

Nyugat-Magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar
Kitaibel Pál Környezettudományi Doktori Iskola

KIRÁLY ANGÉLA

**TALAJPARAMÉTEREK ÉS ÖKOLÓGIAI MUTATÓ-
SZÁMOK ÖSSZEFÜGGÉSEINEK VIZSGÁLATA ERDEI
LÁGYSZÁRÚ FAJOK ALAPJÁN**

Doktori (Ph.D.) értekezés

Témavezetők:

Dr. hc. Dr. SZODFRIDT ISTVÁN
professzor emeritus

Dr. BIDLÓ ANDRÁS
egyetemi docens

Sopron
2008

Tartalomjegyzék

Kivonat	5
Abstract	6
1. Bevezetés	7
1.1. Kérdésfelvetés	7
1.2. Célkitűzések	8
2. Növényfajok ökológiai mutatói, történeti és elméleti áttekintés	9
2.1. Biológiai indikáció – mutatószámok a botanikában	9
2.1.1. Az ökológiai mutatók létjogosultságának kérdése	9
2.2. Rövid történeti áttekintés	10
2.3. Elméleti és gyakorlati áttekintés	12
2.3.1. Elméleti áttekintés	12
2.3.2. Gyakorlati alkalmazási lehetőségek	13
2.4. Az ökológiai mutatók alkalmazásának kritikái	16
3. A tesztelt ökológiai mutatószámok részletes bemutatása	19
3.1. Talajnedvesség mutatója F- vagy W-érték (Feuchtezahl)	19
3.2. Talajreakció mutatója, R-érték (Reaktionszahl)	22
3.3. Tápanyag-ellátottsági mutató, N-érték (Stickstoffzahl, Nährstoffzahl)	23
3.4. A mutatószámok tapasztalati skáláinak mért értékekhez való viszonya	24
4. Anyag és módszer	28
4.1. A vizsgált növényfajok kiválasztásának szempontjai	29
4.2. A kiválasztott növényfajok vitalitásának becslése	29
4.3. A terepi mintavételek módszertana	31
4.4. A talajtani laborvizsgálatok módszertana	32
4.5. Termőhelyek talajtulajdonságainak értékelése	33
4.5.1. A talaj mechanikai összetétele	34
4.5.2. A növények által hozzáférhető víz	35
4.5.3. A talaj pórusterének vizsgálata pF-berendezéssel	37
4.5.4. Talajreakció	37
4.5.5. Tápelemtartalom	38
4.5. Statisztikai analízis alkalmazott módszerei	42
4.5.1. Hierarchikus klaszteranalízis	42
4.6. A mintavételi helyek kiválasztása és bemutatása	43
4.6.1. A mintavételi helyek kiválasztásának szempontjai	43
4.6.2. A mintavételi helyek bemutatása	43
5. A vizsgált növényfajok jellemzése	58
5.1. Erdei gyöngyköles – <i>Buglossoides purpureocaerulea</i> (L.) JOHNSTON	58
5.2. Szagos müge – <i>Galium odoratum</i> (L.) SCOP.	60
5.3. Erdei galaj – <i>Galium sylvaticum</i> L.	61
5.4. Fürtös salamonpecsét – <i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) ALLIONI	63
5.5. Bükksás – <i>Carex pilosa</i> SCOP.	64

6. Eredmények	66
6.1. A növénypopulációk vitalitásának értékelése	66
6.2. A talajparaméter-adatok elemzése.....	70
6.2.1. A talajparaméterek elemzése <i>Buglossoides purpureocaerulea</i> termőhelyein	70
6.2.2. A talajparaméterek elemzése <i>Galium odoratum</i> termőhelyein	74
6.2.3. A talajparaméterek elemzése <i>Galium sylvaticum</i> termőhelyein	78
6.2.4. A talajparaméterek elemzése a <i>Polygonatum multiflorum</i> termőhelyein.....	82
6.2.5. A talajparaméterek elemzése a <i>Carex pilosa</i> termőhelyein	86
6.3. A pH-vizsgálatok eredményeinek értékelése	89
6.4. A mutatószámok középértékei	92
6.4.1. A mutatószámok középértékei – <i>Buglossoides purpureocaerulea</i> termőhelyein	93
6.4.2. A mutatószámok középértékei a <i>Galium odoratum</i> termőhelyein.....	96
6.4.3. A mutatószámok középértékei a <i>Galium sylvaticum</i> termőhelyein	99
6.4.4. A mutatószámok középértékei a <i>Polygonatum multiflorum</i> termőhelyein	102
6.5. Statisztikai analízis	105
7. Összefoglalás	108
9. Köszönetnyilvánítás	110
8. Irodalom.....	111

Kivonat

Talajparaméterek és ökológiai mutatószámok összefüggéseinek vizsgálata erdei lágyszárú fajok alapján

A dolgozatban a szerző a 2001 és 2007 között elvégzett erdei lágyszárú fajok és a hozzájuk rendelt ökológiai mutatószámokkal kapcsolatos kutatásokról ad számot. A *Buglossoides purpurocaerulea*, *Carex pilosa*, *Galium odoratum*, *Galium sylvaticum*, *Polygonatum multiflorum* észak-nyugat dunántúli, különböző alapközetben és talajtípuson élő előfordulásait megmintázva, a konkrét, mért talajjellemzők és a fajokhoz rendelt ökológiai mutatók közötti összefüggések vizsgálatára került sor.

Első lépésként a szerző az Európában használatos mutatószám-rendszereket hasonlította össze a kategóriák, a besorolt fajok és az átjárhatóságuk tekintetében, majd megállapította, hogy az egyes rendszerek kategóriái a verbális definícióik alapján megfeleltethetők egymásnak. A besorolt fajok tekintetében azonban nem állapítható meg minden rendszerre kiterjedően összefüggés, viszont az azonos földrajzi területre érvényes skálák besorolásai hasonlóak.

Ezzel párhuzamosan egy fajspecifikus, ökomorfológiai és biometriai alapokon nyugvó vitalitás-skála kidolgozására került sor egy módszertani kísérlet keretében. A vitalitás skála segítségével a prezencia-abszencia alapon kiértékelt termőhelyi spektrum jelentősen finomítható, pl. a *Buglossoides purpurocaerulea* az eddigi ismereteinkkel ellentmondóan sok esetben előfordul mészmentes talajon is, azonban a talaj mésztartalma és a populációk vitalitása között egyértelmű pozitív korreláció áll fenn. Megállapításra került az is, hogy a vitalitás értékelésének sikerességéhez a talajparaméterek mellett a fény, mint ökológia faktor figyelembe vétele nagymértékben hozzájárul.

Következő lépésként mind az öt vizsgált növényfaj ökológiai viselkedéséről részletes, ténylegesen mért adatokon nyugvó leírás készült, mely jelentős mértékben bővíti a mostanáig rendelkezésre álló ismereteinket, pontosítja a vizsgált régióban az előfordulások körülményeit, és rávilágít az ország egyéb területein található előfordulásoktól való eltérésekre.

A fő kérdésselvetésre, amely köré a kutatások stratégiaileg felépültek, hogy meghatározható-e egy olyan, számszerűsíthető termőhelyi összefüggésrendszer a termőhelyi paraméterek elemzésével, amely az ökológiai mutatószámok pontosítását teszi lehetővé, a válasz egyértelműen nem. Műszeres mérésekkel a jelenlegi technikai felszereltség mellett

lehetetlen megfogni a számtalan termőhelyi összefüggés bonyolult hálózatát. Az azonos módszertannal elvégzett, szisztematikus és nagyszámú mintavétel azonban – kellő körültekintéssel – használható a mutatószámok egyes értékeinek pontosítására.

A vizsgálatokból kiderült, hogy a mutatószámok regionalitása nagyobb léptékű, mint a vizsgált terület. A mintavételi helyek Északnyugat-Dunántúlon belül nem különülnek el kistájak vagy egyéb földrajzi egységek szerint, tehát az ökológiai mutatók szempontjából homogén egészet képeznek.

A munka során megerősítést nyert, hogy sem a mutatók, sem a talajjellemzők mérési eredményei nem függetlenek egymástól, ezért az értékelésnél figyelembe kell venni összefüggéseiket. Emellett elengedhetetlen feltétel az adott mintavételi hely teljes fajkészletének figyelembe vétele.

Abstract

Correlation between soil parameters and ecological indicator values on the basis of forest herbs

The system of indicator values is widely accepted and used to estimate ecological conditions. They are defined for certain geographic areas and exhibit increasingly restricted validity when regions are extended and get more heterogeneous. The aim of this study was to check the rightness of indicator values in case of five deciduous forest species (*Buglossoides purpureocaerulea*, *Galium odoratum*, *Galium sylvaticum*, *Polygonatum multiflorum*, *Carex pilosa*) and to answer the following questions:

- In which geographical area are indicator values of these species valid?
- How can we compare different indicator value systems with different scales?
- Is it possible to create a measurable system by analyzing soil parameters, which allows a correction of indicator values of this species?

A new method has been presented for measuring the vitality of populations using life history traits and biometrical data. The survey was based on data from 234 soil and plant samples collected in the northwestern part of Hungary.

1. Bevezetés

1.1. Kérdésselvetés

Kutatásaim során, szubjektív módon kiválasztott növényfajok talajfüggő ökológiai mutatóinak értékelését végeztem el. A fő hangsúly végig a mutatószámok „ellenőrzésén” volt, a kiválasztott növényfajok csak egyfajta segédeszközként szolgáltak. Természetesen nem véletlenül kerültek kiválasztásra, de más fajokkal is elvégezhető ugyanilyen jellegű munka.

Miért ilyen fontos, valóban ilyen fontos-e az ökológiai mutatók ilyen mélységű vizsgálata? Első megközelítésben kétféle válasz lehetséges erre a kérdésre: vagy megerősítésre kerülnek a kiválasztott fajok mutatói, akkor akár „feleslegesnek” is tekinthető az elvégzett számtalan talaj- és egyéb vizsgálat, vagy eltérő értékek kapunk, s akkor a széles körben alkalmazott mutatószám-rendszerek alkalmassága, használatának jogossága kérdőjeleződik meg.

Közelebbről szemlélve azonban árnyaltabb képet kapunk: az egyik véglet, amelyet a szakirodalom tanulmányozásával alátámaszthatunk, hogy szinte mindenki alkalmazza az ökológiai mutatókat, a legkülönbözőbb területeken, de sajnos igen kevesen alkalmazzák (statisztikailag is) helyesen, a különböző rendszerek kidolgozóinak „használati utasítását” követve. Ennek okaként a probléma interdiszciplináris jellegét jelölhetjük meg, az érték-számok alkalmazásához ugyanis alapos botanikai és matematikai-statisztikai ismeretekre is szükség van. Ez a nehézség a kezdetektől fennáll, s napjainkra sem született megoldás, bár az ökológiai mutatók felhasználásának hatalmas irodalma van, sorra születnek új alkalmazási javaslatok, sőt egészen új mutatók kidolgozására is van példa.

Mindez azt mutatja, hogy jelenleg az ökoszisztémák nagyobb volumenű statisztikai elemzésére nincs alternatív módszer. Kritika nélkül azonban nem fogadhatjuk el a mutatószámokkal való értékelés nélkülözhetetlenségét, hiszen ellentétben az alkalmazhatóságukkal foglalkozó irodalom mennyiségével, közvetlenül az egyes mutatószámok értékeinek tesztjével alig foglalkozik irodalmi forrás (ELLENBERG & al. 1992, ZÓLYOMI 1967, KARRER 1992, ENGLISCH & KARRER 2001).

Mi az oka az erre irányuló vizsgálatok hiányának? Véleményem szerint ez a hiány a probléma többszörösen interdiszciplináris voltával, az ebből fakadó információhiánnyal, a vizsgálatok tematikus szerteágazóságával, idő- és pénzigényével magyarázható. Valamint azzal, hogy a nagy ráfordítás nem garantál biztos eredményeket, mivel a növényfajok jelenléte összegzi azokat a környezeti hatásokat, amelyeket műszeres méréssel csak egymástól független változókként lehet megfogni. Itt visszakanyarodunk az eredeti megközelítéshez, hogy érdemes-e számtalan vizsgálatot elvégezni néhány, esetünkben 15 érték pontosításához.

A témához kapcsolódó irodalom és a saját eredmények ismeretében a válasz egyértelműen igen, néhány jól ismert növényfaj tesztelése mindenképpen megéri a fáradságot.

E dolgozatban az erdei ökoszisztémák kis szeletének (mezofil lombdők) jellemző fajai képezték a vizsgálatok tárgyát és egy, szélesebb körben is alkalmazható módszertan került kidolgozásra, melynek segítségével a jövőben egyéb élőhelyek jellemző fajainak mutatói is tesztelhetők lesznek.

1.2. Célkitűzések

A disszertáció keretében 5 erdei lágyszárú növényfaj (*Buglossoides purpureocaerulea*, *Carex pilosa*, *Galium odoratum*, *Galium sylvaticum*, *Polygonatum multiflorum*) talajfüggő ökológiai mutatószámainak (W-érték: vízháztartás, R-érték: talajreakció, N-érték: tápanyag /N-tartalom) mérhető értékelését végeztem el. A kiválasztott fajok életkörülményeinek, a talajhoz kötődő ökológiai paraméterek pontos, számszerűsíthető vizsgálatát tűztem ki célul.

Előkészítő vizsgálatok során megállapítottam, hogy az egyes fajok a talajnak mely tulajdonságával vannak közvetlen kölcsönhatásban. Hat-e rájuk, és ha igen milyen mértékben az alapkőzet, vagy csak a talajnak az a része, amelyben a gyökereik láthatóan jelen vannak?

Ezt követően 234 talajmintát vettem északnyugat-dunántúli mintavételi helyeken, különböző alapkőzeten, különböző talajtípusokon. A talajminták laboratóriumi vizsgálatát követően a kapott mérési eredményeket összevettem az irodalmi tapasztalatokkal. A különböző helyszínek mérési eredményeit többféle („hagyományos gondolkodó” és a különböző iskolák által használt statisztikai) elemzésnek vettem alá.

Az elemzés során a következő kérdésekre kerestem választ:

- Milyen földrajzi és klimatikus határok között érvényesek a használatban lévő (jelentős szubjektív tartalommal bíró) skálák?
- Mekkora területre dolgozható ki egységes mutatószám rendszer?
- Mi válthatja ki a változtatás igényét? Klimatikus, termőhelyi, domborzati vagy egyéb okok játszanak-e szerepet?
- Meghatározható-e egy számszerűsíthető termőhelyi összefüggésrendszer a talajparaméterek elemzésével, amely az ökológiai mutatószámok pontosítását lehetővé teszi?
- Ha igen, levonhatók-e olyan általános következtetések, amelyek segítségével más fajok mutatószámait részletes vizsgálat nélkül pontosítani lehet?
- Lehet-e, van-e értelme statisztikai elemzéseket végezni a ma általánosan elterjedt skálák mutatószámaival?

2. Növényfajok ökológiai mutatói, történeti és elméleti áttekintés

2.1. Biológiai indikáció – mutatószámok a botanikában

A biológiai indikáció fogalma többféle alkalmazásban jelenik meg a szakirodalomban. Első lépésben meg kell különböztetnünk két alapvetően különböző értelmezést, melyek mára külön tudományterületekké nőttek ki magukat.

Az egyik a környezetvédelmi, ill. monitoring célú indikáció, amelynek során antropogén hatásra létrejövő, negatív irányú változás jelzésére alkalmaznak, akkumulációs képességüket kihasználva, általában kriptogám indikátornövényeket (ROLOFF 1989).

A másik, Magyarországon JUHÁSZ-NAGY (1993) nevével fémjelzett általános indikáció elv, melynek egy része a növényeken alapuló ökológiai indikáció, vagy fitoindikáció. Ebbe a széles körű értelmezésbe sorolhatók a tudomány fejlődése során leírt, az ökoszisztémák egyes tulajdonságait és folyamatait az ott élő növénypopulációk viselkedésével jellemezni kívánó módszerek (POGREBNJAK 1929, MÁTHÉ 1940, 1941, DUVIGNEAUD 1946 cit. ZÓLYOMI 1964, SCHÖNHAR 1954, CSAPODY & al. 1962, MÁJER & al. 1962, 1968, SOÓ 1964, 1966, 1968, 1970, 1973, 1980, 1968, PASSARGE & HOFFMANN 1968, AICHINGER 1967, SZODFRIDT 1978, 1981, 1993, MAJER 1988, ELLENBERG 1992). Ezek két csoportra oszthatók, egyrészt a fajok természetes ökológiai helyzetének megállapítására létrehozott ökológiai mutatók, másrészt az emberi tevékenység következtében beállt negatív változások mértékének megállapítására kidolgozott degradáltsági és természetességi mutatók. A két csoport közül jelen dolgozat az ökológiai mutatókkal, azon belül a talajfüggő mutatószámokkal (W- vagy F-, R- és N-érték) foglalkozik.

2.1.1. Az ökológiai mutatók létjogosultságának kérdése

A környezeti tényezők változásának vizsgálata az ökoszisztémák komplexitása miatt csak bonyolult, költséges és időigényes mérések útján lehetséges, a pusztán mérési eredmények pedig félrevezetőek lehetnek, amennyiben a mért paraméter ökológiai összefüggései nem teljesen tisztázottak (BORHIDI 1995). Különösen igaz ez a térben és időben gyorsan változó faktorokra, mint pl. a talaj víztartalma vagy kémhatása (KARRER 1992). Nagy területen, egyenletesen megbízható adatokat kaphatunk azonban az élőhelyek ökológiai jellemzőiről és állapotáról a vegetáció felmérése által, az egyes növényfajok indikációs tulajdonságait kihasználva. Az ökológiai termőhely-jellemzés eredményei megbízható összehasonlításának igénye hívta életre a különböző kvantifikációs módszereket, vagyis a fajok ökológiai mozgásterének a környezeti változók pontosan definiált skáláival való jellemzését (ELLEN-

BERG 1950, ZÓLYOMI 1967). A tömör, számszerű jellemzés megsokszorozta az elemezhető adatok mennyiségét, és lehetővé tette statisztikai vizsgálatok elvégzését. A más módon kezelhetetlen mennyiségű adat számítógéppel történő feldolgozására évtizedek óta (az 1970-es évektől, a cönológiai felvételek rendezésével kezdődően) egyre jobb lehetőségek állnak rendelkezésre, sorra születnek az általános statisztikai, illetve szűkebb körű, speciális vizsgálatok elvégzésére alkalmas programok (TER BRAAK & al. 1998, PODANI, 2001). Az elemzések nemcsak elméleti, ökológiai kutatások alapját képezik, de a gyakorlatban is számos helyen alkalmazhatók, mint például mezőgazdasági (HOLZNER 1971, 1991) és erdészeti termőhely-jellemzésre (POGREBNJAK 1929, CSAPODY & al. 1962, MÁJER & al. 1962, AICHINGER 1967, SZODFRIDT 1978, 1981, 1993, MAGYAR 1955), természetes szukcessziós változások hatásának becslésére (PERSSON 1980, VAN DER MAAREL & al. 1993) vagy korábbi tájhasználat (DZWONKO & LOSTER 1997, DZWONKO 2001) ill. egyéb antropogén hatás következtében beálló környezeti változások trendjének leírására (DIEKMAN & FALKENGREN-GRERUP 2002, KÖNIG 2005).

2.2. Rövid történeti áttekintés

A 20. század elejétől kezdődően számos ökológiai indikátor rendszer létrejöttét követhetjük nyomon, amelyek egymással részben szorosan összefüggők, átfedők, vagy létezhetnek egyidőben egymástól függetlenül, mint például a nyugat- és kelet-európai rendszerek.

Az indikátorszisztémák kialakulásának kezdeti lépéseként értékelhetjük a cönológiában az egyes vegetációs egységek domináns fajokkal való jellemzését, illetve az egyes fajok ökológiai csoportokba sorolását, és a termőhely velük való jellemzését (MÁTHÉ 1940, 1941, DUVIGNEAUD 1946 cit. ZÓLYOMI 1964, SCHÖNHAR 1954, SOÓ 1964, 1966, 1968, 1970, 1973, 1980). A gyakorlatban ez a különböző erdőtípológiai rendszerek létrejöttét jelentette (POGREBNJAK 1929, WOROWJOW 1953, SCAMONI 1954 cit. MÁJER 1962, MAGYAR 1955, PASSARGE & HOFFMANN 1968, AICHINGER 1967, CSAPODY & al. 1962, MÁJER & al. 1962, MÁJER 1968, SZODFRIDT 1978). Az első teljes rendszert POGREBNJAK (1929) építette ki, erdőtípusok és termőhelyeik jellemzésére a talaj tápanyagtartalma és vízháztartása függvényében, őt követte WOROWJOW (1953), 980 erdei faj besorolásával a talajreakció és a vízgazdálkodási fok kategóriában, majd IVERSEN (1936) alkotta meg az első, tengerparti növényekre vonatkozó sötürési-skálát.

ELLENBERG (1950) adta ki a nevéhez fűződő mutatószám rendszer első verzióját, gyomnövények és gyepi fajok egy öt- illetve hatlépcsős skálába történő besorolásával. A

talajreakció-értékek meghatározásában WALTER (1951 cit. ZÓLYOMI 1964) és SCHÖNHAR (1952) is részt vállalt. JÄGER (1968 cit. ELLENBERG 1996) kidolgozta kontinentalitás- és oceanitás-indexét, mely MEUSEL & al. (1965, 1978, 1992) művén keresztül beépült az Európában irányadó mutatószámok közé. 1974-ben jelent meg a 7 különböző mutatóra (T-érték – hőmérséklet, L-érték – fény, K-érték – kontinentalitás, F-érték – talajnedvesség, R-érték – talajreakció, N-érték – tápanyagtartalom és S-érték – sótűrés) átdolgozott kiadás, melyet 1991-ben egy tartalmilag jelentősen kibővült, módszertanilag többé-kevésbé változatlan követett (ELLENBERG 1974, 1991). Rendszerét számos országban átvették, kipróbálták, megszülettek a regionális átdolgozások (LANDOLT 1977, KOVÁCS 1979, LOOPSTRA & MAAREL 1984, ZARZICKY 1984, VEVLE 1985, FRANK & al. 1988, KARRER 1992, BORHIDI 1993, 1995, HILL & al. 1999). Európa-szerte készültek a különféle felhasználási módokat kipróbáló, statisztikailag tesztelő tanulmányok (vö. PERSSON 1981, TER BRAAK & GREMMEN 1987, MÖLLER 1987, MELMAN & al. 1988, BARTHA 1995, ERTSEN & al. 1998).

DIEKMANN & FALKENGREN-GRERUP (1998) teljesen új módszertannal dolgozva, tényleges mérési eredmények felhasználásával fejlesztett ki egy, a növények ammónium és nitrát preferenciáján, illetve a kétféle szerves N-forma egymáshoz való arányán és a talaj N-mineralizációs rátáján alapuló nitrogén indexet.

Magyarországon ZÓLYOMI (1964) dolgozta ki saját TWR-értékszámokon (T-érték - hőmérséklet, W-érték - talajnedvesség, R-érték – talajreakció), alapuló rendszerét, a kelet- és nyugat-európai szisztémák ismeretében, 400, elsősorban erdei faj feldolgozásával, 5 fokozatú (W-érték esetében 10 fokozatú) skála használatával. Munkássága azért is jelentős, mert megkísérli az egymástól független rendszerek tapasztalatainak beépítését a sajátjába, módszertanukat feldolgozza, éppúgy, mint a korábbi magyarországi erdőtípológiai vizsgálatok és a szikeseken végzett kutatások eredményeit (MAGYAR 1928, 1930). 1967-ben jelent meg rendszerének 1400 fajra kibővített változata, mely több szerző tényleges közreműködésével készült, KÁRPÁTI a ligeterdei fajokat sorolta be és a talajnedvesség-skálát egészítette ki 12 fokozatúra. BARÁTH a sztyep- és száraz gyepi fajokat, MÁTHÉ és KOVÁCS az acidofil termőhelyek fajait, JAKUCS és FEKETE a magyar flóra 200, valamilyen szempontból érdekesebb fajt dolgozta fel ZÓLYOMI vezetése mellett (ZÓLYOMI & al. 1967). KÁRPÁTI és munkatársai pedig, a fent említett mutatók kidolgozásában való részvétel mellett, a vízi- és ártéri növények, illetve a ruderalis gyomok szünökológiai besorolását végezték el (KÁRPÁTI & al. 1968, KÁRPÁTI 1978), míg BORHIDI (1969) a *Quercus* nemzetség kritikus taxonjaira vonatkozóan közöl kiegészítéseket. A TWR-értékek használata széles körben elterjedt hazánkban, számos korabeli és későbbi tanulmány foglalkozik továbbfejlesztésükkel, statiszt-

tikai alkalmazhatóságukkal (ZÓLYOMI 1964, 1989, ZÓLYOMI & PRÉCSÉNYI 1964, PRÉCSÉNYI 1995, 1996, KÁRPÁTI 1968, 1978, ZÓLYOMI & al. 1988, BARTHA 1992, SIMON 1992, BARTHA 1995, ORBÁN 1995, STANDOVÁR 1986, 1995, BOTTA-DUKÁT & RUPRECHT 1999).

Párhuzamos rendszerként SOÓ (1964, 1966, 1968, 1970, 1973, 1980) is közöl adatokat, az egyes fajokat ökológiai csoportokba sorolja, a hőmérséklet, talajnedvesség, talajreakció és nitrogéntartalom 5 fokozatú skálái alapján, melyek ELLENBERG (1950) koncepciójának első, részleges hazai adaptációjaként is felfoghatók (BORHIDI 1993). A teljes átdolgozás BORHIDI (1993, 1995) nevéhez fűződik, aki a nemzetközileg általánosan elfogadott módszer magyar viszonyokra történő alkalmazásával a hazai és külföldi vizsgálatok kompatibilitását, illetve a teljes magyar flórára történő felhasználás lehetőségét kívánta biztosítani.

Kisebb volumenű, de jelentős munka még BODROGKÖZY az alföldi szikesekre specializált hidro- és halo-ökológiai értékrendszere, mely egyedi módszertannal, valós mérési eredmények alapján osztályozza a fajok sótűrését a vízgazdálkodási fok függvényében, rendszere később kiegészült egy szikesedési skálával is (BODROGKÖZY in HORVÁTH & al. 1995).

2.3. Elméleti és gyakorlati áttekintés

2.3.1. Elméleti áttekintés

Egy növényfaj ökológiai igényei többé-kevésbé pontosan meghatározhatók, a meghatározás pontossága függ a faj tűrőképességétől. Minél szűkebb tűréshatárral rendelkezik az adott faj, annál könnyebben és pontosabban adható meg az ökológiai optimuma (ELLENBERG & al. 1986). Ezen összefüggések fordítottját használják ki az 1900-as évek elejétől kezdődően a gyakorlati vegetációökológiában, amikor különböző fajok jelenlétéből a termőhely tulajdonságaira következtetnek (ZÓLYOMI 1964, KARRER 1992). A növények egy bizonyos termőhelyen való előfordulásukkal (és vitalitásukkal) többé-kevésbé jól definiálható termőhelyi paramétereket jeleznek. DURWEN (1982) szerint az indikátorok jellegzetessége, hogy idő- és térbeli változatosságuk a többi módszerhez képest könnyen leírható, egyidejűleg azonban átlagon felüli információtartalommal rendelkeznek.

Az ökológiai mutatók általánosan elfogadott elve a vegetációs egységen belül az egyes növényfajok indikációs szerepén nyugszik, tehát szünökológiai körülmények között próbálja meg azokat a körülményeket (részben számszerűen) jellemezni, amelyek között egy bizonyos növényfaj a természetben, a fajok közti természetes konkurencia hatása alatt a legjobban vagy a legnagyobb tömegben tenyészik (ELLENBERG & al. 1992). Ezek a természetes körülmények kultúrában vagy laboratóriumban nem szimulálhatók, a mérési eredmények pedig gyakran

félvezetők lehetnek (vö. niche-elmélet: ODUM 1980, BEGON & al. 1998). A különböző indexek igen értékes, összegző jellegű információkat hordoznak magukban, amelyek az ökoszisztéma rejtett, másképpen nem megfogható jellemzőire, tulajdonságaira utalhatnak. A mutatók nem egyes tényezőkre vonatkoznak, hanem a változók egy csoportjának hatását tükrözik vissza. Például a reakciószám nem egyenlő a talaj pH-jával, hanem a talaj tulajdonságainak összhatását jelzi az adott termőhelyen (KARRER 1992).

Az ismert rendszerek többsége – néhány ellenőrző kísérlet kivételével – a fajokhoz empirikus úton hozzárendelt kategóriákkal dolgozik. Ezalatt azt értjük, hogy a faj viselkedését terepi és irodalmi előfordulási adatok alapján termőhelyi gradiensekhez viszonyítva sorolták be az adott tényezőkomplexumba (= mutatószám, erdőtípus stb.). Ha összefoglaljuk egy adott faj előfordulási adatait, pl. a talajnedvesség gradiense mentén, összehasonlítjuk az egyes értékekhez tartozó példányok vitalitását és tömegességét, akkor beilleszthetjük a fajt egy pontosan definiált, egységes skála valamely fokára. (A tapasztalati skálák mért értékekhez való viszonyulását lásd később.) Az ily módon (jelentős szubjektív tartalommal) létrejött skálák földrajzi határokhoz kötődő érvényessége egy olyan pont, amely a különös figyelmet érdemel. A regionális különbségek a különböző klimatikus és pedo-geológiai adottságok következményei, a hasonló vegetációs egységek különböző florisztikai összetételében is megnyilvánulnak. Az, hogy északról dél felé haladva egy adott faj a talajreakció szempontjából változó igényeket mutat, az egyik legismertebb példája ennek (ELLENBERG 1958, 1996). Köztudott az is, hogy a fajok másféle ökológiai viselkedésmintával rendelkeznek az áréájuk belsejében és a szélein (ELLENBERG 1996). Egyéb vizsgálatok bizonyítják, hogy az indikátortulajdonságok függenek a földrajzi régiótól (ROO-ZIELINSKA & SOLON 1988). Ezek a felismerések vonták maguk után a fentebb említett regionális mutatószám rendszerek kifejlesztésének az igényét.

2.3.2. Gyakorlati alkalmazási lehetőségek

ELLENBERG (1991) által említett egyik kézenfekvő alkalmazási lehetőség az általában tereptapasztalatokra alapozott ökológiai csoportok revideálása (LOOPSTRA & MAAREL 1984), illetve ilyenek létrehozása a hasonló mutatószám-spektrummal rendelkező fajok besorolásával. A cönológiai felvételekben előforduló fajok mutatószámainak átlagolása is (a felmerülő kételyek ellenére) felfogható egy efféle számokkal történő rövid termőhely-értékelésnek.

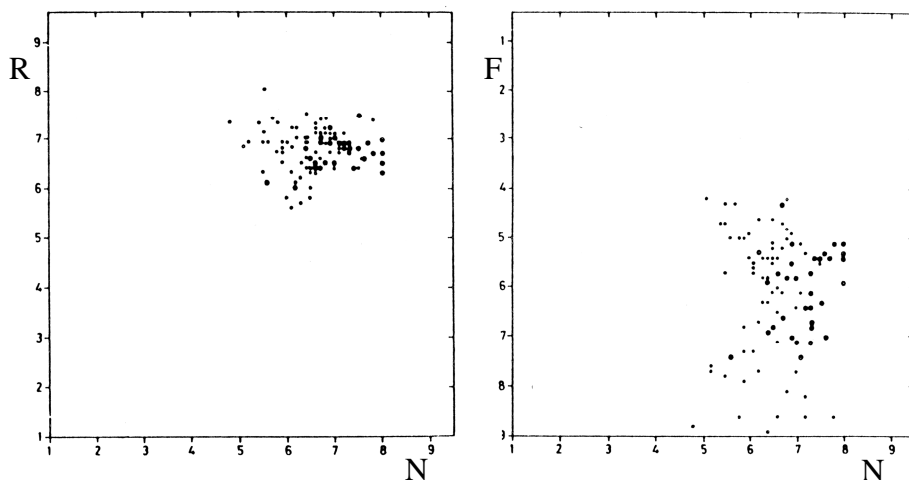
Általánosan használt értékelési forma még a mutatószám spektrumok alkalmazása, különféle diagramokban megjelenítve (ld. 5.4. fejezetben). Ilyenek felállíthatók egyes felvételekre, egy társulást jellemző felvételek csoportjára vagy természetvédelmi célokkal,

amikor egy terület védett, ritka vagy veszélyeztetett fajainak viselkedését hasonlítjuk össze nem veszélyeztetett, gyakori fajokéval egyes mutatók tükrében (ELLENBERG jun. 1985).

A mutatószám rendszerek a vegetáció változásainak nyomon követésére is használhatók egy adott terület régi és aktuális felvételeinek összevetése alapján (BÜRGER 1988 cit. ELLENBERG 1991, DURWEN 1982), vagy a nagyvárosok megváltozott ökológiai körülményeinek dokumentálására is (WITTIG & DURWEN 1982 cit. ELLENBERG 1991).

A változások dokumentálásánál érdemes figyelembe venni KARRER (1991) tanulmányát, amelyben azt vizsgálja, hogy a felvételezés körülményei és ezek változásai mennyiben befolyásolják az egyes termőhelyek tulajdonságainak leírását. Megállapítja, hogy akár csak kismértékben is eltérő felvételezési módszer vagy idő, illetve a különböző mértékű fajismeret a későbbi elemzések során szignifikáns eltéréseket mutathat, amelyek a valóságban nem létező folyamatokat írhatnak le.

Egyes fajok ökológiai viselkedéséről az ún. ökogrammok felállításával kaphatunk képet, mégpedig úgy, hogy az összes ismert, az adott fajt tartalmazó cönológiai felvétel mutatószámainak az átlagát két- vagy többdimenziós koordináta rendszerben ábrázoljuk. Az *Urtica dioica* viselkedését REIF & al. (1985) elemezte ezzel a módszerrel (1. ábra).

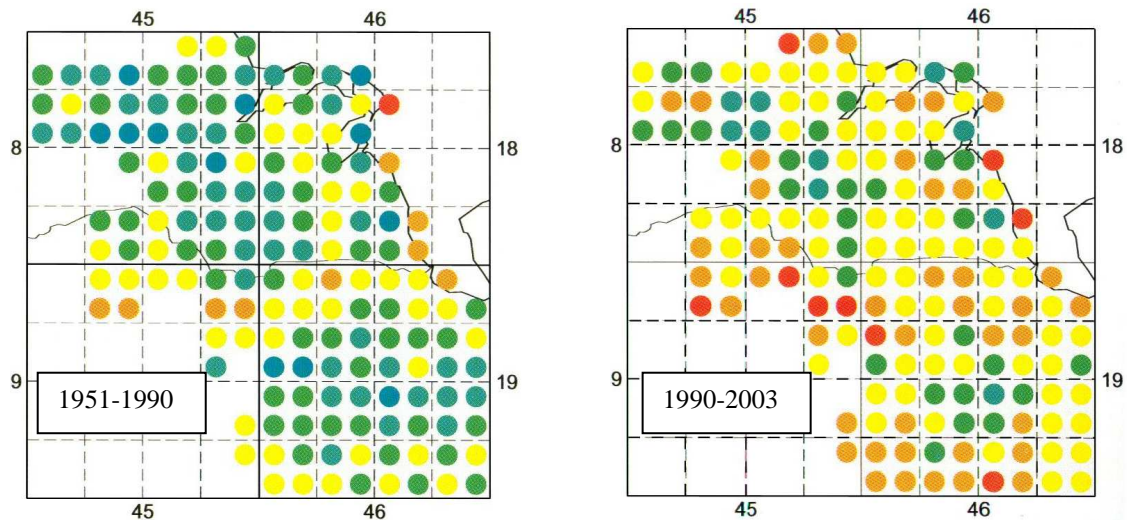


1. ábra: A nagy csalán (*Urtica dioica*) ökológiai viselkedése ökogrammon ábrázolva. R = talajreakció, F = talajnedvesség, N = talaj tápanyag-ellátottsága (REIF & al. 1985 cit. ELLENBERG 1992 nyomán)

Társulásokat is elhelyezhetünk egy ilyen koordináta rendszerben, ekkor ELLENBERG (1986) tapasztalati úton ábrázolt ökogrammjához hasonló ábrát kapunk (WOHLGEMUTH & al. 1999), ZÓLYOMI (1964) ökostruktúra-diagrammjai is hasonló elven készültek.

Az egyes környezeti változók tér- és időbeli eloszlásának igen szemléletes megjelenítési módja a mutatószámok térképi ábrázolása (pl. 2. ábra). Ez történhet meglévő cönológiai

felvételek mutatószám-átlagainak nagyobb területre való interpolációjával (DEGÓRSKY 1984, vagy geometriai alakzatokból álló hálózat egységeire vetítve.



2. ábra: Átlagos N-értékek (tápanyag-ellátottság) eloszlása Greifswald (Németország) térségében 1951-1990 és 1991-2003 közötti időszakban (1 egység = 1/64 hálótérképezési kvadrát a közép-európai flóratérképezés rendszerében). Jelmagyarázat: kék: 4,7-5,0; kékeszöld: 5,1-5,3; zöld: 5,4-5,6; sárga: 5,7-5,9; narancs: 6,0-6,2; piros: 6,3-6,5 (KÖNIG 2005 nyomán)

A mintavételi helyek mutatószám-átlagainak pontszerű megjelenítésével találkozhatunk ENGLISH (1991) és KARRER (1992) munkáiban. Utóbbiak Alsó-Ausztria, illetve Ausztria területére kiterjedő erdei termőhelyfeltárás során készült cönológiai felvételeket elemezték egy hosszú távú projekt első lépéseként, a fennálló állapot dokumentálása céljából. Az ELLENBERG (1992)-féle mutatószám rendszer – részben LANDOLT (1977), SOÓ (1964, 1966, 1968, 1970, 1973, 1980) és ZÓLYOMI (1967) értékeinek átvételével – ausztriai viszonyokra átdolgozott változata és a rendelkezésre álló talajtani adatok felhasználásával rögzítették a felmért állományok ökológiai viszonyait, amelyek a későbbi összehasonlításokhoz szolgálnak majd alapul.

Több tanulmány készült, amelyben egy adott terület fajkészletének becslését modellezték különböző módszerrel a négy legfontosabb paraméter (talajreakció, vízgazdálkodás, tápanyagtartalom és fényviszonyok) és az ELLENBERG (1992)-féle értékek felhasználásával (DUPRÉ & DIEKMANN, 1998, HILL & CAREY 1997). DUPRÉ & DIEKMANN (1998) modellje az ökológiai paramétereket az adott élőhelyen történő egyszeri mintavétel (cönológiai felvétel) során regisztrált fajok ökológiai mutatószámai alapján jellemzi. Az így kapott „elméleti élőhelyhez” ugyancsak a mutatószámok alapján hozzárendeli az összes lehetséges előforduló fajt. A módszer tesztelése során a fajok előfordulásának előrejelzése átlagosan 70 %-os, egyes

fajok esetében 90 %-os biztonsággal sikerült. Ezek alapján a kis ráfordítással felmérhető edényes növények előfordulása megbízhatóan jellemzi az adott élőhelyet.

