*KARSZTFEJLŐDÉS V.*
*Szombathely, 2000. pp. 159-179.*

# VEGETÁCIÓ ÉS KARROSODÁS KAPCSOLATA A JÚLIAI-ALPOKBAN[1]

BAUER NORBERT[2] – KENYERES ZOLTÁN[3]

[2]Bakonyi Természettudományi Múzeum, 8420 Zirc, Rákóczi tér 1.
[3]Bakonyi Természettudományi Múzeum, 8420 Zirc, Rákóczi tér 1.

*Abstract: This study shows the general vegetation of the Seven Triglav Lakes Valley (Julian Alps), and brings up the subsequent possible role of vegetation in karren development. The description of major vegetation types is roughly outlined, the list of flora at the end of this study contains only the vascular plant species noted on this area during the expedition. The authors call the attention to the subsequent possible, indirect influence of the vegetation on the karren development with the help of the latest results in the alpine ecological research. On alpine vegetation types covered by dense shroud of snow is characteristic that the balance of photosynthesis and respiration is shifted towards respiration, and according to this, the $CO_2$ concentration of the air under the snow cover is increased in the highest degree. By melting of the snow the accumulated $CO_2$ – instead of the closed diffusion way to the atmosphere – diffuses into the soil or rather into meltwaters, and becoming aggressive $CO_2$ intensifies the karren development. The importance of karren development by melting of the snow is intensified on by the $CO_2$ resultant from the soil microbiological processes which are the most intensive in this period.*

## Bevezetés

A Déli-Alpok egyik legszebb hegyvonulata a Júliai-Alpok természeti értékekben való kiemelkedő gazdagsága régóta ismert. Az egykori Jugoszlávia első – ma Szlovénia egyetlen – nemzeti parkja e hegység központi részén található. Ez a Triglav Nemzeti Park, melynek egyik gyöngyszeme a – geológiai-geomorfológiai, botanikai és zoológiai szempontból egyaránt rendkívül változatos és különleges Héttó-völgy.

1999. nyarán Veress Márton vezetésével egy magyar geomorfológiai kutatócsoport is felkereste a területet, a magashegységi karrosodás tanulmányozása, jobb megértése érdekében. A kutatócsoport egyik részcélkitűzése volt a növényzet és a karrosodás kapcsolatának vizsgálata. E dolgozat a Héttó-völgye vegetációjának általános képét, a karrmező mintaterületeinek növényzetét és a tanulmányozott területen megfigyelt edényes növényfajokat mutatja be. A tanulmány emellett beszámol a szerzők karrosodás és a növényzet kapcsolata terén végzett megfigyeléseiről, s a növényzet magashegységi mészkőfelszínek oldódásában valószínűleg jelentős szerepet játszó – de eddig nem vizsgált – közvetett hatásáról.

[1] *készült a T24162. sz. OTKA pályázat támogatásával*

## A terület botanikai kutatásának mérföldkövei

A Júliai-Alpok botanikai kutatása nagy múltra tekint vissza. Az első botanikus, aki a Héttó-völgyében dolgozott *Hacquet* volt 1777-ben. Szintén még a XVII. sz. végén vizsgálódott itt *Wulfen*, akinek a nevéhez számos növényfaj felfedezése is köthető. A terület úttörő botanikusainak nevét néhány növényfaj is őrzi: *Pedicularis hacqueti, Primula wulfeniana, Wulfenia carinthiaca*. A nagy elődöket floristák hosszú sora követte, míg végül a XX. század második felében megkezdődött a Júliai-Alpok vegetációjának részletes feltárása. A területet kutató cönológusok közül *WRABER, T.* (1961, 1966), *DAKSKGLOBER, I.* (1988, 1991, 1996), *MARINČEK, L.* et. al. (1989) alkottak maradandót. Szlovénia növényföldrajzi viszonyainak tisztázása *WRABER, T.* (1969), *ZUPANČIC* et. al. (1987) illetve *ZUPANČIC, M.-ZAGAR, V.* (1995) munkásságához köthető. *SERCELJ, A.* (1961, 1963, 1965) pollenanalitikai - paleoflorisztikai vizsgálatain keresztül az utolsó jégkorszakot követő vegetációváltozások kerültek feltárásra.

## A Júliai-Alpok vegetációtörténete

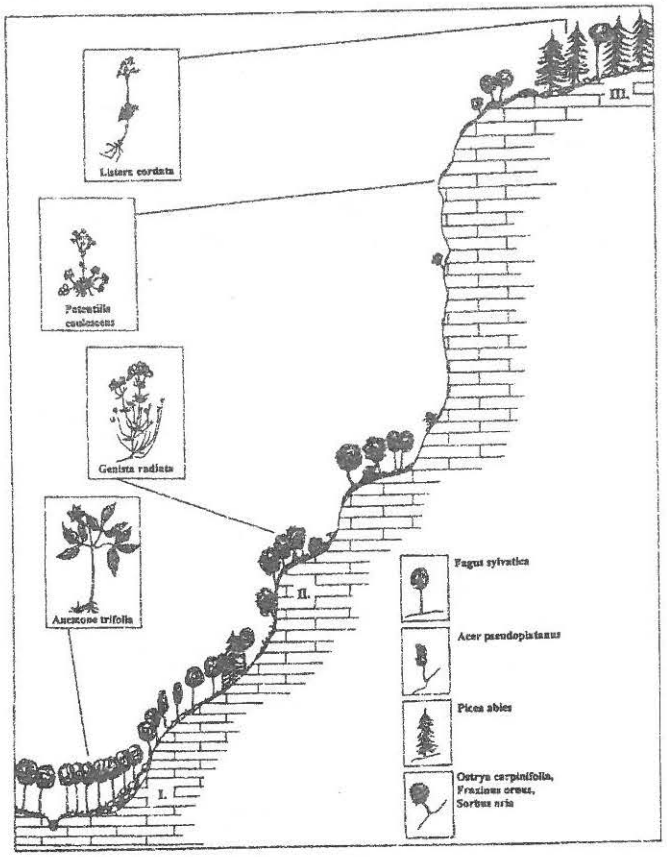
A Júliai-Alpok vegetációjának változása az utolsó jégkorszakot követően is csak töredékesen ismert. A palinológiai vizsgálatokra alkalmas lápok – a geológiai adottságok következtében – glaciális és posztglaciális lápi üledékek palinológiai - paleoflorisztikai vizsgálatát *SERCELJ, A.* (1961, 1963) végezte el. A Velo Polje, Malo Polje tőzeglápjainak üledékei alapján a terület vegetációja a jégkorszakot követően néhány-ezer évente – a klimatikus oszcillációkat követve – markáns változásokon esett át. A Velo Polje-t és a Malo Polje-t a késő glaciális óta feltöltődő morénatavaknak vélik. A jég visszavonulásával párhuzamosan először a vörösfenyő jelent meg uralkodó erdőalkotóként, majd a felmelegedéssel a magasabb régiókban a luc, alacsonyabb tengerszint feletti magasságban hosszú ideig lombhullató fafajok domináltak. A hűvösebb periódusokban a *Pinus*-ok (*Pinus mugo, Pinus cembra*) váltak dominánssá. Az igazi glaciális reliktumok fennmaradására csak folyamatosan oszcilláló kiterjedésű törpefenyvesek nyújtottak lehetőséget.

Az erdőhatár dinamikus, klimafüggő változása az ember megjelenésével – az erdőirtások és az azokkal párhuzamosan jelentkező

egyre számottevőbb erózió hatására – jelenleg jóval annak potenciális határa alatt húzódik (szorított erdőhatár).

