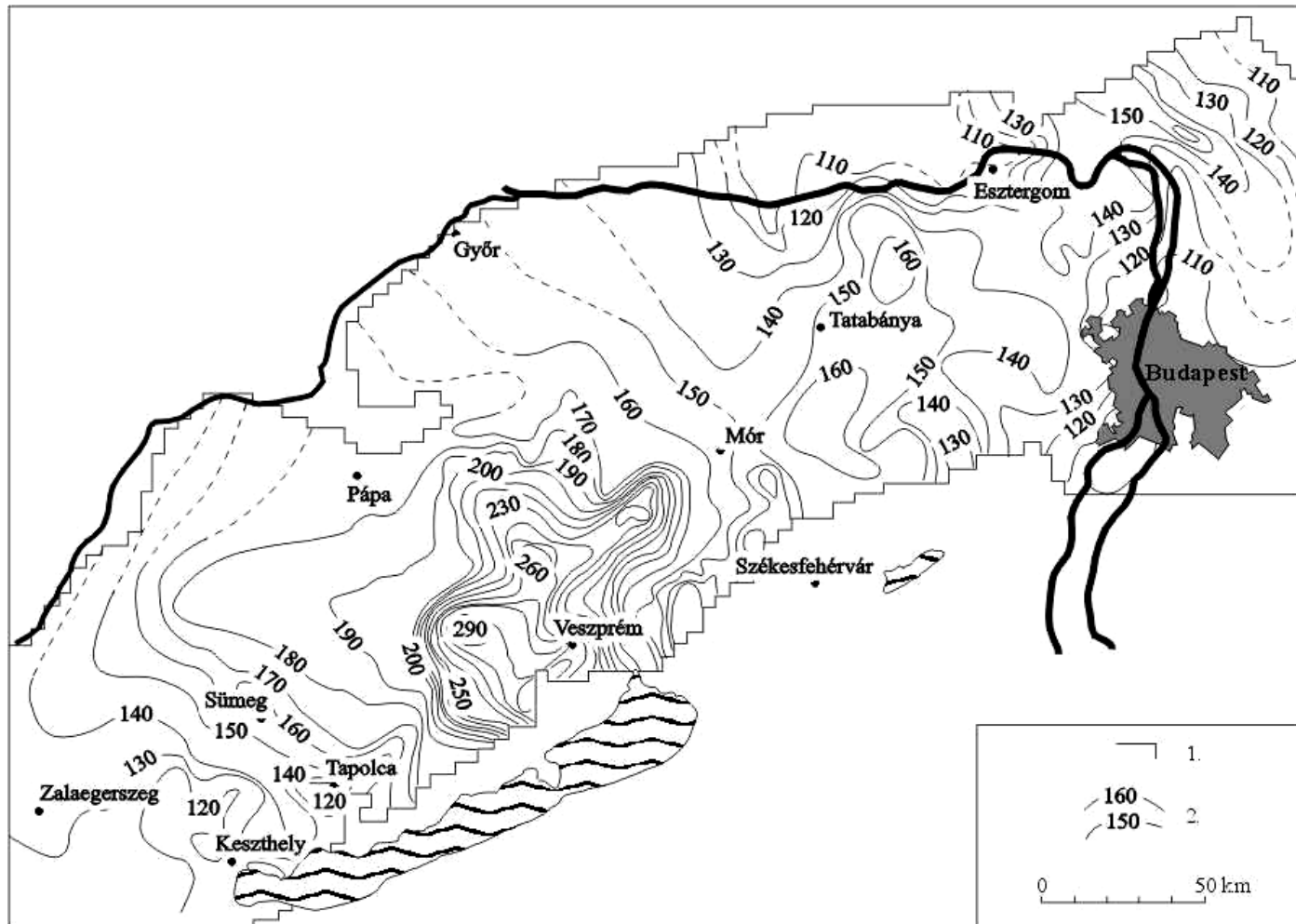
A lebányászott Bélkő és a beremendi kőbánya