ZÓLYOMI (1964) inkább a társulások ökológiai struktúrájának leírására kívánta használni a mutatószámokat, pl. karakterfajok minőségének tesztelésére. Például a *Tilio-Fraxinetum* karakterfajaként a *Waldsteinia geoides* esetében 107, a fajt tartalmazó, de nem feltétlenül hársas-kőrises sziklaerdőből származó cönológiai felvétel átlagos T-, W- és R-értékeinek eloszlását vetette össze a társulás megfelelő értékeinek eloszlásával. Az eredmény mindhárom mutató esetében két teljesen hasonló görbe, amely igazolja az empirikus megfigyeléseket, miszerint a faj a társulás karakterfaja. Emellett azonban számos más példát is hoz, pl. szukcesszió-sorozatok termőhelyi változásának szemléltetésére, sőt észak-amerikai fafajok gazdasági betelepítése esetén az európai termőhelyigények megállapítására is alkalmasnak tartja az ökológiai mutatók használatát.

2.4. Az ökológiai mutatók alkalmazásának kritikái

A mutatószám rendszerek léte és szükségessége általánosan elfogadott tény az ökológiában, azonban mutatószámokkal végzett matematikai műveleteket számos kritika éri (BAGI 1987, BÖCKER & al. 1983, DANCAU 1983, KOWARIK & SEIDLING 1989).

A mutatószámok helyes statisztikai alkalmazása meglehetősen matematikai és botanikai ismereteket kíván, ami a széleskörű alkalmazásukkal igencsak ellentétben áll. Vagyis kevés az olyan matematikus, aki kellőképpen ismeri a növényeket, és kevés az olyan botanikus, aki képes, a gyakran számítógépes programok segítségével leegyszerűsített, statisztikai számítások matematikai hátterének megértésére és alkalmazhatóságuk helyes megítélésére. A kritikusok e két halmaz szűk interdiszciplináris metszetéből kerülnek ki. Többségük elismeri, hogy az idők során felgyülemlett ökológiai ismerethalmaz matematikai-statisztikai feldolgozásának kikerülhetetlen segédeszközei a különböző módszerrel létrehozott ökológiai mutatók, a figyelmet azonban olyan alkalmazási területekre irányítják, ahol nagyobb körültekintésre lenne szükség (DANCAU 1983, KARRER 1992).

Indokolt a mutatószámok alkalmazása, amennyiben az adott szituációban az ökológiai paraméterek jellemzése szükséges, de a konkrét mérések és megfigyelések valamilyen okból nem lehetségesek. Az ökológiai indikáció egyértelmű előnye, hogy alkalmazása – megfelelő háttértudás birtokában – sokkal gyorsabb, egyszerűbb, olcsóbb, és a termőhely-történeti összefüggések feltárásának lehetőségét is magában hordozza, a régebbi és aktuális felvételek összehasonlítása révén. Az alkalmazhatóság határára érkezünk azonban, ha a mutatószámokat mérési eredményeként kezeljük, mivel az értékek nem metrikus skálákat alkotnak (KOWARIK

& SEIDLING 1989, BÖCKER & al. 1983). Az irodalmi példákban számtalan alkalommal találkozhatunk bizonyos vegetációs egységek „átlagos mutatóival”, amelyeket a cönológiai felvételekben előforduló fajok egy mutatóinak súlyozás nélküli vagy a dominancia alapján súlyozott számtani közepe képez. Az ilyen átlagokkal végzett matematikai-statisztikai műveletek matematikailag helytelenek. Ennek ellenére, tradicionális-történeti okokból és a korábbi munkákkal való összehasonlíthatóság kedvéért kutatók többsége átlagot (vagy átlagot is) számol, a kritikusok jó része pedig kényszerűen tolerálja ezt a hozzáállást (DURWEN, 1982, KOWARIK & SEIDLING 1989). Matematikailag a számtani közép helyett a csoportmedián alkalmazása, vagy az összes adat eloszlásának figyelembe vétele lenne helyes (BAGI 1987, MÖLLER 1987, HERZBERGER & KARRER 1992, STANDOVÁR 1985, ENGLISCH & KARRER 2001).

ELLENBERG (1991) skáláin egyértelműen nyomon követhető a skálák metrikusság irányába való továbbfejlesztése, vagy legalább az azonos intervallumokra való törekvés, amelynek az egyes mutatók skálái, vagy egy mutató értékei más-más élőhelyen különbözőképpen felelnek meg. Például az erdei ökoszisztémákban az N-érték egyértelműen pozitív lineáris korrelációt mutat a nitrogéntartalom mért értékeivel (GÖNNERT 1989), ezért metrikusként kezelhető, hasonlóan ELLENBERG (1991) vagy BODROGKÖZY (in HORVÁTH & al. 1995) méréseken alapuló sótűrési skálájához.

Kritikus pontot jelentenek a cönológiai felvételek dominancia-értékei. Egyes vélemények szerint figyelmen kívül hagyásuk a különböző becslési módszerekből fakadó eltérések kiküszöbölése érdekében ajánlatos, és az eredményen sem változtat lényegileg (ZÓLYOMI 1967). Mások különféle szorzókat ajánlanak a súlyozáshoz (LANDOLT 1977) vagy a szorzók nélküli súlyozott átlagot részesítik előnyben (KARRER 1992, ENGLISCH & KARRER 2001). A különböző súlyozási módszerek illetve a dominanciaviszonyok figyelmen kívül hagyása a kérdésfeltevéstől és az adott mutatótól függően mérlegelendő.

A statisztikai alkalmazásoktól eltekintve néhány további, a mutatószám-rendszerek természetéből fakadó nehézséggel is számolni kell. A különböző rendszerek leírásakor általában nincs utalás a skálák különböző értékeihez való kötődés változatosságára, vagyis arra, hogy a szélső értékekhez sokkal nagyobb biztonsággal hozzárendelhetők a fajok, mint a köztes értékekhez, melyek gyakran indifferens vagy látszólag indifferens elemeket takarnak. A kötődés erősségének változékonyságát támasztja alá az a megfigyelés is, miszerint a különböző rendszerekbe való besorolás során csak a valamelyik szélső értéket képviselő fajok foglalnak el hasonló helyet (pl. a mészkedvelő és a savanyúságjelző fajok az összes európai rendszerben a talajreakció-érték skála két végén helyezkednek el).

Az egyes mutatók skálái nem függetlenek egymástól, hanem gyakran ok-okozati összefüggés állapítható meg közöttük, melyek azonban gyakran nem kellően feltártak.

Az egyes társuláscsoportok, élőhelytípusok esetén sem kellően kikutatott a mutatók megbízhatósága. Alapvetően ugyanis ezek a mutatók természetes körülmények között, természetes konkurenciaviszonyok között alkalmazhatók. Amennyiben e feltétel sérül, pl. másodlagos élőhelyek, telepített erdők stb. esetén, a mutatók alkalmazhatósága megkérdőjeleződik (DZWONKO 2001).

Végül az egyes régiókra érvényes rendszerek koncepcionális okokból átjárhatatlanok és kombinálhatatlanok.

3. A tesztelt ökológiai mutatószámok részletes bemutatása

A mintavételek a makroklíma szempontjából \pm egységes területen történtek, és - mivel a vizsgált növényfajok erdei növények – a mikroklimatikus körülményeik is igen hasonlóak, akár az összes mérsékelt övi üde lomberdőt tekintve. A klimatikus homogenitás ellenére az egyes erdőtársulások, különösen azok gyepszintje, a fajösszetétel tekintetében igen nagy változatosságot mutat. Ez a fajta heterogenitás az edafikus faktorok változatosságával magyarázható - amennyiben a fényt, mint tényezőt figyelmen kívül hagyjuk, mivel az erdő gyepszintjében tapasztalható fényviszonyok a fajösszetételt közvetlenül nem befolyásolják (GÖNNERT 1989). Az elvégzett vizsgálatok alapvetően a talajfüggő mutatószámok tesztjét szolgálják.

A következő alfejezetekben e talajfüggő mutatók részletes leírása, illetve az egymástól többé-kevésbé független rendszerek (MÁJER 1962, SOÓ 1964-1980, ZÓLYOMI & al 1967, ELLENBERG & al 1992, LANDOLT 1977, BORHIDI 1993 stb.) kategóriáinak összehasonlítása található. Ez az összevetés fontos információkat tartalmaz a vizsgált fajok mutatóinak, illetve az egyes mutatók regionális érvényességének tekintetében. Az egyes mutatók ismertetésének a végén a kategóriák összehasonlító táblázata található. A mutatószámok skáláinak részletes verbális definíciója a 1. számú mellékletben található.

3.1. Talajnedvesség mutatója F- vagy W-érték (Feuchtezahl)

Az F-, illetve W-érték a növényfajok a talaj víztartalmával illetve a vízzel, mint közeggel szembeni átlagos ökológiai viselkedését tükrözi. A talaj vízviszonyainak komplexitása, térbeli és időbeli heterogenitása miatt az ökológiai mutatók mért értékekkel való helyettesítése, vagy az azoknak történő megfeleltetése nem lehetséges. Ennek az az oka, hogy a talaj víztartalma különböző összetevőinek mérésére (éves-, havi-, tenyészidőszaki csapadékmennyiség) általában nem kellően informatív, ha a kérdést a növények irányából közelítjük meg. A víz azonban az egyik legfontosabb edafikus faktor, így a különböző társulások és a talaj vízgazdálkodása közötti kapcsolatot vizsgáló kutatások olyan nagy számban állnak rendelkezésre, hogy az eredményeik alapján a legtöbb faj többé-kevésbé megbízhatóan hozzárendelhető valamelyik kategóriához. Hangsúlyozandó azonban, hogy ezek az eredmények általában nem közvetlen méréseken alapulnak, hanem különféle helyettesítő értékek mérési eredményeiből levont következtetések. A skála az összes ismert rendszerben két, a szárazföldi- és a vízinövényekre érvényes részre oszlik, és egyéb speciális vízviszonyokra utaló jelzéseket alkalmaz.

A teresztris növényekre alkalmazható rész a szárazságtűrő fajoktól (*Potentilla arenaria*), az üde termőhelyeket jelző fajokon keresztül (*Galium odoratum*) a kimondottan vízigenyes növényekig terjed (*Caltha palustris*), ezeket ELLENBERG (1992) és BORHIDI (1993) 9, LANDOLT (1977) 5, ZÓLYOMI (1967) pedig 11 fokozatban tárgyalja. LANDOLT (1977) tág, egyszerűen alkalmazható kategóriákat használ, ELLENBERG (1992) megkísérel egy egyenlő fokozatokból álló skálát felállítani, ennek ellenére az egyes fokozatok könnyen megfeleltethetők egymásnak. ZÓLYOMI (1964, 1967) POGREBNJAK (1929) 6 egységének kibővítésével létrehozott, a másik kettőnél részletesebb skálája a középső értékekben megegyezik ELLENBERG (1992)-vel, a két extrém fokozatot azonban jobban tagolja. Itt a „0” a többivel ellentétben nem az indifferens fajokra, hanem a szélsőségesen száraz élőhelyekre utal. A vízinnövényeket ELLENBERG (1992) kettéosztja vízfelszínen úszó és alámerült fajokra, LANDOLT (1977) nem sorolja őket külön csoportba, hanem egyéb jelzéseket alkalmaz, amelyek kombinációi megfelelnek a részletesebb beosztásnak. ZÓLYOMI (1967) egyben tárgyalja a vízinnövényeket, és semmiféle külön jelzést nem alkalmaz (1. táblázat).

A speciális vízviszonyok tekintetében LANDOLT (1977) külön utal a mozgó (talaj)-vízre (↑), ELLENBERG (1992) az elöntésjelző fajokra (=), a változó vízhatású termőhelyeket jelző növényekre pedig mindketten (w illetve ~). ELLENBERG (1992) F10-es csoportja LANDOLT (1977) rendszerében a speciális jelzések kombinációjával írható körül, ZÓLYOMI (1967) skálájában nincs neki megfelelő fokozat, ő a szárazon töltött időszak lehetőségének figyelembe vétele nélkül sorolja be ezeket a fajokat a W9, W10 vagy W11-es csoportba.

A MÁJER-féle, erdőtípusokhoz köthető vízgazdálkodási fokok (MÁJER & al. 1962) nagyjából azonosak a másik három skála kategóriáival, ZÓLYOMI (1967) egységeihez állnak a legközelebb, minden bizonnyal az azonos flóra, földrajzi környezet és szemléletmód hatására. Az erdőtípológiában azonban a teljes flóra helyett egy kisebb csoport jóval alaposabb elemzése következtében a rendszer további finomítására, köztes fokozatok bevezetésére is lehetőség nyílt.

1. táblázat: A talajnedvesség mutatója (F- vagy W-érték) kategóriái, illetve a vízgazdálkodási fokok összehasonlítása MÁJER (1962), ZÓLYOMI (1964) LANDOLT (1977) és ELLENBERG (1992) alapján (~ változó vízgazdálkodás, = elöntésjelzők)

ELLENBERG (1992) – BORHIDI (1993)	LANDOLT (1977)	ZÓLYOMI (1964, 1967)	MÁJER (1962)
1. Szélsőségesen szárazságtűrők.	1. Szélsőségesen száraz – igen száraz talajok fajai, kimondott szárazságjelzők.	1. Szélsőségesen száraz talajokon.	1. Szélsőségesen száraz – hiperxerofil
2. 1 és 3 között.		2. Igen száraz talajokon.	1 – 2 között
		3. Száraz talajokon.	2 – 3 között
3. Szárazságtűrők, alkalmanként üde talajokon is előfordulnak, nedves élőhelyekről hiányoznak.	2. Száraz talajok fajai. Igen száraz és vizes talajokon nem élnek, nedves talajokon nem versenyképesek. Mérsékelt szárazságjelzők.	4. Mérsékelt száraz élőhelyeknek megfelelő.	4. Félzáraz – szubxerofil
4. 3 és 5 között.		5. Mérsékelt üde élőhelyeknek megfelelő.	
5. Üde termőhelyet jelző, nedves és gyakran kiszáradó élőhelyekről hiányzó fajok.	3. Félzáraztól a félnedves talajokig, tág tűrésű fajok. Száraz és vizes talajokon nem élnek, közepes vízviszonyok jelzői.	6. Üde élőhelyeknek megfelelő.	5. Üde – mezofil
6. 5 és 7 között.			
7. Nedvességigényes fajok.	4. Félnedves és nedves talajok fajai. Alkalmanként vizes talajokon is, száraz talajokon nem élnek, nedvességjelzők.	7. Mérsékelt nedves élőhelyeknek megfelelő.	5 – 6 között
8. 7 és 9 között.		8. Nedves élőhelyeknek megfelelő.	6. Félnedves – szubhigrofil
9. Vízigényes fajok, többnyire vízzel átitatott (levegőtelen) talajokon.	5. Vizes, vízzel átitatott talajok fajai; Üde és száraz talajokon nem élnek, vizes élőhelyeket jelzők.	9. Nedves-vizes élőhelyeknek megfelelő.	7 – 8 között
		10. Vizes élőhelyeknek megfelelő	8. Vizes - ultrahigrofil
		11. Igen vizes élő-helyeknek megfelelő.	
10. Változó vízállást jelző fajok, hosszabb ideig kiszáradó termőhelyek vízínövényei.	6. 4wi vagy 5wi jelzéssel: változó vízhatású talajokon vízben álló növények.	—	—
11. Vízínövények: víz alatt gyökerező vízfelszínen úszó vagy a vízből kiemelkedő fajok.	7. 5i jelzéssel: vizes talajokon, állandóan vízben álló növények; 5s vagy 5v jelzéssel: vízben úszó vagy lebegő növények	12. Vízínövények.	Erdőkre nem értelmezhető kategóriák
12. Alámerült vízínövények.	8. 5u jelzéssel: alámerült vízínövények.		

3.2. Talajreakció mutatója, R-érték (Reaktionszahl)

Az R-érték a növényeknek a talajreakcióval szembeni, szigorúan a természetes konkurencia hatása alatt érvényesülő viselkedését fejezi ki. A talajreakció egy sokrétű faktorkomplexum, amelynek a kémhatás (pH) egy viszonylag egyszerűen mérhető része, minek köszönhetően többnyire az R-érték a kategóriáinak alapjául is szolgál. Az igen nagy mennyiségű rendelkezésre álló mérési adat segítségével az egyes fajok meglehetősen nagy biztonsággal besorolhatók (2. táblázat). A skála ELLENBERG (1992) alapján az erősen savanyúságjelzőktől (*Veronica officinalis*) a mérsékelten savanyúságjelző fajokon át (*Dryopteris filix-mas*) a kimondottan mészkedvelő növényekig (*Buglossoides purpureo-caerulea*) terjed. ELLENBERG (1992) kategóriái megközelítőleg azonos intervallumokra osztják a két extrém közötti teret, míg LANDOLT (1977) és ZÓLYOMI (1964, 1967) beosztása követi ELLENBERG (1950) és WALTER (1951) korábbi beosztását, így a három rendszer nagymértékű egyezése nem véletlen. Az erdőtipológiai kategóriák azonban nem ezekre a forrásokra támaszkodnak, hanem részben mért adatokra, részben a SOÓ & JÁVORKA (1951) ide vonatkozó ökológiai adataira, az egyezés mégis szembetűnő. Ez a hasonlóság azonban csak a skálákra vonatkozik, ha a hozzárendelt fajokat is figyelembe vesszük, akkor jelentős eltéréseket állapíthatunk meg. PICHLER & KARRER (1991) szerint meglehetősen alacsony az olyan fajok aránya, amelyek mindkét rendszerben azonos vagy közel azonos értékkel rendelkeznek, ezek általában a skálák felső felén helyet foglaló mészkedvelő illetve mészejelő növények illetve a semleges csoport tagjai (Ellenberg 7 = Zólyomi 4 és 5; Ellenberg 8 és 9 = Zólyomi 4 és 5; Ellenberg 5 = Zólyomi 3). Jellemző szabályos eltérés mészkedvelő növények 2-3 lépcsőfokkal feljebb illetve lejjebb való besorolása (tehát Ellenberg 3 = Zólyomi 3; Ellenberg 9 = Zólyomi 4), ami részben talán azzal magyarázható, hogy az áréjük határán a fajok jobban kötődnek a meszes aljzathoz. A többi kategória esetében semmiféle rendszeresség nem figyelhető meg, nem alakultak ki olyan fajcsoportok, amelyek azonos értékekkel rendelkeznek, nincsenek szabályos eltérések, vagyis a talajreakció tekintetében a különböző régiókra kidolgozott skálák, az egyező beosztás ellenére, tartalmilag nagyon is eltérők.

2. táblázat: A talajreakció mutatója (R-érték), illetve a talajkémhatás alapján elkülönített erdőtüpusok kategóriáinak összehasonlítása MÁJER (1962), ZÓLYOMI (1964, 1967) LANDOLT (1977) és ELLENBERG (1992) alapján

ELLENBERG (1992) – BORHIDI (1993)	LANDOLT (1977)	ZÓLYOMI (1964, 1967)	MÁJER (1962)
1. Erősen savanyúság-jelzők, már gyengén savanyú talajokon sem fordulnak elő.	1. Igen savanyú talajokon (pH 3 – 4,5) élő fajok, semleges vagy meszes talajokon nem fordulnak elő. Kimondott savanyúságjelzők.	1. Erősen savanyú talajokon előforduló fajok.	1. Mészkerülő, acidofil; pH < 5,5
2. 1 és 3 között.	2. Savanyú talajokon (pH 3,5 – 5,5) élő fajok, semleges vagy meszes talajokon alig fordulnak elő. Savanyúságjelzők.		
3. Savanyúságjelzők, súlypontosan savanyú, kivételesen semleges talajokon is.	3. Enyhén savanyú talajokon (pH 4,5 – 7,5) élő fajok, igen savanyú talajokon soha, semleges vagy meszes talajokon alkalmanként előfordulnak. Savanyúságjelzők.	2. Gyengén savanyú talajokon előforduló fajok.	2. Inkább mészkertülő, acidoklin; pH: 5,5 – 6,6
4. 3 és 5 között.			
5. Mérsékelt savanyúságjelzők, erősen savanyú, semleges és meszes talajon ritkán.	4. Bázisokban gazdag talajokon (pH 5,5 – 8) élő fajok, igen savanyú talajokon nem fordulnak elő. Inkább mészkedvelő fajok.	3. Semleges talajokon előforduló fajok.	3. Semleges, neutrális: pH: 6,6 – 7,4
6. 5 és 7 között.			
7. Gyengén savanyú-gyengén bázikus termőhelyet jelző fajok, erősen savanyú talajokon sose.	5. Csak bázisokban gazdag talajokon (pH > 6,5) élő fajok, savanyú talajokon nem fordulnak elő. Mészjelzők.	4. Enyhén meszes talajokon előforduló fajok.	4. Inkább mészkedvelő, bazoklin; pH: 7,4 – 8,5
8. 7 és 9 között, többnyire mészjelzők.			
9. Mészjelzők, kizárólag mészből gazdag talajokon.		5. Meszes, bázikus talajokon előforduló fajok.	5. Mészkedvelő, bazofil; pH: > 8,5

3.3. Tápanyag-ellátottsági mutató, N-érték (Stickstoffzahl, Nährstoffzahl)

Az N-érték a szárazföldi növények esetében a tápanyag- (nitrogén-) ellátottságának a kifejezője. A biztos besorolás – az extrém termőhelyeket benépesítők kivételével - igen nehéz, mivel a mezőgazdaságból és légszennyezés útján a talajba kerülő számottevő mennyiségű nitrogén termőhelyekre gyakorolt hatása pontosan nem becsülhető. Emellett az N-értékek kémhatásfüggők, erősen savanyú talajokban a növények tápanyagfelvétele korlátozott, valamint a talaj humuszvegyületeinek C/N aránya is befolyásolja a növények nitrogén-ellátottságát. A vízi ökoszisztémákra jellemző foszfor növényekhez való viszonyáról nem áll rendelkezésre elég információ, ezért a fajok jellemzése az általános tápanyag-ellátottsági fok alapján történik. A skála ELLENBERG (1992) alapján a tápanyagszegény élőhelyek fajaitól (pl. *Potentilla arenaria*), a mérsékelt tápanyag-ellátottságú élőhelyek fajain keresztül (pl.

Polygonatum odoratum, *Milium effusum*), a kimondottan nitrogénjelző, illetve a túlzott mértékű nitrogénellátottságot jelző fajokig (pl. *Alliaria petiolata*) terjed. A magyar és a nyugat-európai skálák fokozatai és verbális leírásuk megfelelnek egymásnak. Hazánkban KÁRPÁTI (in ZÓLYOMI & al. 1967) a besoroláshoz a Soó (1964, 1966, 1968, 1970, 1973, 1980)-féle skálát veszi alapul, melyhez KÁRPÁTI & al. (1968, 1978) konkrét nitrogén határértékeket társított, gyakorlati agrárszemponatok figyelembe vételével. ELLENBERG (1992) és LANDOLT (1977) skálája a teljes flórára készül, konkrét adatokat a nitrogéntartalomra nem tartalmaz. Az egyes rendszerek lépcsői a különböző értelmezésük miatt csak önállóan értelmezhető, összevetésük nem lehetséges (3. táblázat).

3. táblázat: A tápanyag-ellátottsági mutató (N-érték) kategóriáinak összehasonlítása LANDOLT (1977), KÁRPÁTI (1978) és ELLENBERG (1992) alapján.

ELLENBERG (1992) – BORHIDI (1993)	LANDOLT (1977)	KÁRPÁTI (1978)
1. Szélsőségesen nitrogénszegény termőhelyet jelzők.	1. Tápanyagban nagyon szegény talajok jelzőfajai, tápanyagban gazdagabb talajokon nem fordulnak elő.	1. Trágyázatlan, N-ben szegény termőhelyen élő növények. < 100 mg N/100 g talaj
2. 1 és 3 között.	2. Tápanyagban szegény talajok jelzőfajai, közepes vagy jó tápanyag-ellátottságú talajokon nem fordulnak elő vagy nem versenyzépesek.	2. Inkább N-ben szegény, alig trágyázott talajon élő növények. 100-200 mg N/100 g talaj
3. Nitrogénszegény termőhelyeken gyakrabban, mint a közepes nitrogén-ellátottságú helyeken.		
4. 3 és 5 között.		
5. Közepes nitrogénellátottságot jelző fajok.	3. A közepes tápanyag-ellátottságú talajokon élő fajok. A tápanyagban nagyon szegény és nagyon gazdag talajokon nem fordulnak elő.	3. Közepes N-igényű fajok. 200-300 mg N/100 g talaj
6. 5 és 7 között.	4. Jó tápanyag-ellátottságú talajokon, tápanyagban szegény talajokon alig fordulnak elő. Tápanyagjelzők.	4. Inkább N-ben gazdag, jól trágyázott talajon élő növények. 300-400 mg N/100 g talaj
7. Nitrogénben gazdag termő-helyeken gyakrabban, mint a mérsékelt nitrogén-ellátottságú helyeken.		
8. Kimondottan nitrogénjelzők.		
9. Túlzott mértékű nitrogén-felhalmozódást jelző fajok (szennyezésjelzők, állattartó telepek fajai).	5. Tápanyagban, főleg nitrogénben igen gazdag talajok, tápanyagban szegény talajokon nem fordulnak elő. Túltrágyázott élőhelyek jelzői, vizekben szennyezésjelzők.	5. Csak N-ben gazdag, túltrágyázott termőhelyeken élő fajok. > 400 mg N/100 g talaj

3.4. A mutatószámok tapasztalati skáláinak mért értékekhez való viszonya

A mutatószámok skáláinak és a ténylegesen mért értékek kapcsolatáról több tanulmány született (ELLENBERG 1992, RODENKIRCHEN 1982, DEGÓRSKY 1982, KARRER 1992). ELLENBERG (1992) maga is hangsúlyozza, hogy amennyiben lehetséges volt, a mutatószámok felállítását az ökológiai paraméterek mérése előzte meg. A számok nem helyettesítik a méréseket, hanem részben méréseken alapszanak és heurisztikus karakterüknek megfelelően irányadó, trendekre rávilágító illetve összefüggéseket kimutató, elemző szerepük lehet. A valós értékekkel történő összevetés mégis számos esetben korrelációt mutatott ki egy adott területen a mutatószám-átlagok és a talajparaméterek között. A három vizsgált érték közül a

legtöbb adat az R-értékkel kapcsolatban hozzáférhető, ezek, néhány kivételtől eltekintve, valószínűleg a mérések egyszerűsége miatt, a talaj pH-val keresnek korrelációt. Az összefüggések elemzése során azonban szem előtt kell tartanunk, hogy a pH egy időben és térben erősen változó tulajdonság. Az alapkőzet Ca, K, Mg, Na tartalma, különböző eredetű veszteségek, bevitel, az élőlények légzése, humuszképződés, növények aktív H^+ és CO_2 kiválasztása – a teljesség igénye nélkül – olyan faktorok, amelyek hatással vannak a talaj pH-jára.

A mért pH-érték csak eredője ezeknek a faktoroknak.

DEGÓRSKY (1982) lengyelországi erdőkben egyértelmű összefüggést talált a talaj felső rétegének Ca^{2+} koncentrációja és az átlagos R-érték között. SEIDLING & ROHNER (1993) cönológiai felvételek átlagos R-értéke és különböző talajtani paraméterek, mint $pH_{(H_2O)}$, $pH_{(KCl)}$, kicserélhető kationok koncentrációja és az Al^{3+}/Ca^{2+} arány, között kerestek összefüggést. Kimutatták, másokhoz hasonlóan (KARRER 1992), hogy a talaj pH-ja nem lineárisan, hanem logaritmikusan korrelál az átlagos R-értékkel, a korreláció pedig legfeljebb közepes mértékű, ellentétben DZWONKO (2001) eredményeivel, aki lineáris összefüggést tapasztalt. Szignifikáns lineáris összefüggést találtak azonban a talaj kation-cserekapacitása, illetve az Al^{3+}/Ca^{2+} arány és az átlagos R-érték között. MÖLLER (2001) észak-németországi lápok esetében talált jó összefüggéseket az izzítási veszteség/N (C/N) arány és az R-érték között. ERTSEN & al. (1998) a $pH_{(H_2O)}$ -val keresett korrelációt, cönológiai felvételekből származó mutatószámok súlyozatlan átlagával számolva. THOMPSON & al. (1993) mérési ill. becslési eredményeket hasonlított össze az Ellenberg-féle értékekkel. Az R-értékek jól korrelálnak az általuk mért értékekkel (pH, növények által hozzáférhető Ca, a levelekben felhalmozott Ca tömege). A különféle nehézfémekkel szembeni tolerancia is pH-függő (ERTSEN & al. 1998). A kétszikűek nem mutattak összefüggést az átlagos R-érték és a vastolerancia között, míg az egyszikűek esetében egyértelmű lineáris korrelációt találtak, minél magasabb volt a faj R-értéke, annál kevésbé tolerálta a vasat.

A talaj tápanyag- vagy nitrogéntartalmára utaló N-érték mérési eredményeknek való megfeleltetésére is történtek kísérletek. A növények tápanyagfelvételének bonyolult összefüggésrendszere és a talaj tápanyagtartalmának időbeli változatossága miatt nehéz összefüggést találni az empirikus értékekkel. JUNKER (1978 cit. ELLENBERG 1992) a talajban lévő nitrogén mineralizációs rátáját illetve a szén-nitrogén arány N-értékkel való összefüggését tárta fel. VEVLE & AASE (1980) és DZWONKO (2001) igen szoros korrelációt talált természetszerű erdők talajainak összes nitrogéntartalma és a vegetáció átlagos N-értékei között, míg eredményei alapján telepített erdők esetében a mutatók fenntartásokkal kezelendők. Labor körülmények között végzett hajtatási kísérletek magas ill. alacsony Ca-koncentráció mellett nem hoztak

lényegesen eltérő eredményeket az R-skála két végén elhelyezkedő fajok között. Vagyis a mészkedvelő fajok fejlődéséhez élettanilag nem szükséges több kalcium (ERTSEN & al. 1998).

Az R-érték és az N-érték nem független egymástól, mivel a növények által felvehető tápanyagok mennyisége és minősége erősen pH-függő. A talajoldat pH-ja befolyásolja az ott található, a növények számára nélkülözhetetlen vagy éppen mérgező anyag oldhatóságát és kötődési formáját. A növekvő pH-val csökken a Fe-ionok oldhatósága, amellyel az egyes növényfajok esetében meszes aljzaton tapasztalt vashiány magyarázható (SEIDLING & ROHNER 1993). Csökkenő pH-val nő az Al- és a Mn-ionok oldhatósága, az Al-ionok egyik élettani hatása a gyökércsúcs növekedésének gátlása. Egyes fajok pH 4,5-ös előfordulási határa, tehát nem közvetlenül az alacsony pH-val, a savas kémhatással, hanem az alumínium-toxicitással magyarázható.

Hasonló eredményt kapunk, ha növényfajok előfordulási spektrumát elemezzük, feltűnő, hogy pH 4,5-nél hirtelen sok faj frekvenciája lecsökken (FÜLEKY 1999). Az alumínium és a kalcium összefüggéseire mutat rá RUNGE (1984), mely szerint az Al-mérgezés tünetei nemcsak az alumínium koncentráció növekedésével, hanem a kalcium koncentráció csökkenésével is megjelennek. A savanyú talajokon növő fajok alumínium-rezisztenciája pedig kalcium érzékenységgel jár együtt, ezért ezek a fajok a „jobb talajokon” nem tenyésznek.

A N formája is egy fontos tényező a fajok pH gradiens melletti rendeződése szempontjából (NO_2^- vagy NO_3^- növények). A mikrobiális nitrifikáció erősen savanyú körülmények között gátolt, a széles pH spektrumon át megfigyelhető N és R értékek egymástól való függősége ezzel is magyarázható (KOVÁCS, 1969).

Az átlagos talajreakció-érték és az átlagos tápanyagtartalom-érték szorzata alapján REGISTER (1978) 142 belgiumi erdőtársulás vizsgálata során hat, MÖLLER (1997) 16 Hannover környéki erdőtársulás alapján három humuszforma-típust különített el. Mindketten az ELLENBERG (1992)-féle értékekkel dolgoztak, az eredményeikben tapasztalható különbségek kisebb módszertani eltérésekkel és a földrajzi helyzettel magyarázhatók. Mindkét kísérlet során szignifikáns összefüggést találtak az átlagos R-érték és N-érték szorzata és a humuszforma között, mely a talaj, humuszformában kifejezésre jutó biológiai aktivitásának pH-függőségével magyarázható.

Az összes mutató közül a talaj nedvességtartalmának mérése igényli a legtöbb időt és ráfordítást, sok esetben nem is kivitelezhető, ezért más irányú megközelítésre van szükség. JUNKER (1978) például meghatározta az egy éven belüli olyan napok számát, amikor a feltalaj szívóereje a 3 bar nyomást nem érte el. DURWEN (1982) egy holtágtól a dűne tetejéig tartó vegetációprofil talajvíztől való távolságát, ERTSEN & al. (1998) pedig a tavaszi talajvízszint szintjét vette alapul az összehasonlításhoz. Ezek a helyettesítő-értékek kifejezetten jól

korreláltak az adott társulás átlagos F-értékével. KUNZMANN (1989) a talaj maximális víztartó képessége és a hervadási pont közötti, vagyis a növények számára rendelkezésre álló vízmennyiséget javasolja az F-számok pontosítására. A pF görbék azonban szerinte nem alkalmasak a skála két végén elhelyezkedő a fajok viselkedésének jellemzésére ill. az adott termőhelyen való előfordulásuk magyarázatára, a közbülső értékek esetében (F5-től F7-ig) alkalmazhatók.

4. Anyag és módszer

A vizsgálatokhoz kapcsolódó terepi mintavételre 2003 és 2005 vegetációs időszakában, 234 db talaj- és növényminta begyűjtésére került sor. 2002-2003 között előzetes terepbejárások során felkerestem a szóba jöhető mintavételi helyeket, és összeállítottam egy provizórikus fajlistát a vizsgálható fajokról, melyből 5 faj került kiválasztásra a lejjebb bemutatott szempontok alapján. A mintavételek fajonkénti és helyszínenkénti megoszlását a 4. táblázat mutatja. A talajminták laboratóriumi vizsgálata 2004 és 2007 között zajlott a Nyugat-magyarországi Egyetem Kémiai és Termőhelyismerettani Tanszékének talajtani laboratóriumában. A mintavételi helyek rögzítése GPS-szel (Magellan Meridian Gold 980598-02), a terepi adatok feldolgozása MS Excell, SPSS és ArcView 3.3. programokkal történt.

4. táblázat: A terepi mintavételi helyek és mintaszámok fajonkénti és kistájankénti megoszlása. **CP:** *Carex pilosa*; **BP:** *Buglossoides purpureocaerulea*; **GO:** *Galium odoratum*; **GS:** *Galium sylvaticum*; **PM:** *Polygonatum multiflorum*

Fajok→	<i>CP</i>	<i>BP</i>	<i>GO</i>	<i>GS</i>	<i>PM</i>	Össz.
Kistájak↓	talajminták száma					
Soproni-hegység	6	-	15	6	6	33
Fertőmelléki-dombság	8	7	16	20	13	64
Ikva-sík	2	6	9	4	9	30
Répcse-sík	-	12	7	9	8	36
Kőszeg-hegyalja	4	-	7	7	2	20
Mosoni-sík	3	7	7	-	5	22
Szigetköz	-	9	13	-	7	29
Összesen	23	41	74	46	50	234

4.1. A vizsgált növényfajok kiválasztásának szempontjai

A fajok kiválasztásában három alapvető szempontot vettem figyelembe:

1. A kutatási terület természetes vegetációját nagy valószínűséggel erdők alkották, a nagy kiterjedésű természetszerű vegetációs típusok is a különféle lombdők közül kerülnek ki.

2. Észak-Nyugat-Dunántúl egészére kiterjedő vizsgálat elvégzését tűztem ki célul, így olyan fajokat kellett találni, amelyek a terület egészén egyenletes eloszlásban, lehetőleg természetszerű körülmények között gyakoriak. E szempontok figyelembevételével mellett szinte kizárólag általános lomberdei fajok jöhetnek szóba. E kategórián belül arra törekedtem, hogy a kiválasztott fajok

- élőhelyei jól reprezentálják a vizsgálati terület termőhely-spektrumát;
- valamilyen termőhelyi jellemző indikálására alkalmasak legyenek;
- az erdei ökoszisztéma növekedési- és életforma-spektrumát reprezentálják (ld. 5. fejezet).

3. A fajok tudományos ismertsége, feldolgozottságuk foka: Alapvető feltétel volt, hogy az adott fajról nagy mennyiségű irodalmi adat álljon rendelkezésre. A tervezett vizsgálatok módszertani-kísérleti jellege miatt nem lett volna célszerű tisztázatlan vagy bizonytalan rendszertani státuszú, illetve ökológiai szempontból nem kellően ismert fajt vizsgálni.

4.2. A kiválasztott növényfajok vitalitásának becslése

A termőhely ökológiai paramétereit és a növény-előfordulások közötti összefüggések elemzése során az adott termőhelyen előforduló fajok pusztán jelenlétükkel jellemzik az adott termőhelyet, de – megfelelő léptékben – vitalitásuk figyelembevételével, sokkal árnyaltabb képet is kaphatunk. Az adott termőhelyen előforduló növények jelenlétének/állapotának rögzítése több szinten mehet végbe:

- klasszikus cönológiai felvétel, AD-értékekkel vagy %-os borításbecsléssel (megjegyzendő azonban, hogy a cönológiai felvételek készítésének nem ez a célja)
- fajlista (vagy cönológiai felvétel az AD-értékek figyelmen kívül hagyásával): prezencia/abszencia alapú értékelés
- az előforduló fajok vitalitásának becslése

Az első két lehetőség régóta alkalmazott módszertannal rendelkezik, amely kiállta az idő próbáját. Az előfordulások vitalitásának jellemzése az első kettővel szemben általában problémát jelent. Az elvégzett vizsgálatok kis léptékűek, a növények közvetlen közeléből vett talajmintával, majdnem csak egy nagytájon belüli előfordulásokat érintenek. A prezencia –

abszencia alapú értékelést nem találtam kellően pontosnak, mivel a termőhely tulajdonságainak megítéléséhez szükség van kiegészítő információkra is az ott előforduló fajokról (ilyenek lehetnek a tömegesség, a vitalitás stb.), de cönológiai felvételek készítésére nem mindig volt lehetőség. Emiatt a vitalitás figyelembe vétele mellett döntöttem.