## A Héttó-völgy növényzeti képe

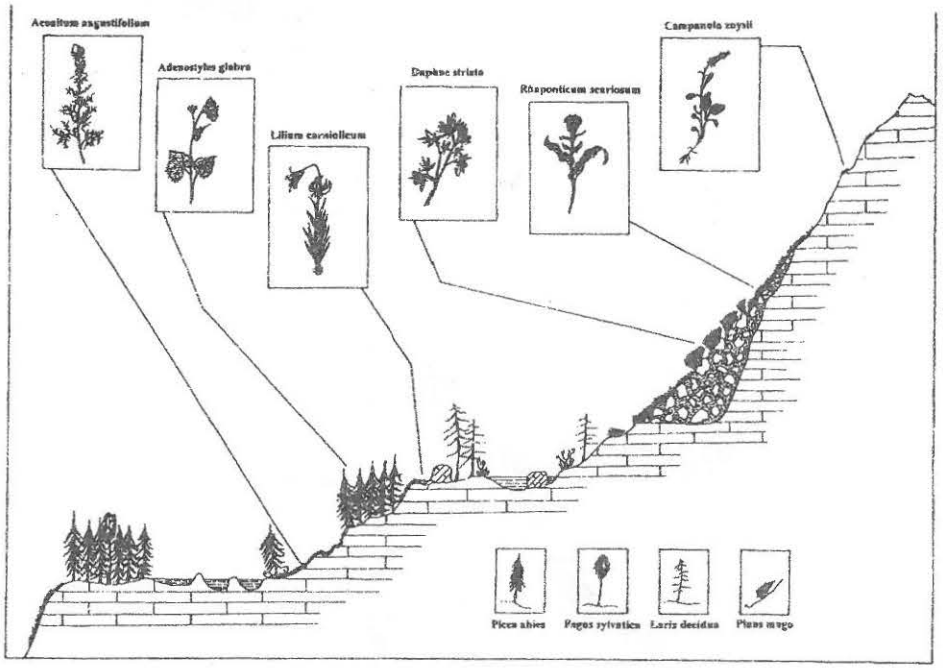
E fejezetben a Száva forrás és a Vršac-alatti-tó (Jezero pod Vršacem) tó közötti terület – a tágabban értelmezett Héttó-völgye – vegetációját mutatjuk be a fontosabb cönózisok áttekintésén keresztül. A növénytársulások ismertetése kiterjedésüknek ill. jelentőségüknek megfelelő terjedelemben történik.




*1. ábra. A Komarča-fal vegetációjának vázlata*
*I. Anemono-Fagetum, II. Orno-Ostryetum, III. Piceetum subalpinum*
*Fig. 1: Sketch of vegetation at Komarča.*

Általános növényzeti képet kb. 1600 m-ig az erdőtársulások – főként bükkösök, lucosok – határozzák meg. A rendkívül meredek Komarča-falon

jelentős a melegkedvelő komlógyertyán-virágos kőris asszociáció és a szubalpin sziklagyepek tájképformáló szerepe is (*1.ábra*). A fal tetején a Fekete-tó (Črno jezero) felé haladva szubalpin lucfenyves alakult ki a hatalmas sziklákkal tarkított függővölgyben. A Fekete-tótól montán bükkösben és lucfenyvesben tovább emelkedve 1600 m körül a zárt erdő felszakadozik, a vörösfenyő tömegessé válik, majd törpefenyővel elegyedik. Az Ikertavak (Dvojno jezero) felett hamarosan a másodlagos (szorított) erdőhatárhoz érünk, mely felett már csak változatos – természetes és irtás eredetű – zárt és nyílt gyepek, kopár sziklafelszínek, hatalmas kúszó törmeléklejtők határozzák meg a táj arculatát. A tavakat keskeny sávban alpesi magaskórós vegetáció övezi (*2.ábra*).




*2. ábra. A Hét-tó völgye vegetációjának egyszerűsített vázlata, néhány lokális karakterfaj kiemelésével (BAUER N.-KENYERES Z. 2000)*

*Fig. 2: Simplified sketch of the vegetation in the Seven Triglav Lakes Valley, stressing some local characteristic species.*

A növényfajok meghatározásához *ROTHMALER, W.* (1987), *PIETSCHMAN, H.-REISIGL, H.* (1965) és *GREY-WILSON, C.* (1992), nevezéktani kérdésekben *EHRENDORFER, F.* (1973) munkáit használtuk fel.

*Anemono-Fagetum*

A Júliai-Alpok szubalpin, montán régiójában elterjedt erdőtársulás. Az *Anemono-Fagetum*-nak (illír montán bükkös) számos földrajzi variánsát, szubasszociációját írták le, leggazdagabb, legváltozatosabb állományai a Júliai Alpokban alakultak ki. A *Fagion illyricum* asszociáció-csoport alapvető feldolgozása *BORHIDI* (1963) nevéhez fűződik. A társulás megjelenésének klimatikus igényeit, a humid (magas csapadékigény ~2000 mm), szélsőségesen nagy hőingású (-30 – +35 °C) területeken találja meg. A vizsgált területen a Komarča-fal alsó régióiban, a Száva-forrás környékén volt tanulmányozható. A társulás fiziognómiáját tekintve a következő lényeges elemeket emeljük ki. A lombkoronaszintben a *Fagus sylvatica* szinte egyeduralkodó, ritka kísérőfajok a *Cerasus avium*, *Acer pseudoplatanus*. A Komarča meredek déli kitettségű lejtőjének magasabb részeken – az *Orno-Ostryetum* kontakt zónájában – melegkedvelő fafajok (*Fraxinus ornus, Ostrya carpinifolia, Sorbus torminalis*) szórványos elegyedése tapasztalható. Az erdő cserjeszintje jelentéktelen borítású (*Rosa pendulina, Berberis vulgaris, Daphne mezereum, Lonicera xylosteum, Rubus spp.*), de a termofil erdők felé átmenetet mutató egységekben jelentőssé válik (*Cornus mas, Viburnum lantana, Cotinus coggygria* stb.). A gyepszint illír flóraelemekben gazdag (*Cyclamen purpurascens, Dentaria enneaphyllos, Lamium orvala, Knautia drymeia, Helleborus niger, Aremonia agrimonoides*), s ide tartozik a társulás névadó-karakterfaja az *Anemone trifolia* is. A *Fagetalia* elemek közül a *Salvia glutinosa, Mercurialis perennis, Sanicula europaea, Mycelis muralis, Carex digitata* a leggyakoribbak, de jelentősebb borítási értékeket ezek sem érnek el. Az erdő különösen fajgazdag gyepszintjéből a következő feljegyzett taxonokat emeljük ki: *Hepatica nobilis, Prenanthes purpurea, Polygonatum verticillatum, Carex alba, Oxalis acetosella, Polygala chamaebuxus, Hypericum montanum, Aconitum vulparia, Huperzia selago*. A Száva-forrás környékén gyakori *Telekia speciosa* előfordulása is.

*Orno-Ostryetum (syn: Cytisantho-Ostryetum, Ostryo-Fraxinetum)*

A Júliai-Alpok extrém délies lejtőin kialakult melegkedvelő, sziklai-lomberdő társulás. Legszebb kifejlődésű – extrazonális – állományai a Komarča-falon alakultak ki. A társulás fiziognómiai felépítésére jellemző a változatosság: a nyíltabb bokorerdő-szerű és zártabb erdőrészletek váltakozása mellett meredek sziklagyepek, sziklai cserjések színesítik, gazdagítják. Az *Orno-Ostryetum* rendkívül fajgazdag asszociációi az ökológiai környezeti tényezők tekintetében is mikromozaikos jellege következtében – a hazai bokorerdőkhöz, elegyes karszterdőkhöz (*ZÓLYOMI* 1987, *MORSCHHAUSER* 1995) hasonlóan – cönotonként értelmezhető. A Déli-Alpokban elterjedt társulás reliktumokban igen gazdag, a szubmediterrán és más melegkedvelő fajok jelenlegi refúgiuma. Kialakulását a jégkorszakot követő, mainál melegebb klímához kötik.

A lombkoronaszintben a *Fraxinus ornus, Ostrya carpinifolia, Sorbus aria* a legállandóbb, de előfordul a *Fagus sylvatica, Acer pseudoplatanus, Picea abies* elegyedése is, melyek a szomszédos erdőtársulásokból „szivárogtak" át, s töltik be a kedvező mikroklimatikus zugokat.

A cserjeszintben a *Cotinus coggygria, Amelanchier ovalis, Clematis recta, Berberis vulgaris* előfordulása a legjelentősebbek. A cönózis egyik legfontosabb karakterfaja egy termofil, mészkedvelő félcserje a *Genista radiata* (*syn: Cytisanthus radiatus*), mely a nyíltabb sziklás részeket preferálja.

A gyepszintben a melegkedvelő lomberdei és sziklai fajok (*Vincetoxicum hirundinaria, Polygonatum odoratum, Melittis carpatica, Carex humilis, Buphthalmum salicifolium, Peucedanum oreoselinum*) dominálnak, de néhány transzgresszív, montán elem (*Cyclamen purpurascens, Calamagrostis varia, Aconitum napellus*) és igazi különlegesség is előfordul. Ilyen az *Iris pallida subsp. cengialti* a Déli-Alpok endemizmusa. A Júliai-Alpokban a *Gentiana lutea* két alfaja, a *subsp. symphyandra* és a *subsp. lutea* élőhelyét tekintve szépen elkülönül. Míg az első inkább délis kitettségű sziklákon jellemző, a második a belső területek hegyi rétjeinek jellemző növénye.