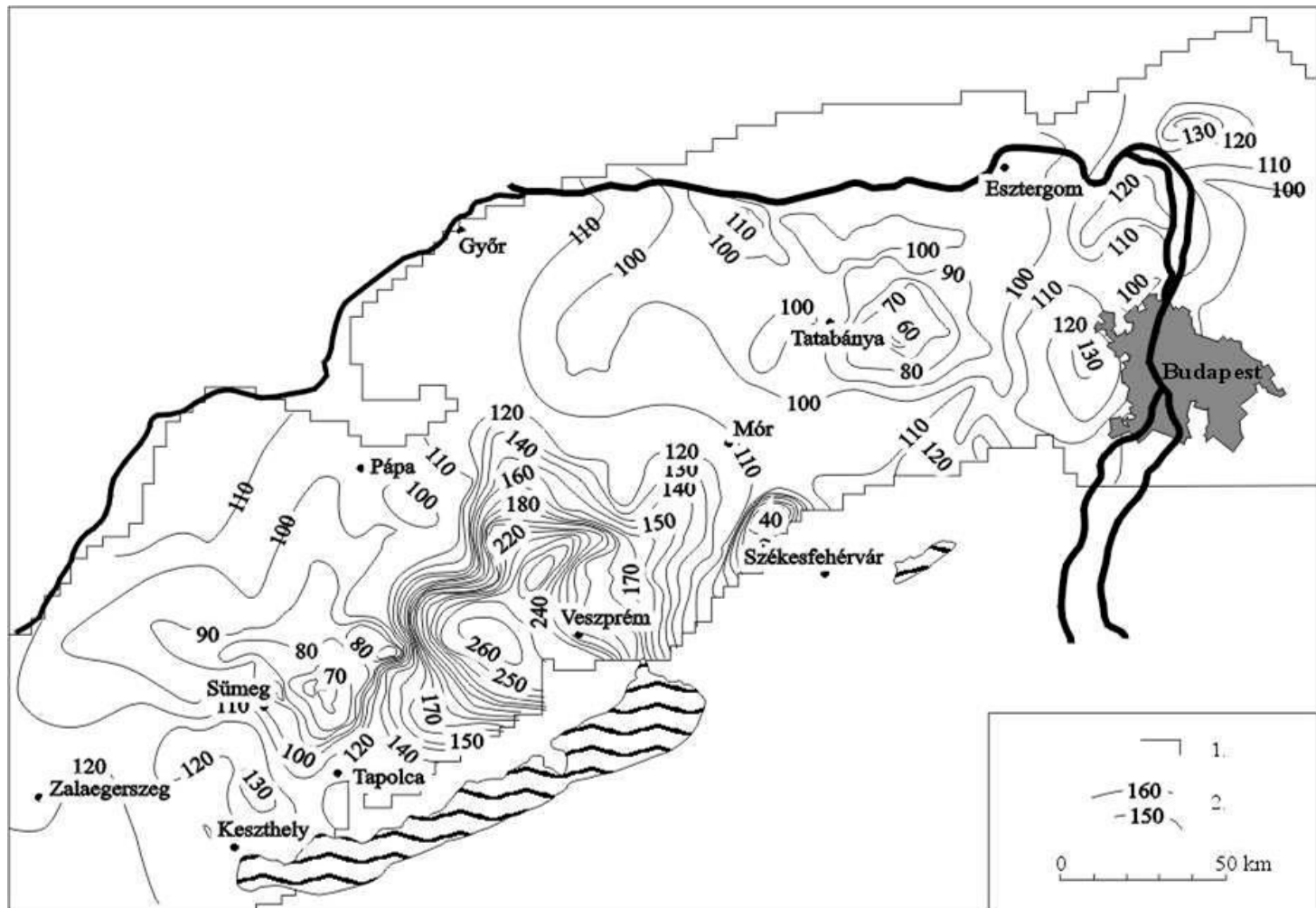
A karsztok bányászati károsodásai

- ***A vízkiemelések okozta vízszintsüllyedések*** ott jönnek létre, ahol valamilyen nyersanyag vagy energiahordozó található a karsztos kőzetben, s a bányászat nagymennyiségű vizet emel ki a vízbetörések elkerülésére.
- Ez történt a ***Dunántúli-középhegység***ben is, ahol a 80-as évek végén több bauxitbányát leállítottak. A ***90-es évek elején megindult a vízszint emelkedése*** (Böcker-Hóriszt, 1992).

Karsztvízszint a Dunántúli Középhegységben 1950 előtt (*Böcker-Höriszt, 1991*)



Karsztvízszint a Dunántúli- középhegységben 1990-ben (*Böcker-Höriszt, 1991*)



Feladatok a karsztvédelemben

- 1. A védelem a teljes ***karszt terület védelmét és menedzsmentjét*** kell, hogy jelentse. A döntéshozóknak arra kell törekedni, hogy a karsztterületeket ***nyilvánítsák védett területté***, ahol lehetséges, az ***egész vízgyűjtő területet*** védeni kell.
- 2. ***Tudatosítani kell*** a lakossággal a ***karsztterület védelmének szükségességét***, szorgalmazni kell a megőrzési előírások betartását.

Feladatok a karsztvédelemben

- 3. A menedzsmentnek kutatni kell a karsztok kezelésének fejlesztési lehetőségeit regionális és helyi szinten is. Tudatában kell lenni annak, hogy a **karszt területek és a barlangok komplex háromdimenziós tájak, amelyek magukba integrálják a kőzetet, talajt, vegetációt és az atmoszférát.**
- 4. A karsztnak **természetes víz és levegő ciklusa** van, **a táj sajátos klimatikus és biotikus háztartással rendelkezik**, amit óvni kell. A felszín hasznosításakor a **víz zavartalan beszivárgását kell biztosítani.**

Feladatok a karsztvédelemben

- 5. A ***minimalizálni*** kell a ***talajeróziót***, biztosítani kell a jó levegőzést, a talaj aggregátumok stabilitását, a szerves-anyagtartalmat. Emellett a stabil vegetáció a legfontosabb az erózió és a talajösszetétel szempontjából.
- 6. A ***vízminőség megóvása*** a kőzet kitermelését, a talaj, vegetáció megváltoztatását vagy a vízkivételt gondosan meg kell tervezni, s a környezethatást minimalizálni kell.

Feladatok a karsztvédelemben

- **7. Adatbázist** kell **létrehozni** a **védett és a még védelem alatt nem álló területekről**, hogy hosszabb távon azokat, amelyek védelemre érdemesek, a világ örökség részévé nyilváníttathassuk.
- A karsztok védelmében a nemzetközi kooperációt a **Barlangtani Unió (ISU)** és a **Nemzetközi Földrajzi Unió (IGU) Karsztbizottsága** biztosítja. Legfontosabb az információ csere, a védelem és menedzsment, amelynek érdekében integrálni kell az ismereteket a karsztokra vonatkozóan.