A szakirodalomban nagyon kevés módszertani forrás található a növényegyedek vagy populációk vitalitásának becsléséhez, melyek finomabb megközelítésben és/vagy egyszeri mintavétel esetén nem alkalmazhatók (HORTOBÁGYI & SIMON 2000). Ennek valószínű magyarázata az, hogy szinte minden egyes faj vitalitását más-más módszerrel lehetne mérni vagy becsülni. Életmenetbeli jellemzőket, mint magasság, életforma, levélanatómia, morfológiai és fenológiai sajátosságok, alkalmazott hasonló célokra DIEKMANN & FALKENGREN-GRERUP (2002), de a nagyobb léptékű vizsgálataiknak megfelelően nem mért adatokat, hanem flóraművekből származó adatokat vettek a vizsgálatok alapjául.

Egyes fajok igen részletes ökomorfológiai vizsgálatait végezte el KARRER (1992), de nem termőhelyi összehasonlítások céljából. Standard módszertan hiányában megkíséreltem egy, a kiválasztott fajokra alkalmazható vitalitásbecslés-skálát kidolgozni. A fenti források segítségével, módszertanukat nagymértékben leegyszerűsítve kidolgoztam a céljaimnak megfelelő 3 fokozatú vitalitás skálát (ld. 6.1. fejezet). Az 5 növényfaj morfológiai elemzése után minden fajra külön-külön kiválasztottam olyan terepen mérhető és értékelhető biometriai jellemzőket, amelyek a vitalitás becslésének alapjául szolgáltak (5. táblázat).

5. táblázat: A felvett biometriai adatok növényfajoként. *CP*: *Carex pilosa*; *BP*: *Buglossoides purpurocaerulea*; *GO*: *Galium odoratum*; *GS*: *Galium sylvaticum*; *PM*: *Polygonatum multiflorum*

Felvett jellemzők	növényfajok				
	<i>CP</i>	<i>BP</i>	<i>GO</i>	<i>GS</i>	<i>PM</i>
populáció/telep nagysága (m ²)	+	+	+	+	+
borítás (5%-os pontossággal)	+	+	+	+	+
fenológiai állapot (hány % virágzik ill. természetes)	+	+	+	+	+
egyedek magassága (cm-es pontossággal)	+	+	+	+	+
levél hossza	+	-	-	-	-
elfekvő hajtások jelenléte	-	+	-	-	-
elfekvő hajtások hossza (cm)	-	+	-	-	-
elágazások a száron (igen-nem)	-	-	-	+	-
egyedszám 1 m ² -en	-	+	+	+	+
egyedszám 10 m ² -en	-	+	+	+	+

Lehetséges és talán informatív lenne még a növények föld feletti és/vagy föld alatti szárazanyag-tartalmának meghatározása, amitől azonban eltekintettem, mivel kis populációk esetén csaknem a teljes állomány kiirtását jelentette volna.

Megjegyzendő azonban, hogy a biometria adatokat jól ki lehetett volna egészíteni fényerősség adatokkal. A növényfajok jelenléte a klimatikusan csaknem homogén mintaterületen főleg az edafikus sajátosságokkal magyarázható, a fény, mint ökológiai faktor nagy hatással van azonban az egyes növényegyedek vitalitására. A fényerősség egyszeri mérése fotométerrel elvégezhető egyszerű mérés. Ahhoz azonban, hogy a mérési eredmények objektívek és egymással összevethetők legyenek, számos feltételnek teljesülnie kell (azonos napszakban, lehetőleg 10 és 15 óra között, szórt fénynél, állomány belsejében, a mintavételi helyen és állományon kívüli egyidejű mérés, a relatív fényerősség megállapítása érdekében). Mivel a mintavételi helyek elsősorban az egyes élőhelyek alapján kerültek kijelölésre, a minták száma pedig igen nagy, nem volt lehetőség a mintavétel idejét a fényviszonyok megfelelőségéhez igazítani, ezért e faktor műszeres mérésétől eltekintettem. A fényviszonyokra való utalás a mintavétel során a konkrét mérési eredményeknél lényegesen pontatlanabb és nehezebben kiértékelhető szöveges megjegyzés formájában történt (állomány alatt – szegélyben – nyílt helyen).

4.3. A terepi mintavételek módszertana

A kiválasztott fajok erdei növények, így a mintavételre különféle erdőtársulásokban került sor. Egy mintavétel 7 lépésből állt, melynek során a mintavételi hely, a növénypopuláció, az egyedek és a talaj került felvételezésre. Az egyes szakaszok sorrendje a finomtól a durvább beavatkozás irányába halad.

1. Állományleírás készült az adott élőhely legfontosabb jellemzőinek rögzítésével (fafaj, magasság, átmérő, záródás, kitettség, lejtők, egyéb domborzati jellegzetességek).
2. Az együtt előforduló fajok rögzítése az eredeti tervek szerint cönológiai felvétellel történt volna (klasszikus Braun-Blanquet-féle módszertannal, de %-os borításbecsléssel). Ez az esetek kb. 1/4 részében valósult meg, mivel a talaj-mintavételi módszertan betartása mellett nem lehetett minden egyes minta mellett cönológiai felvételt készíteni. A tényleges mintavételi helyek kijelölése ugyanis elsősorban az adott faj előfordulásához kötődött. Cönológiai felvétel csak akkor készült, ha lehetséges volt egy homogén, min. 20×20 m-es négyzet kijelölése, és az élőhely

természetszerűnek mondható. Ahol ez kivitelezhetetlen volt, a többi fajt egyszerű fajlistaként rögzítettem.

3. A növénypopuláció vitalitásának jellemzése verbális leírás és biometriai adatok felvételével. Minden esetben rögzítettem a vizsgált populáció/telep méretét m^2 -es pontossággal, a borítását 5 %-os pontossággal, fenológiai állapotát, az egyedek magasságát cm-es pontossággal. A biometriai adatok felvételére 5-10-szeres ismétléssel került sor. A többi, fajonként eltérő felvett jellemzőt az 5. táblázat mutatja.
4. A növény közvetlen közeléből, a talajréteg felső 10 cm-ből, lapáttal, kevert talajmintát vettem.
5. Minden 4. esetben zavartalan talajmintát is vettem, VÉR-hengerrel, 3 ismétléssel, a pF vizsgálatok elvégzéséhez (a vizsgálat költséges és időigényes volta miatt nem volt megoldható minden egyes minta ilyen irányú elemzése, így arányosan, minden élőhelytípus reprezentációjára törekedve csökkentettem a mintavételek számát).
6. A talajon felhalmozódó szerves anyag mennyiségének meghatározása, 3 ismétléssel, a növényegyed közvetlen közelében kijelölt, 25 cm x 25 cm-es négyzet segítségével. Az összegyűjtött avar 105 °C-on történő kiszáritása után 1 g pontossággal meghatározásra került a tömege és az ismétlések átlagából az 1 m^2 -t borító szervesanyag-mennyiség.
7. Végül a felső humuszos talajréteg (15 cm) humusztípusa került meghatározásra.

4.4. A talajtani laborvizsgálatok módszertana

A talajmintákat a laboratóriumi vizsgálatok első lépéseként ki kell szárítani, majd meg kell törni, és le kell szitálni (2 mm-es szitán). Ha szükséges meg kell határozni a váz (2 mm-nél nagyobb rész) mennyiségét. A megmaradt finom földdel (2 mm alatti rész) végeztük az alábbi laboratóriumi vizsgálatokat: $pH_{(H_2O)}$, $pH_{(KCl)}$, y_1 – hidrolitos aciditás, y_2 – kicserélhető aciditás, mechanikai összetétel, h_y – Kuron-féle higroszkóposság, humusztartalom, szénsavas mérszartalom, összes nitrogéntartalom, kicserélhető kationok mennyisége. Ezeket a vizsgálatokat BALLENEGGER & DI GLÉRIA (1962), BELLÉR & VARJÚ (1986) és BUZÁS (1988) által közölt módszerekkel végezzük el, a következők szerint:

- $pH_{(H_2O)}$: elektrometriásan, 1/2,5 talaj/folyadék arány mellett – MSZ-08-0206/2-1978
- $pH_{(KCl)}$: elektrometriásan, 1/2,5 talaj/folyadék arány mellett – MSZ-08-0206/2-1978

- **y₁ - hidrolitos aciditás:** Ca-acetát oldattal készített kirázatból – MSZ-08-0206/2-1978
- **y₂ - kicserélődési aciditás:** KCl oldattal készített kirázatból – MSZ-08-0206/2-1978
- **Mechanikai összetétel:** a 2 mm-nél kisebb talajfrakció nemzetközi „A” eljárás szerint előkészítve, pipettás módszerrel – MSZ-08-0205-1978
- **H% - humusztartalom:** nedves égetéssel Tyurin szerint
- **AL- (könnyen) oldható foszfortartalom:** ammónium-laktát – ecetsav oldatos kirázatból kolorimetriásan – MSZ-08-0450/0456-1980
- **AL- (könnyen) oldható káliumtartalom:** ammónium-laktát - ecetsav oldatos kirázatból lángfotometriásan – MSZ-08-0450/0456-1980
- **A talaj pórusterének vizsgálata pF-berendezéssel**

4.5. Termőhelyek talajtulajdonságainak értékelése

A célkitűzéseknek megfelelően elvégzett, talajjal kapcsolatos ökológiai vizsgálatok kerülnek bemutatásra a fejezetben. Az előző fejezetben röviden felsorolásra kerültek a talajvizsgálati módszerek, itt pedig az egyes módszerekhez tartozó ökológiai háttér-információk kerülnek bővebb kifejtésre.

A termőhely és növény kapcsolatok elemzésekor, az eredmények értékelésénél számos speciális körülményt kell figyelembe venni, amelyek az eredmények felhasználhatóságát behatárolják:

1. Növényfajok előfordulása és a termőhelyi tényezők között kimondottan jó ok okozati összefüggést találni leginkább a szélsőséges termőhelyek tulajdonságai és az ott előforduló kisszámú specialista faj esetében lehet. A vizsgált fajok termőhelyei szinte az összes termőhelyi tényező tekintetében közepes helyet foglalnak el, ennek következtében meglehetősen sok növényfaj népesíti be őket. A fajösszetétel pedig az adott élőhely termőhelyi tényezői és az intra- és interspecifikus konkurencia-hálózat hosszú távú egymásra hatásának következménye. A termőhelyi tényezők kismértékű változása adott esetben jelentős változásokat indukálhat a konkurenciaviszonyokra és ezzel együtt a fajösszetételre (ELLENBERG & al. 1992). E körülmények tudatában nagyon fontos lenne a vizsgálatokat a lehető legteljesebb mértékben a növények felől megközelítve végezni.

2. Az edafikus tényezők mérése azonban a talaj egyes fizikai és kémiai tulajdonságainak a mérésére korlátozódott, ami az ideális állapothoz képest kétségkívül információvesztést hordoz magában, de kikerülhetetlen kompromisszum. Egyrészt nem állt rendelkezésre elegendő idő és technikai apparátus, hogy minden a növények szempontjából releváns tényező mérésére sor kerüljön. Másrészt a tudomány jelenlegi állása szerint nem ismerjük az összes olyan faktort, ami egy adott helyen és időben egy adott növényegyedre hat. A talaj tulajdonságai tér- és időbeli változatosságuk ellenére sokkal robusztusabb változók, mint az akár fajonként eltérő, alig (vagy egyáltalán nem ismert) növényélettani folyamatok, amelyek az adott termőhelyen való előfordulásra nyilvánvaló hatással vannak (pl. az allelopátia, bizonyos mikroelemek jelenléte stb.), de standardizált méréseikre fajspecifikus voltak miatt évtizedek óta nem született használható megoldás (FÜLEKY 1999).
3. A növényközponitú felvételezés a fentiek miatt, minden igyekezet ellenére csak megközelítőleg lehetséges, az eredményekből általános érvényű következtetéseket levonni csak fenntartásokkal lehetséges.
4. Nagyon fontos megjegyezni, hogy az edafikus tényezők, mint minden termőhelyi tényező nem elszigetelten működnek, hanem az összes tényező egy komplex hálózatot alkot, amelyben az egyes tényezők egymás hatását erősítve, gátolva vagy éppen kioltva hatnak a növényekre (ELLENBERG 1992, FÜLEKY 1999). Ez a sokszoros ok-okozati összefüggésrendszer adja az adott termőhely sajátosságait, a gyakorlatban azonban az egyes változók mérése esetén ezt az összefüggésrendszert nem tudjuk közvetlenül figyelembe véve feltárni.

4.5.1. A talaj mechanikai összetétele

A talaj mechanikai összetétele nincs közvetlen hatással a növényekre, de számos nagyon fontos fizikai és kémiai talajtulajdonsággal jól korrelál (STEFANOVITS 1992, SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1992). A pórustér eloszlásán keresztül hatva megszabja a talajból a növények által felvehető, ún. diszponibilis víz mennyiségét és a talaj vízvezető víztároló képességét. A talaj mechanikai összetétele befolyásolja a levegőzöttségét is, ami azonban ugyancsak függ a talaj szövetétől is. A finom részecskék aránya pedig azzal is szoros összefüggésben van, hogy milyen mértékben képes a talaj tápelemeket kicserélhető formában raktározni, bár egyes talajtípusoknál nagyobb szerep jut a szervesanyag tartalomnak, ami mechanikai összetételéből értelemszerűen nem látszik.

4.5.2. A növények által hozzáférhető víz

A legmeghatározóbb edafikus faktorok egyike a talajban található víz. Talajfejlődési szempontból vett jelentősége mellett nélkülözhetetlen az összes talajban lejátszódó biológiai folyamatban (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1992). A növények csak vízben oldva képesek felvenni a tápanyagokat (MENGEL 1979). A folyamatos és megfelelő vízutánpótlás a feltétele a növények sejtjeiben a protoplazma duzzadásának, ezáltal az alakjukat adó turgor fenntartásának (LIBBERT 1979). A fotoszintézis „melléktermékeként” létrejövő, a növények saját víztartalmának többszörösét kitevő párologtatás is állandó vízutánpótlást igényel.

A víz döntő fontossága, növényekre gyakorolt hatása nemcsak hiányjelenségekben mutatkozik meg. A túl nagy mennyiségben jelen lévő víz – talajtípus függvényében – csökkenti a talaj levegőzöttségét, ezáltal a biológiai folyamatok intenzitását, mint pl. a gyökérlégzés vagy a mineralizáció (RICHARD 1959, SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1992). Emellett oxigénhiányhoz és toxikus anyagok felhalmozódásához vezet az anaerob anyagcsere-folyamatok révén (MENGEL, 1979). A talaj víztartalma befolyásolja talaj hőháztartását, tehát a hővezető-képességét és a hőtároló-kapacitását (HARDGE 1798), amelyek ugyancsak hatással vannak a talajban lejátszódó biológiai folyamatok intenzitására.

A növények számára hozzáférhető vízmennyiség nem egyszerű függvénye a talaj összes víztartalmának (ELLENBERG & SNOY 1957), hanem talajtípustól függően különböző mértékben csökken a csökkenő összes víztartalomhoz képest, mivel a víz a finom pórusokhoz jobban kötődik (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1992). Talajmechanikai megközelítésben minél erősebben kötődik a talajszemcsék felszínéhez, annál alacsonyabb energiaszinten található, s annál több energia szükséges a talajból való felvételéhez.

A növények reakciói a csökkenő felvehető vízmennyiségre igen eltérőek lehetnek. Érzékenyebb fajok már -0,8 bar esetén is gátoltak a vízfelvételben (RICHARD 1969, LARCHER 1980). Növekedési zavarokat és hervadási jelenségeket pedig már -2 bar esetén is megfigyeltek (SLATYER 1957). Vannak azonban olyan erdei növények, amelyek -30 bar-nál alacsonyabb feszültség esetén is képesek vizet felvenni (SLAVIKOVÁ 1965). A hervadási pont, mint a termőhely fontos ökológiai határértéke nem állapítható meg minden fajra egységesen (BRIGGS & SCHANTZ 1912, SLATYER 1957), és csak elméleti jelentőséggel bír, mert a gyakorlatban a vízpotenciál csökkenésével, jóval a hervadási pont elérése előtt, rohamosan csökken a talaj vízzállító képessége, ezzel együtt a növények vízfelvétele is (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1992). Minél sűrűbben szövik át a gyökerek a talajt, vagyis minél nagyobb gyökérfelszín áll a növényegyed rendelkezésre, annál jobban képes a talaj csökkenő vízzállító-képességét kompenzálni (KAUSCH 1955, KAUSCH & EHRIG 1959). Vagyis a

hervadási pont csak korlátozottan alkalmas a növények vízellátottsági határának a leírására. Ennek megfelelően vannak olyan kezdeményezések, amelyek a hervadási pontnál magasabb potenciál mellett a talajban lévő vizet kétfelé, egy könnyebben és egy nehezebben felvehető részre osztják (BRÜLLHARD 1969, LAATSCH 1969, WEIGER 1971). Mindezek ellenére a hervadási pont -15 bar nyomáson vett átlagértéke általánosan elfogadott és \pm használható határérték, amely a talajban található vizet két részre osztja, egy a növények által hozzá nem férhető (< -15 bar), és egy hozzáférhető (> -15 bar) részre (VETTERLEIN 1959).

A fentiek alapján kézenfekvő lenne a vízpotenciált döntő fontosságúként értékelni a talaj növények által hozzáférhető vízmennyiségének mérésére (JUNKER 1978), főleg, ha hosszabb időtartamot mérünk, és az éves változásokat nyomon követjük. A vízpotenciál azonban nem ad a telítetlen állapotú talaj vízszállító-képességéről információt, ami pedig talajtípusonként nagyon eltérő lehet. A homokos szövetű talajok pl. már kis szívóerőnél is majdnem teljesen elveszítik a vízszállító-képességüket. A löszös talajok éppen a leggyakrabban előforduló közepes vízpotenciál esetén vezetik a legjobban a vizet, míg az agyagos talajok az alacsony potenciál esetén mutatnak relatív legjobb, abszolút értékben azonban így is kimondottan rossz vezetőképességet. SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL (1992) szerint azonban a víz vezető-képessége nem a vízpotenciáltól, hanem a talajban lévő víz mennyiségétől és a pórusszerkezettől függ.

A maximális vízpotenciál és a hervadási ponton mért potenciál különbsége nem kellően informatív, mert ebben a lejtő mentén mozgó szivárgó víz nincs beleszámolva, pedig hegy- és dombvidéken, megfelelő domborzati viszonyok között a növények számára ez is hozzáférhető.

4.5.3. A talaj pórustérének vizsgálata pF-berendezéssel

A különböző szövetű talajokban eltérő átmérőjű pórusokat találunk, amelyek különböző erővel tartják vissza a vizet, azaz a növények gyökerének különböző nagyságú szívóerőt kell kifejteni ahhoz, hogy a különböző átmérőjű pórusokból vizet vegyenek fel. Ha tehát meg tudjuk határozni, hogy különböző szívóerők kifejtésekor a talajból mennyi víz távozik el, akkor jellemezni tudjuk a pórustér átmérő-eloszlását is. Erre szolgálnak a pF-berendezések, amelyekben a szívóerőt megegyező nagyságú nyomóerővel helyettesítve, laboratóriumban ellenőrzött körülmények között szimulálni tudjuk ezeket a különböző szívóerőket.

A pF-vizsgálat eredménye a pF-görbe, amelyen a szívó-, azaz nyomóerő függvényében ábrázoljuk a talajban visszatartott víz mennyiségét. A nyomóerőt logaritmikus skálán, ekvivalens nyomású vízoszlop centiméterben mért magasságának 10-es alapú logaritmusaként kifejezve adjuk meg. A talaj víztartalmát pedig a teljes talajtérfogat térfogat%-ában adjuk meg.

A pF-görbék alapján elkészíthetjük a pórustér megoszlását ábrázoló grafikont, amelyen mindez szemléletesebben mutatható be. A talajtérfogatot itt négy fő tartományra osztottuk fel:

1. *szilárd talajrészek* térfogata;
2. *gravitációs pórustér*: azon nagyobb átmérőjű pórusok, melyekből a gravitációs erők túlsúlya miatt a csapadékkal érkező víz rövid idő alatt (általában 1-3 napon belül) lefelé távozik a gyökérszínéről (ha nincs alul vízzáró vagy –visszatorlasztó réteg);
3. *hasznos pórustér*: azon kisebb átmérőjű pórusok, amelyek már képesek visszatartani a vizet a gravitációval szemben, de ezek a visszatartó erők még nem túl nagyok ahhoz, hogy a növények fel tudják venni belőlük a vizet. Hosszú távon ez a pórustér felelős a növényzet vízellátásáért.
4. *holt pórustér*: azon mikropórusok, melyek átmérője már olyan kicsi, hogy a felületi vonzerők túl erősen tartják vissza bennük a vizet ahhoz, hogy belőlük a növények vizet tudjanak felvenni.

A terepi mintavételezés során növényfajonként a következő számú zavartalan minta vételére került sor: *Buglossoides purpureoacerulea* 7; *Carex pilosa* 9; *Galium odoratum* 17; *Galium sylvaticum* 11; *Polygonatum multiflorum* 14.

5.4.4. Talajreakció

A vegetáció mintázata és a talaj kémhatása közötti az egyik legrégebben ismert és legtöbbet vizsgált összefüggés (MEVIUS 1927, ELLENBERG 1958, FEHÉR 1932). A H_3O^+ -ionok közvetlen hatása valószínűleg kompetitív gátlásokon nyugszik (pl. K^+ reszorpció során) illetve a növények gyökereiben a kationok és anionok felvételénél szerepet játszó

enzimrendszer konformációs változásait okozzák (FÜLEKY 1999). Közvetlen toxikus hatások azonban csak < pH 3 alatt várhatók.

A talajkémhatás közvetett hatásai sokkal fontosabbak a közvetleneknél. A kémhatás egyértelmű befolyással bír a tápelemek oldhatóságára. Az Al^{3+} pl. szilikátos talajokban pH 4,5 alatt súlyos mérgezéseket okoz, a nehézfémek és a nagy koncentrációban előforduló Mn^{2+} hasonló hatásúak. A talajban lévő makro- és mikrofauna tevékenysége alacsony pH esetén erősen gátolt, ezáltal a szerves anyag mineralizációja is (WEBER & GAINEY 1962). A savas kémhatás a talajszerkezet stabilitását is gátolja, ezzel együtt negatív hatással van a talaj levegő- és vízháztartására (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1992).

A talaj H^+ -koncentrációját valamint a talajoldat és a kolloidfelületek közötti kicserélődési egyensúlyokat többek között a talajban található CO_2 parciális nyomása, a savanyú humifikációs termékek, a nitrát és szulfátképződés, a bázikusan ill. savasan reagáló kationok kicserélődése és a redoxpotenciál szabályozza (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1992). A talaj kémhatása az év és a vegetációs periódus során is periodikusan változik (FEHÉR 1932, ELLENBERG 1951), a mintavételek során ezt az időbeli változatosságot ugyanúgy, mint a talaj víztartalmára vonatkozó méréseknél, módszertani okokból teljesen figyelmen kívül kellett hagyni. A pH a vegetációs perióduson belül is jelentős ingadozást mutat, mintavételi helyenként azonban csak minden esetben csak egyszer került sor pH mérésre. A probléma ismert, kiküszöbölésére azonban nincs kivitelezhető megoldás, a botanikai szakirodalomban számos példa van a talajkémhatás időbeli változatosságának figyelmen kívül hagyására (vö. ZÓLYOMI 1964). Hosszútávon azonban fontos összefüggésekre mutat rá a talajminták egy-egy mért pH-ja.

5.4.5. Tápelemtartalom

A talaj tápanyagtartalmának, ezen belül a növények által hozzáférhető tápelemek mennyiségének megállapítása olyan mikrobiológiai és növényélettani paraméterek ismeretét feltételezi, mint az egyes tápelemek körforgásai, ezek sebessége, a körforgásban résztvevő mennyiség összes elemtartalomhoz viszonyított aránya, a növények számára elérhető mennyiség, a növények által minimálisan igényelt tápelem fajspecifikus mennyisége. Ezekről a folyamatokról a vizsgált fajok tekintetében nem áll rendelkezésre elegendő ismeretanyag, így a legfontosabb makrotápelemek (összes N, K, P, Ca) mérésére szorítkozunk, amelyek a talaj tápanyagtartalmát - a jelenleg elfogadott gyakorlat szerint - jellemzik.

A tápelemek vizsgálatánál problémát okoz, az összes tápelemtartalom és a növények számára hasznosítható elemtartalom arányának megállapítása. A tápelemek mérésére szolgáló

analitikai módszerek nem veszik figyelembe azokat a faktorokat, amelyek a tápelemek növények általi elérhetőségét befolyásolják. Ilyenek SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL (1992) alapján:

- Az egyes elemek koncentrációja a talajoldatban, és azok mobilizációs rátája.
- A diffúziós szállítási ráta és az anyagáramlás a gyökerek irányába.
- A tápelemek felvételénél az ionkonkurencia és egyéb, a tápelemek felvételét befolyásoló koncentráció-arányok.
- A felvétel akadályoztatása toxikus anyagok vagy oxigénhiány miatt.
- A talaj gyökerek által mennyire átszótt.
- Az ionfelvétel növények általi szabályozhatósága szerves komplexképzők és a rhizoszférában előforduló redukáló mikrobák által.

A bizonytalanságok ellenére, más alternatíva hiányában elfogadtam azt a feltevést, hogy a mérhető tápelemtartalmak és a növények által ténylegesen hasznosítható tápelemtartalmak között megfelelő mértékű korreláció áll fenn.

A talaj nitrogénellátottsága (N_{össz})

A nitrogén a szénhidrátokat alkotó elemek közül (C, O, H) a legfontosabb tápelem, mennyisége jelentős termőhelyi, gyakran limitáló tényező (ELLENBERG 1977, RUNGE 1983); a növények által felvett ionmennyiség 50-60 %-át teszi ki (EVERS 1964). Mezőgazdasági kísérletek szerint egyetlen tápelem hiánya sem okoz olyan jelentős növekedésgátlást és egyetlen tápelem sem rendelkezik olyan hajtás- és termésnövelő hatással, mint a nitrogén (FÜLEKY 1999, SOLTÉSZ 1997).

A növények a nitrogént mineralizált formában nitrácionként, NO_3^- vagy ammóniumként, NH_4^+ veszik fel. Egyéb hasznosítható nitrogéntartalmú vegyületek (pl. a karbamid, különböző aminosavak és különleges körülmények között a nitrit) felvett mennyisége elhanyagolható.

A növények által felhasználható N-mennyiség – az alapkőzetben található minimális mennyiségű N-t figyelmen kívül hagyva – kizárólag biológiai folyamatok eredményeként kerül a talajba (EVERS 1961).

A fentiekből kitűnik, hogy adott növényegyedek nitrogén- (és általában tápelem-) felvétele és felhasználása egy olyan összetett, sokváltozós folyamat, amelynek pontos, műszeres mérése szinte kizárólag beállított kísérletek során lehetséges. A természetben, a növényegyed közvetlen közeléből, egyszeri alkalommal vett talajminta kizárólag a talaj összes nitrogéntartalmának meghatározására elegendő. Az egyes N-formák mérésének a meglehetősen

időigényes volta, illetve egyéb módszertani és infrastrukturális hiányosságok (ugyanannak az egyednek a többszöri felkeresésének a problémája) miatt kimaradt a vizsgálatok sorából.

A talaj összes nitrogéntartalmának értelmezése sem problémamentes. Nem lehet egyszerűen a nyereség (megkötött nitrogén mennyisége és a kötött formában bevitt nitrogén mennyisége) és veszteség (kimosódás, denitrifikáció, szerves anyag kivonása az ökoszisztémából) arányaként értelmezni, mert akkor az egész ökoszisztéma nitrogéntartalékát, az összes biomasszával együtt figyelembe kellene venni. Az ásványi formában jelen lévő nitrogénmennyiség jellemzésére sem alkalmas, mert jelentős része, akár 25 %-a is, heterociklikusan kötött állapotban – főleg nyershumusz esetén - a huminanyagok alkotójaként, szerves kötésben található (ULRICH 1979), amelyek a N-körforgásban nem vesznek részt.

C/N

A C/N-aránnyal a talaj biológiai aktivitása, speciálisan a nitrogén körforgás intenzitása jellemezhető. Magasabb széntartalom esetén, tehát, ha a C/N nagy, akkor a mikroorganizmusok a szerves nitrogént egyre növekvő mértékben tudják a saját szervezetük felépítésére használni. Extrém körülmények között teljesen meg is szűnhet a növények szerves nitrogénnel való ellátása. A határérték EVERS (1959) és ZÖTTL (1960) szerint 25, az ennél nagyobb C/N-arány esetén jelentkeznek problémák a nitrogénellátásban.

Egyéb makroelemek

A makrotápelemek közül a nitrogén mellett még a foszfor és a kálium mérésére került sor.

Foszfor: A megfelelő mennyiségű foszfor a növények anyagcsere-folyamatainak zavartalan lebonyolításában, a szaporítószervek fejlődésében és a hormonháztartásban játszik jelentős szerepet. Felvételét és hatását nagymértékben befolyásolják más tápelemek is: a K és a Mg pozitívan, a N jelenléte negatívan (FÜLEKY 1999). A foszfor a talajban szerves és szerves formában is előfordul, ezért a foszforforgalomban mind a biológiai mind a szerves kémiai folyamatoknak jelentős szerepük van. A talajban található foszforvegyületek három csoportra oszthatók, amelyek oldhatósága egymástól erősen eltér. A könnyen oldható frakció, vagyis a talajoldatban lévő foszfát koncentrációja kicsi. A növények által felvett foszfor mennyisége jóval meghaladja a könnyen oldható foszfor mennyiségét, vagyis a különböző oldhatóságú foszforfrakciók között folyamatos átalakulás zajlik (STEFANOVITS 1992). A növények a foszfort 7 alatti pH-nál H_2PO_4 -formában veszik fel, de már szerves foszforvegyületek (foszfogliceridek, nukleinsavak) közvetlen felvételét is kimutatták

(ALLISON & al. 1944), melyeket a növények valószínűleg még a rhizoszférában defoszforizáló ektoenzimek segítségével bontanak (GERICKE & GSCHWIND 1955).

Kálium: A kálium a növények ásványi táplálkozásában betöltött biokémiai, fiziológiai funkciói miatt létfontosságú tápelem. Felvétele pozitívan befolyásolja a növények vízháztartását, a sejtmembránok permeabilitását, a turgor fenntartását, elsődleges szerepet játszik a gázcsere nyitásának szabályozásában és számos enzimrendszer aktiválójá (FÜLEKY 1999). A talajban a kálium szinte kizárólag szervetlen formában található, három eltérő oldhatóságú frakcióban (talajoldat káliumtartalma, adszorbeált kálium és rácskálium). A frakciók egymásba folyamatosan és fokozatosan átalakulhatnak, de az átalakulások sebessége és a növények káliumfelvételének intenzitása nincs egyensúlyban. Vagyis a talajban általában elegendő kálium van, de megoszlása a különböző oldhatóságú kötésformák között alapvetően befolyásolja, hogy mekkora hányada válik a növények által elérhetővé a vegetációs periódusban. A növények kizárólag ion formájában képesek felvenni, mégpedig - egyértékű kationként – elsősorban aktív transzport útján, az elektrokémiai gradienssel szemben. Ha talajoldat káliumtartalma elfogy a növény az adszorbeált ionokat hasznosítja (STEFANOVITS 1992). Az aktív transzport miatt megbomló egyensúlyt a gyökérzet H^+ -ion leadásával egyenlíti ki, ami lokális, fiziológias savanyodást eredményez.

A kémiai úton kimutatott foszfor- és káliumtartalmak és a növények által felvett ionok mennyisége közötti korreláció egyes irodalmi adatok alapján nem megbízható mértékű (GÖNNERT 1989, SCHMIDT 1970), más források szerint megfelelő (SHRIVA-STAVA 1977). Erre irányuló saját vizsgálati eredmények nem állnak rendelkezésre, így az adatok értékelésénél némi pontatlanságra számítani lehet.

4.5. Statisztikai analízis alkalmazott módszerei

4.5.1. Hierarchikus klaszteranalízis

A klaszteranalízis arra szolgál, hogy a vizsgált objektumokat, eseteket úgy ossza be csoportokba, hogy az esetek egy-egy csoporton belül lehetőleg minél jobban hasonlítsanak egymáshoz, míg a csoportok egymástól jól megkülönböztethetők legyenek.

Léteznek a klaszteranalízisnél egyszerűbb módok is, a vizsgált esetek csoportosítására, pl. egy-egy megfigyelt paraméter, változó alapján is: ilyen lehet pl. a t-teszt, amellyel csoportok középértékeit hasonlítjuk össze. Az ilyen egyszerűbb módszereknek viszont nagy hátránya az, hogy a képzett csoportok csak egy kiválasztott paraméterben fognak különbözni. A klaszteranalízis ezzel szemben úgy képez homogén csoportokat, hogy az összes változót bevonja a vizsgálatba.

Az esetek hasonlóságának kifejezésére különböző mértékegységek alkalmazhatók. A legtöbb ilyen mértékegység azonban nem a vizsgált esetek hasonlóságát, hanem ellenkezőleg, a különbözőségüket veszi figyelembe. A dolgozatban az euklideszi-négyzetekből képzett „különözöséget” használtam fel. A különözöséget X és Y esetek között az egyes változók eltéréseinek négyzetösszege adja meg:

$$D^2 = \sum_{i=1}^v (X_i - Y_i)^2 \text{ - ahol: „v” a figyelembe vett változók számát jelenti.}$$

Az így számított eltérés nem független azonban attól, hogy a változókat milyen dimenzióban fejezzük ki.

A számítás további menetében az esetek összes lehetséges párosítására ki kell számítani a különözöségeket. A hierarchikus klaszteranalízis során kezdetben minden egyes esetet külön csoportként kezelünk, melyeknek az előbbi módon kiszámítjuk a különözöségét. Innen úgy haladunk tovább, hogy elsőként kiválasztjuk a két legkevésbé különböző esetet (azaz egyetlen esetből álló csoportot) és azokat egy csoportba (klaszterba) soroljuk be. Ez a lépés eggyel lecsökkenti a csoportjaink számát. A megmaradt csoportokból most megint a két legkevésbé különbözőt kell majd összevonnunk, és mindezt addig folytatjuk, amíg minden vizsgált esetünket egyetlen közös csoportba soroljuk. Természetesen a végeredményt nem az fogja jelenteni, hogy minden mintát egyetlen csoportba tudtunk besorolni, hanem a csoportok képzésének lépéseik szolgáltatnak új ismereteket mintáink összehasonlításában.

E módszert azért hívják hierarchikus klaszteranalízisnek, mert a csoportokba sorolás mindig csak egy irányban folyik. Azon esetek, melyeket egyszer már közös csoportba osztottunk be, a továbbiakban együtt maradnak.

A hierarchikus klaszteranalízis eredményeit egy ún. *dendrogramm* (fa-diagramm) segítségével ábráztuk, melyen az egyes minták különbözőségét grafikusán megjelenő távolságként hasonlíthatjuk össze.

4.6. A mintavételi helyek kiválasztása és bemutatása

4.6.1. A mintavételi helyek kiválasztásának szempontjai

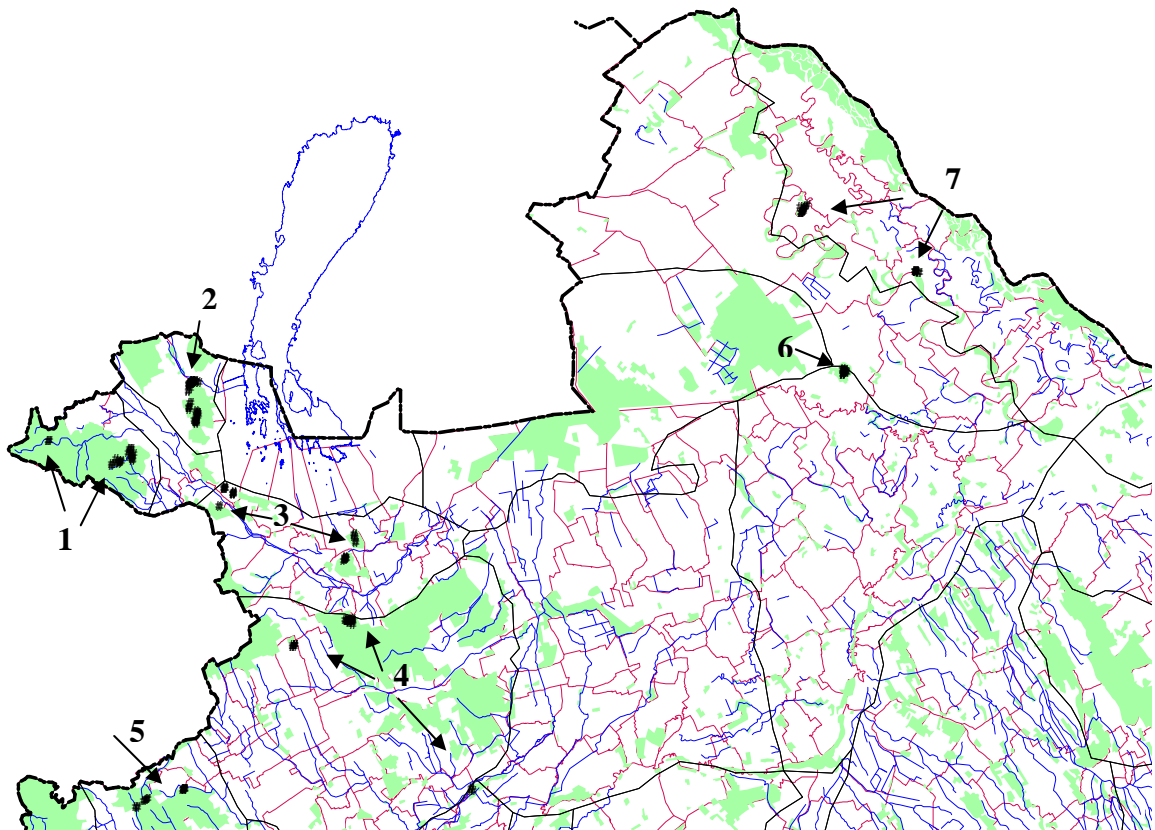
A mintavételi helyek kiválasztására korábbi terepi tapasztalatok alapján került sor. Az észak-magyarországi régió olyan erdőtársulásait kerestem fel, ahol a vizsgált növényfajok előfordultak. A kutatási területen minden olyan kistáj (illetve a kistájon belül eltérő geológijú terület) megmintázásra került, ahol a fajok előfordulnak. Mivel a kiválasztott fajok gyakori fajok, az összes előfordulás felkeresése és feldolgozása gyakorlatilag lehetetlen feladat lett volna, mivel a talajminták mennyiségét a rendelkezésre álló időbeli és anyagi korlátok közé kellett szorítani.