***Adenostylo glabrae-Piceetum***

A lucos erdőtársulások a Júliai-Alpok jelenlegi vegetációjában nagy területeket borítanak. A Hét-tó-völgyében a Fekete-tó és Ikertavak közti területen a lucfenyves (*Adenostylo glabrae-Piceetum*) domináns erdőtársulás. A lucosok egy részét másodlagosnak tartják, melyek a korábban nagyobb kiterjedésű montán bükkösök kiirtását követően alakultak ki. Ezt jelzi a társulásban a számos bükkösökre jellemző elem jelenléte is. A zárt erdő igazi karakterfaja az *Adenostyles glabra*, további jellemző növényei a *Lycopodium annotinum, Saxifraga rotundifolia, Clematis alpina, Homogyne sylvestris, Maianthemum bifolium.*

***Rhodotamno-Rhododendretum***

A törpefenyvesek a Júliai-Alpokban már viszonylag alacsony tengerszint feletti magasságon (~1600 m) megjelennek. Ezen állományok jórészt másodlagosak, irtás eredetűek, s itt rendkívül gyakori a *Larix decidua* elegyedése (*laricetosum* szubasszociáció). Az irtások helyén a jelentős talajerrózió következtében a *Piceetum*-ok megújulása lehetetlenné vált, kopár sziklafalszínek, törpefenyves – sziklagyep mozaikok alakultak ki. Ebben a zónában néhol még a *Picea abies* is szálanként elegyedik a társulásba, néhány lucos elemmel együtt. A törpefenyves állandó kísérőfajai a *Juniperus sibirica, Rhododendron hirsutum, Rhodothamus chamaecystus, Vaccinium myrtillus, Empetrum hermaphroditicum* a cserjeszintben, *Saxifraga aizoides, Huperzia selago* a gyepszintben. Az alsó cserjeszint jellegzetes eleme még a *Daphne striata, Rosa pendulina, Ribes alpinum*. A gyepszint rendkívül heterogén fajösszetételű, a magashegységi gyepek és zártabb erdőtársulások fajai nagymértékben keverednek: *Carex sempervirens, Avenula vesicolor, Gentiana verna, Buphthalmum salicifolium, Helianthemum grandiflorum, Lycopodium annotinum, Pedicularis rostrato-capitata, Aconitum angustifolium*. A ritkább elemek közül a *Rhaponticum scariosum*, a *Pinguicula alpina*, a *Dianthus sternbergi*, a Mala Ticarica [2071 m] nyugati törmeléklejtőjén fordul elő. Itt a foltszerűen záródó gyepfragmentumok a *Seslerio-Caricetum sempervirentis* és a *Saxifrago aizoidis-Caricetum ferrugineae* társulásokkal mutatnak kapcsolatot. A legördülő hatalmas sziklatömbökön a több száz méterrel magasabban jellemző alpin sziklagyepek (pl: *Potentillo-Campanuletum zoysii*) töredékállományai is megtalálhatók.

***Seslerio-Caricetum sempervirentis***

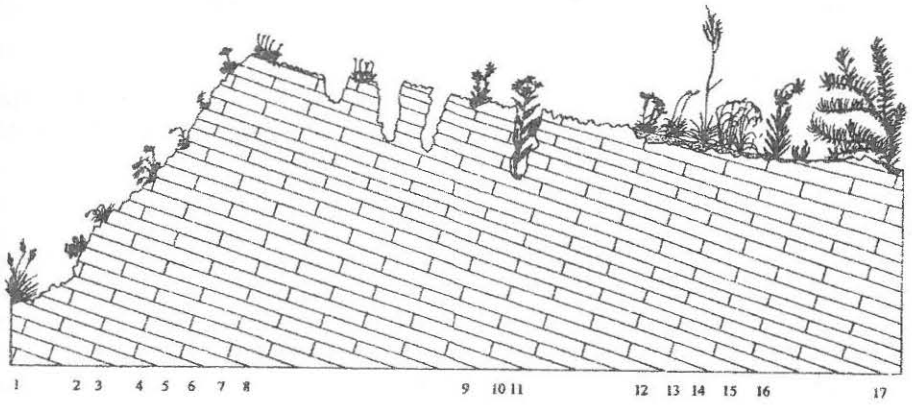
A Júliai-Alpok egyik legnagyobb kiterjedésű gyeptársulása, mely részben természetes, részben irtás eredetű állományokkal jellemezhető. A napsütötte, nem túl meredek lejtőkön 1700 m felett a legjellemzőbb, de 2000 m felett felszakadozik, kopár sziklai vegetáció váltja fel. Rendkívül összetett, változatos állományrészletekből felépülő asszociáció. A Ticarica dél-keleti lejtőin tanulmányozott *Seslerio-Caricetum*-okban a *Carex*

*sempervirens* mellett abundáns a *Sesleria varia, Avenula vesicolor, Anthyllis alpestris, Thesium alpinum*. A társulás jellemző, gyakoribb elemei még a *Galium anisophyllum, Hieracium villosum, Hippocrepis comosa, Helianthemum grandiflorum, Achillea clavennae*. A ritkább kísérőfajok közül a *Carex mucronata, Leontopodium alpinum, Dianthus monspessulanus subsp. waldsteini, Senecio abrotanifolius, Pulsatilla alpina, Scabiosa lucida, Phyteuma orbiculare, Anemone baldensis, Gentiana clusii, Trifolium noricum* emelhető ki. A gyep jellegzetes elemei a félparazita *Pedicularis* fajok és a *Bartsia alpina*. A *Pedicularis julica* inkább a Triglav magasabb részein él. Irtás eredetű állományokban a félcserjék – mint a *Daphne striata, Rhododendron hirsutum, Empetrum hermaphroditium* – jellemzően nagyobb borítási értékeket érnek el. Az irtásokon már megjelenik a *Pinus mugo* is, s a sűrű törpefenyvessel mozaikoló gyepekben a két társulás jellemző fajai keveredenek. A Hét-tó-völgyében igen elterjedt, a sziklagyepektől a zártabb gyepekig több társulásban előfordul a pompás narancssárga virágú *Lilium carniolicum*.

***Potentilletum caulescentis***

A szubalpin sziklai vegetáció egyik legjellegzetesebb társulása. A *Potentilla caulescens* mellett csak ebben a cönózisban jelenik meg a *Rhamnus pumila*. A kísérőfajok kevésbé karakterisztikusak, főként tágtűrésű alpin-sziklagyepfajokból tevődnek ki: *Primula auricula, Veronica lutea, Sesleria varia, Asplenium ruta-muraria, Aster bellidiastrum* stb. A Komarča-falon és a Fekete-tó feletti sziklákon sok helyen tanulmányozható.

***Potentillo clusianae-Campanuletum zoysii***




*3. ábra. Karrfelszínek jellegzetes növényzete a Hét-tó völgyében (2000 méter körül), Potentillo-Campanuletum zoysii és Seslerio-Caricetum sempervirentis*

*Jelmagyarázat: 1. Festuca laxa, 2. Veronica lutea (syn: Paederota lutea), 3. Sesleria sphaerocephala, 4. Campanula cochlearifolia, 5. Campanula zoysii, 6. Dryas octopetala, 7. Primula auricula, 8. Carex firma, 9. Leontopodium alpinum, 10. Senecio nemorensis subsp. Fuchsii, 11. Cystopteris fragilis, 12. Dianthus monspelianus subsp. sternbergi, 13. Sesleria varia, 14. Avenula versicolor (syn: Avenochloa versicolor), 15. Carex sempervirens, 16. Lilium carniolicum, 17. Pinus mugo*

*Fig. 3: Typical vegetation of karren surfaces in Seven Triglav Lakes Valley (at an elevation of 2000 m).*

A Júliai-Alpok egyik legsajátosabb sziklagyeptársulása melynek legfontosabb karakterfaja a Déli-Alpok pompás endemizmusa a *Campanula zoysii*. A Hét-tó-völgyében a

társulás csak piciny területeket borít. Az alacsonyabb régióban (~1700m-en) csak a hatalmas, magasról legördülő sziklatömbökön jelenik meg. A „Zadjna Lopa" karrmező térségében a meredekebb sziklafalakon, főként az árnyas helyeken eléggé elterjedt, de a Hét-tó-völgye területén inkább fragmentális állományai jellemzőek (*3. ábra*). A sziklagyep összborítása ritkán haladja meg a 10-15%-ot. Kísérőfajai közül a *Campanula cochlearifolia, Veronica lutea, Sesleria sphaerocephala, Carex firma* a legelterjedtebbek, de további jellemző fajai is vannak szép számmal: *Primula auricula, Carex mucronata, Leontopodium alpinum, Saxifraga squarrosa, Dryas octopetala, Biscutella laevigata*. A lankásabb törmelékes sziklás felszíneken a *Festuca laxa, Papaver julicum, Gentiana verna, Parnassia palustris, Gnaphalium hoppeanum, Achillea atrata* is megjelenik. Az endemikus *Festuca laxa* dominálta gyepet olykor külön törmelékgyep társulásként tárgyalják. A Hét-tó-völgyében a Jezero pod Vršacem körül fordul elő.