4.6.2. A mintavételi helyek bemutatása

A terepi felvételezések hét kistáj (vö. MAROSI – SOMOGYI 1990) területét érintették (3. ábra). A következőkben e kistájak természetföldrajzi (földtan, éghajlat, talajtan, hidrológiai viszonyok) és botanikai (flóra, vegetáció) jellemzésére kerül sor. Előbbi tekintetben főleg alapmunkákra (DANSZKY 1963a, 1963b, PÉCSI 1989, MAROSI – SOMOGYI 1990, HALÁSZ 2006) támaszkodtam, így ezeket a szövegben a felesleges ismétlések elkerülése érdekében külön nem idézem. Az átfogó rész után az egyes kistájak területén pontos lokalitások (általában jól körülhatárolható erdőtömbök) felsorolása és bemutatása következik.

A kistájak bemutatása az áttekinthetőség érdekében kötött szerkezetű:

- | | |
|---|--|
| 1. <i>Topográfia és felszínmorfológia</i> | 5. <i>Talajviszonyok</i> |
| 2. <i>Földtani viszonyok</i> | 6. <i>A vegetáció jellemzése</i> |
| 3. <i>Éghajlati viszonyok</i> | 7. <i>A flóra jellemzése</i> |
| 4. <i>Hidrológiai viszonyok</i> | 8. <i>A felvételi helyszínek pontos megadása</i> |



3. ábra: A mintavételi helyek áttekintő térképe (1: Soproni-hegység., 2: Fertőmelléki-dombság, 3: Ikva-sík, 4: Répce-sík, 5: Kőszeg-hegyalja, 6: Mosoni-sík, 7: Szigetköz)

Soproni-hegység

1. A Soproni-hegység az Alpok hegységrendszerének északkeleti, alacsony középhegység jellegű nyúlványa. A hegységet a magyar-osztrák államhatár kettéosztja, nyugaton a Keleti-Alpok fő tömbjével a Rozália-hegységen keresztül összefügg. Főgerince nyugat-keleti irányú, mély völgyekkel elválasztott oldalgerincekkel. Keleti tömbjét a Rák-patak völgye szabályosan két részre tagolja. Magyarországi részének legmagasabb pontjai az Asztalfő (551 m) és a Magas-bérc (557 m). A Köves-ároktól keletre fekvő tömböt „Váris”-nak, „Várisi-hegyvidék”-nek, míg az ettől nyugatra fekvő területeket Brennbergi-medencének vagy Brennbergi-hegység résznek nevezik.

2. A Soproni-hegység geomorfológiai szempontból két jól elkülönülő fő részből áll. Északkeleti negyedét ókori rögökből álló kristályospala alaphegység alkotja, míg fennmaradó részein a kristályospala aljzatot harmad- vagy negyedkori rétegek fedik. A kristályospala tönk magvát gneiszek adják, ezekre csillámpalák, kvarcitok és leukofillitek is települtek. A

hegység miocénben megsüllyedt felét lazább üledékek borítják, így folyóvízi eredetű kavicsos-homokos összletek. Alluviális üledékek a hegység völgyeiben csekély kiterjedésűek.

3. Az Alpok ÉK-i előterében húzódó hegység éghajlata hűvös-csapadékos. Klimatikus gradiens húzódik nyugatról keletre, a belső völgyektől a hegységperem irányába. A leginkább szubalpin jellegű területek a Hidegvíz-völgyben és Brennbergbánya körüli völgyekben található, míg Harka térsége jóval szárazabb és melegebb klímájú. A kitettség fontos mezoklímaalakító, az északi oldalak és a szűk, szurdokszerű völgyek hűvösebbek, míg a déli és nyugati oldalak szárazabbak és naposabbak. Éves csapadék a Brennbergi-völgyben 750-900 mm, a Várison 650-800 mm, az évi középhőmérséklet a Brennbergi-völgyben 8-8,5 C°, a Várison 9,0 C°. A januári középhőmérséklet -2,0 C° illetve -1,5 C°, a júliusi középhőmérséklet 19,0 C° illetve 19,5 C°. Az éves napfénytartam 1850-1900 óra. A fagyos napos száma 90-100, a téli napok száma 25-30, hótakarós napoké 45-50. Az uralkodó szélirány az ÉNy-i (MARTOS 1965).

4. A hegység jelentős felszíni lefolyással és vízfelesleggel jellemezhető, hazai oldala szinte teljes egészében az Ikva vízgyűjtőjéhez tartozó kistáj. Belsejében alacsony vízhozamú patakok találhatóak, közülük kiemelendő a Rák-patak (hossza 14,8 km, vízgyűjtő területe 36,8 km²), a Kecse-patak (hossza 12,8 km, vízgyűjtő területe 45,2 km²). A hegységben számos forrás működik, ingadozó vízhozammal (legjelentősebb a Hidegvíz-forrás), a völgylábakon jellemző lehet a szivárgó vízhatás.

5. A hegységben a különböző savanyú kémhatású barna erdőtalajok dominálnak. A kristályos palákon meghatározó jelentőségűek az erősen savanyú, nem podzolos barna erdőtalajok, kevésbé fontosak a podzolos barna erdőtalajok. A hegység fiatalabb kavicsos-homokos üledékein legnagyobb térfoglalással a pszeudogeljes illetve az agyagbemosódásos barna erdőtalajok rendelkeznek. Hátaikon jelentős lehet még az erősen savanyú, nem podzolos barna erdőtalajok aránya is. A patak völgyek és völgylábak jellemző talajtípusai a lejtőhordalék- és öntéstalajok. A Soproni-medence többletvízhatás alatt álló peremrészein, illetve a hegység néhány belső völgyében réti- és láptalajok alakultak ki (CSAPODY 1960).

6. A hegység potenciális erdőterület, kis kiterjedésű természetes gyepek léte sem valószínű. Klímazonális vegetációtípusát üde lombdők jelentik: bükkösök a Brennbergbánya – Görbehalom vonalig, innét keletre gyertyános-kocsánytalan tölgyesek. Számottevő a mészkerülő lombdők kiterjedése. A hegységperem nevezetes kultúrállományai a szelídgesztenyések. A telepített fenyves állományok ma az erdőterület több mint 50%-át borítják, a fenyőfajoknak őshonosan csekély térfoglalása volt. Az inváziós terhelés alacsony, leginkább a

határsávi akácok említhetők. A hegység erdei évszázadokig igen erős emberi hatásnak voltak kitéve. A gyertyános-tölgyesek és bükkösök alig rendelkeznek természetszerű állományokkal. Az acidofil erdők másodlagosan nagy területeket foglaltak el, a hegységperem erdei kiligetesedtek, elfüvesedtek. A völgyek égerligetei helyén kaszálórétet alakítottak ki, a kaszálás felhagyása után helyükön ismét égeresek jöttek létre. Ezzel párhuzamosan a kaszáló- és láprétek szinte teljesen eltűntek (CSAPODY 1964, SZMORAD 1997, SZODFRIDT 1978, KIRÁLY 2002, 2004).

7. Az erdei flórában hangsúlyos szerepük van a nyugat-dunántúli elemeknek (*Cyclamen purpurascens*, *Galium sylvaticum*, *Knautia drymeia*), a hegység egészén jellemző az acidofil fajok (*Vaccinium myrtillus*, *Luzula luzuloides*) beszivárgása a mezofil lombdőkbe. A montán-szubalpin fajok előfordulása a belső, hűvös völgyekre korlátozódik (*Matteuccia struthiopteris*, *Alchemilla glabra*, *Lysimachia nemorum*), közülük több fontos faj (pl. *Tephrosia aurantiaca*, *Arnica montana*) eltűnt. A szárazabb hegységperemen számos xerotherm elem bukkan fel (*Quercus pubescens*, *Pulsatilla nigricans*, *Veronica spuria*), ezek gócpontja a Harkai-kúp és az Istenszéke térsége (GOMBOCZ 1906, CSAPODY 1955, KÁRPÁTI 1958, 1960, CSAPODY 1975, TÍMÁR 1996, KIRÁLY 2004).

8. A hegységben két elérő adottságú területen végeztem mintavételezést. Az ún. Várisi-hegység részben a Károly-magaslat térségében, míg a Brennbergi-hegység részben a Hidegvíz-völgy oldalain a Vadászház környékén. Előbbi területre a gyertyános-kocsánytalan tölgyesek és mészkerülő tölgyesek jellemzők (átmenetekkel), illetve számos folton telepített fenyvesek jellemzők (a mintavételek az első erdőtársulásban történtek). Utóbbi terület már jóval hűvösebb klímájú, de a mintavételi helyek itt is gyertyános-kocsánytalan tölgyesben voltak.

Fertőmelléki-dombság

1. A dombság keleti része a Fertő-tóval párhuzamosan futó Fertőmelléki-dombsorból és a Kőhidai-medencéből áll, ettől nyugatra húzódik a Dudlesz vonulata. Déli része Magyarországhoz, északi fele Ausztriához tartozik. Alacsony dombvidék, amelyet Fertőrákos magasságában kettészeli a Rákosi-patak nyugat-keleti szűk völgye. Jelentősebb kiemelkedései a Pinty-tető (262 m), Kecse-hegy (208 m), Ház-hegy (283 m) és a Dudlesz (328 m). Domborzati formái szelídek, különösen az ún. Szárhalmi-tömb lapos fennsík jellegű, de a lejtés másutt sem haladja meg a 15%-ot. Egyetlen kivétel a Rákosi-patak feletti oldal, itt helyenként 30%-os lejtésű oldalak is kialakultak.

2. A Keleti-Alpok kristályos pala kibukkanásai képviselik a legidősebb kőzeteket (gneisz, csillámpalák, pl. Kő-hegy, Ház-hegy – FÜLÖP 1990). A kristályospala aljzatot a dombság

nagy részén fiatalabb, középmiocén-holocén üledékek fedik, ezek emeletei közül nagy területet elfoglaló képződmény a badeni lajtamészko (VENDEL 1947, DEÁK 1981). E lerakódások felett a dombság tekintélyes részén szarmata üledékek találhatóak (konglomerátum és homokkő). A pleisztocén képződményei kavics- és löszlerakódások és a lejtőhordalékok. A Kőhidai-medence mélyebb részeit holocén üledékek töltik ki. E területen a tőzegesedés is jellemző folyamat volt, de a talajvízszint csökkenésével a kotosodás mindenütt megindult. Fontos megemlíteni, hogy egyes kőzetek fejtése nagy területeket érintett, nevezetesen a lajtamészko kőfejtők.

3. A dombság egy klimatikus gradiens középső részén, az Alpok letörésének hűvös és nedves területei, valamint jóval melegebb és szárazabb Fertő-medence között helyezkedik el. Klímája mérsékelt hűvös – mérsékelt száraz, az éves középhőmérséklet $9,9\text{ }^{\circ}\text{C}$, a januári középhőmérséklet $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, a júliusi $20,9\text{ }^{\circ}\text{C}$. Az átlagos évi napfénytartam 1937 óra, az átlagos éves csapadékmennyiség 651 mm , a tenyészidőszakban 415 mm . A borult napok száma 110-120, a hótakarós napoké 45-50, a nyári napoké mindössze 50-60, a téli napoké 25-30 közötti. A klíma enyhességére és a kedvező hő-ellátottságra utalnak a dombsor keleti felének kiterjedt szőlői, itt feltehetően a Fertő kiterjedt víztükrének temperáló hatását is figyelembe kell venni.

4. A dombság felszíni vizekben szegény. A Kőhidai-medence a $7,3\text{ km}$ hosszúságú Rákospatak vízgyűjtőjéhez tartozik, egyetlen kis mellékága a Tóalmi-patak. E vízfolyásoknál több történelmi korban halastavakat létesítettek. A dombsor pannon és miocén üledékei kiváló talajvíztárolók. A térség szarmata rétegeinek víztömege a dombsor nyugati felén lehulló, majd a Kőhidai-medence felé áramló csapadékvízből származik. A keleti oldal szarmata rétegeiből táplálkozik a Fertőrákos és Balf közötti források sora. Sopron vízellátása az 1910-es évektől kezdődően jelentős részben a Kőhidai-medence vízkészleteire alapult (BORONKAI 1959).

A dombsor termőhelyei döntően többletvízhatástól függetlenek, a platórészen apró, változó vízhatású foltokkal. A völgyaljakon sávszerűen időszakos, pontszerűen szivárgó vízhatás, a Kőhidai-medence lápos mélyedéseiben állandó vagy felszínig nedves vízhatás alakulhat ki (KIRÁLY 2001).

5. A dombságon meghatározó jelentőségűek a közethatású talajok és barna erdőtalajok. Előbbiek közül szilárd aljzaton rendzinákkal találkozhatunk. A humuszkarbonát talaj mészhomokon sokféle kimutatható. A barna erdőtalajok közül a barnaföldeket és az agyagbemosódásos barna erdőtalajokat találunk, néhol rozsdabarna erdőtalajok is létrejönnek. Lokálisak az erősen savanyú, nem podzolos barna erdőtalajok. A vázta talajok többsége erősen karbonátos kőzeteken található, kialakulásuk kivétel nélkül antropogén okokra vezethető vissza (kőfejtők, útbevágások). A völgyaljakat lejtőhordalék talajok fedik. A Kőhidai-

medencében meghatározók a réti, lápos réti és láptalajok, itt a vízrendezések miatt a talajfejlődés a telkesített láptalajok és a réti talajok irányába mutat (SZODFRIDT – VIG 1987).

6. A dombság potenciális vegetációtípusát gyertyános-kocsánytalan tölgyesek és cseres-tölgyesek jelentik, de a geológiai adottságok következtében számottevő az edafikus erdőtársulások (mészkedvelő molyhos tölgyesek ill. – főleg a terület déli részén – mészkerülő tölgyesek és gyertyános-tölgyesek) részaránya is. Északi kitettségekben fragmentálisan extrazonális bükkösök és sziklaerdők alakultak ki. A dombságot kettéosztó Kőhidai-medencét egykor láp- és ligeterdei növényzet uralhatta. A dombság régi kultúrtáj, az emberi hatások minden vegetációs egységen éreztetik hatásukat. Az erdő nagy része sarjeredetű, s az egykor kíméletlen erdőhasználatnak köszönhetően számos tisztás, erdőszegély, szárazabb tölgyes állomány alakult ki. Ugyancsak a tájhasználatnak (pl. a híres kőfejtőknek) köszönhetik létüket a sziklagyepek és sztyeprétek, melyek ma a terület nevezetességei. A leromlott fatermőképességű erdők ill. gyepek helyén sokfelé fenyőt és akácot telepítettek. A Kőhidai-medence lápi vegetációjából, a lecsapolások és a talajvízkutak miatt csak töredékek maradtak fenn, ezek egyike, a Kistóalmi-láprét még így is az egyik legnevezetesebb lápunk (SOÓ 1941, KÁRPÁTI 1956, 1958, NIKLFELD 1964, CSAPODY 1975, SZODFRIDT 1978, NIKLFELD 1979, SZODFRIDT – VIG 1987, NIKLFELD 1993, KIRÁLY 2001).

7. A flóra alpokalji jellegét az üde lomberdei (*Knautia drymeia*, *Galium sylvaticum*) és a mészkerülő erdei (*Calluna vulgaris*, *Potentilla rupestris*) fajok is érzékeltetik, ezeknél azonban erősebb alpokperemi hatást tükröznek a sziklai fajok (*Calamagrostis varia*, *Globularia cordifolia*, *Rhamnus saxatilis*). A száraz tölgyesekben és gyepekben számos, a hazai közép-hegységekre jellemző faj (pl. *Linum hirsutum*, *Anemone sylvestris*) fordul elő. A láprét maradványok hidegkori reliktum-fajokat őriznek (pl. *Liparis loeselii*, *Pinguicula vulgaris*, *Primula farinosa*, *Salix myrsinifolia*) (KÁRPÁTI 1956, 1958, 1960, CSAPODY 1975, FRANK & al. 1998, KIRÁLY 1998, KIRÁLY 2000, 2001, KIRÁLY – BÖLÖNI 2004).

8. A mintavételezések a dombság Szárhalmi-erdőnek nevezett központi erdőtömbjében történtek. A legtöbb mintát a Kecse-hegy északias letörésein a dombság montán elemekben leggazdagabb gyertyános-kocsánytalan tölgyeseiben vettem (itt a platós részeken már cseres-kocsánytalan tölgyesek is jelentős szerephez jutnak, de bennük az általam vizsgált fajok nem vagy csak csekély számban fordulnak elő). Több minta a Szárhalmi-erdő magasabban fekvő platójának mélyedéseiben, szintén gyertyános-kocsánytalan tölgyesekből származik (ill. a Pinty-tető alatt kis folton bükkösből, melynek természetes eredete kétségre vonható).

Ikva-sík

1. Alacsony teraszos eróziós sík a Soproni-hegység keleti előterében, az Ós-Ikva kavics-takaróin. E hordalékkúp erősen széttagolt, s lassan ereszkedik le a Fertő-medence allúvi-umára. Átlagos magassága 150-200 m között van, legmagasabb pontja az országhatáron fekvő Borovica (262 m, már a nagyrészt Ausztriában fekvő Kabold-Füles-dombvidék része), míg a kistáj pereme keleten mintegy 120 m tszf. magasságban érintkezik a Kisalfölddel, ill. délen mintegy 150 m tszf. magasságban a Répce-síkkal.

2. Az Ikva-sík geológiailag meglehetősen egységes. Túlnyomórészt folyóvízi kavics fedé, helyenként a teraszos lerakódású kavicsra települt folyóvízi homokrétegekkel. A teraszok kavicsa fokozatosan megy át az Ikva holocén üledékeibe. A Fertő-medence felé néző letöré- sen néhol jelentős löszlerakódás figyelhető meg, lösz mélyutakkal (pl. Fertőboz). Nagycenk térségében kis területen tőzeg-előfordulás is ismert. A kistájban többfelé találhatók hévíz- feltárások.

3. Mérsékelt hűvös – mérsékelt nedves, nyugatról keletre szárazabbá és melegebbé váló éghajlatú. Az évi középhőmérséklet 9,5-10 °C, a januári -1,5 – 1,0 °C, a júliusi 19,5-20,0 °C. Az évi csapadékösszeg 650 mm, a tenyészidőszaké 400-420 mm. A napfényes órák száma átlagosan 1850. A borult napok száma 100-110, a hótakarós napoké 45-50, a nyári napoké 60-65, a téli napoké 25-30 közötti.

4. Teljes egészében az Ikva vízgyűjtő területe, amelynek itteni hossza 37 km. Az Ikva árterének kiterjedése 10,9 km², itt a talajvíz átlagos mélysége 2 m felett van, a pataktól távolodva 4 m alá mélyül. Mellékvizei közül jelentősebbek a Dénesmajori-patak (hossza 6 km, vízgyűjtője 15,6 km²) és az Arany-patak (hossza 19 km, vízgyűjtője 135 km²). Az Ikva-sík termőhelyei döntően többletvízhatástól függetlenek, a teraszokon kisebb változó vízhatású foltokkal. A völgyaljakon keskeny sávban állandó vagy időszakos vízhatás alakul ki.

5. A területre a barna erdőtalajok dominanciája jellemző. Legnagyobb kiterjedéssel a barnaföldek bírnak, csekélyebb az agyagbemosódásos barna erdőtalajok részesedése. Kis foltokon (löszön) csonka és karbonátmaradványos barna erdőtalaj, ill. a lapos platókon pszeudoglejes barna erdőtalaj is előfordul. A többletvízhatás alatt álló ártereken réti talajok képződtek, a völgyaljakon lejtőhordalék talajok is megfigyelhetők.

6. A kistáj potenciális vegetációjában cseres-kocsánytalan tölgyesek dominálnak, nyugati részén gyertyános-kocsánytalan tölgyesek, Fertődnél pedig gyertyános-kocsányos-tölgyesek is előfordulnak. A Fertőre néző dombokon régen talán mészkedvelő erdők vagy lösztölgyesek, az Ikva völgyében pedig ligeterdők is lehettek, de ezek gyakorlatilag teljesen eltűntek. Déli részén Ebergöc mellett egy lápteknő, Muzsajnál kötött talajú cseres-kocsányos

tölgyesek színesítik a képet. Az Ikva-sík nagy részét ma szántók foglalják el, Balf körül jelentős a szőlőművelés. Az egykori kiterjedt legeltetés és makkoltatás az erdők nagy részén ma is érezhető, sok a sarj állomány. A területen ma 5 jelentősebb erdőtömb található, ezekben különösen az akác folyton növekvő részesedése ad okot aggodalomra. Természetszerű gyep a tájban alig van, a jelentősebbnek mondható Fertőboz feletti letörések gyepeit az akác térhódítása fenyegeti (CSAPODY 1975, DÍTĚ & al. 2006).

7. A Nagycenki- és Peresztegi-erdőkben még megfigyelhető az Alpokalja flórahátása (*Calluna vulgaris*, *Luzula luzuloides*, *Primula vulgaris*), de már itt is sok a száraz tölgyes faj (*Dictamnus albus*, *Sorbus torminalis*). A xerotherm elemek tárháza található Fertőboznál, amely gazdagságában (*Adonis vernalis*, *Linum flavum*, *Nepeta pannonica*) a Fertőmelléki-dombsort idézi. Fertőd környékén már kisalföldi, ligeterdei (*Allium ursinum*, *Scilla vindobonensis*) és mocsári (*Cladium mariscus*, *Oenanthe silaifolia*) elemek is felbukkannak. Az ebergöci láprét reliktumai (*Dactylorhiza lapponica*, *Eriophorum latifolium*, *Veratrum album*) viszont az alpokalji lápok gazdagságát idézik (JEANPLONG 1956, CSAPODY 1975, KIRÁLY 1998, 2001, 2005, KIRÁLY & al. 2007).

8. A fragmentált, számos akác- és fenyőtelepítéssel tarkított erdőtömbök több pontján történt mintavételezés, minden esetben gyertyános-kocsánytalan tölgyesben. A Kópházi-erdő a 84-es főút melletti részén és Balf és Fertőboz között a meredek löszletörések zárt völgyeiben zárt gyertyános konszociációban történt mintavételezés (utóbbi hely érdekessége, hogy a völgyek feletti dombélen már zárt molyhos tölgyes ill. száraz gyepek is vannak). Ettől eltérő adottságú mintavételi hely a nagylőzsi Haraszt-erdő és a fertőhomoki Rongyos-erdő, amelyek savanyúbb homokos alapkőzetten, már szárazabb klímában kialakult erdei átmenetet mutatnak a cseres-kocsánytalan tölgyesek és a keményfás ligeterdők felé is.

Répcesík

1. A Répce folyó aszimmetrikus völgyét és az attól északra elterülő tágas síkot magába foglaló kistáj, melyen három hordalékkúp-övezet alakult ki, meglehetősen sík felszínnel. Átlagos magassága 150-180 m között van, az országhatár mellett már a Kabold-Fülesidombvidék 200 m feletti platója húzódik. Legmagasabb pontja a Visi-hegy térségében 245 m, míg a Kisalfölddel nagyjából 120 m-es szintben széles fronton érintkezik.

2. A kistájat az Ős-Répce terciér kavicsstakarója határozza meg, amelyre néhol márga, agyag vagy lösz települt rá. Homok csak a terület peremén (pl. Röjtökmuzsaj) fordul elő. A csaknem tiszta kavicsból álló cementált hordalék számos helyen a felszín alatt 30 cm-re már megtalálható. A Répce és kisebb mellékvizei völgyét holocén üledékek borítják.

3. Mérsékelt hűvös – mérsékelt nedves ill. mérsékelt száraz, nyugatról keletre szárazabbá és melegebbé váló éghajlatú. Az évi középhőmérséklet 9,5-9,7 °C, a januári -1,5 – 1,0 °C, a júliusi 20,0-20,5 °C. Az évi csapadékösszeg 600-650 mm (nyugaton kissé több), a tenyészidőszaké 410-420 mm. A napfényes órák száma 1850-1900. A borult napok száma 100-110, a hótakarós napoké 40-45, a nyári napoké 60-65, a téli napoké 20-25 közötti.

4. A kistáj legfontosabb vízfolyása az Alpokból érkező Répce, melynek itteni hossza 40 km. Mellékpatakjai a Rajna-patak (hossza 8,5 km, vízgyűjtője 14,3 km²), Pós-patak (hossza 24,3 km, vízgyűjtője 107,4 km²), Kocsód-patak (hossza 10,2 km, vízgyűjtője 40,8 km²). A Répce az országhatártól egy darabon mesterséges mederben („Ásás-csatona”) fut. A kistáj É-i (kisebb) fele a Kardos-ér (itteni hossza 29 km) és mellékvize, a Köles-ér (hossza 13 km) vízgyűjtőjéhez tartozik. A Répce-sík termőhelyei főleg többletvízhatástól függetlenek, a teraszokon kisebb változó vízhatású foltokkal. A völgyekben a teljes ártéri skála (a vízzel borított termőhelyekig) megtalálható.

5. A területre a barna erdőtalajok dominanciája jellemző. Legnagyobb kiterjedéssel a barnaföldek és az agyagbemosódásos barna erdőtalajok bírnak. Kis foltokon (löszön) csonka és karbonátmaradványos barna erdőtalaj, a lapos platókon pszeudoglejes barna erdőtalaj is előfordul. Helyenként (főleg a határ közelében) erősen savanyú, nem podzolos barna erdőtalaj is kialakul, míg a Csapod – Iván körüli térségre jellemzőek a kavicsos vázталajok. A többletvízhatás alatt álló ártereken réti, réti öntés és öntéstalajok képződtek, a völgyaljakon lejtőhordalék talajok is megfigyelhetők. Különlegességet jelentenek az Iván mellett előforduló szikes talajok (VÁRALLYAY 1964).

6. A Répce-sík vegetációját a makroklíma mellett a sajátos edafikus tényezők és a tájhasználat is befolyásolta, s ezek függvényében egyes kisebb részei egymástól eléggé eltérőek. A Répce völgyét ligeterdők borították, ezek közül kevés maradt fenn (ilyen a híres csáfordi Tózikés-erdő is), ezek inváziós terhelése magas. Az országhatár menti sáv savanyú talajain gyertyános-tölgyesek alakultak ki, itt ma is magas az erdőborítás, bár sok a telepített fenyves és akác. A Csepreg és Újkér közötti rész egykori zárt erdei szinte teljesen eltűntek, ma alföldi jellegű agrártáj. Iván, Csapod és Vitnyéd térségére az ún. „cseri tölgyesek” jellemzők, ahol az egykori erdei legeltetés szerkezet- és fajkészlet-alakító hatása ma is megfigyelhető. A táj amúgy sem sok gyepe az utóbbi 50 évben nagyon megfogyatkozott. Nedves rétek ma csak a Répce mellett vannak, míg a szárazabb kavicsteraszkon egykori legelőinek többsége beerdősült vagy beerdősítették – általában erdeifenyővel és akáccal (GOMBOCZ 1906, JEANPLONG 1956, KESZEI 2000, KIRÁLY 2005).

7. A Répce mente montán fjai (*Isopyrum thalictroides*, *Ranunculus lanuginosus*, *Scilla drunensis*) sokáig leereszkednek, rétjei ma is fajgazdagok (*Dianthus superbus*, *Iris sibirica*). A határszéli erdőkben több faj (*Knautia drymeia*, *Potentilla rupestris*, *Primula vulgaris*) még alpokalji hatást jelez. A „cseri talajok” a pionírok (*Isolepis setacea*, *Montia arvensis*, *Vulpia* spp.), mocsári növények (*Carex vesicaria*, *Juncus atratus*) és száraz tölgyes elemek (*Rosa gallica*, *Vicia cassubica*) furcsa egymásmellettségét eredményezik. Szigetszerűen (Iván, Vitnyéd) a szikesek növényei (*Artemisia santonicum*, *Aster canus*, *Peucedanum officinale*) is előfordulnak (GOMBOCZ 1906, ZÓLYOMI 1941, JÁVORKA 1940, JEANPLONG 1956, KESZEI 2000, KIRÁLY 2005, KIRÁLY & al. 2007).

8. Mintavételezés történt a Röjtökmuzsaj felett húzódó ún. Lövői-domb löszlepellet borított északi letörésén, ahol viszonylag tipikus gyertyános-kocsánytalan tölgyesek maradtak fenn. A Völcsaj községhatárban található Csonkás-erdő – amely szigetszerű elhelyezkedésű, szántókkal határolt – már átmenetet mutat a cseres-kocsánytalan tölgyesek felé. Különleges adottságú Csáfordjánosfa határában a Tőzikés-erdő, amely a Répce mente utolsó természet-szerű állapotú keményfás ligeterdeje. A Répce-sík más területein uralkodó cseres-kocsánytalan tölgyesekben a vizsgált növényfajok nem fordulnak elő.

Kőszeg-hegyalja

1. A Kőszegi-hegység K-i és D-i előterében teraszos hegyláb felszín, a Kőszeg-hegyalja terül el, amit a Gyöngyös-patak völgye választ ketté. Egyes szerzők ide vonják a Vas-hegy csoportját is Felsőcsatár felett. A kistáj változatos felszínű, általában 250-300 m magas dombság, legmagasabb pontja a Nagyvilágos-hegy (378 m), legalacsonyabb pontja a Boldog-asszony-patak völgyében valamivel 200 m alatti.

2. A Gyöngyös völgyétől keletre kavicsos fennsík maradványok, jégkori vályog, sőt a Répce-völgyre néző peremen még löszös üledék is található. A Gyöngyös völgyétől nyugatra lepelkavicsos, jégkori agyagos-vályogos, tipikusan kis esésű hegylábi lejtő húzódik D-felé. A Vas-hegy csoportban zöldpala, csillámpala, sőt néhol szerpentin is a felszínre bukkan (VARRÓK 1955).

3. A hűvös-csapadékos klímájú Kőszegi-hegység lábától a kistáj keleti széléig (Csepreg) meglehetősen gyorsan változó éghajlati gradiens húzódik. Az évi középhőmérséklet Kőszegen 9 °C, Csepregen 9,5°C, a januári -1,5 – 1,0 °C, a júliusi 19,0-19,5 °C. Az évi csapadékösszeg Kőszegen 750 mm feletti, Csepregen 650 mm, a tenyészidőszaké 420-450 mm. A napfényes órák száma 1800-1850. A borult napok száma 100-120, a hótakarós napoké 45-50, a nyári napoké 50-60, a téli napoké 25-35 közötti.

4. A kistájat kettéosztja az Alpokból érkező Gyöngyös (itteni hossza 12 km). A vízgyűjtőjéhez tartozik tőle délre a Szerdahelyi-, Szinesei- és az Arany-patak, tőle északra Kozár-Borzó. Már a Répce vízgyűjtőjéhez tartozik a kistáj északi szélén az Ablánc- és a Boldog-asszony-patak, míg a kistáj déli peremét kis szakaszon érinti a Pinka. A terület termőhelyei főleg többletvízhatástól függetlenek, a teraszokon kisebb változó vízhatású mélyedésekkel, meredekebb letörések alján szivárgóvizes foltokkal. A völgyekben szinte a teljes ártéri skála (a felszínig nedves termőhelyekig) megtalálható.

5. A Kőszeg-hegylaját a barna erdőtalajok dominanciája jellemzi. Legnagyobb kiterjedéssel az agyagbemosódásos ill. az erősen savanyú, nem podzolos barna erdőtalajok bírnak. A lapos platókon jelentősek a pszeudoglejes barna erdőtalajok. A Vas-hegy csoporton jellegzetesek a sziklás-köves vázталajok. A többletvízhatás alatt álló ártereken réti, réti öntés és öntéstalajok képződtek, a völgyaljakon lejtőhordalék talajok is megfigyelhetők.

6. Viszonylag homogén vegetációjú, átmeneti sáv a Kőszegi-hegység és előterének dombvidékei közt. Potenciális vegetációját zömmel (gyakran mészkerülő jellegű, néha talán erdeifenyő-elegyes) gyertyános-kocsánytalan tölgyesek jelentik, keleti felén néhol már cseres-tölgyesekkel, északi oldalakon kisebb bükkösökkel. Kivételes színfoltot jelent a Vas-hegy hazai részének tömbje, sziklai társulásokkal. A kisebb folyók mellett égerligetek és (egykor) keményfás ligeterdők álltak. A kistáj mai képében igen jelentős a jellegtelen, fajszegény gyertyános-tölgyes származékok aránya. Erdészeti prioritás a fenyőfajok mesterséges elegyítése vagy elegyetlen telepítése – ennek eredményeként az utóbbi 50 évben egész erdőtömbök alakultak át teljes mértékben. A hagyományos gazdálkodást idéző füves, nyílt tölgyeseknek mára hírmondója is alig maradt. A még fél évszázada is fejlett rétgazdálkodás teljesen megszűnt, s a rétek vagy beerdősültek, vagy gyakran szántóvá váltak. Elsősorban a vízközeli élőhelyek inváziós fertőzöttsége nagyon jelentős (ZÓLYOMI 1939, BARTHA – MARKOVICS 1994, SZMORAD 1994, KIRÁLY & al. 2003, HALÁSZ 2006, KIRÁLY & al. 2007).

7. A terület flórájában még vannak bizonyos dealpin fajok, de főleg csak folyók mellett leereszkedve (pl. *Alnus incana*, *Chaerophyllum hirsutum*, *Crocus albiflorus*). Számos értékes acidofil faj tükrözi vissza a geológiai adottságokat (pl. *Carex fritschii*, *Laserpitium pruthenicum*, *Pyrola rotundifolia*), ezek azonban erősen visszaszorulóban vannak. Különleges fajok gyűjtőhelye a hűvös Pinka-szurdok (*Selaginella helvetica*, *Stellaria nemorum*) és a környező palahegyek xerotherm növényzete (*Asplenium septentrionale*, *Veronica dillenii*). Országosan is kiemelkedők a Kőszeg melletti tőzegmohás lápok és egyéb lápi társulások (*Carex cespitosa*, *Sphagnum* spp., *Eriophorum* spp.) (WAISBECKER 1891, CSAPODY 1994, KIRÁLY 1996, 1997, KIRÁLY & al. 2007).

8. A kistáj nyugati, kimondott montán hatás alatt álló peremén végeztem felvételezéseket. A Kőszeg – Horvátzsidány között futó közút két oldalán (Alsó-erdő) mészkerülő jellegű gyertyános-kocsánytalan tölgyesekben több mintát vettük (ugyanitt sok helyen már valódi mészkerülő tölgyesek is kialakultak). A másik mintavételei terület a Kiszsidány feletti dombvonulat északi letörésén (Pusztika-erdő) kisebb extrazonális bükkös folt, amelyet fenyő- és akác telepítések, ill. jellegtelen gyertyános konszociációk határolnak.

Mosoni-sík

1. A kistáj teljes egészében magasártéri helyzetű hordalékkúp-síkság, északon a Mosoni-Duna ártere, délen a Hanság ill. a Rábaköz felé fokozatos átmenettel. Magassága északnyugaton 125-130 m, délkeleten 110-115 m között változik, általános DK-i lejtéssel. Az alacsony szintkülönbségek miatt völgyhálózat nem jött létre, a felszint csak a vízfolyások medrei tagolják.

2. Földtanilag a Kisalföld süllyedő medencéjébe épült dunai hordalékkúp. Felszínét északi részén jelenkori folyóvízi iszap, a Lajta mentén kavics, attól délre iszapos és infúziós löszös üledéktakaró borítja. A mélyebb rétegek 50-200 m mélységig jó víztározó folyóvízi iszapos-homokos-kavicsos rétegekből állnak. Déli peremén helyenként tőzeges rétegek is települtek.

3. Mérsékelt hűvös és száraz éghajlatú kistáj. Az évi középhőmérséklet 9,5-10, °C, a januári -2,0 – 1,5 °C, a júliusi 20,5-21,0 °C. Az évi csapadékösszeg átlagosan 600 mm körüli (nyugaton kissé több), a tenyészidőszaké 330-340 mm. A napfényes órák száma valamivel 1900 feletti. A borult napok száma 90-100, a hótakarós napoké 35-45, a nyári napoké 60-70, a téli napoké 20-25 közötti.

4. A terület nagyobb része a Mosoni-Duna vízgyűjtő területe, amely északról 104 km hosszan határolja. Nagyobb vízfolyás még a Lajta 18 km-es hazai szakasza, ill. a Lajtabalparti-csatorna. A hansági peremrészről a Tőzeg-csatorna a Mosoni-Dunába, az Öttevényi-csatorna és a Lébényi-csatorna a Rábcába vezeti a vizet. Termőhelyei főleg többletvízhatástól függetlenek, a terület mintegy negyedén időszakos vízhatásúak, jelentősebb többletvíz csak a csekély kiterjedésű ártereken mutatható ki. A kistájon számos kavicsbányató létesült.

5. A tájra a löszös üledékeken kialakult mezőségi talajok (pl. mészlepedékes és réti csernozjom). A Mosoni-Duna szomszédságában és a Lajta mellett réti, réti öntés és öntéstalajok, a Hanság peremén lápos réti és telkesített láptalajok találhatóak.

6. A kistáj termőhelyi heterogenitása a potenciális vegetáción is érezteti hatását. Nyugati, határmenti részén valószínűleg száraz cseres-tölgyesek és erdőssztyep-erdők álltak, esetleg száraz gyepekkel mozaikosan. Keleti részén a száraz erdők mellett gyertyános-kocsányos

tölgyesek is létrejöttek, és itt már a ligeterdők és mocsári növényzet is számottevő volt. A Szigetközzel szomszédos sávban uralkodók voltak a ligeterdők – a területen gyakorlatilag csak itt maradtak fent nagyobb erdőtömbök. A Mosoni-sík mai képét a szántóföldi művelés határozza meg, a természetes élőhelyek kiterjedése csekély, az erős fragmentációhoz a sok közlekedési létesítmény is hozzájárul. A Mosoni-Duna mellett akadnak ligeterdő-maradványok, sokkal jelentősebb azonban az ültetvényszerű nyárasok aránya. Az itt egykor kiterjedt nedves rétek nagy része eltűnt. Kiemelkedő érték a lébényi Tölgy-erdő, a Kisalföld legszebb maradvány gyertyános-kocsányos tölgyese. A száraz tölgyeseknek a tájban szinte hírmondója sem maradt, a száraz gyepek (pl. homoki gyepek Győrnél, löszgyepek Várbarlagnál) is egész ritkák (ZÓLYOMI 1934, 1937, POLGÁR 1941, WERNER ex litt.).

7. A Mosoni-sík nyugati részén a Pándorfalvi-platóval rokon sztyeppnövényzet elemei említhetők (*Adonis vernalis*, *Astragalus austriacus*, *Salvia aethiops*), e terület rész ma is értékes szeptális gyomok menedéke (*Lycopsis arvensis*, *Thymelaea passerina*). A Mosoni-Duna menti erdőkben sok faj tükröz montán hatást (*Allium ursinum*, *Asarum europaeum*, *Oxalis acetosella*), a Lébénynél ugyanerre utal a *Carex pilosa*. Nedves réteken érdekességei a *Clematis integrifolia*, *Lathyrus palustris*; Győrnél homokon már *Blackstonia acuminata*, *Oxytropis pilosa* is megjelenik (ZÓLYOMI 1934, 1937, POLGÁR 1941, WERNER ex litt.).