***Gentiano terglouensis-Caricetum firmae***

Sziklagyeptársulás, mely helyenként a *Carex firma* gyeppárnák tömegessége következtében helyenként magasabb záródási fokot is elér. A *Gentiana terglouensis*-t a társulás elsődleges karakterfaját a Hét-tó-völgye vizsgált területein kimutatni nem sikerült, de a társulás fragmentális állományai – *Saussurea pygmaea, Phyteuma sieberi, Acinos alpinus, Carex mucronata, Bupleurum ranunculoides subsp. gramineum, Dryas octopetala* kísérőfajokkal – fellelhetők.

***Salicetum herbaceae***

A Hét-tó völgyében igen ritka, mindössze néhány négyzetméteres foltokat borító növénytársulás mely a zártabb és nyíltabb sziklai gyepek között foglal helyet.

***Asplenio-Cystopteridetum***

A zártabb, mélyebb karros mélyedések, erdei sziklák piciny fragmentumokban megjelenő növényzete. A sziklaréstársulás területileg jellemzőbb elemei: *Polystichum lonchitis, Cystopteris fragilis*.

***Adenostyletalia*** asszociációcsoport

A tavakat keskeny sávban övező, heterogén fajösszetételű alpesi magaskórós vegetációtípusok tartoznak e csoportba. Az itt előforduló állományok az *Adenostylo-Doronicetum, Carduo-Aconitetum* társulásokhoz állnak közel. Jellemzőbb fajaik a területen: *Aconitum vulparia, Aconitum paniculatum, Deschampsia caespitosa, Allium schoenoprasum, Carex flava, Astrantia carniolica, Gentiana pannonica, Heracleum siifolium, Senecio nemorensis, Cirsium erisithales*.

## A növényzet és a karrosodás kapcsolata

A karrosodás és növényzet kapcsolatának kutatása már a XX. század legelején megkezdődött, de a kérdésben a tudomány mind a mai napig nem jutott igazán nyugvópontra. Részben, illetve teljesen eltérő nézetek születtek, és élnek mind a mai napig. A probléma megoldásának nehézségei közül a következők emelhetők ki.

1. A közvetlen vizsgálhatóság és a valósághű, sok tényezőt egyaránt figyelembe vevő modellezés nehézsége.
2. A karrosodás (ill. a karsztjelenségek) rendkívüli komplexitása, mely például az eltérő klimatikus feltételek közötti közel azonos intenzitásban nyilvánul meg. Az intenzíven karrosodó térszínek jelenlegi képében a növényzet illetve a talaj borításának mértékét tekintve is óriási a változatosság. A formák relatív hosszú életkora, s a vegetáció képének klímafüggő dinamikus makro- és mikromintázat változásai tovább nehezítik a problémát.

*ECKERT, M.* (1898, 1902) már felveti a növény gyökereiben jelenlévő savaknak a karrosodás folyamatára való kedvező hatását, de semmiképpen sem tartja ezt a karrosodás fő mozgatórugójának. A humuszsavak járulékos hatásának tekinti a formák lekerekítését. Kortársai és későbbi karrkutatók között is kevesen foglalkoznak a kérdéssel, s akik felvetik, azok vagy tagadják, vagy maximum óvatos kijelentéseket tesznek e témában. *SAWICKI, L.* (1909) egyenesen a növényzet és talaj teljes eltűnését tartja a karrosodás megindítójának, csakúgy, mint a – Velebit-hegység növényföldrajzi, florisztikai monográfiáját megíró – botanikus *DEGEN, Á.* (1936). Degen megállapítása a növényzet és a talaj sziklafelszínt védő hatásáról meglepő, hiszen már a nagy elődd *BORBÁS, V.* (1900) is felisemri a Dunántúli-középhegység *„mészszikláinak növényzetét"* tanulmányozva a *„szirtaprító"* ill. *„szirtromboló"* füveknek a sziklák *„elmállásában"*, *„aprításában"* vállalt jelentékeny szerepét. *PHILLIPSON, A.* (1932) az erdők alatt is előforduló karrok kapcsán újra felveti a gyökerek oldó hatásának szerepét a karrosodás folyamatában. *LINDNER, G.* (1930) a karrképződést soktényezős és komplex folyamatnak tartja, melyre az alacsonyabb rendű növényzet hatással van. *LEÉL-ŐSSY, S.* (1952) szerint a növény és talajtakaró alatt *„tovább fog folyni a karrosodás, de erősen csökkentett mértékben."* *BULLA, B.* (1954) a sűrű növényzet jelenlétét a karrosodás számára kedvezőtlennek ítéli meg. *FEHÉR, D.* (1954) a talaj $CO_2$ - tartalmát tanulmányozva a hőmérséklet és nedvesség növekedésével párhuzamba állítja a növényi és talajmikrobiológiai folyamatok intenzitásával. *JAKUCS P.* (1955, 1956) a karsztosodás, főként a felszíni karrformák keletkezésében már igen fontosnak tartja a különböző biogén hatásokat. Összegzi a témával kapcsolatos addigi kutatások eredményeit, s használja a geográfiai és biológiai karszt fogalmát. A dolgozat egyik kimagasló értéke, hogy a jelenleg megfigyelhető középhegységi felszíni karrok kialakulásának idejét egy korábbi *„kedvezőbb éghajlati korban"* keresi. A növényzet karrosodásban betöltött szerepét elsősorban középhegységi területeken tartja jelentősnek. A

növényzet és a talajmikroszervezetek savkiválasztó tevékenységét a karrformák kialakításában már elsődlegesnek tartja, de a gyökerek mechanikai hatását is jelentősnek véli. Fontos megállapítása, hogy a magyarországi karsztkopárok, ördögszántásos sziklagyepek, lejtősztyepek dominálta lejtők vegetációja másodlagos, erdőirtások nyomán alakult ki. *BALÁZS, D.* (1964) a karsztkorrózió intenzitása és az adott terület növényi és talajviszonyai között összefüggést feltételez, de ezt inkább tendencia-jellegűnek véli. *JAKUCS L.* (1971) nagy összegzésében a növényzet vegetációra gyakorolt közvetett és közvetlen hatásait összegzi. Lényeges, hogy *STOKLASA* és *DOEREL* (1926) kutatásai nyomán felismeri a talajbaktériumok $CO_2$ -termelésének a növényzetnél jóval nagyobb jelentőségét.

Az újabb kutatások során is számos érdekes eredmény született, mely a karrosodás folyamatának jobb megértéséhez fontos lehet. A talajborítás karsztmorfogenetikai hatásait *ZÁMBÓ L.* (1986) elemzi, *VERESS M.* (1992, 1995) elkülöníti a talaj alatti és talaj nélküli területek karrjait. *VERESS M.* (1992) a talajjal fedett térszínek karrosodásáért a biogén eredetű szén-dioxidot tartja felelősnek. *BÁRÁNY-KEVEI I.* et. al. (1999) a hazai karsztterületeken is kimutatja a karszt-talajok savanyodási tendenciáját, s a talajkémhatás-változások fitoindikációban is megnyilvánuló jelzéseire hívja fel a figyelmet. A karsztterületek eróziós aerájában megmutatkozó talajsavanyodási folyamatokat és azok vegetációban megnyilvánuló hatását a Júliai-Alpokban végzett vizsgálatai alapján már *DAKSKGLOBER I.* (1996) is leírja. *BALOGH L.* (1995) az ausztriai Totes-Gebirge alhavasi övének karrterületein végzett botanikai vizsgálatokat, keresett összefüggéseket a magashegységi karrok és vegetációjuk között. Jelen dolgozat lényegében ennek a munkának folytatása más magashegységi mintaterületeken, a Júliai-Alpokban. A Júliai-Alpok magashegységi karsztosodásának feltárása *KUNAVER J.* (1961, 1973, 1984) nevéhez fűződik.

A geomorfológus csoport által részletesen vizsgált, szinte teljesen kopár – itt-ott sziklagyepekkel tarkított – karrfelszíneken klasszikus cönológiai felvételek készültek, valamint talajtani mintavételezések is történtek. Ezek analízisét a Velencei Talajkutató Állomás laboratóriumában végezték. A vizsgált területek jelenleg is rendkívül intenzív karsztosodására utal a mintákban a $CaCO_3$ kimutathatatlanul alacsony szintje.