8. Mintavételezésre alkalmas helyet csupán a lébényi Tölgy-erdő jelentett, amely a kistáj DK-i sarkában helyezkedik el. Ez a Kisalföld egyik legjelentősebb gyertyános-kocsányos tölgyese, számos montán faj szigetszerű előfordulási helye.

Szigetköz

1. A kistáj egésze egészében a Duna (Öreg-Duna) és a Mosoni-Duna között elhelyezkedő árvízveszélyes alacsony- és magasártéri síkság, magassága 110-125 m között változik. A feltöltődő területen völgyhálózat nem maradhatott fenn, de jelentős a mikrodomborzat, a felszínt élő és egykori medrek tagolják. A Duna-ártér természetes mederfejlődését a szabályozások jelentősen korlátozzák.

2. A terület jelenleg is süllyedő medencerészlet, amelyet a Duna harmadkor végi hordalékkúpja tölt ki. A süllyedéket kitöltő homokos-kavicsos rétegek vastagsága 100-250 m, alattuk a homokos-iszapos pannon üledékek néhol 2000 m-nél is vastagabbak, nagytömegű rétegvizet tartalmaznak. Egyes holtágakban tőzegréteg, az élő medrek közelében iszapos alluviális üledékek is fejlődhetnek.

3. A Szigetköz felső és alsó része közt (a Kisalföld belseje felé haladva) jelentős éghajlati eltérések adódnak. A Felső-Szigetköz klímája mérsékeltén hűvös, az évi középhőmérséklet

9,5 °C, a januári -2,0 – 1,5 °C, a júliusi 20,5-21,0 °C. Az évi csapadékösszeg 620 mm körüli, a tenyészidőszaké 340 mm. A napfényes órák száma valamivel 1900 feletti. A borult napok száma 90-100, a hótakarós napoké 35-45, a nyári napoké 60-70, a téli napoké 20-25 közötti. Az Alsó-Szigetköz éghajlata némileg melegebb és szárazabb.

4. Az egész terület a Duna vízgyűjtő területe, melynek árterét kiépített árvízgátak kísérik, az árterület mintegy 30 km² (az egykori több mederből a vízrendezések során egy fő medret alakítottak ki). A folyónak általában egy tavaszi és egy nyár eleji árvize van, a szlovák területen az 1990-es években megépített vízi erőmű miatt azonban a természetes vízjárás jelentősen átalakult. A Mosoni-Duna vízszintjét mesterségesen szabályozzák. A Szigetköz magasártéri részei többletvízhatástól függetlenek vagy időszakos vízhatásúak, az alacsonyabb ártéren azonban megfigyelhető a teljes szukcessziós sor. A kistájon számos kavicsbányató létesült.

5. A kistáj talajait az ártéri öntések (nyers és humuszos öntéstalajok) uralják, melyek továbbfejlődhetnek a réti erdőtalajok irányába. Fontos szerepe van a réti és réti öntés talajoknak is, míg jóval ritkábbak a láptalajok, illetve (Győr közelében) a különböző homoktalajok. A termőhelyek minősége szempontjából főleg a kavicsos alapkőzeteken bír nagy jelentőséggel a talajvíz mélysége.

6. A Szigetköz potenciális vegetációja az alföldi folyó menti szukcessziós sorok jó példája. A szélsőséges termőhelyeken a vegetáció kialakulására a vízviszonyokon túl a hordalék milyensége volt döntő hatással. Az élő medrek mellett a bokorfüzesektől az elárasztást nem kapó gyertyános-kocsányos tölgyesekig terjed a sor. A lefűződő medrekben a növényzet fejlődése a lápok irányába mutat. A magasabb hátaikon száraz tölgyesek is kialakultak. A kistáj mai képét a vízrendezések nagymértékben átalakították, s a megmaradt ártéren is beszűkült a természetes vegetációfejlődés lehetősége, ezt fokozza a nagyon erős inváziós terhelés. A természetszerű ligeterdők aránya ma a kultúr-állományokénak csak töredéke, s az erdők állapota továbbra is romló tendenciát mutat (különösen a puhafás állományokban). A korábbi rétművelés teljesen megszűnt, kaszált gyepek csak a töltések közelében vannak. A pionír élőhelyeket a zátonyok megszűnése ellenére az anyagnyerő tavak részben újratermelik (ZÓLYOMI 1937, POLGÁR 1941, SIMON 1962, 1992, KEVEY 1996, 1998).

7. A ligeterdőkben számos, a hegyvidékekről leereszkedett faj található (*Carex pilosa*, *Petasites hybridus*, *Lilium bulbiferum*, *Stellaria nemorum*), köztük figyelemreméltó pionírok (*Myricaria germanica*, *Salix elaeagnos*, *Selaginella helvetica*). A nedves rétek utolsó maradványain *Gentianella austriaca*, *Iris sibirica*, a lápfragmentumokon *Carex appropinquata*, *Thelypteris palustris* élnek. A hátaik száraz tölgyeseiben *Buglossoides purpureo-caerulea*,

Carex alba, *Lonicera xylosteum*, a száraz gyepekben a *Jurinea mollis*, *Stipa pennata* érdemel említést (ZÓLYOMI 1937, POLGÁR 1941, WERNER 1990, KEVEY – ALEXAY 1992).

8. A Szigetköz keményfás ligeterdei és gyertyános-kocsányos tölgyesei főleg a kistáj ÉNy-i részén gazdagok montán elemekben, a vizsgált fajokhoz köthető mintavételeket is itt végeztük. Felvételi pontjaink a Halászi község határban található „Ásványok”, ill. a hédervári Vadaskerti-erdő keményfás ligeterdeiben helyezkednek el.

5. A vizsgált növényfajok jellemzése

A vizsgált növényfajok bemutatása rendszertani sorrendben, egységes szempontok alapján történik. Az egyes pontok kidolgozásánál alapmunkákat dolgoztam fel, ezeket a szempontok általános felsorolásánál közlöm, e részben ezért csak az egyéb források esetében szerepelnek szövegközi hivatkozások. Az ismertetés szempontjai a következők:

- Nevezéktan, szinonimák (SOÓ 1964-1980, SIMON 2000 alapján)
- É = Életforma (KÄSTNER – KARRER 1995, ELLENBERG & al. 1992, SIMON 2000 alapján). A Kästner-Karrer-féle növekedési forma-rendszer nem feleltethető meg a magyar rendszernek. Kísérletet tettem a magyar terminológia használatára, de az egyértelműség kedvéért az eredeti megjelölést is megadom zárójelben.
- M = Morfológiai jellemzés, virágzás- és termésérés ideje (HESS & al. 1967-1972, SEBALD & al. 1998, SIMON 2000, FISCHER & al. 2005 alapján)
- Ö = Ökológiai igények (CSAPODY & al. 1962, SOÓ 1964-1980, HESS & al. 1967-1972 alapján, ill. a mutatószámok összefoglaló táblázata SOÓ 1964-80, ZÓLYOMI & al. 1967, ELLENBERG & al. 1992, BORHIDI 1995, SIMON 2000 szerint)
- E = Elterjedés (SOÓ 1964-1980, HESS & al. 1967-1972, MEUSEL & al. 1965, 1978, 1992, HULTÉN – FRIES 1986 alapján)
- H = Hazai előfordulások (SOÓ 1964-1980, SIMON 2000 alapján), ezen belül alaposabban tárgyalva az ÉNy-dunántúli előfordulási viszonyok.
- C = Cönológiai viszonyok (SOÓ 1964-1980, SIMON 2000, BORHIDI 2003 alapján)

5.1. Erdei gyöngyköles – *Buglossoides purpureocaerulea* (L.) JOHNSTON

[syn.: *Aegonychon purpureocaeruleum* (L.) HOLUB, *Lithospermum purpureocaeruleum* L., *L. lucanum* N. TERRAC., *L. purpurascens* GUULDENST., *Margarospermum purpureocaeruleum* (L.) FOURR., *Rhytispermum purpureocaeruleum* (L.) LINK]

É: Chamaefita – Hemikriptofita (SEBALD); Ch–He, áttelelő levelekkel (ELLENBERG); He(-Ge) (SIMON). Évelő lágyszárú indákkal és olyan felálló hajtásokkal, amelyek később ívesen visszahajlanak a talajra, majd vagy a talajon kúszva továbbnőnek, vagy rögtön tölevélrőzsát hoznak létre és járulékos gyökereket fejlesztenek (Ausläufer-Bogentriebstaude, KÄSTNER – KARRER 1995).

M: Fásodó gyöktörzsű indás növény. A szár 20-50(-70) cm hosszú, elfekvő v. felegyenesedő, a levelek ülők, lándzsásak, épszélűek, fonákukon csak a középér látható. Az egész növény erősen, rásimulóan szőrös, a szőrök az alapjukon vastagabbak. Virágzata kunkor, fellevelekkel. A virágok kocsánya 1-2 mm, a csésze terméséréskor 8-12 mm hosszú, fogai hegyesek. A szirmok (12-)14-19 mm hosszúak, először liláspirosak, majd kékek, a pártá torkában 5 molyhosan szőrös csíkkal. A porzók és a termő nem hosszabb a pártacsónél. A résztermés tojásdad, sima, fénylő, fehér, 4-5 mm hosszú. Áprilistól júniusig virágzik, termése a nyár második felére érik be, de gyakran még a télre is a kórón marad.

Ö: Melegkedvelő, mészkedvelő jellegű faj, elvértve mészből szegény aljzaton is előfordulhat. Magyarországon leginkább lösz, bazalt, mészkő és dolomit alapkőzetben kialakult talajokon él, továbbá jellemző a bázisokban gazdag andeziten (ZÓLYOMI 1962). Általában száraz-félszáraz talajokhoz kötődik, ritkán nedves talajon is megfigyelhető. Viszonylag fényigényes, árnyas erdők belsejében gyakran nem virágzik, csak indáival terjed.

A „*Lithospermum purpureocaeruleum*” ököcsoport faja, hasonló karakterű fajok még: *Carex flacca*, *Cornus mas*, *Lactuca quercina*, *Melica picta*, *Potentilla micrantha*, *Pulmonaria mollis*, *Ruscus aculeatus*, *Sorbus torminalis*, *Tamus communis*, *Veratrum nigrum*, *Viola cyanea*, *Waldsteinia geoides*.

Mutatószámok összefoglaló táblázata																			
Soó				Zólyomi			Ellenberg					Borhidi					Simon		
T	F	R	N	T	W	R	T	F	R	N	L	T	W	R	N	L	T	W	R
4	2-3	4	2-3	6	3	5	7	4	7	4	5	7	4	8	4	5	6	3	4

E: Szubmediterrán jellegű közép- és dél-európai faj (az Ibériai-félszigeten hiányzik), van Ázsia DNY-i részén (Irán, Kaukázus déli előtere) is. Európai elterjedésének északi határa Dél-Angliától Közép-Németországon keresztül Ukrajnáig fut. Közép-Európában dombvidéki növény, amely az Alpok déli részén (Dél-Tirol, Wallis) 1000-1200 m magasságba is felhatolhat.

H: Kollin-szubmontán faj. A közephegységeken általánosan gyakori, továbbá jellemző a Dél-Dunántúl meszes alapkőzetű területeire is. A Nyugat-Dunántúlon edafikus okokból igen szórványos, ahogy a Nagy- és Kisalföld peremrészein is.

Az ÉNY-Dunántúlon a Fertőmelléki-dombsor mészkedvelő erdeiben gyakori, jellegzetes faj, innét előfordulása kisugárzik a Soproni-hegység, valamint az Ikva- és Répce-sík egyes erdeibe is. A Kisalföldön ritka, jelentősebb előfordulásai csak a Szigetközben vannak.

C: Mészkedvelő tölgyesek és cseres-tölgyesek jellemző, gyakran „erdészeti típusalkotó” növénye, amely (főleg bázisokban gazdag alapkőzetten) áthúzódik gyertyános-kocsánytalan tölgyesekbe és törmeléklejtő-erdőkbe is. Ritkábban megtalálható bokorerdőkben, szikla-erdőkben és széleiken, tisztásaikon is. Síkvidéken elsősorban keményfás ligeterdőkben vagy ún. „ártéri száraz tölgyesekben” bukkan fel.

5.2. Szagos müge – *Galium odoratum* (L.) SCOP.

[syn.: *Asperula odorata* L., *Asterophyllum asperula* SCHIMP. & SPENN., *A. sylvaticum* SCHIMP. & SPENN., *Chlorostemma odorata* (L.) FOURR.]

É: Geofita, gyakran áttelelő levelű növény, egyes szerzők (tévesen) hemikryptofitának írják.

Tőlevélrózsa nélküli évelő, igen vékony (hajszálvékony), a talaj felszínéhez közel, vízszintesen kúszó, hosszú szártagú, járulékos gyökereket és pikkelyleveleket viselő, rövid életű tarackokkal, melyek elhalása után új egyedek keletkeznek (Faden-Erosulat-Ausläuferstaude, KÄSTNER – KARRER 1995).

M: 10-50 cm magas, négyélű, felálló, el nem ágazó szárú növény, hosszan kúszó vékony tarackkal. Levelei 6-10 tagú örvökben állnak, visszás tojásdadok – lándzsásak, max. 15 mm szélesek, kopaszak, szálkás csúcsúak, megdörzsölve kumarin illatúak. A virágok végálló bogernyőbe tömörülnek. A pártacsó fehér, 4 cimpájú, kb. a feléig osztott. A termések gömbölydedek, kb. 3 mm hosszúak, kampós végű, világos színű serteszőrök sűrűn borítják. Április-májusban virágzik, termése a nyár első felében érik.

Ö: Tipikus üde lomboserdő faj, amely üde (ritkán félszáraz vagy félnedves-nedves), ép mull humuszos szintű talajokat kedvel. SOÓ szerint talajreakció szempontjából közömbös, tápanyagban és bázisokban gazdag, gyengén savanyú talajokra jellemző. Árnyéktűrő, a tartós erős megvilágítást nem tolerálja.

Az „*Asperula odorata*” ököcsoport faja, hasonló karakterű fajok még: *Actaea spicata*, *Carex sylvatica*, *Daphne laureola*, *D. mezereum*, *Euphorbia amygdaloides*, *Hepatica nobilis*, *Listera ovata*, *Neottia nidus-avis*, *Omphalodes scorpioides*, *Ruscus hypoglossum*, *Sanicula europaea*, *Symphytum tuberosum*, *Veronica montana*, *Viola riviniana*, *V. sylvestris*, (*Fagus sylvatica*)

Mutatószámok összefoglaló táblázata																			
Soó				Zólyomi			Ellenberg					Borhidi					Simon		
T	F	R	N	T	W	R	T	F	R	N	L	T	W	R	N	L	T	W	R
3	3	4	2-3	5	5	3	5	5	6	5	2	5	5	6	5	2	5	5	3

E: Európai (-mediterrán faj), amely a kontinens nagy részén megtalálható (hiányzik a Skandináv-félsziget egy részéről, Oroszország európai részének É-i és DK-i feléből). Megtalálható továbbá – meglehetősen diszjunkt formában – Közép-Ázsia magasabb hegységeiben, a Kaukázusban, Kisázsiaiában és a Távols-Keleten, sőt az Atlasz-hegységben és (behurcolva) az Egyesült Államok több pontján is.

H: Kollin-szubmontán faj. A középhegységekben és a Dunántúl dombvidékein gyakori, a Nagy- és Kisalföldön ritka, visszaszorulóban lévő, veszélyeztetett.

Az ÉNy-Dunántúlon a határszéli középhegységekben és az előterük platós síkjain jellemző, gyakori faj, amely a Kisalföld irányába fokozatosan ritkul. Magán a Kisalföldön a Szigetközben még ma is sokfelé előfordul, ettől délre igen ritka, s csak a Rábaköz néhány pontján található meg.

C: Bükkösök és gyertyános – kocsánytalan tölgyesek gyakran tömeges megjelenésű növénye, számos társulásban típusalkotó. Előfordulása cseres állományokban egykori, erdészetileg átalakított gyertyános-tölgyesre utal. Alkalmilag megtalálható szurdokerdőkben és törmelék-lejtő erdőkben, valamint szárazabb termőhelyek mészkedvelő erdeiben. Az Alföldön keményfás ligeterdők és gyertyános – kocsányos tölgyesekben fordul elő.

5.3. Erdei galaj – *Galium sylvaticum* L.

É: Hemikryptofita (SEBALD); geofita, levelei nem telelnek át (ELLENBERG); Geofita (SIMON). Tőlevélrózsa nélküli, karógyökeres évelő, a főgyökér csúcsán, a talaj szintjén vagy közvetlen alatta található szimpodialis hajtásrendszerrel, amely az éves hajtások elfásodó, rövid szártagú bazális részéből áll, sarjtelepet nem képez (Erosulat Pfahlwurzel Pleiokormstaude, KÄSTNER – KARRER 1995).

M: A szár 30-100 cm magas, felálló, lazán ágas, keresztmetszete kerek vagy gyengén, lekerekítetten négyoldalú, kopasz, sima. A szár töve nem tarackos. A levelek 6-8 tagú örvökben állnak, hosszúkás-elliptikusak, szálkás csúcsban végződők, színük szürkészöld, fonákuk világosabb. A virágok laza bugában nyílnak, az egyes virágok vékony, bimbós

állapotban bókoló kocsányon. A szírom fehér, 2-2,5 mm hosszú. Júniustól szeptemberig virágzik, a nyár második felében és kora ősszel terem.

Ö: A talaj tekintetében viszonylag tág tűrésű, a vízellátottságot tekintve a száraztól az üde termőhelyekig előfordul, a talajreakció tekintetében pedig az erősen savanyú ill. a kimondottan meszes talajok kivételével bárhol előfordulhat. Meglehetősen fényigényes, mély árnyékban egyáltalán nem virágzik, viszont vágásterületeken jól érzi magát.

A „*Stellaria holostea*” ököcsoport faja, hasonló karakterű fajok még: *Campanula rapunculoides*, *C. trachelium*, *Epilobium montanum*, *Gagea pusilla*, *Hedera helix*, *Myosotis sparsiflora*, *Polygonatum multiflorum*, *Primula vulgaris*, *Pulmonaria officinalis*, *Stellaria holostea*, *Vicia oroboides*, (*Carpinus betulus*, *Fagus sylvatica*)

Mutatószámok összefoglaló táblázata																			
Soó				Zólyomi			Ellenberg					Borhidi					Simon		
T	F	R	N	T	W	R	T	F	R	N	L	T	W	R	N	L	T	W	R
3	3	2-3	2	5	6	3	5	5	6	5	5	5	6	6	5	4	5	6	3

E: Tipikus közép-európai faj, megtalálható az Alpokban, annak északi és déli előterében, egész Németországban, Csehországban és Szlovéniában; Lengyelország és Magyarország nyugati, Franciaország keleti szélén. Északkelten Észtországban is ismertek szórványai, míg romániai és szlovákiai jelzései kétes értékűek, valószínűleg a rokon, vikariáns *Galium schultesii*-re vonatkoznak (vö. HADAČ 1969, EHRENDORFER 1975).

H: Kollin-szubmontán faj, a Nyugat-Dunántúl és a Dunántúli-középhegység nyugati felének (a Vértesig) jellemző, szórványos ill. gyakori növénye, előfordul még Belső-Somogyban és a Zselicben is, majd e vonaltól keletre felváltja a *Galium schultesii* (mellyel viszonylag kevés helyen fordul elő együtt). Alföldi előfordulásai nem ismertek.

Az ÉNy-Dunántúl határszéli részein gyakori, majd a Kisalföld felé közeledve egyre ritkul, s magára a síkra már nem jut el (utolsó alföldperemi lelőhelye Rőjtökmuzsaj mellett van, vö. KIRÁLY – KIRÁLY 2000).

C: Bükkösök és gyertyános-tölgyesek félszáraz-üde típusaiban, valamint némileg mészkerülő jellegű változataiban jellemző faj. Ritkán megtalálható cseres-tölgyesekben is, a Fertőmelléki-dombsoron mészkedvelő tölgyesben is ismert.

5.4. Fürtös salamonpecsét – *Polygonatum multiflorum* (L.) ALLIONI

[*Convallaria bracteata* E. THOMAS ex GAUDIN, *C. multiflora* L., *Polygonatum bracteatum* (GAUDIN) A. DIETR., *P. gussonei* CES., PASS. & GIBELLI]

É: Gyöktörzsés geofita (SEBALD); Geofita, áttelelő levelek nélkül (ELLENBERG), Geofita (SIMON). Élő növény egyöntetűen, feltűnően megvastagodott, rövid szártagú, szimpodialis gyöktörzssel (Speicher-Rhizomstaude KÄSTNER – KARRER 1995).

M: Gyöktörzse szimpodialis, vízszintesen kúszó, elágazó, fehér színű. Felálló, el nem ágazó szára 30-60(-100) cm magas, felső része leveles. A levelek két sorban állnak, tojásdadok v. hosszúkás-elliptikusak, 3-6 cm szélesek, 2-3× olyan hosszúak, mint szélesek, a levélalagnál hirtelen keskenyedők. A levél színe sötétebb zöld, fonáka hamvas zöld. A virágok (1-)2-5(11)-esével állnak, számos levél hónaljából, fonalas kocsányon egy irányba csüngők, nem illatosak. A lepel majdnem teljesen összenőtt, 6 cimpával. A lepelcső fehér, zölde mintázattal, közepén szűkített, elöl tölcészerűen táguló, 11-15(-18) mm hosszú, 2-4 mm átmérőjű. A 6 porzó a lepelcsőbe rejtett, vele a feléig összenőtt, a porzósálak molyhosan szőrösek. A termő felső állású, 3 rekeszű, a bibeszál fonalas, 3 karéjú bibével, a porzóknál hosszabb. A bogyók sötét- vagy feketéskékek, hamvasak, átmérőjük 8-10 mm. Május-júniusban virágzik, termése nyáron érik, de néha még ősszel is a növényen marad.

Ö: Üde vagy félszáraz termőhelyeken érzi jól magát, a talajreakcióra nézve elég tág tűrésű. Kedveli a mély, mull humuszos felszínű talajokat, de gyengébb növekedést mutatva erodált felszíneken is előfordul. Árnyéktűrő, viszonylag mély árnyékban is képes virágozni és termést hozni. A „*Stellaria holostea*” ököcsoport faja, hasonló karakterű fajok még: *Campanula rapunculoides*, *C. trachelium*, *Epilobium montanum*, *Gagea pusilla*, *Galium sylvaticum*, *Hedera helix*, *Myosotis sparsiflora*, *Primula vulgaris*, *Pulmonaria officinalis*, *Stellaria holostea*, *Vicia oroboides*, (*Carpinus betulus*, *Fagus sylvatica*)

Mutatószámok összefoglaló táblázata																			
Soó				Zólyomi			Ellenberg					Borhidi					Simon		
T	F	R	N	T	W	R	T	F	R	N	L	T	W	R	N	L	T	W	R
3	3	2-4	2	5	5	3	X	5	6	5	2	5	5	7	4	3	5	5	3

E: Majdnem egész Európában előfordul, Észak-Skócia és Írország, valamint az Ibériai-félsziget nagy része kivételével. Skandináviában a 60. szélességi fokig hatol északra. Kis,

diszjunkt rész-areákkal Ázsia mérsékelt övi (pl. Kaukázus, Kisázsia, Himalája) részén egészen Japánig előfordul.

H: Kollin-szubmontán faj, középhegységeken és dombvidékeken az egész országban általános. A Nagy- és Kisalföld peremrészein szórványos, belső részeiken kimondottan ritka. Az ÉNy-Dunántúlon zárt erdeiben mindenhol megtalálható, a síkvidéki területeken főleg a Szigetközben.

C: Bükkösök, gyertyános-kocsánytalan tölgyesek növénye, nem ritkán ezek mészkerülő variánsaiban is felbukkan. Síkvidéki körülmények között keményfás ligeterdőkben és gyertyános – kocsányos tölgyesekben fordulhat elő.

5.5. Bükksás – *Carex pilosa* SCOP.

[syn.: *C. nemorensis* GMEL.]

É: Hemikryptofita – geofita, áttelelő levelekkel (ELLENBERG); hemikryptofita (SIMON).

Gyepes tövű évelő, mellégyökérszettel, felálló szárral, mely az alsó részén igen rövid szártagú, elágazó és sűrűn álló szálal töleveleket visel. A föld alatt hosszú szártagú tarackot képez nagy számban, sarjtelepet alkot (Ausläufer Horststaude KÄSTNER – KARRER 1995).

M: Hosszan kúszó, 1-2 mm vastag rizómájú növény. A szár 3 élű, 20-50 cm magas, tompán három élű, sima. A levelek sötétzöldek, 5-11 mm szélesek, élükön pillásak. A virágzat gyakran olyan hosszú, mint a szár hosszának a fele, 1 hosszú kocsányon ülő porzós végálló és 2-4 távolabbi termős füzérkéből áll. Az alsó fellevelek kb. olyan hosszúak, mint a füzérke, 2-6 cm-es levélhüvellyel. A termős füzérké felálló, nagyon lazák, 20-50 mm hosszúak, 3-4 mm szélesek, 1-6(-12) cm hosszú nyéllel. A termős virágok pelyvái tojásdadok, rövid hegyűek, világosbarnák, a tömlőknél rövidebbek. A tömlő 4-5 mm hosszú, visszás-tojásdad, gyengén három élű, a csőrbe hirtelen keskenyednek, erek jól láthatók, számosak. Bibe 3. Áprilistól júniusig virágzik, június-júliusban hoz termést.

Ö: Optimumát félszáraz-üde, bázisokban gazdag, néha meszes, többnyire azonban mészmentes vályogos szövetű talajok jelentik. Az erodált termőhelyekről hiányzik, viszonylag ép humuszos talajfelszínt igényel. Páraigényes, a zárt erdők felnyílását csak hegy- és dombvidéken tolerálja. Árnyéktűrő, de mély árnyékban általában csak leveles állapotban figyelhető meg.

A „*Carex pilosa*” ökocsoport faja, hasonló karakterű fajok még: *Carex digitata*, *Cephalanthera damasonium*, *C. longifolia*, *Cyclamen purpurascens*, *Dentaria bulbifera*, *Helleborus*

purpurascens, *Lathyrus venetus*, *Lathyrus vernus*, *Luzula forsteri*, *Silene nemoralis*, *Vinca minor*, *Viola alba*.

Mutatószámok összefoglaló táblázata																			
Soó				Zólyomi			Ellenberg					Borhidi					Simon		
T	F	R	N	T	W	R	T	F	R	N	L	T	W	R	N	L	T	W	R
3	3	2-3	2	5	4	3	6	5~	5	5	4	6	5	6	5	4	5	4	3

E: Európai – mérsékelt kontinentális flóraelem, Közép-, Kelet- és Délkelet-Európa erdei növénye. Keletre a Volgáig, északra Észtországig hatol, Észak-Európa többi részén és az atlantikus Nyugat-Európában hiányzik. Elszigetelt előfordulásai ismertek Kelet- és Közép-Franciaországból. Közép-európai areája szétagolt, pl. az Alpok svájci és német előterében általánosan elterjedt, az északi és északkeleti előterében teljesen hiányzik. Délre Közép-Olaszországig megy, a Balkán-félsziget déli részéről hiányzik. Egészen elszigetelten, a Távols-Keleten a var. *auriculata* fordul elő, amelyet számos szerző külön fajként tárgyal.

H: Kollin-szubmontán faj. A középhegységekben és a Dunántúl dombvidékein általában gyakori, de pl. a homokvidékeken és kavicsos platókon, pl. Belső-Somogy ill. Kemeneshát, legfeljebb szórványos. A Nagy- és Kisalföldön igen ritka, melynek oka az alapvető klimatikus adottságokon túl a tájatalakító beavatkozásokkal (főleg erdészeti tevékenység) kapcsolatos érzékenysége.

Az ÉNy-Dunántúl szilárd alapkőzetű hegy- és dombvidékein, ahol nagyobb zárt erdőtömbök vannak még (pl. Fertőmelléki-dombsor, Soproni-hegység), ma is általánosan elterjedt, fontos erdészeti típusjelző. A Kisalföld felé nyúló alacsony platókon (Ikva-, Répce- és Gyöngyös-sík) már igen szórványos. Magán a Kisalföldön mindössze 3 aktuális adata van, melyek közül kiemelkedik a lébényi Tölgy-erdő állománya.

C: Bükkösök és gyertyános – kocsánytalan tölgyesek gyakran tömeges megjelenésű növénye, számos társulásban típusalkotó. Előfordulása cseres állományokban egykori, erdészetileg átalakított gyertyános-tölgyesre utal. Alkalmilag megtalálható szurdokerdőkben és törmeléklejtő erdőkben, valamint szárazabb termőhelyek mészkedvelő erdeiben. Az Alföldön keményfás ligeterdők és gyertyános – kocsányos tölgyesekben fordul elő.

6. Eredmények

6.1. A növénypopulációk vitalitásának értékelése

A vitalitás értékeléséhez minden faj esetében önálló skálát kellett kidolgozni, irodalmi adatok és módszerek csak nagyon korlátozottan állnak rendelkezésre (ld. 4.2 fejezet). A növényfajok vitalitásának becslésére kidolgozott rendszer módszertani kísérletnek tekintendő.

A felvett vitalitási változók összefoglalása a 4.2. fejezetben olvasható. A mért adatokat összevettem a standard flórák irodalmi adataival (ROTHMALER 1999, SIMON 2000, FISCHER & al. 2005). Megállapítottam, hogy a felvett és az irodalmi adatok szélső értékei nagyjából egyeznek. Azon jellemzőknél, ahol nem állt rendelkezésre irodalmi referencia, feltételeztem, hogy az általam felvett adatok lefedik az adott növényfaj, adott tulajdonságára a „normális, átlagos” tartományt. Egy mintavételi helyen az érintett faj egyedeit 10 ill. 5 ismétléssel mértem le (a populáció nagyságától függően ld. 6-10. táblázat). Az ismétléseket átlagoltam, majd vettem egy jellemzőre a legnagyobb és legkisebb adat különbségét. Ezt 2, 3 ill. az AD-értékeknél 5 tartományra osztva az adott populáció minden egyes tulajdonságát besoroltam. A kategóriákat pontoztam (0-3-ig terjedő ponthatárok között), majd az összes pontot átlagolva az adott populáció vitalitását egy 3 fokozatú ordinális skála mentén értékeltem „nem vitális” = 1; „kevésbé vitális” =2; és „vitális” = 3. A gyakorlatban számos próbálkozás vezetett el a többé-kevésbé helyes verzióig. Természetesen mind a kategóriák, mind a határértékek, mind a kiválasztott jellemzők hordoznak magukban bizonyos fokú szubjektivitást, amelynek kiiktatására nem volt lehetőség. Szubjektív döntés volt az is, hogy a generatív szervek fejlettsége felhasználásra kerüljön-e. A *Galium sylvaticum* és a *Carex pilosa* esetében nem, a többi fajnál része lett a vitalitás értékelésének. Ennek oka, hogy csak egy mintavételi sor áll rendelkezésre egy lelőhelyről, a populációt abban a fenológiai állapotban tudtam jellemezni, amelyben a felkeresés időpontjában volt. A *Galium sylvaticum* késői virágzási ideje miatt a tavaszi és nyáreleji mintavételeknél nem lehetett felvenni a generatív szervek fejlettségét, míg nyár közepétől igen. A *Carex pilosa* esetében viszont arra a megállapításra jutottam a terepi felvételezés során, hogy míg az állomány alatt csak ritkán és kevés egyeddel hozott virágot, addig a vágásterületeken és az azokkal szomszédos területeken gyakran és bőségesen virágzott. Vagyis a bükkás generatív szaporodását a fényviszonyok sokkal inkább befolyásolják, mint a talajtulajdonságok, ezért ezt a változót figyelmen kívül hagytam. Ez valószínűleg a többi növényfajt is érinti, de nem ennyire markánsan.

A borításértékek a gyöktörzzsel vegetatíván szaporodó fajoknál a teljes „telep”-re vonatkoznak. Azoknál a fajoknál, amelyek nem képeznek sarjtelepet, az 1 m²-en ill. 10 m²-en található egyedek számát vettem fel (ahol lehetséges volt, mind a két értéket).

A következő (6-10.) táblázatokban fajokra lebontva láthatók a mért biometriai jellemzők, ezek határértékei, amelyek alapján az egyes populációk vitalitását becsültem. A mintavételi helyek „vitalitási indexét” a 3. melléklet tartalmazza.

6. táblázat: A *Buglossoides purpureocaerulea* biometriai jellemzőinek vitalitás szerinti besorolása

	vitalis →		→		→ nem vitalis	
telep nagysága (m ²)	> 10 m ²		1-10 m ²		< 1 m ²	
borítás (A-D érték)	5	4	3	2	1	
virág/termés %	van			nincs		
elfekvő hajtások megléte	igen			nem		
felálló hajtás hossza (cm)	31,6 <		25,9 - 31,6		0- 25,8	
elfekvő hajtás hossza (cm)	51,5 <		43 – 51,5		0-43	
hajtás / m ²	14- <		7,5-14		0-7,5	
hajtás / 10 m ²	48,16 <		26,3-48,16		0-26,3	

7. táblázat: A *Galium odoratum* biometriai jellemzőinek vitalitás szerinti besorolása.

	vitalis →		→		→ nem vitalis	
telep nagysága (m ²)	10 m ² fölött		1-10 m ²		1 m ² alatt	
borítás (A-D érték)	5	4	3	2	1	
virág/termés %	van			nincs		
hajtás hossza (cm)	24,1 <		18,33-24,1		0-18,33	

8. táblázat: A *Galium sylvaticum* biometriai jellemzőinek vitalitás szerinti besorolása.

	vitalis →		→		→ nem vitalis	
egyedszám (m ²)	5,1 <		3,1-5		0-3	
egyedszám (10 m ²)	18 <		9-18		0-9	
hajtás hossza (cm)	66 <		50-66		0-49,9	
szár elágazik-e	talajhoz közel		a felső harmadban		nem	

9. táblázat: A *Carex pilosa* biometriai jellemzőinek vitalitás szerinti besorolása.

	vitalis →		→		→ nem vitalis	
telep nagysága (m ²)	100 m ² fölött		99-10 m ²		10 m ² alatt	
borítás (A-D érték)	5	4	3	2	1	
virág/termés %	van			nincs		
levél hossza (cm)	43,3 <		35-43,3		0-35	

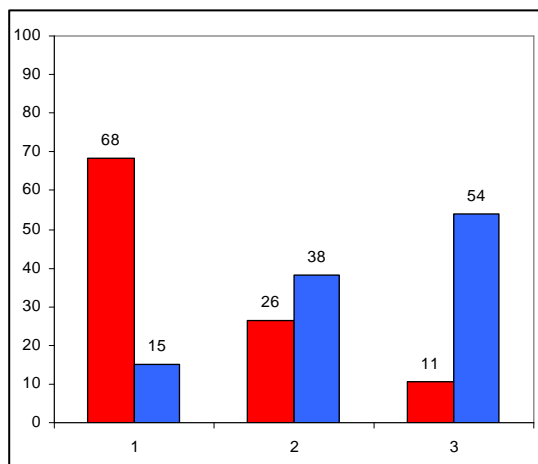
10. táblázat: A *Polygonatum multiflorum* biometriai jellemzőinek vitalitás szerinti besorolása.

	vitalis →		→		→ nem vitalis	
telep nagysága (m ²)	10 m ² fölött		1-10 m ²		1 m ² alatt	
borítás (A-D érték)	5	4	3	2	1	
egyedszám (m ²)	17 <		9-17		0-8,9	
egyedszám (10 m ²)	41 <		21-40,9		0-20,9	
virág/termés %	van			nincs		
hajtás hossza (cm)	48,6 <		33,5-48,6		0-33,5	

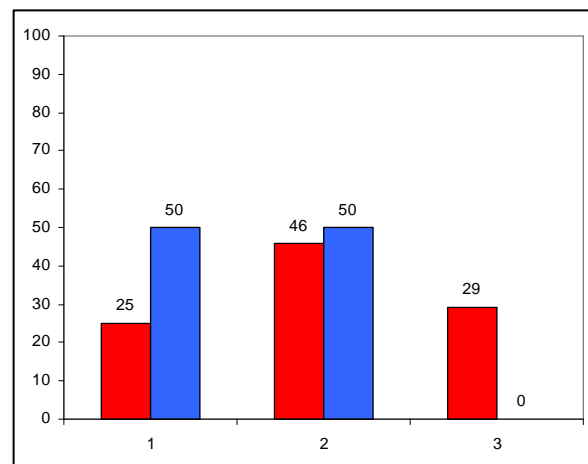
Az egyes populációk vitalitás-értékeit összevettem az adott termőhely talajtulajdonságaival. Sajnos nagyon kevés összefüggést sikerült kimutatni a vitalitás és a talajparaméterek között. Az összefüggések hiányának alapvető okául a fénynek, mint ökológiai faktornak a kényszerű figyelmen kívül hagyását lehet megnevezni. A fény műszeres mérése egyszerű fotométerrel elvégezhető. Ahhoz azonban, hogy a mérési eredmények objektívek és egymással összevethetők legyenek, számos feltételnek teljesülnie kell (azonos napszakban, lehetőleg 10 és 15 óra között, szórt fénynél, állomány belsejében a mintavételi helyen és állományon kívüli egyidejű mérés, a relatív fényerősség megállapítása érdekében). Mivel a mintavételi helyek elsősorban az egyes növényegyedek lelőhelye alapján lettek kijelölve, a minták száma pedig igen nagy, nem volt lehetőség a mintavétel idejét a fényviszonyok megfelelőségéhez igazítani. A fényviszonyokra való utalás a mintavétel során a konkrét mérési eredményeknél lényegesen pontatlanabb és nehezebben kiértékelhető szöveges megjegyzés formájában történt (állomány alatt – szegélyben – nyílt helyen). Ezek a leírások abban segítséget nyújtottak, hogy az egyes jellemzők közül melyeket vegyük számításba az értékelésnél (ld. virágzás), önmagukban azonban nem voltak alkalmasak arra, hogy a vitalitás skála összeállításánál szerepet játsszanak.

Kimutatható összefüggés van azonban a mészkedvelő fajok (pl. *Buglossoides purpureocaerulea*) és a mészkerülő fajok (pl. *Galium sylvaticum*) populációinak vitalitása között. A 4. ábra a *Buglossoides purpureocaerulea* mésztartalmú és mészmentes talajon előforduló mintáinak vitalitás szerinti %-os megoszlását mutatja. Jól látható, hogy a meszes talajokon a populációk többsége vitális, míg a mészmentes talajokon gyenge növekedésű. A *Galium sylvaticum* ellentétes megoszlást mutat (5. ábra), a populációk többsége mésztartalmú talajon kevésbé vitális, míg savanyú talajon jó növekedésű.