*A vegetáció szempontjából vizsgált karrmezők elhelyezkedése*

*I. karrmező*: A Triglav-tavak menedékháztól (Koča pri Triglavskih Jezerih [1685 m]) és a Močivec-tótól észak-keletre található karrmező. Nyílt sziklai vegetáció (sziklagyepek, sziklarés-társulások) felszakadozó vörösfenyves borítja. A terület feltehetően a szorított erdőhatár határterülete. Az

erdőirtásokat megelőzően (néhány száz éve) zárt erdei vegetáció boríthatta, a klimatikus erdőhatár magasabban húzódik. Nagy méretű karrvályúk jellemzik, meanderezés nem jellemző, csak a vályúk talpának kis formáiban fedezhető fel.

*II. karrmező*: A Zadjna Lopa [2115 m] dél-keleti lankás lejtőjén kialakult karrmező 2000-2100 m-es tengerszint feletti magasságban. A terület vegetációja minimális magashegységi sziklagyepek töredékes állományai borítják. A karrmező feletti sziklás csúcs közelében ritkás törpefenyves-sziklagyep mozaik található. Meanderezés megfigyelhető.

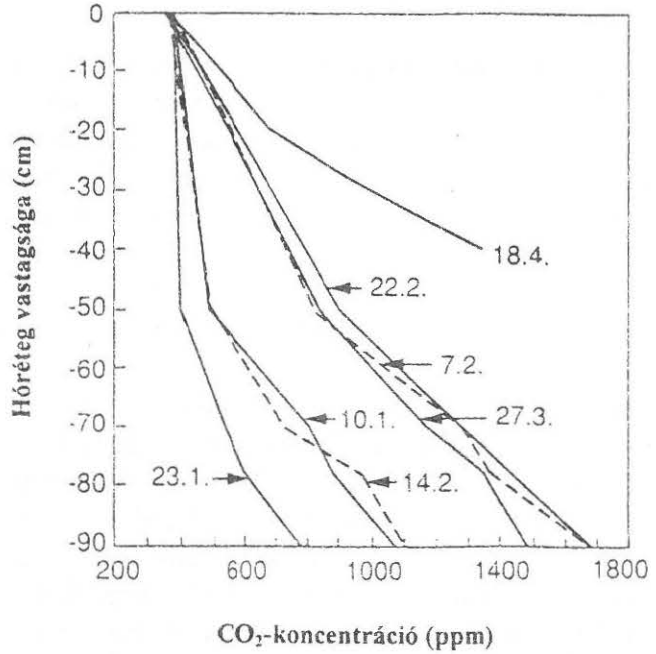
*III. karrmező*: (Debeli Last karrmező) Mintegy 2000 m-es tengerszint feletti magasságban terül el, nagy részén szinte teljesen növényzetmentes. Rendkívül éles peremű és nagyméretű karrformák jellemzik. Meanderezés megfigyelhető.

A Hét-tó-völgye vegetációja globális képének tanulmányozása során a magasabb záródású vegetációtípusok területén is végeztünk megfigyeléseket. A karrformák és a növényzet kapcsolatának vizsgálatakor e területen a következő lényeges vonások nevezhetők meg. A jelenleg magasabb záródási fokot mutató növényzettel (pl. erdővel) borított mészkőfelszínek karrformái között látványos különbségek vannak. A szorított erdőhatár feletti, de a klimatikus erdőhatár alatt előforduló, – feltehetőleg, mindössze néhány száz éves irtásokon – a karrformák az erdei típushoz állnak közelebb. Ilyen az I. mintaterület. Alapvető különbségek a formák átlagos méretében, lekerekítettségében és lefutásában tapasztalhatók. A formák (főként a vályúk) különböző paramétereinek (szélesség, mélység) átlagos mérete a növényzet borításának csökkenésével csökken (eltekintve a tektonikusan meghatározott vályúktól, hasadékkarroktól stb.). A formák lekerekítettsége és a növényzet borítása között kapcsolat mutatkozik, a növényzet borításának (és ezzel párhuzamosan a talajborításnak) csökkenésével a formák élesebb pereműek (a III. mintaterületen a vályúk és egyéb kisformák pereme szinte törésfelület jellegű). A meanderezés a jelentősebb növényzettel nem borított karrmezőkön jellemző.

A fentiek alapján valószínűnek tűnik, hogy magashegységi karrosodás esetében az oldódásban mind a biogén, mind az abiogén tényezők hatása jelentős. Ezek egymás mellett és egymástól függetlenül is működhetnek. A gyér növényzettel (pl.: sziklagyep-töredékekkel) rendelkező, vagy növényzetmentes karrlejtőkön – melyek feletti térszíneken már nemigen található talaj, ill. vegetáció – is nehéz bizonyítani, hogy a karrosodás beindításában részt vettek-e, ill. milyen mértékben vettek részt a biogén tényezők, de bátran állítható, hogy e formák jelenlegi fejlődésében nem játszanak jelentős

szerepet. A 0-5%-os borítású vegetáció és az igen csekély mennyiségű talaj hatása a recens fejlődésben elhanyagolhatónak tűnik.

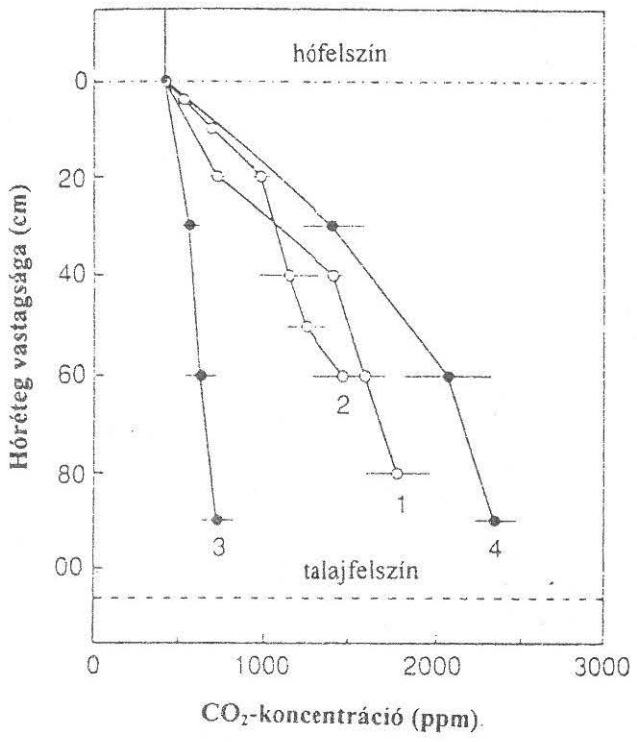
A növényzettel borított, illetve csak rövid ideje – talaj-erózió következtében – felszínre került karros térszíneken a vegetáció és a talajmikrobiológiai folyamatok hatása látványos, nemigen vitatható. Az eddigi kutatások során felvetődött ható tényezők közül itt a gyökérsavak oldóhatása, a talajmikrobiológiai folyamatok $CO_2$ -termelése egyaránt szerepet játszhat a mészkő-felszín mikroformáinak kialakításában. A formák kifejlődésében a biogén tényezők hatásának mértéke kérdéses, valószínűleg rendkívül változó, de minden bizonnyal nem kizárólagos okozója a karrosodásnak. A formák lekerekítésében, továbbformálásában játszott szerepét már *ECKERT, M.* (1902) és számos későbbi kutató felveti.




*4. ábra. Vegetációval borított alpesi területek hóréteg alatti $CO_2$-koncentrációjának alakulása I. (SONESSON-TIJUS 1989 unpubl. In KÖRNER 1999 nyomán).*
*A felvételek Észak-Svédországban készültek. A nyilak a mérési dátumokat jelzik, a hó vastagság mérésére mindig a hófelszínt használták referenciaként, ezért a hó-vastagság az olvadás, tömörödés során változott. A CO2 diffúziójának a hó keresztmetszetében várható lineáris változását a hó minőségének változásai torzítják.*
*Fig. 4: Evolution of $CO_2$ concentration under snow cover in alpine territories covered by vegetation I. (after SONESSON-TIJUS 1989 unpubl. in KÖRNER 1999).*

A legújabb alpesi-ökológiai kutatások eredményeit felhasználva az alábbiakban a növényzetnek a magashegységi karrosodásban betöltött, újabb lehetséges – közvetett hatására – szeretnénk felhívni a figyelmet. Az alpesi-

ökológiai kutatások egy fontos részterülete a növényvilág alkalmazkodási formáinak, különleges életciklusának tanulmányozásával foglalkozik. Az elmúlt évtizedekben intenzíven kutatott téma alapvető szintézise *KÖRNER C.* (1999) munkája. Habár ez a munka növényélettani-ökológiai szemléletű, eredményei és előzményei számos más tudományterület számára értékesek, hasznosíthatók. A karrosodás szempontjából különösen érdekesek lehetnek a hó alatti gázkoncentráció anomáliákra (különösen a $CO_2$) irányuló kutatások. Erre vonatkozóan *MARIKO* et. al. (1994) ill. *SONESSON-TIJUS* (1989 unpubl. in *KÖRNER C.* 1999) eredményei kiemelkedő fontosságúak. Az igazi alpesi növények különösen jól alkalmazkodnak a hó alatti, lelassult életműködéseket mutató élethez. A hó alatti, téli anyagcserére a fotoszintetikus aktivitás és légzés arányának jelentős eltolódása jellemző.