Hangsúlyozandó azonban, hogy a vitalitás nem egyetlen tényező függvénye, így előfordulnak életerős populációk mészmentes ill. meszes talajon is, a döntő az előfordulások aránya.



4. ábra: A *Buglossoides purpureocaerulea* vitalitásának %-os megoszlása mésztartalmú (kézzel) és mészmentes (pirossal) talajon. 1 – nem vitális, 2 – közepesen vitális, 3 – vitális populáció



5. ábra: A *Galium sylvaticum* vitalitásának %-os megoszlása mésztartalmú (kézzel) és mészmentes (pirossal) talajon. 1 – nem vitális, 2 – közepesen vitális, 3 – vitális populáció

6.2. A talajparaméter-adatok elemzése

6.2.1. A talajparaméterek elemzése *Buglossoides purpureocaerulea* termőhelyein

A talaj fizikai félesége szempontjából a faj a 40 mintavételi hely 77,5 %-án vályogos szövetű talajon fordult elő, kisebb arányban megtalálható még homok-, homokos vályog és agyagos vályogtalajon is (6. ábra).

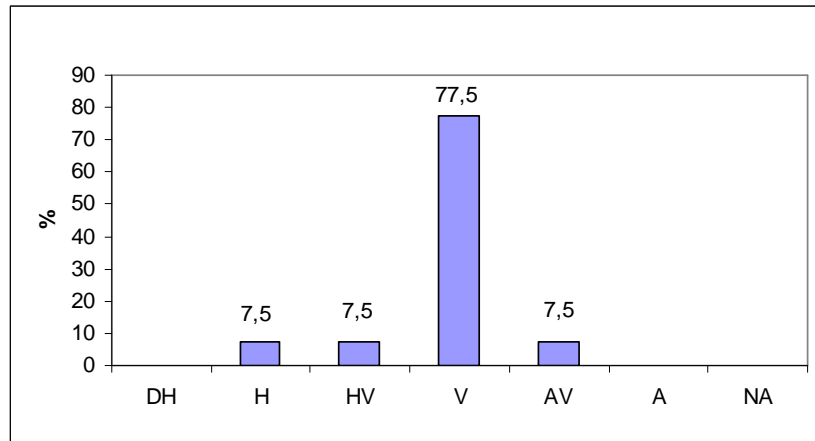
A pH(H₂O)-értékei az esetek 63,4 %-ában estek a semleges (pH 6,5-7,5) kategóriába, a minták 32 %-a savanyú talajon fordul elő, és csak 2 % enyhén bázikus talajon. Az előfordulási helyek 51 %-a pH 7 alatti (7. ábra). Ezeken a termőhelyeken a talaj nem tartalmaz meszet. A semleges ill. lúgos kémhatású előfordulási helyek talajai minden esetben tartalmazznak meszet, 45 %-uk 15 % feletti mésztartalommal rendelkezik. Vagyis az előfordulási helyek fele mészmentes talajhoz köthető, a meszes talajon található előfordulások 30 %-a tartalmaz sok meszet és 20 %-uk kevés meszet (8. ábra).

Az előfordulások 2/3-a mull-, 1/3-a moder humuszhoz kötődik, elhanyagolható része van nyershumuszon, a humusz mennyisége pedig az esetek 17,5 %-ában sorolható a gyengén humuszos, 42 %-ban a humuszos és 40 % pedig a humuszban igen gazdag ill. a humusz vagy szerves talaj kategóriába (20 % humusztartalom feletti érték). Humuszban szegény talajokon nem fordul elő (12-13. ábra).

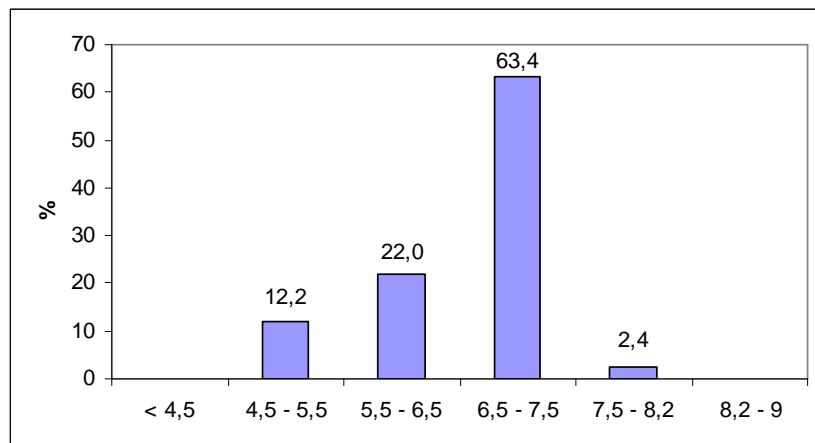
Tápanyag-ellátottság szempontjából, a mezőgazdasági osztályozás alapján (STEFANOVITS 1992) a mintavételi helyek 73 %-ában a talajok összes N mennyisége magas, 27 %-a közepesen ellátott. A foszfor és a kálium eloszlása közel szabályos, valamelyest a tápanyagban szegényebb (bal) oldalra húzó, a termőhelyek többsége közepesen ellátott (9-11. ábra).

6. ábra: A talaj fizikai féleségének %-os megoszlása a *Buglossoides purpureocaerulea* mintavételeiben

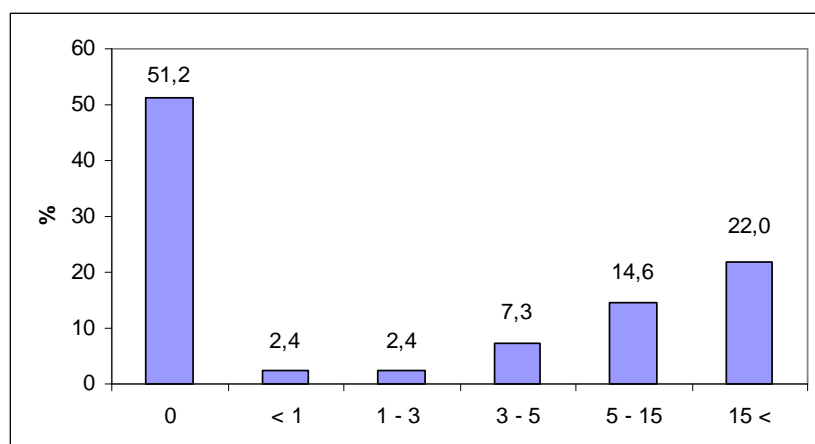
(DH: durvahomok; H: homok; HV: homokos vályog; V: vályog; AV: agyagos vályog; A: agyag; NA: nehézagyag).



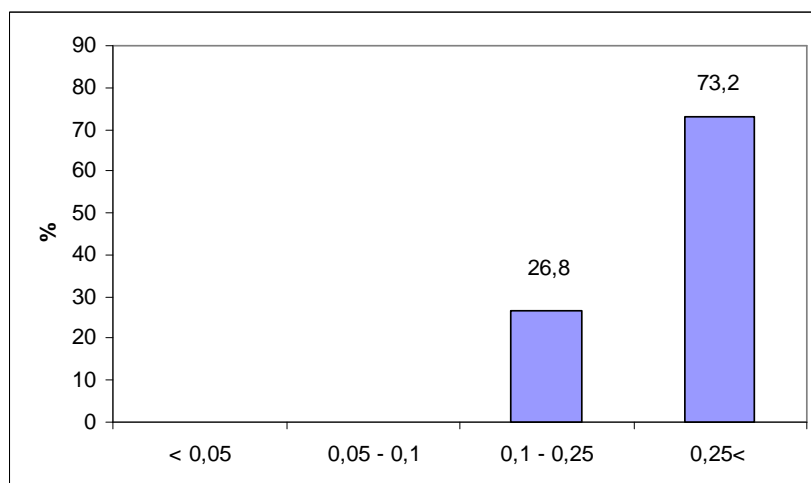
7. ábra: pH(H₂O) %-os megoszlása a *Buglossoides purpureocaerulea* mintavételeiben



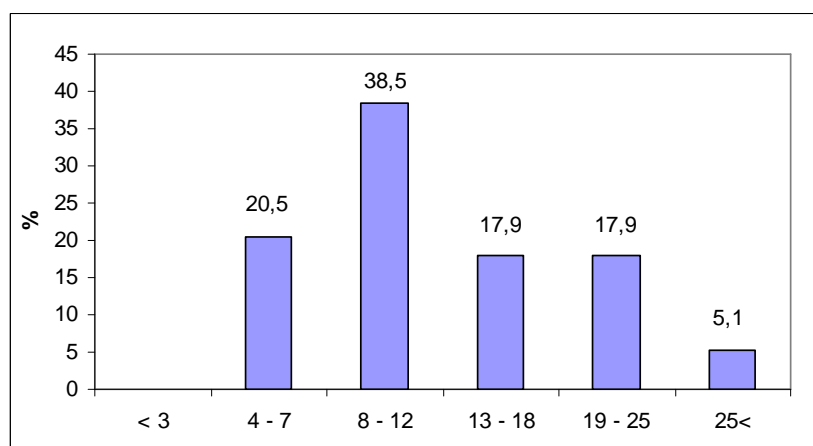
8. ábra: A CaCO₃-tartalom %-os megoszlása a *Buglossoides purpureocaerulea* mintavételeiben



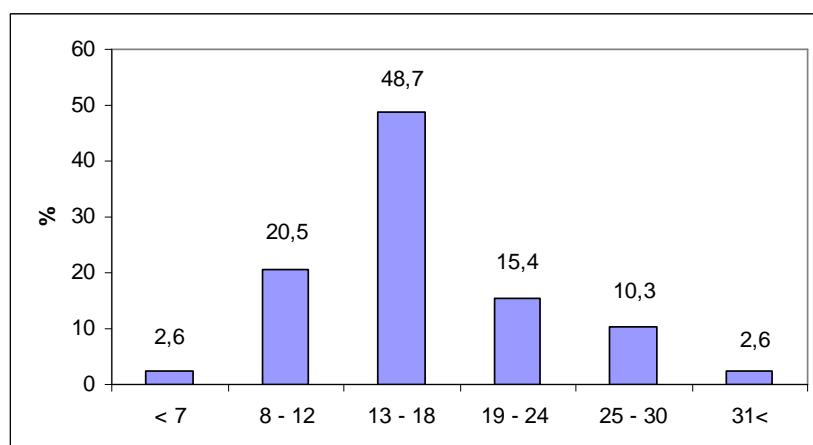
9. ábra: Összes N %-os megoszlása a *Buglossoides purpureocaerulea* mintavételeiben



10. ábra: Az AL-P (mg/100g talaj) %-os megoszlása a *Buglossoides purpureocaerulea* mintavételeiben

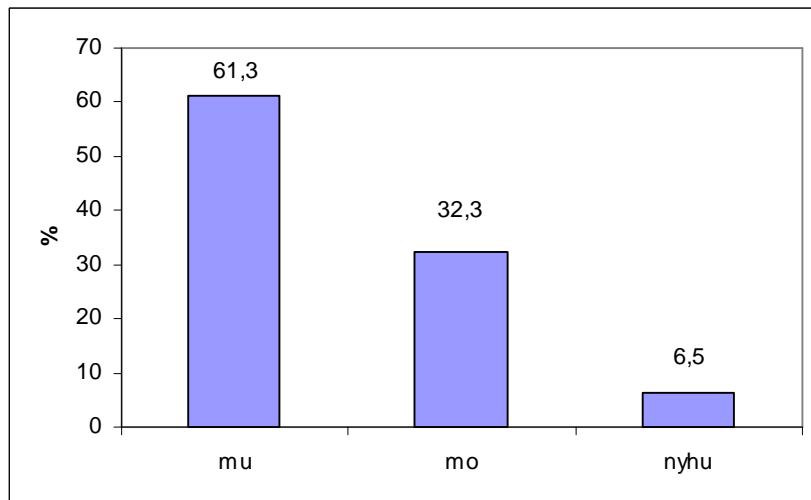


11. ábra: Az AL-K (mg/100g talaj) %-os megoszlása a *Buglossoides purpureocaerulea* mintavételeiben



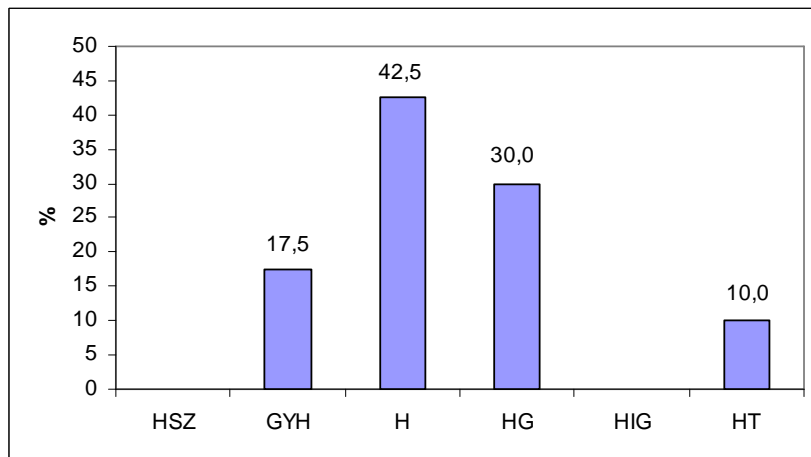
12. ábra: Humuszformák %-os megoszlása a *Buglossoides purpureocaerulea* mintavételeiben

(mu: mull humusz; mo: moder; nyhu: nyershumusz)



13. ábra: A talaj jellemzése a humusztartalom alapján a *Buglossoides purpureocaerulea* mintavételeiben

(HSZ: humuszban szegény; GYH: gyengén humuszos; H: humuszos; HG: humuszban gazdag; HIG: humuszban igen gazdag; HT: humusztalaj; STEFANOVITS 1992 alapján)



6.2.2. A talajparaméterek elemzése *Galium odoratum* termőhelyein

A talaj fizikai félesége szempontjából 73 mintavételi hely többsége, 72 %-a vályogtalaj, a fennmaradó 30 % körülbelül egyenlő arányban homok-, homokos vályog- ill. agyagos vályogtalaj (14. ábra).

A pH (H₂O) értékei 4,2-től 7,7-ig terjednek, eloszlásukban két maximum figyelhető meg a savanyú (34 %) és a semleges (25%) tartományban, melyek azonban csak néhány százalékkal magasabbak a gyengén savanyú és a gyengén bázikus tartományokba eső mintaszámoknál. Az erősen savanyú kategóriában 5 % az előfordulási arány (15. ábra).

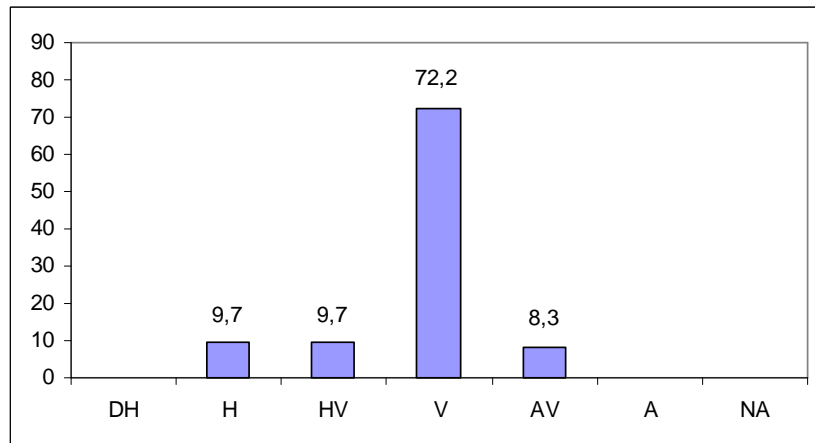
Az előfordulások 66 %-a pH 7 alá esik, ezek a termőhelyek nem tartalmaznak meszet, míg a mintavételi helyek kb. harmada tartalmaz, ebből 20 % sokat, 13 % keveset (16. ábra).

A mintavételi helyek többségén (61%) a mull humuszforma az uralkodó, fele ennyire jellemző a moder humusz, nyers humusz pedig elvétve fordul elő. A humusztartalom eloszlása közel szabályos, maximuma a humuszos és a humuszban gazdag kategóriákra esik, amelyek a minták 75 %-át magukban foglalják (20-21. ábra).

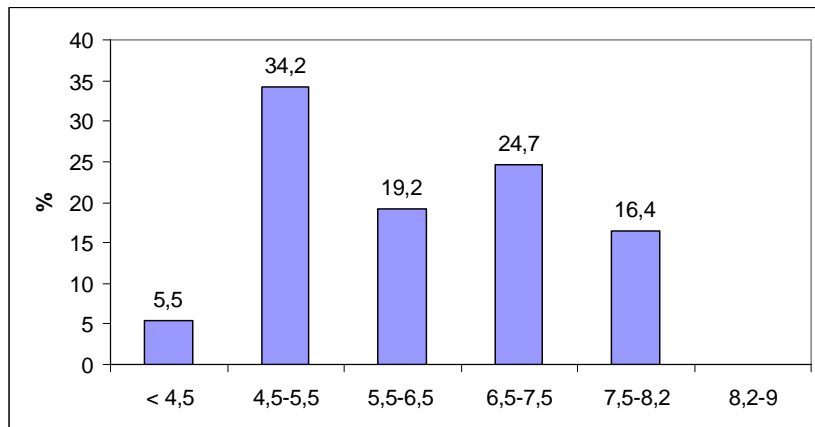
Tápanyag-ellátottság szempontjából a mintavételi helyek 85 %-ában a talajok összes N mennyisége magas, 15 %-a közepesen ellátott. A foszfor és a kálium eloszlása közel szabályos, valamelyest a tápanyagban szegényebb oldalra húzó haranggörbét ad, de a termőhelyek többsége közepesen ellátott (17-19. ábra).

14. ábra: A talaj fizikai féleségének %-os megoszlása a *Galium odoratum* mintavételeiben

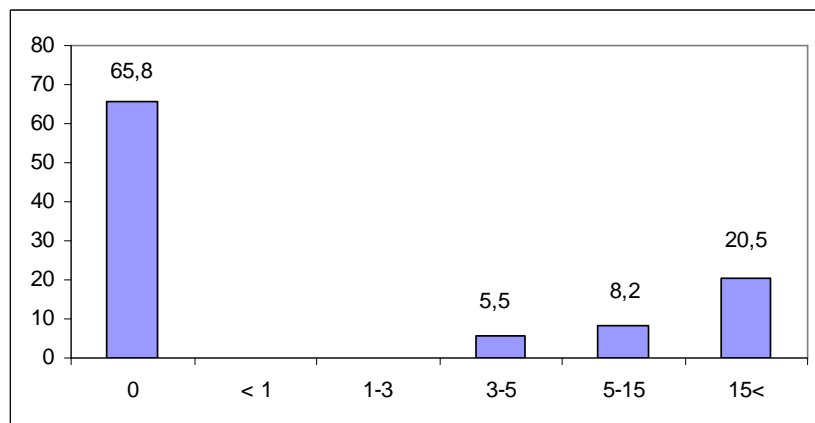
(DH: durvahomok; H: homok; HV: homokos vályog; V: vályog; AV: agyagos vályog; A: agyag; NA: nehézagyag)



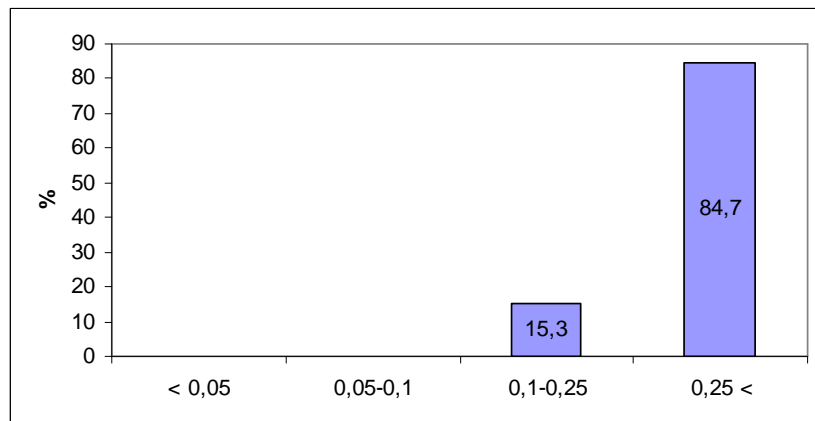
15. ábra: pH(H₂O) %-os megoszlása a *Galium odoratum* mintavételeiben



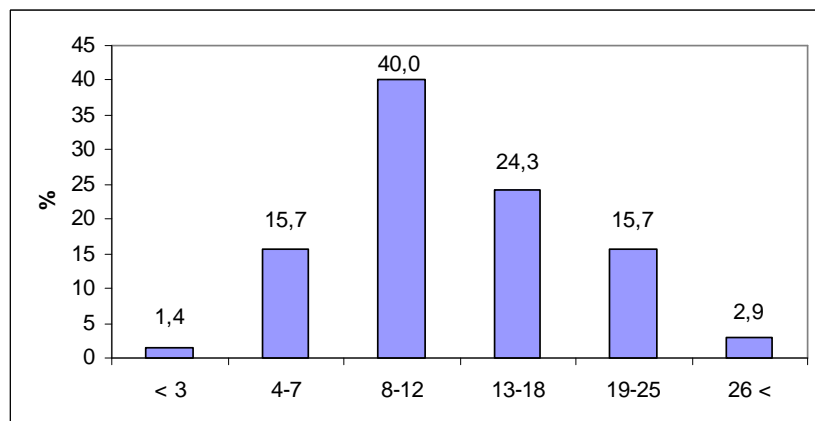
16. ábra: A CaCO₃-tartalom %-os megoszlása a *Galium odoratum* mintavételeiben



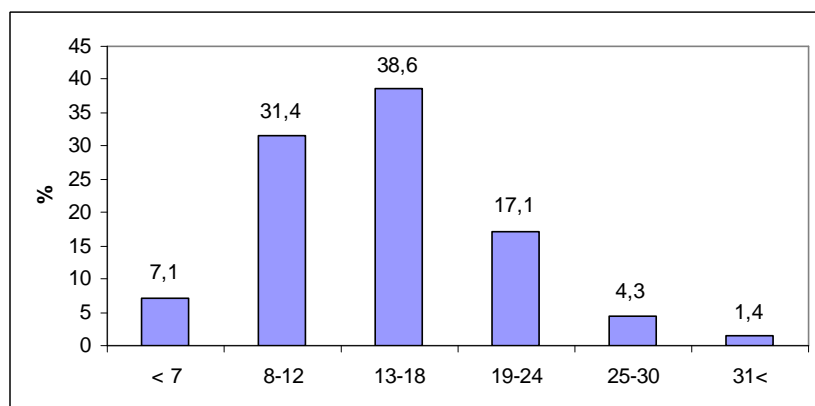
17. ábra: Összes N %-os megoszlása a *Galium odoratum* mintavételeiben



18. ábra: Az AL-P (mg/100g talaj) %-os megoszlása a *Galium odoratum* mintavételeiben

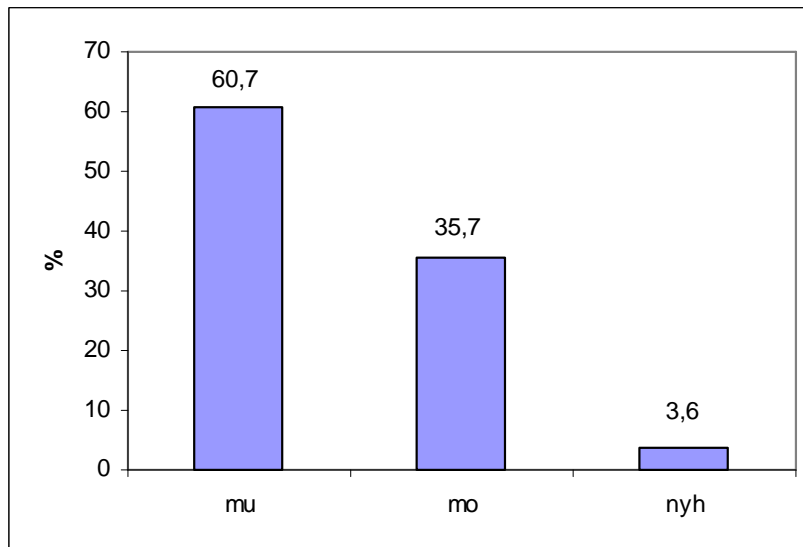


19. ábra: Az AL-K (mg/100g talaj) %-os megoszlása a *Galium odoratum* mintavételeiben



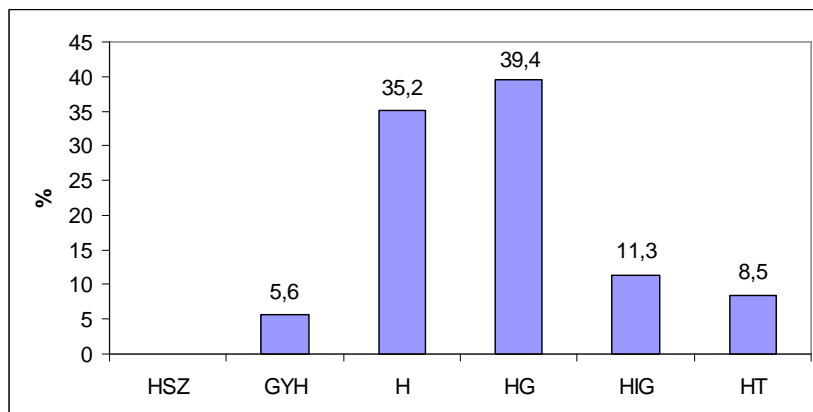
20. ábra: Humuszformák %-os megoszlása a *Galium odoratum* mintavételeiben

(mu: mull humusz; mo: moder; nyhu: nyershumusz)



21. ábra: A talaj jellemzése a humusztartalom alapján a *Galium odoratum* mintavételeiben

(HSZ: humuszban szegény; GYH: gyengén humuszos; H: humuszos; HG: humuszban gazdag; HIG: humuszban igen gazdag; HT: humusztalaj; STEFANOVITS 1992 alapján)



6.2.3. A talajparaméterek elemzése *Galium sylvaticum* termőhelyein

Az erdei galaj a talaj fizikai félesége szerint leginkább vályogos szövetű talajon fordul elő, a 47 minta 51 %-ában. Kisebb arányban megtalálható még homok- és homokos vályogtalajon (15 és 17 %), illetve agyagos vályog és agyagtalajon (15 és 2%) is (22. ábra).

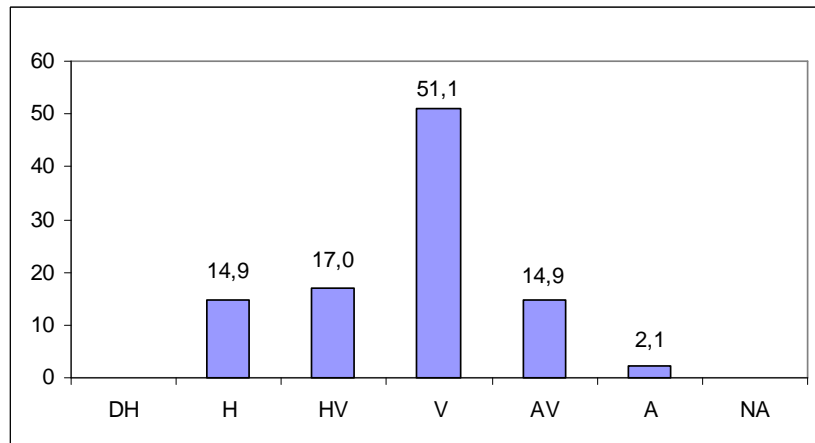
A pH szempontjából az előfordulások zöme (51%) a savanyú, 8,5 %-a az erősen savanyú, 15 %-a a gyengén savanyú és 23 %-a a semleges kategóriába esik. Gyengén lúgos termőhelyen 1 előfordulás található (2%) (23. ábra). PH 7 feletti értékek a minták kb. 1/5-ére jellemzők, ebből 6% tartalmaz kevés, 25 % sok szénsavas meszet, míg a fennmaradó közel 80 % mészsmentes termőhelyről származik (24. ábra).

A minták 51%-a moder humusz, 47 %-a mull humusz, és 3 %-a nyershumusz termőhelyről származik. A százalékos humusztartalom megoszlása közel szabályos haranggörbét ad, főleg humuszban gazdag termőhelyeken nő (35%), de jelentős részben előfordul humuszos (26%), humuszban igen gazdag (20%) termőhelyeken és szerves vagy humusztalajon (11%) is. A minták 9 % származik gyengén humusz termőhelyekről, humuszban szegény helyeken nem fordul elő (28-29. ábra).

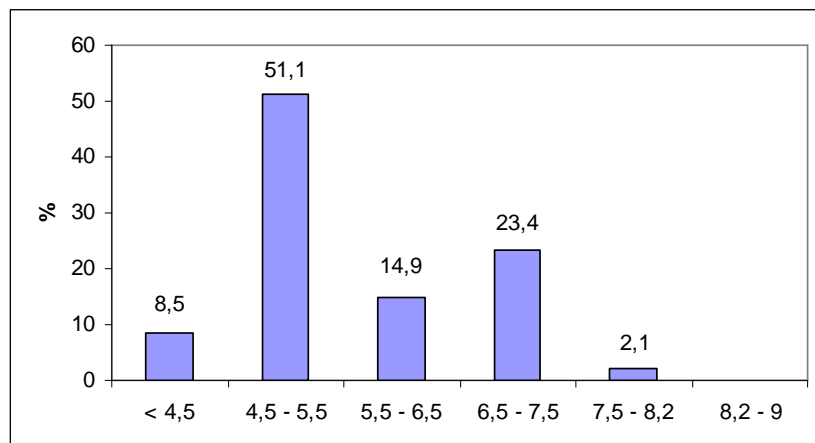
A talajok nitrogénellátottsága a minták 74%-ában jó, 26%-ban közepes. A kálium a mintavételi helyek felén kevés, ebből 18% esik az igen kevés kategóriába. A fennmaradó 50 % káliumellátottsága közepes, magas ill. igen magas káliumtartalom egyáltalán nem jellemző. A foszfor tekintetében a mintavételi helyek 93 % a kevés ill. közepes kategóriákba esik, ebből 23 % a „jó közepes” kategóriába. A maradék 7% megoszlik az igen kevés, sok és igen sok kategóriák között (25-27. ábra).

22. ábra: A talaj fizikai féleségének %-os megoszlása a *Galium sylvaticum* mintavételeiben

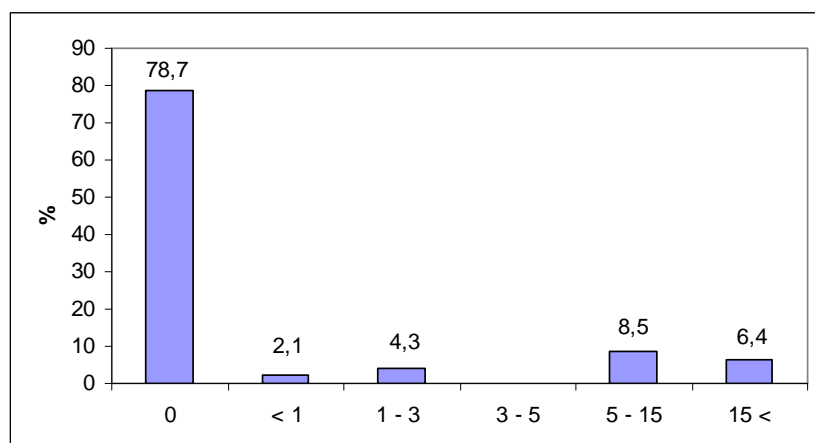
(DH: durvahomok; H: homok; HV: homokos vályog; V: vályog; AV: agyagos vályog; A: agyag; NA: nehézagyg)



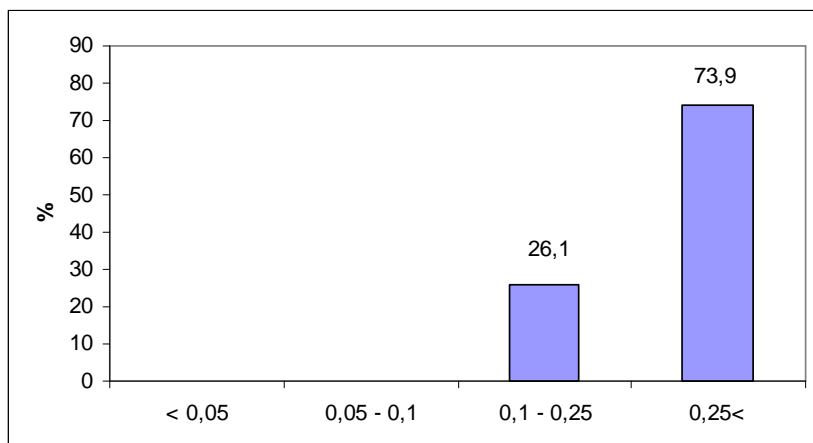
23. ábra: pH(H₂O) %-os megoszlása a *Galium sylvaticum* mintavételeiben



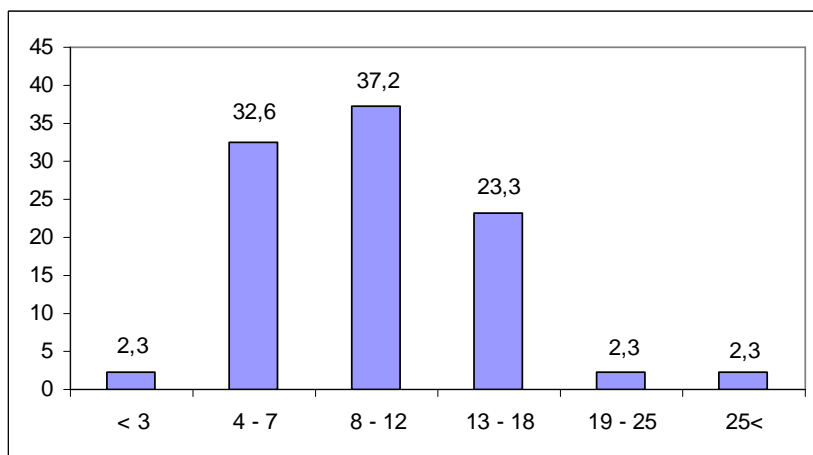
24. ábra: A CaCO₃-tartalom %-os megoszlása a *Galium sylvaticum* mintavételeiben



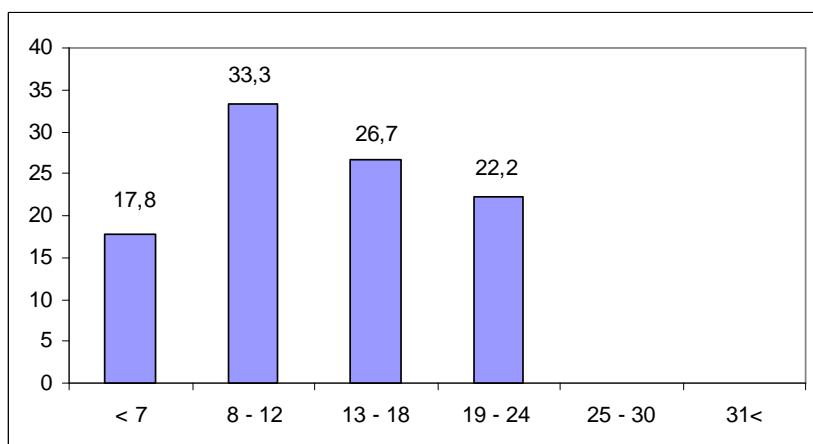
25. ábra: Összes N %-os megoszlása a *Galium sylvaticum* mintavételeiben



26. ábra: Az AL-P (mg/100g talaj) %-os megoszlása a *Galium sylvaticum* mintavételeiben

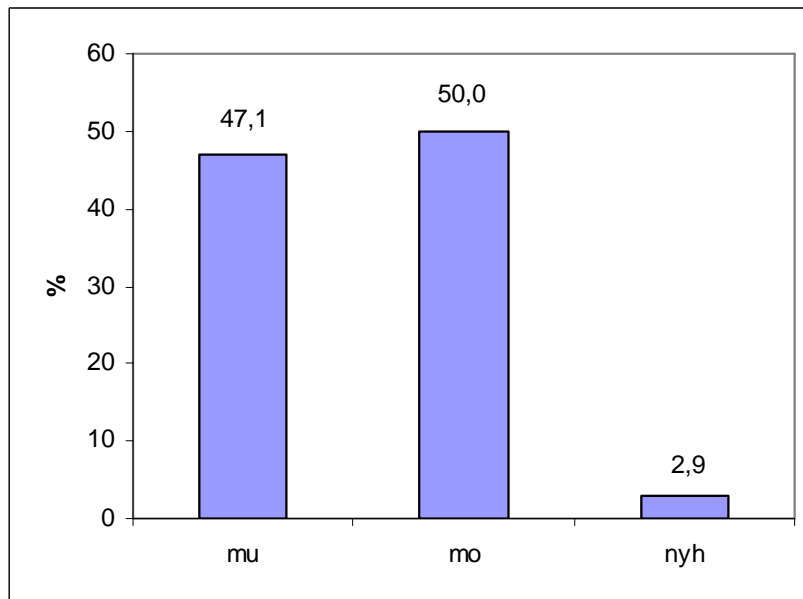


27. ábra: Az AL-K (mg/100g talaj) %-os megoszlása a *Galium sylvaticum* mintavételeiben



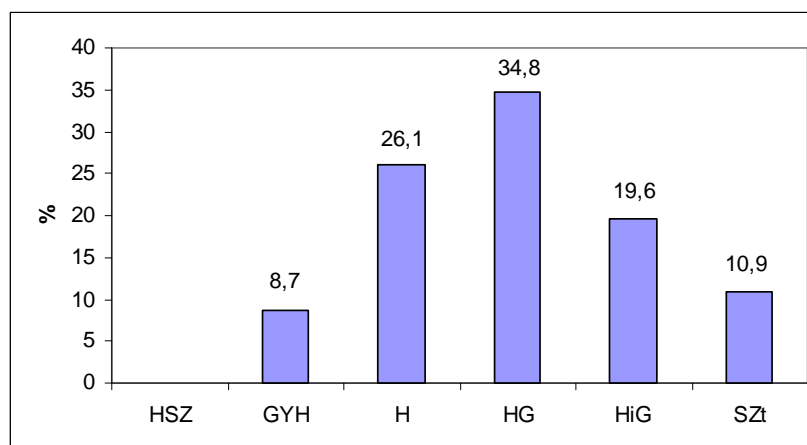
28. ábra: Humuszformák %-os megoszlása a *Galium sylvaticum* mintavételeiben

(mu: mull humusz; mo: moder; nyh: nyershumusz)



29. ábra: A talaj jellemzése a humusztartalom alapján a *Galium sylvaticum* mintavételeiben

(HSZ: humuszban szegény; GYH: gyengén humuszos; H: humuszos; HG: humuszban gazdag; HiG: humuszban igen gazdag; HT: humusztalaj; STEFANOVITS 1992 alapján)



6.2.4. A talajparaméterek elemzése a *Polygonatum multiflorum* termőhelyein

A *Polygonatum multiflorum* az 50 mintavételi hely közel 80 %-án vályogos szövetű talajon fordult elő. Kisebb arányban (8 ill. 10 %) származnak még minták homok- ill. homokos vályogtalajról. Agyag- és agyagos vályogtalajokon elenyésző hányadban volt megtalálható (1-1 minta) (30. ábra).

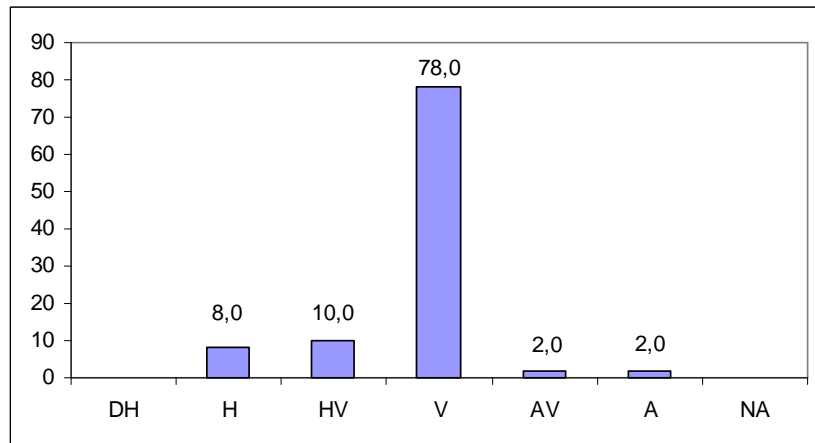
A mintavételi helyek pH spektruma 4,2-től 7,5-ig terjed. A minták kémhatás szerinti eloszlása két maximumot tartalmaz a savanyú (34%) és a semleges(46%) kategóriában, a közöttük lévő gyengén savanyú kategóriába a minták 14 %-a, az erősen savanyú talajokra pedig 6% esik. A talajtanilag lúgos tartományban (7,5 fölött) nem fordul elő (31. ábra).

Ennek megfelelően a minták 64% pH 7 alatti, mészmentes talajról származik, 20 %-uk sok meszet tartalmaz a maradék 16 % pedig keveset (32. ábra).

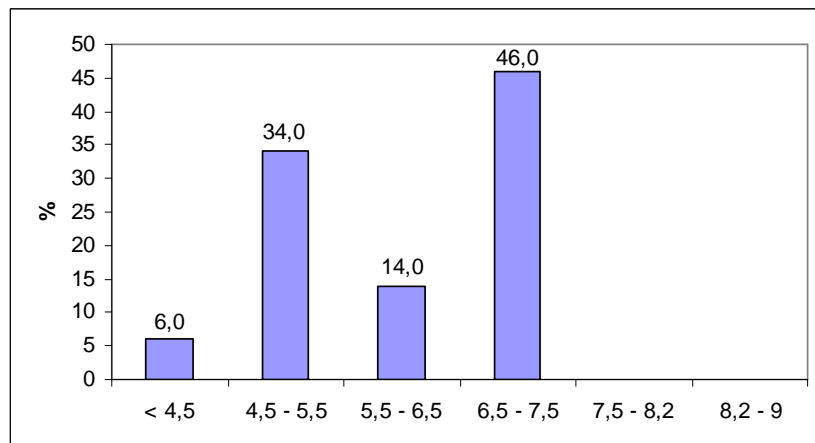
A humuszforma alapján a minták 75%-a mull, 25%-a moder humusz típust részesíti előnyben, nyershumuszon egyáltalán nem fordul elő. Az előfordulási helyek humusztartalma általában magas, 57 % található humuszban gazdag termőhelyen, ebből 8% humusz- vagy szerves talajon, humuszban szegény talajról csupán egy minta származik, a maradék 42 % humusztartalma közepes (36-37. ábra).

A magas humusztartalomnak megfelelően a mintavételi helyek 91%-a jó, 9%-a közepes nitrogén-ellátottságú, nitrogénben szegény talajon nem fordul elő. A foszfortartalom tekintetében is magas értékek jellemzők, foszforban szegény talajon nem fordul elő, kevés foszfort a minták 13 %-a tartalmaz, igen sokat 11%-a. A többi minta közepes ill. jó foszforellátottsággal rendelkezik. A kálium esetében a minták többsége ugyancsak a közepesen ellátott kategóriába tartozik, a többi azonban ennél kevesebb káliumot tartalmaz. Elenyésző hányaduk származik káliumban gazdag, 8 %-uk pedig igen alacsony kálium-tartalmú termőhelyről (33-35. ábra).

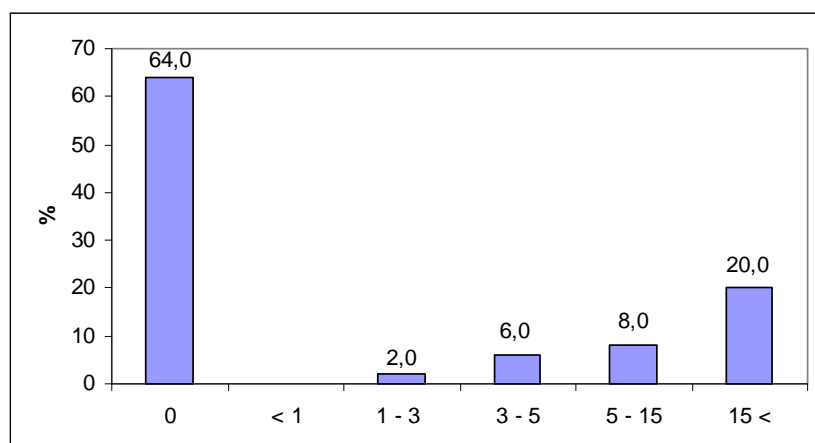
30. ábra: A talaj fizikai féleségének %-os megoszlása a *Polygonatum multiflorum* mintavételeiben
(DH: durvahomok; H: homok; HV: homokos vályog; V: vályog; AV: agyagos vályog; A: agyag; NA: nehézagyag)



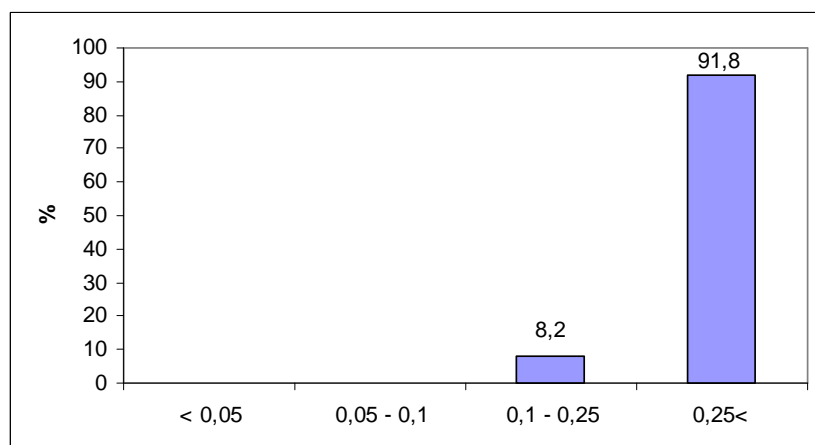
31. ábra: pH(H₂O) %-os megoszlása a *Polygonatum multiflorum* mintavételeiben



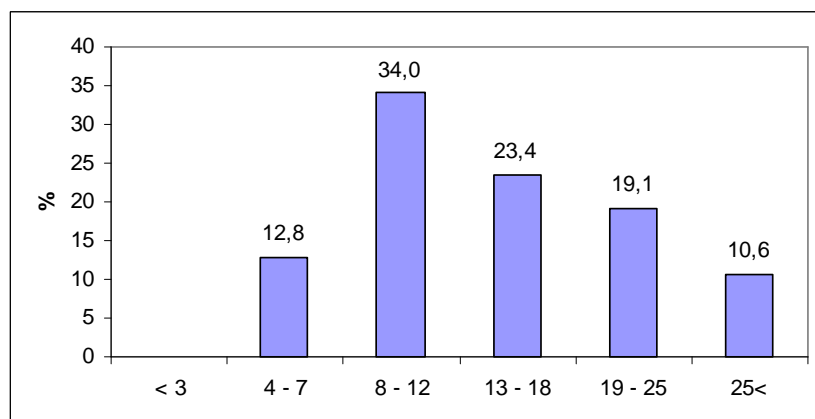
32. ábra: A CaCO₃-tartalom %-os megoszlása a *Polygonatum multiflorum* mintavételeiben



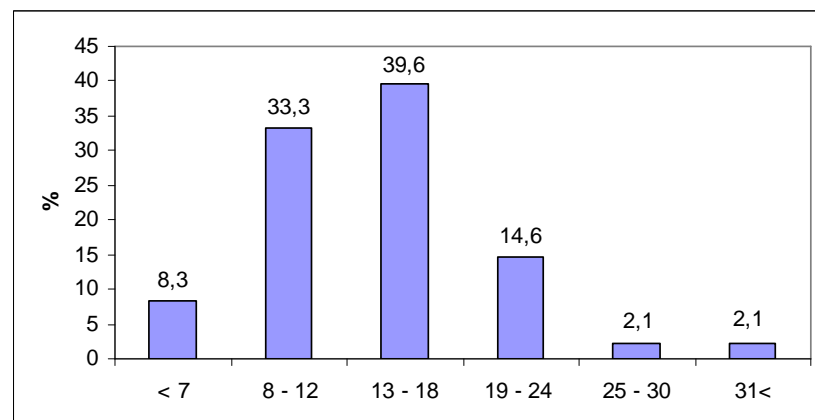
33. ábra: Összes N %-os megoszlása a *Polygonatum multiflorum* mintavételeiben



34. ábra: Az AL-P (mg/100g talaj) %-os megoszlása a *Polygonatum multiflorum* mintavételeiben

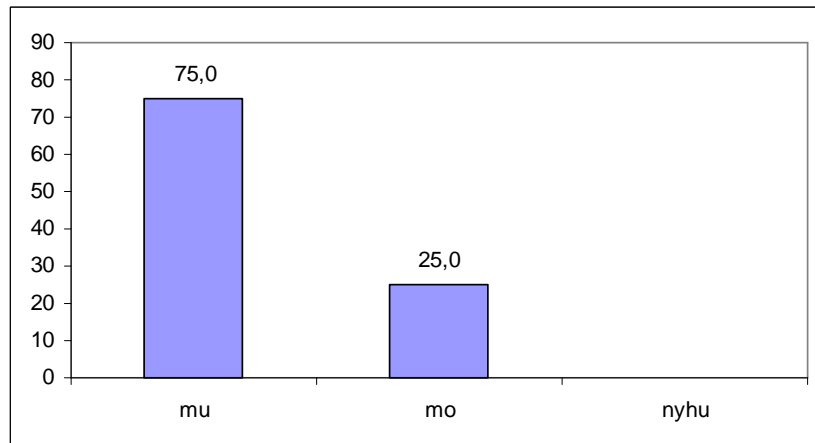


35. ábra: Az AL-K (mg/100g talaj) %-os megoszlása a *Polygonatum multiflorum* mintavételeiben



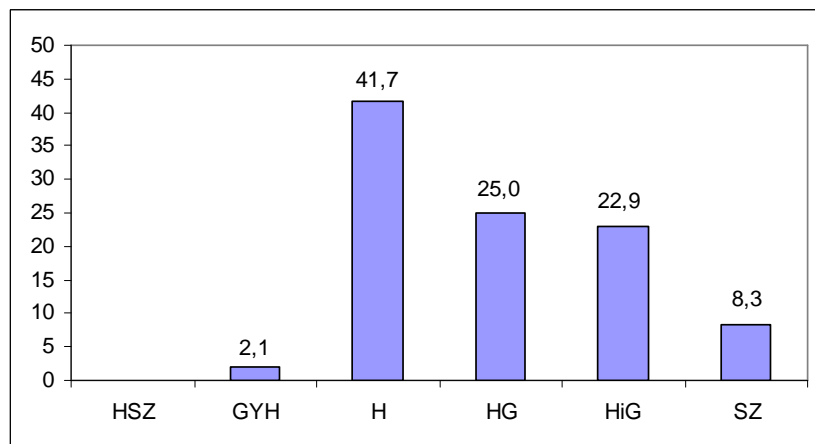
36. ábra: Humuszformák %-os megoszlása a *Polygonatum multiflorum* mintavételeiben

(mu: mull humusz; mo: moder; nyhu: nyershumusz)



37. ábra: A talaj jellemzése a humusztartalom alapján a *Polygonatum multiflorum* mintavételeiben

(HSZ: humuszban szegény; GYH: gyengén humuszos; H: humuszos; HG: humuszban gazdag; HiG: humuszban igen gazdag; HT: humusztalaj; STEFANOVITS 1992 alapján)



6.2.5. A talajparaméterek elemzése a *Carex pilosa* termőhelyein

A bükksás termőhelyeiről összesen 22 talajminta került begyűjtésre, ami a megbízható kiértékeléshez kevés. Ennek ellenére néhány paraméter jellemzését megkísérlem.

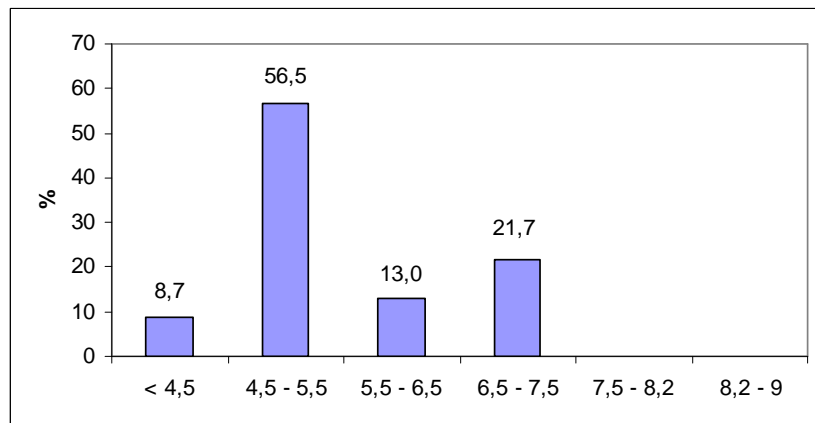
Fizikai féleség szerint az összes előfordulás vályogos szövetű talajhoz köthető.

Az előfordulási helyek talajainak kémhatása a pH 4,2-től 7,6-ig terjed, 56 % esik a savanyú tartományba, erősen savanyú az előfordulási helyek 9%-án, a gyengén savanyú-semleges tartományban 34% található, lúgos termőhelyeken nem fordul elő (38. ábra). Nagyon kevés minta kémhatása 7 feletti, ezek kevés meszet tartalmaznak, míg a többség mészmentes.

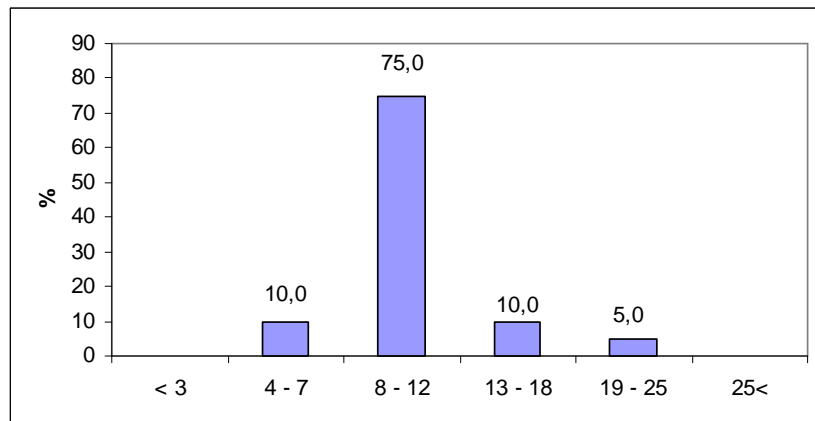
A termőhelyek többségén az uralkodó humusz-típus a mull, de 1/3-ra a moder jellemző, egy minta pedig nyershumuszból származik. A talajok humusztartalma 65% esetén közepes, egy minta származik gyengén humuszos termőhelyről, a fennmaradó minták humusztartalma magasabb. Humuszban szegény termőhelyen nem fordul elő. A talajok nitrogénellátottsága ennek megfelelően minden esetben magas (41-42. ábra).

A termőhelyek káliumellátottsága a tápanyagszegény tartomány felé húzó haranggörbét ad, míg a foszfor esetében a legtöbb termőhely közepesen ellátott (39-40. ábra).

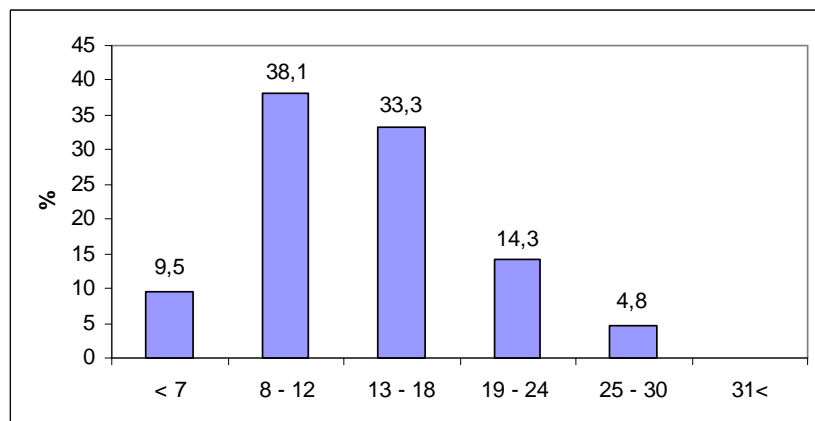
38. ábra: pH(H₂O) %-os megoszlása a *Carex pilosa* mintavételeiben



39. ábra: Az AL-P (mg/100g talaj) %-os megoszlása a *Carex pilosa* mintavételeiben

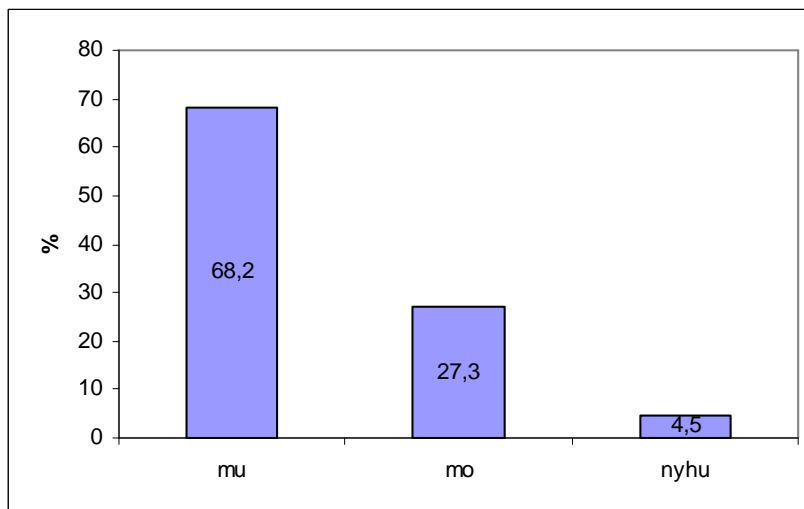


40. ábra: Az AL-K (mg/100g talaj) %-os megoszlása a *Carex pilosa* mintavételeiben



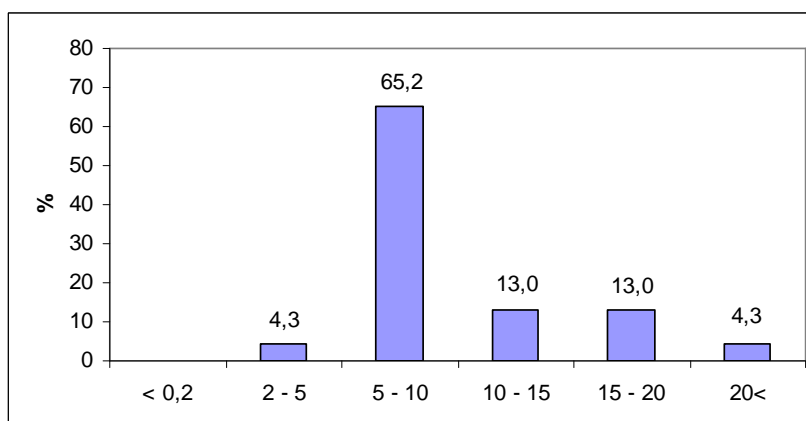
41. ábra: Humuszformák %-os megoszlása a *Carex pilosa* mintavételeiben

(mu: mull humusz; mo: moder; nyhu: nyershumusz)



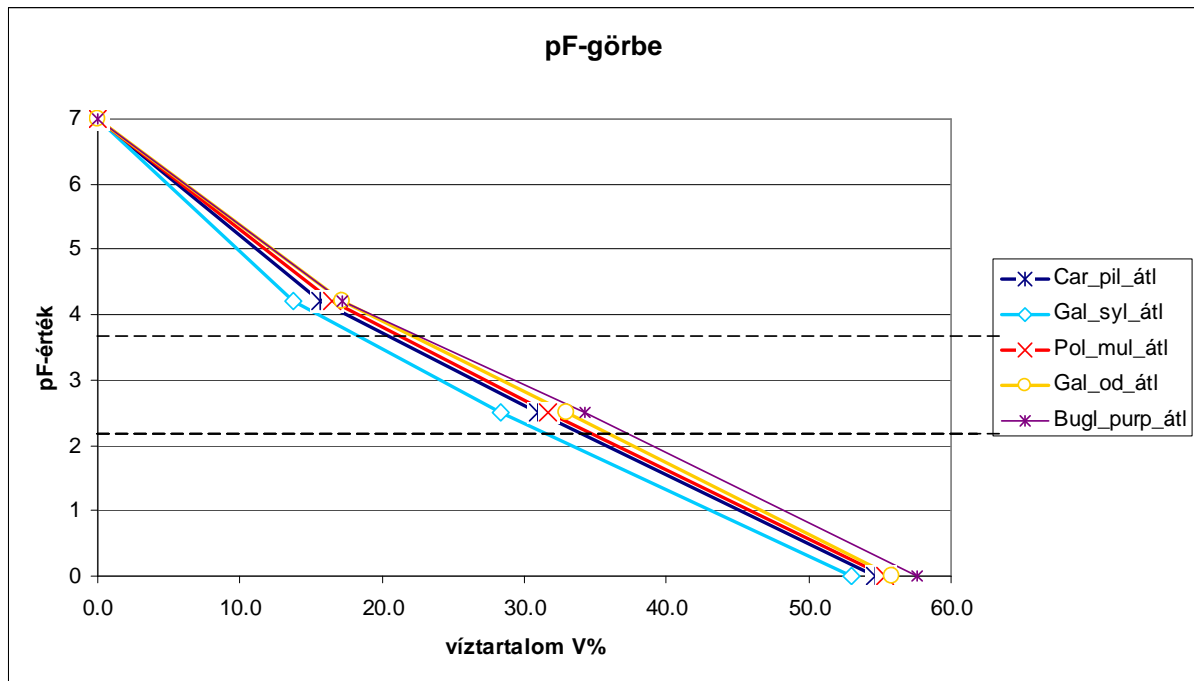
42. ábra: A talaj jellemzése a humusztartalom alapján a *Carex pilosa* mintavételeiben

(HSZ: humuszban szegény; GYH: gyengén humuszos; H: humuszos; HG: humuszban gazdag; HIG: humuszban igen gazdag; HT: humusztalaj; STEFANOVITS 1992 alapján)



6.3. A pF-vizsgálatok eredményeinek értékelése

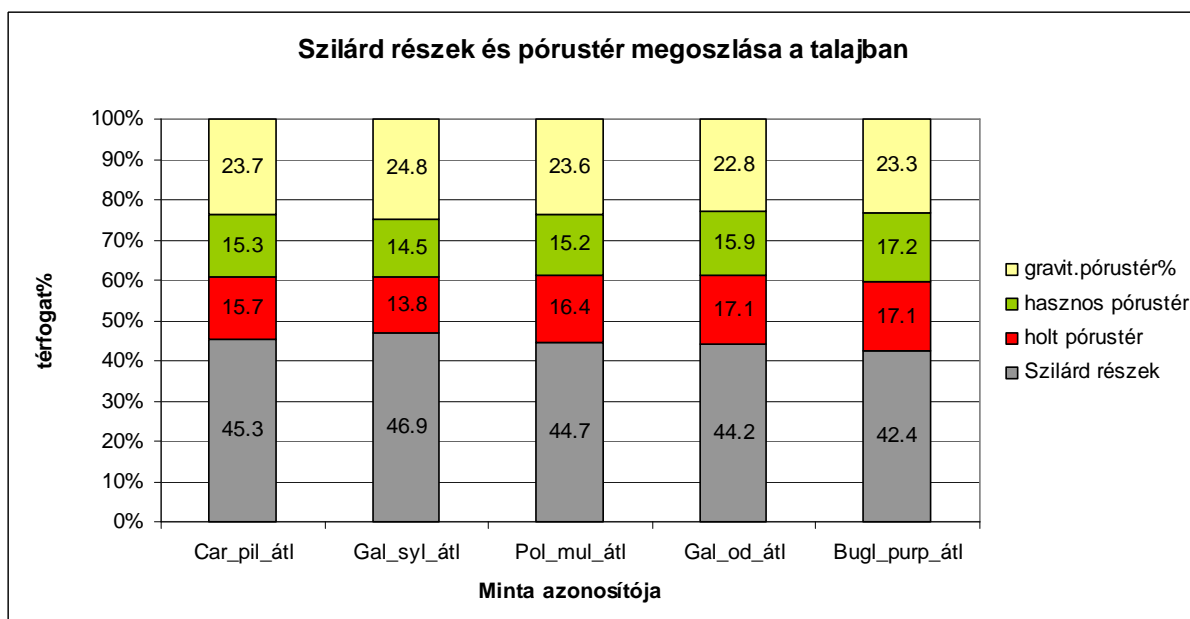
Az öt kiválasztott lágyszárú növényfaj mindegyikénél az előfordulási helyeikről vett bolygatatlan talajmintákból elkészítettük fajonként az átlagértékekből képzett pF-görbéket (43. ábra).



43. ábra: Az öt vizsgált lágyszárú növényfaj előfordulási helyeiről gyűjtött talajminták átlagos pF-görbéi

Az ábrán látható, hogy mind az öt faj esetében nagyjából azonos lefutásúak a pF-görbék. A talajok a víztartalmukat a növekvő szívóerő hatására a teljes szívóerő-tartományban egyenletesen adják le, ez a görbe-alak vályog fizikai féleségű talajra utal. Az ilyen talajok vízgazdálkodása kedvező, mert egyrészt viszonylag gyorsan fel tudják venni a csapadékkal érkező vizet, másrészt azt kellő mértékben vissza tudják tartani a gravitáció hatására lezajló mélybe szivárgás ellenében. A vízvisszatartás sem túl erős, azaz nem túl magas a holt víz aránya, melyet a növények már nem tudnának elvonni a talajból.

A pF-görbe adatai alapján meghatároztuk mind az öt faj termőhelyeire vonatkozóan az átlagos pórustér-megoszlást is (44. ábra)



44. ábra: Az öt vizsgált növényfaj előfordulási helyeiről gyűjtött talajminták pórustér-megoszlása

A pF-görbéknek megfelelően természetesen itt is nagyjából azonos jellemzőket láthatunk. Mind az öt növényfaj esetében a talajok átlagosan 13,8-17,1% hasznos pórustérrel rendelkeznek – ez tartalmazza az ún. diszponibilis vizet. Ezen értékek egyben megegyeznek a 10 cm-es talajrétegben tárolható diszponibilis víz mennyiségével, mm vízoszlopban megadva (azaz 13,8-17,1 mm/10 cm). Ha tehát élünk azzal az egyszerűsítéssel, hogy a vizsgált termőhelyeken a talajok pórustere a felső 1 méteres talajrétegben megegyezik a mintákból meghatározott pórustérrel, akkor mind az öt lágyszárú faj esetében elmondható, hogy a talajok által az 1 méteres termőrétegben maximálisan tárolható diszponibilis vízmennyisége a fás vegetáció átlagosan mintegy 28-34 napi vízigényét tudja fedezni. Ezen számításunk azon alapszik, hogy hazánk átlagos éghajlati viszonyai mellett egy erdei fás vegetáció naponta mintegy 5 mm csapadék mennyiségét igényli az evapotranszpirációhoz. A pórustér vizsgálatok az átlagos értékek alapján tehát egybeesnek azzal a tapasztalati ténnyel, hogy mind az öt faj esetében üde lomberdei fajokról van szó, jelentősebb különbségeket viszont nem mutatkozik az átlagos pórustér tekintetében.

A talajból felvehető, hasznosítható vízmennyiség esetében természetesen nem csak az átlagértékek fontosak, gyakran sokkal inkább a szélsőségek határozzák meg egy-egy faj elterjedését, előfordulási gyakoriságát. A vizsgált talajokra vonatkozóan ezért a 11. és 12. táblázatokba foglaltuk a hasznos és az összes pórusterek minimális és maximális értékeit.

11. táblázat: Az öt vizsgált lágyszárú növényfaj előfordulási helyeiről gyűjtött talajminták hasznos-pórusterének átlagos- és szélsőértékei (BP – *Buglossoides purpurocaerulea*, GO – *Galium odoratum*, GS – *Galium sylvaticum*, PM – *Polygonatum multiflorum*, CP – *Carex pilosa*)

Vizsgált faj	DV%	DV%	DV%
	átlag	min.	max.
BP	17.2	10.7	24.8
GO	15.9	9.5	21.6
GS	14.5	9.5	22.6
PM	15.2	9.5	19.8
CP	15.3	9.5	19.8

A rendelkezésre álló víz tekintetében látható, hogy sem a minimális, sem a maximális értékek között nem találhatók jelentős különbségek, az értékek teljes termőrétegre való felszorzása esetén is mindössze 1-2 nappal különbözik a vizsgált talajok vízszolgáltató képessége az erdei vegetáció számára.

12. táblázat: Az öt vizsgált lágyszárú növényfaj előfordulási helyeiről gyűjtött talajminták összes-pórusterének átlagos- és szélsőértékei (BP – *Buglossoides purpurocaerulea*, GO – *Galium odoratum*, GS – *Galium sylvaticum*, PM – *Polygonatum multiflorum*, CP – *Carex pilosa*)

Vizsgált faj	összporozítás %	összporozítás %	összporozítás %
	átlag	min.	max.
BP	57.6	50.5	68.3
GO	55.8	48.3	62.7
GS	53.1	39.7	62.7
PM	55.3	45.9	64.6
CP	54.7	45.9	64.6

Az összporozítás annyiban jelenthet többlet-információt a hasznos póruster ismeretén túlmenően, hogy ezek az adatok jobban jellemzik a talajok levegőgazdálkodását. Egyedül a *Galium sylvaticum* esetében találtunk a többinél jelentősebben alacsonyabb minimális összporozítást, ami mutatja, hogy a faj a többihez képest levegőtlenebb talajokon is előfordult a vizsgálati területen. Az átlagos összes póruster azonban e fajnál is megfelelő, nem tér el a többi fajétól. Ennek egyik lehetséges magyarázata az lehetne, hogy ez a faj jobban elviseli a levegőtlenebb viszonyokat, hiszen a 39,7%-os összporozítás tömörödött talajra utal.

A pF-vizsgálatok eredményeit összefoglalva elmondható, hogy az öt lágyszárú faj mindegyike vályog fizikai féleségű, jó víztartó képességű és normális levegőzöttségű talajokon fordult elő. A fajok elterjedésében vélhetően nem ez a termőhelyi tényező a meghatározó.

6.4. A mutatószámok középértékei

Az ökológiai mutatószámok középértékeinek használhatóságáról, információtartalmáról a 2.3. és 2.4. fejezetben található bővebb információ.

Ebben a fejezetben a mintavételi helyeken előforduló összes faj (a vizsgált faj kivételével) mutatószámainak mediánján alapuló mutatószám-spektrumokat adom meg. Ezek az értékek a mutatószámok jellegéből fakadóan nem pontos, mért, hanem empirikus értékek, és ahogy az ökológiai tényezők nem függetlenek egymástól, hanem bonyolult összefüggés-hálózatot alkotnak, úgy az egyes ökológiai mutatók között is korreláció áll fenn. A mutatószám-spektrum elemzése tehát integratív információt hordoz magában az adott növényfaj termőhelyéről, amelynek a konkrét értékekkel, illetve a szakirodalmi adatokkal való összehasonlítása érdekes eredményekkel szolgálhat.

A mintavételi helyekről rendelkezésre álló fajlista minden fajához hozzárendelt mutatók csoportmediánját alapul véve diagramon ábrázoltam az adott faj termőhelyének mutatószám-spektrumát. Majd korrelációt kerestem a mutatószámnak megfelelő ökológiai faktor mért értékeivel. Az összehasonlításkor először az egész országra és a teljes flórára kiterjedő aktuális Borhidi-féle rendszert vettem alapul, majd mivel erdei növényfajokról van szó összevettem a Zólyomi-féle lista értékeivel. Kitekintésképpen pedig az Ellenberg-féle Európa nyugati felére érvényes értékekkel.

A *Carex pilosa* esetében az alacsony mintaszám miatt a kiértékelésnek nincs értelme.

6.4.1. A mutatószámok középértékei – *Buglossoides purpureocaerulea* termőhelyein

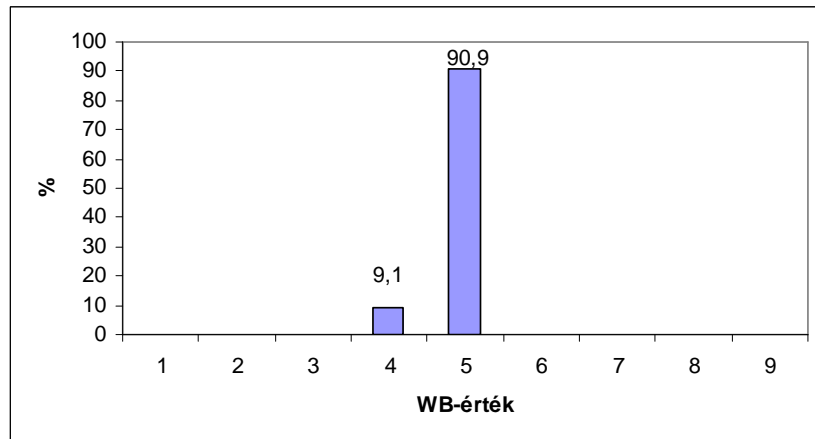
Az erdei gyöngyköles termőhelyein előforduló összes faj W-értékének középértéke alapján a fajok 91 %-a az 5-ös, vagyis az „üde termőhelyet jelző, nedves és gyakran kiszáradó élőhelyekről hiányzó fajok” csoportjába tartoznak. Ez a Borhidi-féle besorolással nem egyezik meg (WB 4), nála a faj az olyan szárazságtűrők közé tartozik, amelyek alkalmanként üde talajon is előfordulnak. A Zólyomi-féle rendszerrel összevetve hasonlóképpen viselkedik a faj. A mintavételi helyek 73%-a 5-ös WZ-értékkal bír, ami egyértelműen üdebb termőhelyi körülményekről árulkodik, mint a korábbi besorolás. Az Ellenberg-féle besorolással meg egyezik az 5-ös érték.

Az eltérésnek több oka lehet. Elsőként a faj elterjedésében kell az okokat keresnünk. A Nyugat-Dunántúlon a faj előfordulása szórványos, a középhegységeinkben gyakori. A Borhidi és a Zólyomi-féle besorolás az ország egészét veszi alapul. Valószínűleg a vizsgált területen a faj Magyarország egészére kevésbé tipikus élőhelyei a jellemzők. Ezzel egybevág, hogy a nyugat-európai besorolás, ahol a faj egy fokkal üdebb termőhelyeken, akár 1000-1200 m tengerszint feletti magasságban is előfordul.

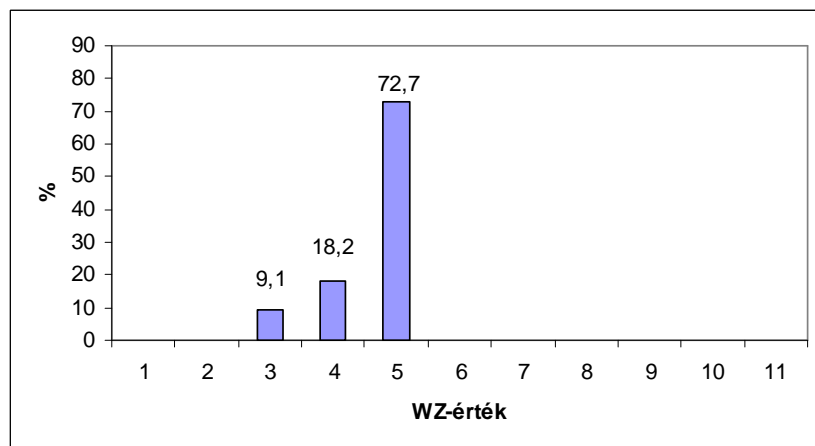
Az összes faj R-értékének középértéke alapján a mintavételi helyek 73%-án a 7-es érték jellemző. Ezek a gyengén savanyú-gyengén bázikus termőhelyet jelző fajok, amelyek savanyú termőhelyen sosem fordulnak elő. A Borhidi ebben az esetben is egy kategóriával feljebb, a 8-as, „többnyire mészejelző” kategóriába sorolja. A Zólyomi-féle listában az erdei gyöngyköles az 5-ös „meszes, bázikus talajon előforduló fajok közé sorolja, míg a nyugat-dunántúli előfordulások alapján ide csak a minták 9%-a, a maradék 91 % pedig fele-fele arányban a 3-as és a 4-es kategóriák között osztozik. Vagyis a vizsgált területen a „gyengén savanyú ill. semleges talajon előforduló fajok” közé sorolható. Ellenberg R-értéke 7-es, vagyis egyezik a nyugat-dunántúli adatokkal. Az eltérések oka hasonló lehet a W-érték kapcsán kifejtett összefüggéshez.