*5. ábra. Vegetációval borított alpesi területek hóréteg alatti $CO_2$-koncentrációjának alakulása II. (MARIKO és mtsi 1994 nyomán)*
*$CO_2$-koncentráció vázlata 0,8 méternél mélyebb hóban japán hegyi erdőkben 1320 (1), 1500 (2), 1980 (3) és 2200 (4) méter tengerszint feletti magasságon, március és május hónapok között.*
*Fig. 5: Evolution of $CO_2$ concentration under snow cover in alpine territories covered by vegetation II. (after MARIKO and his staff 1994).*

Mivel ennek közege a hó alatti légréteg, mely a légkörtől a hóréteg minősége és vastagsága függvényében jelentősen elkülönül, a gázok koncentrációjának aránya is megváltozik. A fotoszintézis intenzitásának csökkenése elsősorban a hórétegen átjutó fénymennyiség csökkenését követi, mely 25-30 cm vastag hóréteg esetén néhány százalék, gyakorlatilag egyenlő a nullával (*GEIGER R.* 1965). Fontos, hogy a hó alatt keletkező $CO_2$-felhalmozódás általában nem eredményez fotoszintetikus túlműködést, mivel a fényhiány és az alacsony hőmérséklet ezt felülszabályozza. A felhalmozódó $CO_2$ diffúziója a Fick-törvényt követi, a tengerszint feletti magasság növekedésével (a légnyomás csökkenésével) nő, de nagy mértékben meghatározza a hóréteg vastagsága és a hó minősége (porózus hó, tömör hó, olvadó jeges hó, jég). A hóréteg vastagsága és a hó alatti $CO_2$ koncentráció között *SONESSON-TIJUS* (1989), *MARIKO, S.* et. al. (1994) szinte lineáris összefüggést talált, melyet csak a hóréteg tömörödése torzít (*4, 5. ábra*). A hóréteg alatti $CO_2$ koncentráció a dúsabb vegetációjú (erdők és zárt gyepek) területeken a legmagasabb. *MARIKO, S.* et. al. (1994) 2200 m-en, hegyi tűlevelű erdőkben 90 cm-es hóréteg alatt – ami magashegységekeben, így a Júliai-Alpokban is teljesen megszokott – 2500 ppm-et is mért, ami rendkívül magas, a talajban átlagosnak tekinthető értéknek is (~1000 ppm) mintegy 2,5-szerese. Általában jellemző, hogy a legmagasabb értékeket a tél elején és közvetlenül a hóolvadás előtt mérik, mely a növényzet életműködéseinek aktivitásával és a tömörödő, olvadó hó diffúzitás-csökkenésével szépen párhuzamba állítható.

A fentieket figyelembe véve nagy a valószínűsége, hogy a magashegységi növénytakaróval fedett mészkőfelszínek karrosodásához a növényzet ilyen közvetett módon is jelentősen hozzájárul. Olvadáskor a hó alatti magas $CO_2$-koncentráció – mely sokszor a talaj $CO_2$ koncentrációját is meghaladja – könnyedén a talajba, ill. az olvadó, lefolyó vízbe diffundál, s fokozza annak agresszivitását, pusztító hatását. Bizonyos azonban, hogy a karrosodás hóolvadáskor jelentkező fokozottabb intenzitásának ez a jelenleg is csupán egyik – de valószínűleg jelentős – tényezője, az egyéb biogén és abiogén hatótényezők mellett. Közismert, hogy az alpesi területeken a talajban a mikrobiális aktivitás – így a $CO_2$ kibocsátás is – hóolvadáskor, illetve a hóolvadást követő időszakban a legnagyobb (ez részben a hóréteg alatt jelentkező anoxiával is összefüggésben van). Ezek alapján valószínűnek tűnik, hogy a magashegységi fedett karrosodásban a biogén tényezők is a szervetlen $CO_2$ termelésén keresztül járulnak hozzá legintenzívebben a mészkő oldódásához. A gyökerek által termelt szerves savak hatásának

karrosodásban játszott szerepének részletes feltárása további kutatásokat igényel.

## Összefoglalás

A tanulmány a Héttó-völgy (Júliai-Alpok) általános vegetációs képét mutatja be és a vegetációnak a karrosodásban betöltött újabb lehetséges szerepét veti fel. A fontosabb vegetációtípusok leírása vázlatszerű, a közlemény végén megadott flóralista csak az expedíció időtartama alatt a területen feljegyzett edényes növényfajokat tartalmazza.

A szerzők a legújabb alpesi-ökológiai kutatások eredményeinek felhasználásával a növényzetnek a karrosodásban betöltött újabb lehetséges, közvetett hatására hívják fel a figyelmet. Vastag hótakaróval borított alpesi vegetációtípusokra jellemző, hogy a fotoszintézis és légzés egyensúlya a légzés irányába eltolódik, s ennek következtében a hó alatti légréteg $CO_2$-koncentrációja rendkívüli mértékben megnő. Hóolvadáskor a felhalmozott $CO_2$ – a légtér irányába szinte teljesen elzárt diffúziós út helyett – a talajba ill. az olvadékvizekbe diffundál, s agresszív $CO_2$ -ként a karrosodás intenzitását növeli. A hóolvadáskor történő karrosodás jelentőségét az éppen ekkor legintenzívebb talajmikrobiológiai folyamatokból származó $CO_2$ kibocsátás tovább fokozza.

## Függelék

A bejárt területeken feljegyzett edényes növényfajok jegyzéke (a begyűjtött taxonok a Savaria Múzeum magashegységi Herbáriumában kerültek elhelyezésre):

*Acer platanoides* L.
*Acer pseudo-platanus* L.
*Achillea atrata* L.
*Achillea clavennae* L.
*Achillea collina* J. Becker ex Rchb.
*Acinos alpinus* (L.) Moench
*Aconitum angustifolium* Bernh. Ex Rchb.
*Aconitum napellus* L.
*Aconitum paniculatum* Lam.
*Aconitum vulparia* Rchb.
*Adenostyles alliariae* (Gouan) Kern.
*Adenostyles glabra* (Mill.) DC.
*Agropyron repens* (L.) PB.
*Agrostis alpina* Scop.
*Agrostis gigantea* Roth
*Agrostis rupestris* All.
*Ajuga genevensis* L.
*Alchemilla alpina* L. em et Buser
*Alchemilla vulgaris* agg.
*Alliaria petiolata* (MB.) Cavara et Grande
*Allium schoenoprasum* L.
*Allium victorialis* L.
*Alyssum alyssoides* (L.) L.
*Ambrosia artemisiifolia* L.
*Amelanchier ovalis* Med.
*Anemone baldensis* L.
*Anemone nemorosa* L.
*Anemone trifolia* L.
*Angelica sylvestris* L.
*Anthoxanthum alpinum* A. et D. Löve
*Anthyllis vulneraria* L.
subsp. *alpestris* (Kit. Ex Schult.)

***Aquilegia einseleana*** F. W. Schultz
***Arctium tomentosum*** Mill.
***Arctostaphylos uva-ursi*** (L.) Spreng.
***Aremonia agrimonoides*** (L.) DC.
***Armeria alpina*** Willd.
***Arrhenatherum elatius*** (L.) J. et K. Presl
***Asperula cynanchica*** L.
***Asplenium ruta-muraria*** L.
***Asplenium trichomanes*** L.
***Asplenium viride*** Huds.
***Aster alpinus*** L.
***Aster bellidiastrum*** (L.) Scop
***Astragalus vesicarius*** L.
subsp. ***carniolicus*** (Kern.) Chater
***Astrantia carniolica*** Jacq.
***Athyrium filix-femina*** (L.) Roth
***Avenochloa versicolor*** (Vill.) Holub
***Bartsia alpina*** L.
***Betonica officinalis*** L.
***Biscutella laevigata*** L.
***Brachypodium pinnatum agg.***
***Brachypodium sylvaticum*** (Huds.) PB.
***Briza media*** L.
***Bupleurum ranunculoides*** L.
***Calamagrostis varia*** (Schrad.) Host.
***Caltha palustris*** L.
***Campanula bononiensis*** L.
***Campanula latifolia*** L.
***Campanula rapunculoides*** L.
***Campanula rotundifolia agg.***
***Campanula trachelium*** L.
***Campanula zoysii*** Wulf.
***Cardamine pratensis*** agg.
***Cardamine impatiens*** L.
***Carex alba*** Scop.
***Carex atrata*** L.
***Carex firma*** Mygind
***Carex flacca*** Schreb.
***Carex flava*** L.
***Carex humilis*** Leys.
***Carex mucronata*** All.
***Carex sempervirens*** Vill.
***Carlina acaulis*** L.
***Centaurea montana*** L.
***Centaurea pseudophrygia*** C. A. Mey. ex Rup.
***Centaurium erythraea*** Rafn
***Centaurium pulchellum*** (Sw.) Druce
***Cerastium carinthiacum*** Vest.
***Chelidonium majus*** L.
***Chrysanthemum leucanthemum*** L.
***Cirsium eriophorum*** subsp. ***eriophorum***
***Cirsium erisithales*** (Jacq.) Scop.
***Cirsium oleraceum*** (L.) Scop.
***Cirsium spinosissimum*** (L.) Scop.
***Clematis alpina*** (L.) Mill.
***Clematis recta*** L.
***Colutea arborescens*** L.
***Cornus mas*** L.
***Corylus avellana*** L.
***Cotinus coggygria*** Scop.
***Crataegus laevigata*** (Poir.) DC.
***Crepis terglouensis*** (Hacq.) Kern.
***Cruciata laevipes*** Opiz
***Cyclamen purpurascens*** Mill.
***Cystopteris fragilis*** (L.) Bernh.
***Cystopteris regia*** (L.) Desv.
***Dactylis glomerata*** L.
***Dactylis polygama*** Horvátovszky
***Daphne mezereum*** L.
***Daphne striata*** Tratt.
***Daucus carota*** L.
***Dentaria bulbifera*** L.
***Dentaria enneaphyllos*** L.
***Deschampsia caespitosa agg.***
***Dianthus armeria*** L.
***Dianthus monspessulanus*** L.
subsp. ***waldsteinii*** (Sernb.) Nyman
***Doronicum columnae*** Ten.
***Dryas octopetala*** L.
***Dryopteris filix-mas*** (L.) Schott
***Empetrum hermaphroditicum*** Hagerup.
***Epilobium alpestre*** (Jacq.) Krock.
***Epilobium parviflorum*** Schreb.
***Equisetum fluviatile*** L.
***Equisetum hyemale*** L.
***Eryngium alpinum*** L.
***Eupatorium cannabinum*** L.
***Euphorbia cyparissias*** L.
***Euphrasia minima*** Jacq. ex DC.
***Euphrasia kerneri*** (Wettst.) Yeo
***Fagus sylvatica*** L.
***Festuca laxa*** Host.
***Festuca rubra*** agg.
***Fraxinus ornus*** L.
***Galium anisophyllum*** Vill.
***Genista radiata*** (L.) Scop.
***Gentiana asclepiadea*** L.
***Gentiana clusii*** Perr. et Song.
***Gentiana cruciata*** L.
***Gentiana lutea*** L. subsp. ***lutea***
***Gentiana lutea*** L. subsp. ***symphyandra*** Murb.

*Gentiana pannonica* Scop.
*Gentianella tenella* (Rottb.) Börner
*Geranium phaeum* L.
*Geranium pratense* L.
*Geranium robertianum agg.*
*Geranium sanguineum* L.
*Geranium sylvaticum* L.
*Geum urbanum* L.
*Glechoma hirsuta* W. et K.
*Globularia nudicaulis* L.
*Gnaphalium hoppeanum* Koch
*Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br.
*Hedera helix* L.
*Helianthemum grandiflorum* (Scop.) DC.
*Helleborus niger* L.
*Hepatica nobilis* Schreb.
*Heracleum austriacum*
subsp.*slifolium* (Scop.) Nyman
*Heracleum sphondylium* L.
*Hieracium bauhinii* Schult.
*Hieracium pilosella* L.
*Hieracium sylvaticum* L.
*Hieracium villosum* Jacq.
*Hippocrepis comosa* L.
*Homogyne alpina* (L.) Cass.
*Huperzia selago* (l.) Bernh. ex Schrank
*Impatiens glandulifera* Royle
*Impatiens parviflora* DC.
*Iris pallida* subsp. *cengialti* (Ambrosi ) Foster
*Iris pseudacorus* L.
*Iris variegata* L.
*Juncus trifidus* L. subsp. *monanthos* Jacq.
*Juniperus sabina* L.(=sibirica)
*Knautia drymeia* Heuff.
*Knautia longifolia* (W. END K.) Koch
*Lamiastrum flavidum* (F.Herm.) Ehrend.
*Lamium maculatum* (L.) L.
*Lamium orvala* L.
*Larix decidua* Mill.
*Laser trilobum* (L.) Borkh.
*Laserpitium siler* L
*Leontodon hispidus* L.
*Leontopodium alpinum* Cass.
*Ligustrum vulgare* L.
*Lilium carniolicum* Bernh. ex Koch
*Lilium martagon* (L.)
*Linaria alpina* (L.) Mill.
*Loiseleuria procumbens* (L.) Desv.
*Lonicera xylosteum* L.
*Lotus corniculatus* L.
*Lycopodium annotinum* L.
*Lysimachia nummularia* L.
*Maianthemum bifolium* (L.) F. W. Schmidt
*Melampyrum sylvaticum* L.
*Melica nutans agg.*
*Melica uniflora* Retz.
*Mercurialis perennis agg.*
*Moehringia bavarica* (L.) Gren.
*Moehringia muscosa* L.
*Moneses uniflora* (L.) A. Grey
*Mycelis muralis* (L.) Dum.
*Myosotis laxa* Lehm.
*Nigritella nigra* (L.) Rchb. f.
*Oryzopsis virescens* (Trin.) Beck
*Ostrya carpinifolia* Scop.
*Oxalis acetosella* L.
*Papaver julicum* E. May
*Paris quadrifolia* L.
*Parnassia palustris* L.
*Pedicularis rostrato-capitata* Cr.
*Peucedanum ostruthium* (L.) Koch
*Phleum alpinum* L. em et Gaudin
*Phleum michelii* All.(P. *hirsutum* Honck.)
*Physoplexis comosa* (L.) Schur.
*Phyteuma sieberi* Spreng.
*Picea abies* (L.) Karsten
*Pimpinella saxifraga* L.
*Pinguicula alpina* L.
*Pinus mugo* Turra
*Plantago major* L.
*Plantago media agg.*
*Poa alpina* L.
*Poa minor* Gaudin
*Polygala alpestris* Rchb.
*Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce
*Polygonatum verticillatum* (L.) All.
*Polygonum aviculare* L.
*Polygonum bistorta* L.
*Polygonum viviparum* L.
*Polystichum aculeatum agg.*
*Polystichum lonchitis* (L.) Roth
*Potentilla anserina* L.
*Potentilla caulescens* L.
*Potentilla heptaphylla* agg.
*Potentilla nitida* L.
*Prenanthes purpurea* L.
*Primula auricula* L.
*Primula carniolica* Jacq.
*Primula veris* L.
*Prunella grandiflora* (L.) Scholler
*Prunus avium* L.
*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn

*Pulsatilla alpina* (L.) Delarbre
*Pyrola rotundifolia* L.
*Ranunculus acris* L.
*Ranunculus lanuginosus* L.
*Reynoutria japonica* Houtt.
*Rhaponticum scariosum* Lam.
subsp. *heleniifolium* (Godr. end Gren.) Nyman
*Rhinanthus minor* L.
*Rhodiola rosea* L.
*Rhododendron hirsutum* L.
*Rhodotamnus chamaecistus* (L.) Rchb.
*Ribes alpinum* L.
*Rosa canina agg.*
*Rosa pendulina* L.
*Rubus spp.* L.
*Rumex alpinus* L.
*Rumex aquaticus* L.
*Salvia glutinosa* L.
*Saussurea pigmaea* (Jacq.) Spreng.
*Saxifraga aizoides* L.
*Saxifraga caesia* L.
*Saxifraga mutata* L.
*Saxifraga tenella* Wulf.
*Saxifraga rotundifolia* L.
*Scabiosa lucida* Vill.
*Sedum album* L.
*Sedum atratum* L.
*Selaginella selaginoides* (L.) PB. Ex Schrank.
*Senecio abrotanifolius* L.
*Senecio fuchsii* C. C. Gmel.
*Sesleria sphaerocephala* Ard.
*Sesleria varia* (Jacq.) Wettst.
*Setaria viridis* (L.) PB.
*Silene alpestris* Jacq.
*Silene dioica* (L.) Clairv.
*Silene pusilla agg.*
*Silene vulgaris* (Moench) Garcke
*Solidago gigantea* Ait.
*Solidago virga-aurea* L.
*Sorbus aria* (L.) Cr.
*Sorbus aucuparia* L.
*Sorbus torminalis* (L.) Cr.
*Stachys sylvatica* L.
*Staphylea pinnata* L.
*Succisa pratensis* Moench
*Symphytum tuberosum* L.
*Taraxacum alpinum agg.*
*Telekia speciosa* (Schreb.) Baumg.
*Teucrium chamaedrys* L.
*Thalictrum aquilegiifolium* L.
*Thalictrum minus* L.
*Thalictrum simplex* L.
*Thesium alpinum* L.
*Thymus praecox* agg.
*Tilia cordata* Mill.
*Tilia platyphyllos* Scop.
*Tofieldia calyculata* (L.) Wahlenb.
*Trifolium montanum* L.
*Trifolium noricum* Wulf.
*Trisetum argenteum* (Willd.) Roem et Schult.
*Trisetum flavescens* (L.) PB.
*Trollius europaeus* L.
*Urtica dioica* L.
*Vaccinium myrtillus* L.
*Vaccinium vitis-idaea* L.
*Veratrum album* L.
*Veronica lutea* (Scop.) Wettst.
Syn *Paederota lutea* Scop.
*Veronica spicata agg.* (nitens)
*Viburnum lantana* L.
*Viburnum opulus* L.
*Vinca minor* L.
*Vincetoxicum hirundinaria* Med.
*Viola biflora* L.

## IRODALOM

*BALÁZS, D.* (1964): A vegetáció és a karsztkorrózió kapcsolata, Karszt és Barlang I. p.13-16.

*BALOGH L.* (1995): Tájékozódó botanikai vizsgálatok a Totes Gebirge (Salzbirgi-Alpok) alhavasi övének karrterületein, Karsztfejlődés I., Szombathely, p. 113-131.

*BÁRÁNY-KEVEI, I.–HOYK, E.–ZSENI, A.* (1999): Karsztökológiai egyensúlymegbomlások néhány hazai karsztterületen, Karsztfejlődés III. p. 79-91.
*BORBÁS, V.* (1900): A Balaton tavának és partmellékének növényföldrajza és edényes növényzete, Budapest
*BORHIDI A.* (1963): Die Zönologie des Verbandes Fagion illyricum, Acta Botanica Hung. 6 (3-4)
*DAKSKGLOBER, I.* (1991): Gozd bukve in jesenske vilovine – *Seslerio autumnalis-Fagetum* (Ht. 1950) M. Wraber (1957) 1960 v submediteransko-predalpskem območju Slovenije. – Scopolia, 24 p. 1-53, Ljubljana
*DAKSKGLOBER, I.* (1996): Forest succession on the erosion area on northern slopes of Porezen (The Julian Alps), Razprave IV. Razreda sazu XXXVII. 7 p. 147-188.
*DEGEN, Á.* (1936): Flora Velebitica, Budapest, 1936.
*ECKERT, M.* (1898): Die Karren oder Schratten. Petermanns Mitteil. 44. p. 69-71.
*ECKERT, M.* (1902): Das Gottesackerplateau, ein Karrenfeld im Allgäu. wiss. Ergänz. – Hefte z. Zeitschr. d. Deutsh. u. Öst. Alp-Ver. Bd. 1.
*EHRENDORFER F.* (1973): Liste der Gefasspflanzen Mitteleuropas, Stuttgart
*FEHÉR, D.* (1954): Talajbiológia, Budapest
*GEIGER, R.* (1965): The climate near the ground, Harvard University Press, Cambridge
*GREY-WILSON, C.* (1992): The alpine flowers of Britain and Europe, Collins, London
*HEGI, G.* (1931): Illustrierte Flora von Mitteleuropa, I-VII., Paul Parey Verlag, Berlin-Hamburg
*JAKUCS, P.* (1955): Geobotanische Untersuchungen und die Karstaufforstung in Nord-Ungarn, Acta Botanica 2/1-2. p. 89-131.
*JAKUCS, P.* (1956): Karrosodás és növényzet, Földrajzi közlemények 3. p. 241-249.
*JAKUCS, L.* (1971): A karsztok morfogenetikája – A karsztfejlődés varienciái, Akadémiai Kiadó, Budapest
*KUNAVER* (1961): The Highmontainous Karst of eastern Julian and Kamnik Alps (in slovene with english summary) Geografski vestnik, Ljubljana 33.
*KUNAVER* (1973): The high montainous karst os Julian Alps in the system of alpine karsts, Symposium of Karst-Morphogenesis, Budapest, 1971. augusztus 5-9. p. 209-225.

*KUNAVER* (1984): The high mountains karst in the Slovene Alps, Geographica Yugoslavica, Bilten zveze geografshih druster Jugoszlavije, p. 15-22.
*KÖRNER, C.* (1999): Alpine Plant Life – Functional Plant Ecology of High Mountain Ecosystems, Springer-Verlag Berlin Heidelberg
*LEEL-ŐSSY, S.* (1952): Karrosodás és karros formák, Hidrológiai Közlöny 32. p. 298-303.
*LINDNER, G.* (1930): Das Karrenphänomen, Petermanns Mitteil, Ergänzungscheft, 208 p. 1-83.
*MARIKO, S. – BEKKU, Y. – KOIZUMI, H.* (1994): Efflux of carbon dioxide from snow covered forest floors, Ecological Research 9 p. 343-350.
*MARINCEK, L.–POLDINI, L.–ZUPANCIC, M.* (1989): Beiträg zur Kenntniss der Gesellschaft Anemono-Fagetum, Razprave IV. Razreda sazu XXX. p. 3-64.
*MORSHHAUSER T.* (1995): A flóra és vegetáció indikációja és térinformatikai elemzése a Budai-hegységben, Kandidátusi disszertáció, JPTE, Pécs
*PHILLIPSON, A.* (1932): Allgemeine Geographie II.
*PITSCHMANN H., REISIGL H.* (1965): Flora der Südalpen, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart
*ROTHMALER, W.* (1987): Excursionsflora von Deutschland I-IV., Volk und Wissen Volksiegen Verlag, Berlin
*SAWICKI, L.* (1909): Beiträge zum geographischen Zyklus im Karste, Geograph, Zeitschr. 15. p. 185-281.
*SERCELJ, A.* (1961): Razvoj in prodad gozda v dolini Triglavskih jezer, Gozd. vestn. 19. Ljubljana
*SERCELJ, A.* (1962): Zgodovina gozda v dolini Triglavskih jezer, Vrasto narave 1, Ljubljana
*SERCELJ, A.* (1965): Paleofloristicna raziskovanja v Triglavskem pogorju, Razprave 4. raz. Sazu, 8. p. 473-498.
*SZUNYOGH G.* (1999): A talajelborítás hatása a karros formakincs fejlődésére, Karsztfejlődés III. Szombathely 31-42.
*VERESS M.* (1992): A karsztosodás mikroformái a karrok, Természet Világa 123/3 p. 129-131.
*VERESS M.* (1995): Karros folyamatok és formák rendszerezése Totes Gebirge-i példák alapján, Karsztfejlődés I. (Tote Gebirge karrjai), Szombathely, p. 7-30.

*WRABER T.* (1961): Termofilna združba gabrovca in omelike v Bohinju (*Cytisantho-Ostryetum* Wraber assoc. nova), Razprave IV. razr. Sazu, 6. Ljubljana

*WRABER T.* (1966): Das *Adenostylo glabrae-Piceetum*, eine neue Fichtenwaldgesellschaft in den slowenischen Ostalpen, Angewandte Pflanzensoziologie 18/19 p. 93-101.

*WRABER T.* (1966): Paulinova „Flora exsicata carniolica" XIX. In XX. centurija, Razprave IX. p. 126-164.

*WRABER T.* (1969): Pflanzengeographische Stellung und Gliederung Sloweniens, Vegetatio 17 p. 176-199.

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

*ZÓLYOMI B.* (1987): Coenoton, ecoton and their role in the preservation of relic species - Acta Bot. Hung. 33. p. 3-18.

*ZUPANČIČ, M. et al.* (1987): Considerations on the Phytogeographic division of Slovenia, Biogeographie delle Alpi Sud-Orientali, Biogeographia, 13 p. 89-98. Udine

*ZUPANČIČ, M. – ZAGAR, V.* (1995): New views about the phytogeographic division of Slovenia I., Razprave IV. razr. Sazu 1. p. 3-30.

**TRIGLAV** planinska karta: 1: 25.000; Institut za geodezijo in fotogrammetrijo FGG