Az N-érték alapján az erdei gyöngyköles termőhelyei a 46 %-ban a közepesen ellátottak, 36%-ban ennél egy fokkal tápanyag-gazdagabbak és csak 9%-ban egyeznek a Borhidi-féle 4-es értékkel, ami a nitrogénszegény helyeken gyakrabban előforduló fajokat jelenti. Ellenberg ugyancsak a 4-es kategóriába sorolta. Az eltérések oka talán növényélettani folyamatokkal magyarázható. Savanyú talajon a tápelemek felvétele a növények számára nehezebb, mind a diffúzióval beáramló mind az aktív transzporttal felvett ionok esetében. A talaj savanyú kémhatását a bőségebb tápanyag-ellátottság képes kompenzálni. Feltételezésem szerint hasonló kémhatású, de tápanyagban szegényebb helyeken az erdei gyöngyköles nem képes megélni, ezt támasztja alá viszonylagos ritkasága is a vizsgált területen (45-49. ábra)

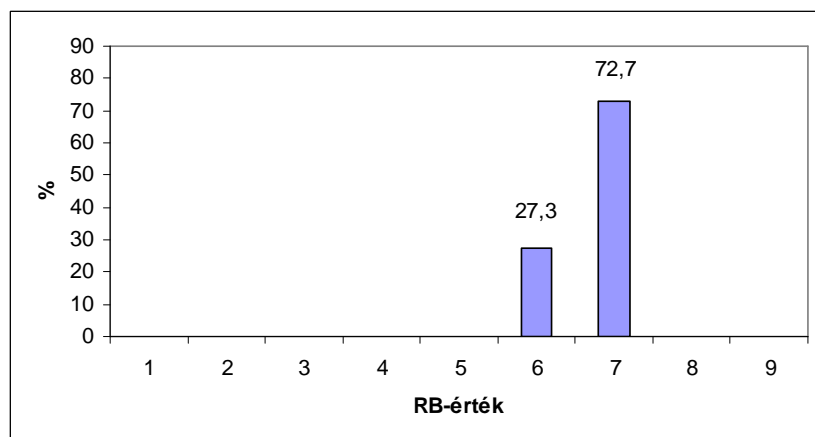
45. ábra: A Borhidi-féle W-érték százalékos eloszlása a *Buglossoides purpureocaerulea* lelőhelyein készült felvételek alapján



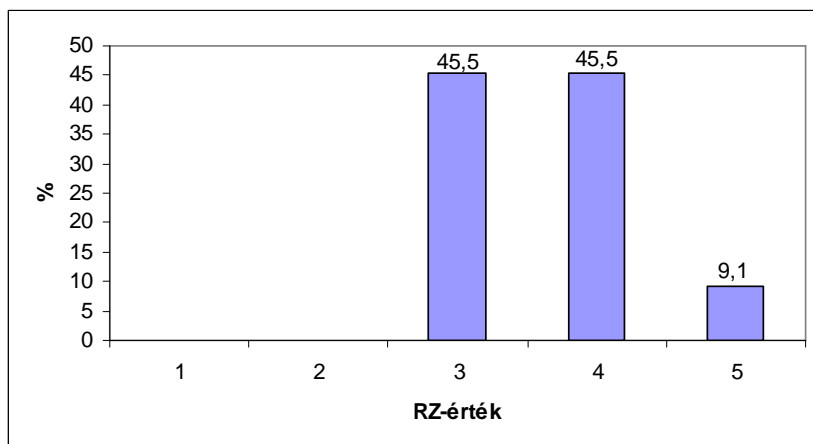
46. ábra: A Zólyomi-féle W-érték százalékos eloszlása a *Buglossoides purpureocaerulea* lelőhelyein készült felvételek alapján



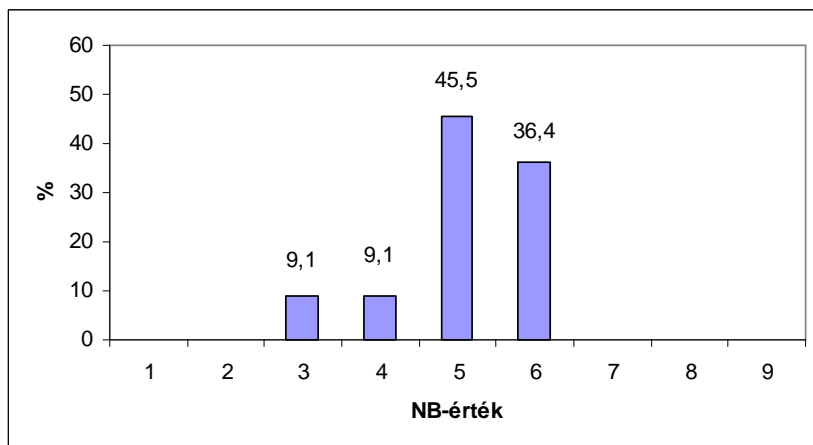
47. ábra: A Borhidi-féle R-érték százalékos eloszlása a *Buglossoides purpureocaerulea* lelőhelyein készült felvételek alapján.



48. ábra: A Zólyomi-féle R-érték százalékos eloszlása a *Buglossoides purpureocaerulea* lelőhelyein készült felvételek alapján.



49. ábra: A Borhidi-féle N-érték százalékos eloszlása a *Buglossoides purpureocaerulea* lelőhelyein készült felvételek alapján.



6.4.2. A mutatószámok középértékei a *Galium odoratum* termőhelyein

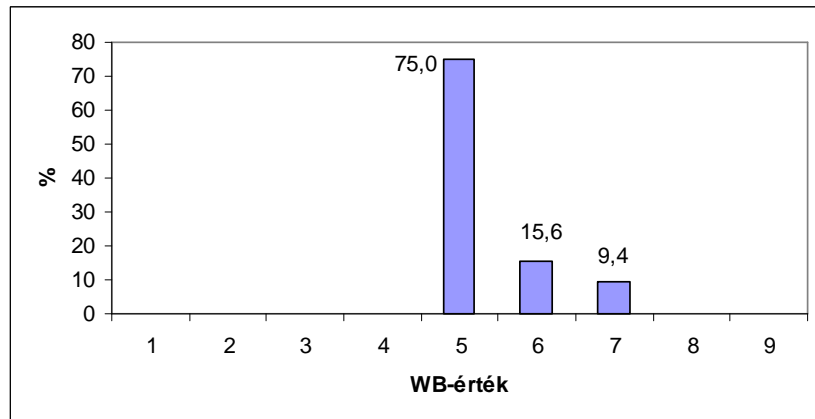
A szagos müge vizsgált előfordulásai 75 %-án az 5-ös, vagyis az „üde termőhelyet jelző, nedves és gyakran kiszáradó élőhelyekről hiányzó fajok” uralkodnak. A mintavételi helyek maradék 25 %-án a nedvességigényes fajok vannak többségben. Zólyomi skáláján a mintavételi helyek 81 %-a esik az 5-ös, mérsékelt üde élőhelyeknek megfelelő, és csak 12,5 %-uk az ennél nedvesebb kategóriába. Mindkét besorolás egyezik a nyugat-dunántúli eredményekkel, sőt az Ellenberg-féle értékkel is.

A talajreakcióra vonatkozó mutató középértékei a mintavételi helyek 69 ill. 78 %-án megegyeznek a Borhidi- ill. Zólyomi-féle értékekkel, amelyek definíciói egymással is (RB 6 = RZ3); és az Ellenberg-féle besorolással is megegyeznek. Vagyis a faj az enyhén savanyú-enyhén bázikus és semleges talajokon fordul elő. A mintavételi helyek maradék 31 ill. 22 %-a a gyengén bázikus vagy enyhén meszes kategóriába tartozik az előforduló fajok R-értékei alapján.

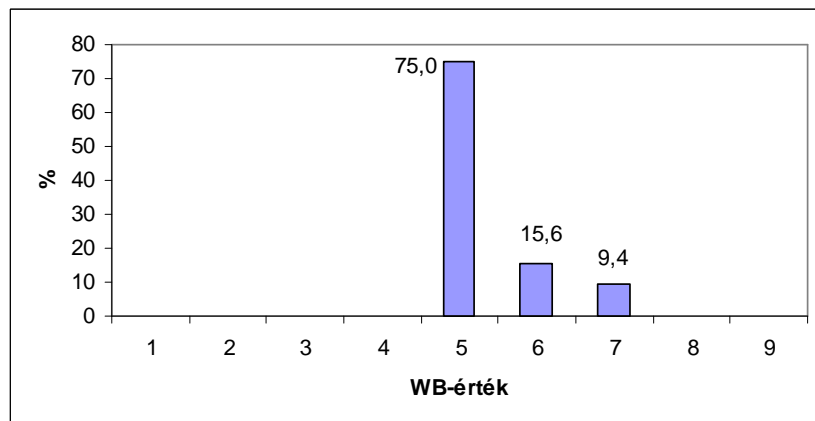
A tápanyag-ellátottság tekintetében a faj vizsgált élőhelyei csak 31%-ban egyeznek meg a Borhidi- és az Ellenberg féle besorolás 5-ös, „közepes nitrogénellátottságot jelző fajok” kategóriájával. A mintavételi helyek többsége, 44%-a ennél tápanyagban valamivel gazdagabb termőhely. A 7-es kategóriába azok a fajok tartoznak, amelyek „nitrogénben gazdagabb termőhelyeken gyakrabban fordulnak elő, mint a mérsékelt nitrogén-ellátottságú helyeken”. Ilyen fajok fordulnak elő a mintavételi helyek 16 %-án. Vagyis a szagos müge a közepesnél valamivel jobb tápanyag-ellátottságú helyeket preferál, N-értékeinek eloszlása egy közel szabályos, kicsit a tápanyagszegényebb irányba eltoltt haranggörbét ad (50-54 ábra).

A nyugat-dunántúli adatok és az irodalmi adatok különbözőségének okait további vizsgálatokkal lehetne felderíteni.

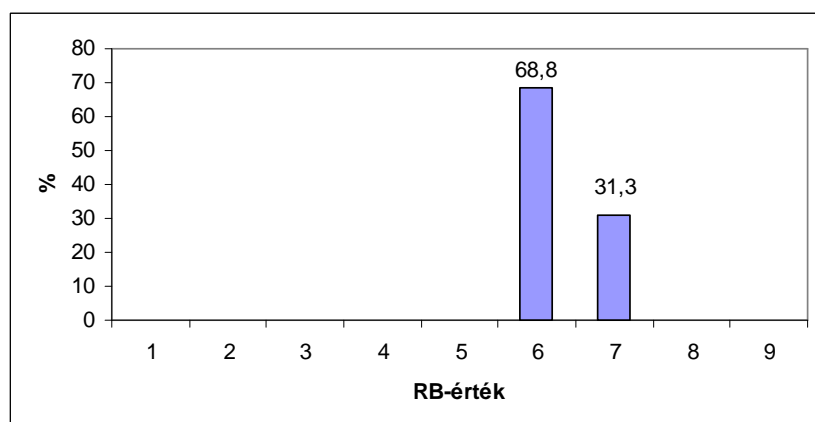
50. ábra: A Borhidi-féle W-érték százalékos eloszlása a *Galium odoratum* lelőhelyein készült felvételek alapján



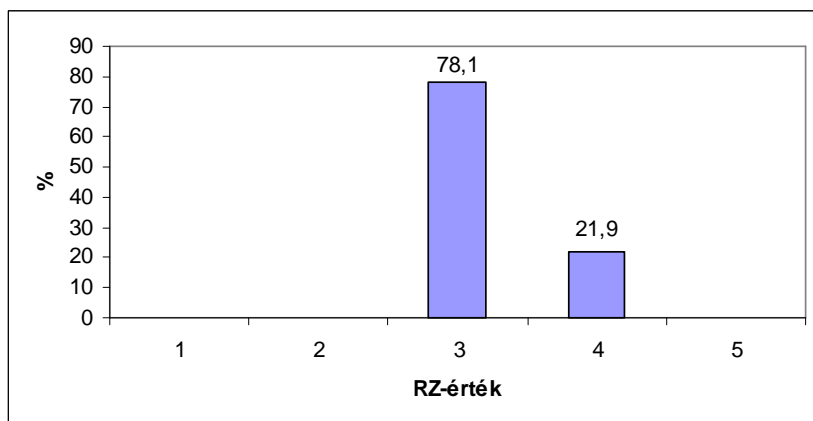
51. ábra: A Zólyomi-féle W-érték százalékos eloszlása a *Galium odoratum* lelőhelyein készült felvételek alapján



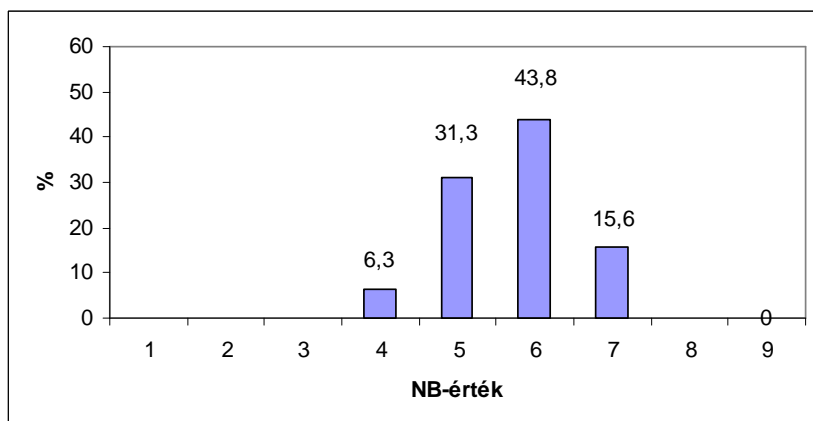
52. ábra: A Borhidi-féle R-érték százalékos eloszlása a *Galium odoratum* lelőhelyein készült felvételek alapján



53. ábra: A Zólyomi-féle R-érték százalékos eloszlása a *Galium odoratum* lelőhelyein készült felvételek alapján



54. ábra: A Borhidi-féle N-érték százalékos eloszlása a *Galium odoratum* lelőhelyein készült felvételek alapján



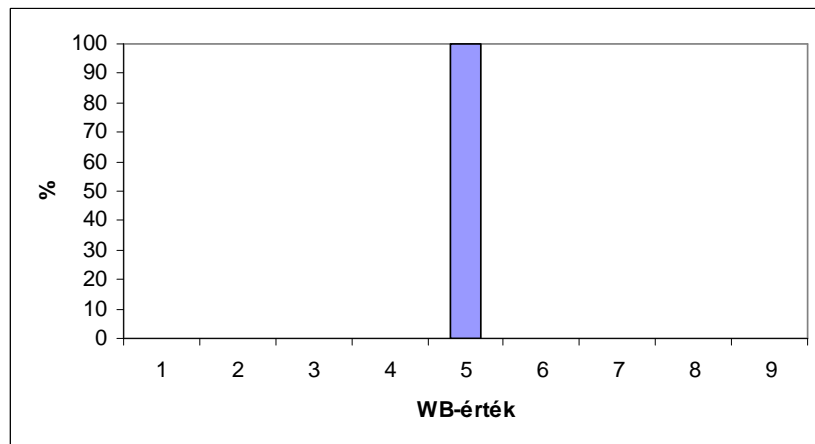
6.4.3. A mutatószámok középértékei a *Galium sylvaticum* termőhelyein

Az erdei galaj az előforduló fajok Borhidi-féle W-értékei alapján az összes mintavételi helyen az 5-ös azaz „üde termőhelyet jelző, nedves és gyakran kiszáradó élőhelyekről hiányzó fajok” csoportjába sorolandó. Borhidi a 6-os, vagyis valamivel nedvesség-igényesebb, Ellenberg az 5-ös kategóriába sorolja. A Zólyomi-féle rendszer középértékei alapján a termőhelyek 2/3-a az 5-ös, „mérsékelt üde” kategóriába sorolható, a fennmaradó 1/3-ad pedig az ennél szárazabb termőhelyek közé tartozik. Zólyomi az erdei galajt a 6-os, vagyis üde élőhelyeknek megfelelő kategóriába sorolja. Az eltérések magyarázataként szolgálhat a faj elterjedése. Hazánkban húzódik ugyanis a keleti elterjedési határa, így a nyugat-európai adatokon alapuló besorolás pontosabb lehet.

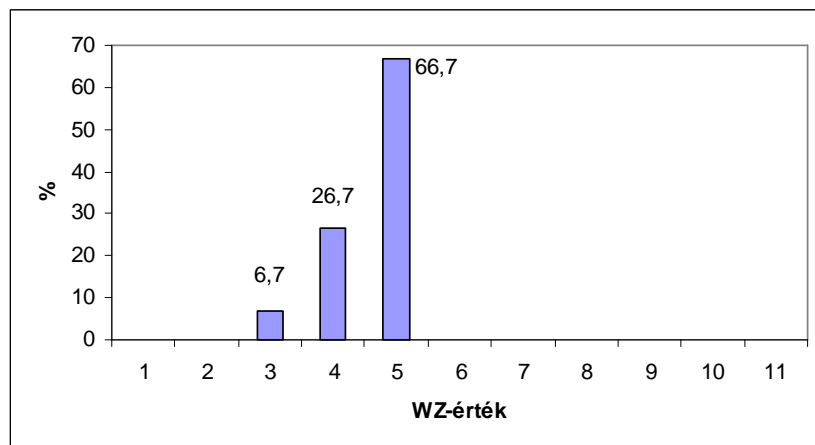
A talajreakció értékek a nyugat-dunántúli mintavételi helyek 87 %-án a 6-os, 13%-án a 7-es kategóriába estek. Vagyis a faj főleg az enyhén savanyú-enyhén bázikus talajokon fordul elő, kisebb részben pedig az ennél valamivel meszesebb talajokon is. Borhidi és Ellenberg is a 6-os értékkel látta el a fajt, ebben a tekintetben nagy az egyezés. A Zólyomi-féle besorolás szerint mind az irodalmi adatok, mind a nyugat-dunántúli minták alapján a 3-as, azaz semleges talajokon előforduló fajok csoportjába tartozik.

Az N-érték szempontjából az erdei galaj a nyugat-dunántúli előfordulások 60 %-ban a közepes nitrogén-ellátottságú termőhelyeken nő, vagyis a Borhidi skála-szerint az 5-ös kategóriába tartozik. Borhidi és Ellenberg is ide sorolta (55-59. ábra).

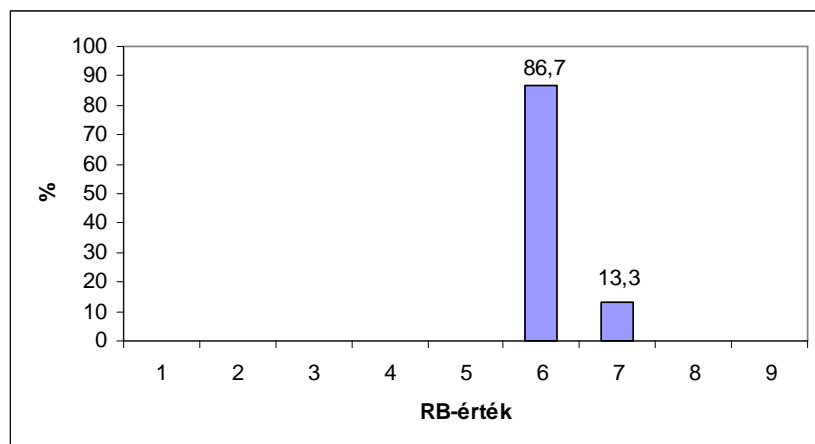
55. ábra: A Borhidi-féle W-érték százalékos eloszlása a *Galium sylvaticum* lelőhelyein készült felvételek alapján



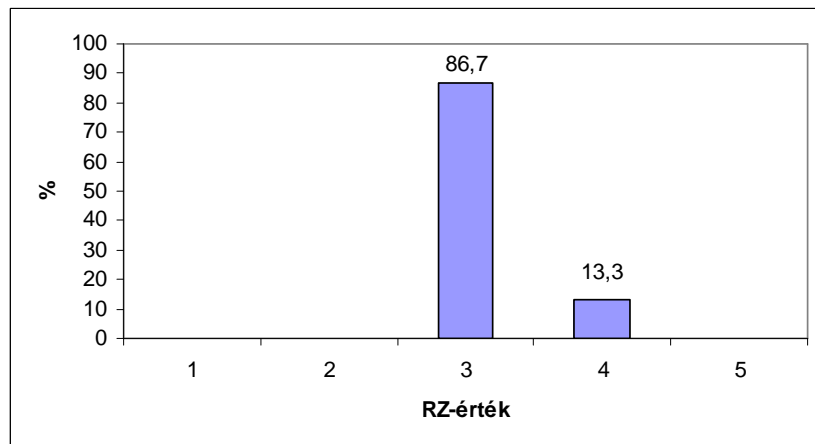
56. ábra: A Zólyomi-féle W-érték százalékos eloszlása a *Galium sylvaticum* lelőhelyein készült felvételek alapján



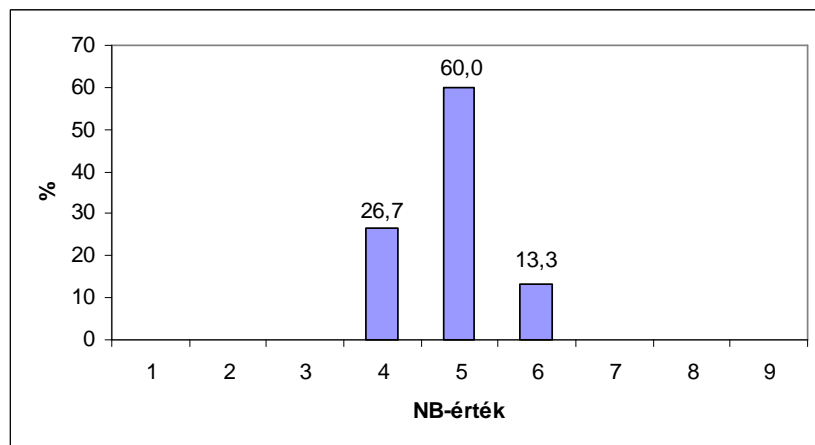
57. ábra: A Borhidi-féle R-érték százalékos eloszlása a *Galium sylvaticum* lelőhelyein készült felvételek alapján



58. ábra: A Zólyomi-féle R-érték százalékos eloszlása a *Galium sylvaticum* lelőhelyein készült felvételek alapján



59. ábra: A Borhidi-féle N-érték százalékos eloszlása a *Galium sylvaticum* lelőhelyein készült felvételek alapján



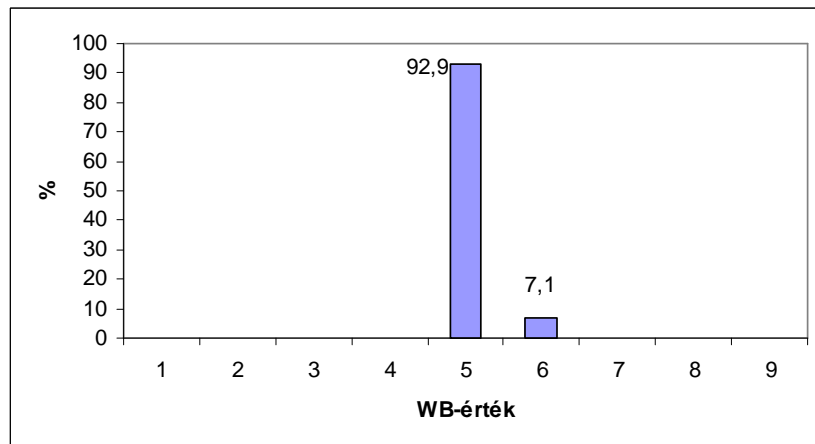
6.4.4. A mutatószámok középértékei a *Polygonatum multiflorum* termőhelyein

A fürtös salamonpecséttel együtt előforduló fajok W-értékei alapján a faj a Borhidi szerinti skálán az 5-ös, az „üde termőhelyet jelző, nedves és gyakran kiszáradó élőhelyekről hiányzó fajok” kategóriájába tartozik. A Zólyomi-féle skálán ugyancsak az 5-ös kategóriába tartozik, ami azonban a verbális definíció alapján valamivel szárazabb, mérsékelt üde élőhelyet jelent. Mindhárom forrás (Borhidi, Ellenberg és Zólyomi) az 5-ös kategóriába sorolja, tehát a faj mutatószámai és a nyugat-dunántúli adatok között nagymértékű az egyezés.

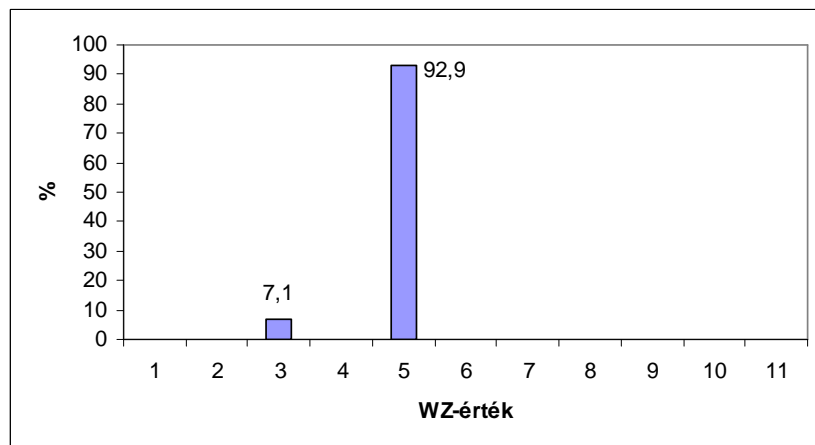
Az R-értékek tekintetében mind a Borhidi, mind a Zólyomi-féle skálán az enyhén savanyú-enyhén bázikus ill. semleges talajokon előforduló növények közé sorolható (R-érték 7 és 3). Borhidi a 7-es kategóriába sorolta, tehát egy fokkal mészkedvelőbbként tartja számon. Az eltérés azonban nem jelentős, mert a nyugat-dunántúli mintavételi helyek 35%-ában is a 7-es értéket adják ki az előforduló fajok összesített értékei. Ellenberg és Zólyomi besorolása is megegyezik a kapott értékekkel.

A nyugat-dunántúli adatok alapján a fürtös salamonpecsét tápanyagban gazdagabb helyeken részesít előnyben, mint az ország többi részén. A minták 64 %-ában ugyanis az előforduló fajok összesített értékei az 5-ös értéket adták ki, vagyis a közepes tápanyag-ellátottságú élőhelyekre utaló kategóriát, a maradék 37% pedig a még jobb tápanyag-ellátottságú élőhelyek között oszlik meg. Ezzel szemben Borhidi besorolása szerint a faj nitrogénszegény és közepes ellátottságú termőhelyeken is előfordul, vagyis 4-es értékkel rendelkezik, Ellenbergnél 5-ös (60-64. ábra).

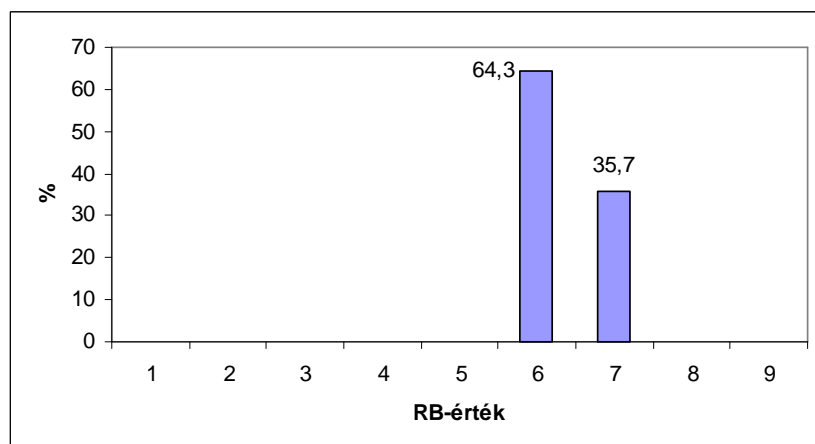
60. ábra: A Borhidi-féle W-érték százalékos eloszlása a *Polygonatum multiflorum* lelőhelyein készült felvételek alapján



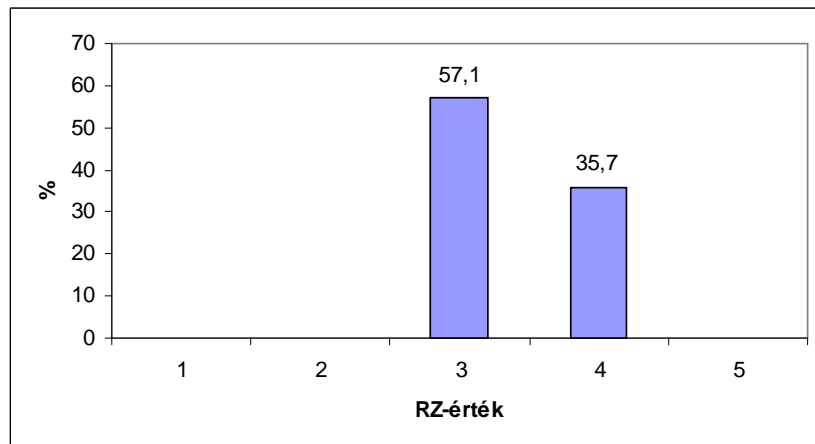
61. ábra: A Zólyomi-féle W-érték százalékos eloszlása a *Polygonatum multiflorum* lelőhelyein készült felvételek alapján



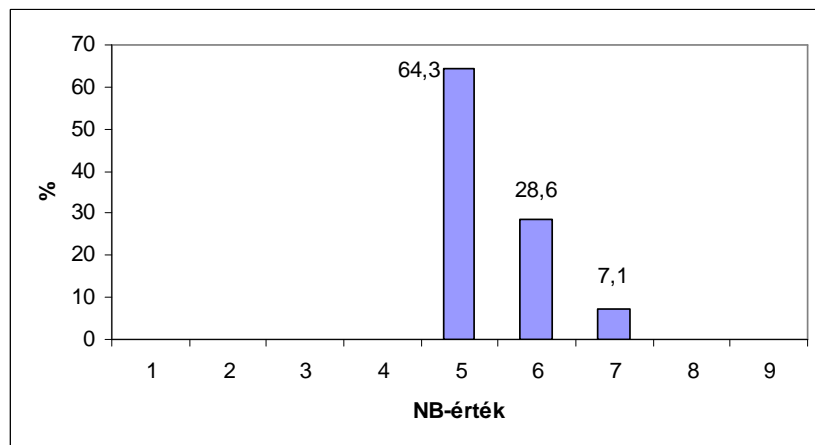
62. ábra: A Borhidi-féle R-érték százalékos eloszlása a *Polygonatum multiflorum* lelőhelyein készült felvételek alapján



63. ábra: A Zólyomi-féle R-érték százalékos eloszlása a *Polygonatum multiflorum* lelőhelyein készült felvételek alapján



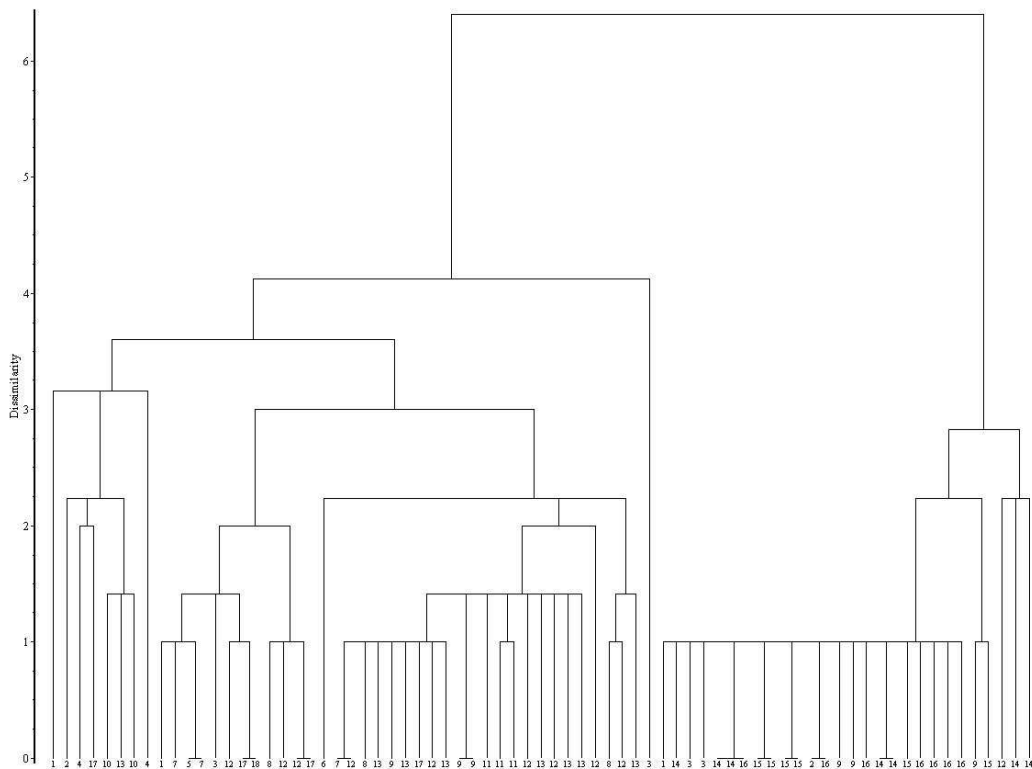
64. ábra: A Borhidi-féle N-érték százalékos eloszlása a *Polygonatum multiflorum* lelőhelyein készült felvételek alapján



6.5. Statisztikai analízis

A talajparaméterek illetve az egyes mintavételi helyeken a vizsgált fajjal együtt előforduló fajok listái hierarchikus klaszteranalízissel lettek összehasonlítva. A mutatószámok regionalitásának vizsgálatához kapcsolódóan alapvetően arra kerestem a választ, hogy a különböző kistájakon elhelyezkedő mintavételi helyek statisztikai módszerekkel kimutathatóan elválnak-e egymástól. Az eredményeket dendrogrammon ábrázoltam, melyen az egyes minták különbözőségét grafikusán megjelenő távolságként hasonlíthatjuk össze.

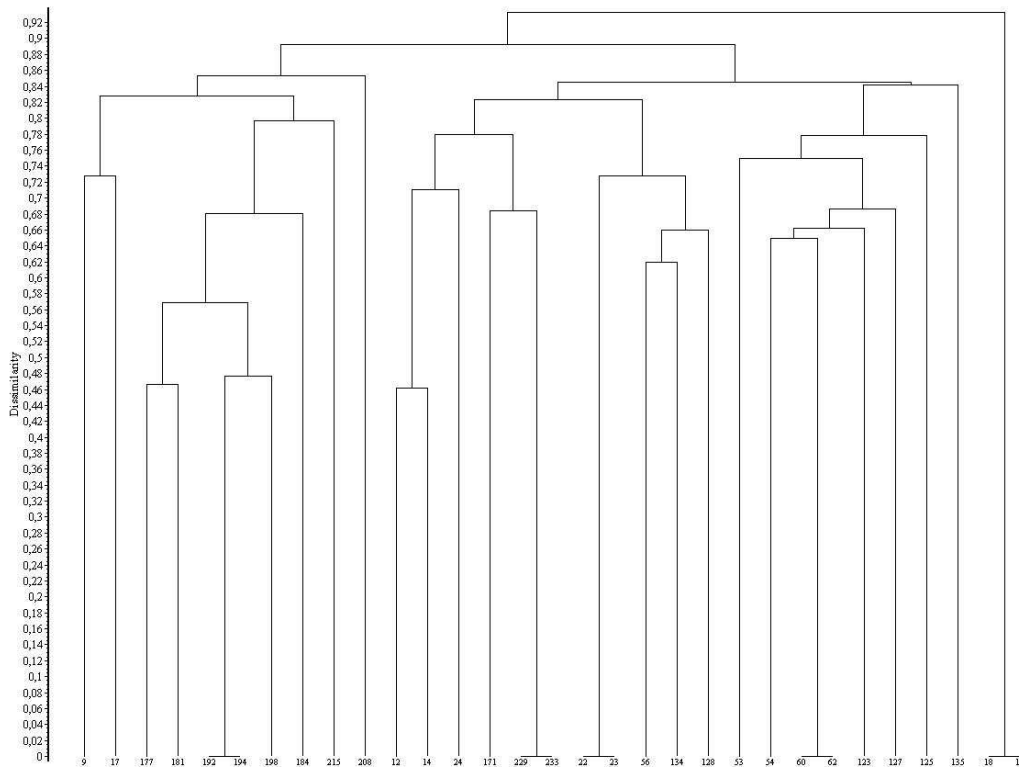
A talajtulajdonságok elemzése alapján számos különböző bontás alakult ki (pl. pH alapján, lásd 65. ábra). Az egyes csoportokon belül a minták között nem találtam olyan összefüggést, amely valamilyen földrajzi vagy ökológiai jellegzetességgel magyarázható lett volna. A pH alapján történő rendszerezés értelemszerűen a bázikus és a savanyú termőhelyek látványos különbözőségét mutatta ki. A különböző kistájokról származó minták azonban nem képeznek homogén csoportokat.



65. ábra: A mintavételi helyek hasonlósága a talaj kémhatása alapján, a következő kistájakon: Soproni-hg. (10, 11, 12); Fertőmelléki-dombság (13, 14); Ikva-sík (1, 2, 5, 8); Répce-sík (9, 18); Kőszegi-hegyalja (3, 4, 6); Mosoni-sík (16), Szigetköz (7, 15, 17)

A fajlisták hasonlóságát az öt fajra külön-külön vizsgáltam. Ez alapján a kapott dendrogramok elemzése az mutatja, hogy a földrajzilag egymástól elkülönülő mintavételi helyek fajlistái nem különböznek egymástól olyan mértékben, hogy a klaszteranalízis során a kistaják külön klaszterekbe tömörüljenek. Az egyes fajok mintavételi helyeinek eloszlása, illetve eloszlásának inhomogenitása meglehetősen hasonló, ezért csak a *Galium odoratum* dendrogramját mutatom be (66. ábra).

Az ábrán három csoport elkülönülését figyelhetjük meg, melyek közül az elsőben a Szigetközből és az Ikva síkról származó, kevesebb fajt tartalmazó felvételek találhatók. A másik két csoport több fajból álló fajlistákat tartalmaz, amelyek azonban a legkülönbözőbb mintavételi helyekről származnak. Különálló a 208-as, Nagylózs községhatárban (Ikva-sík) készült felvétel, amely egy átalakított, fajszegény, ruderalis elemekben gazdag állományból származik, elkülönülése ezzel magyarázható.



66. ábra: A mintavételi helyek fajösszetételének hasonlósága a *Galium odoratum* mintavételi helyein: Soproni-hg. (22, 23, 24, 53, 54, 56, 60, 62, 121, 123, 125, 126, 128, 131, 134); Fertőmelléki-dombság (12, 14, 69, 72, 77, 79, 83, 87, 89, 100, 102, 105, 109, 115, 119); Ikva-sík (9, 44, 208, 209, 213, 215, 216, 225, 229, 233), Répce-sík (7, 35, 36, 37, 38, 39)> Kőszegi-hegyalja (135, 137, 138, 139, 141, 148, 150); Mosoni-sík (156, 159, 161, 169, 171, 174, 175); Szigetköz (17, 18, 19, 177, 179, 181, 184, 186, 188, 190, 192, 194, 198)

Összefoglalva: a hierarchikus klaszteranalízissel vizsgált adatállományból nem mutatható ki egyértelműen a mintavételi helyek különbözősége. Az ökológiai mutatók tekintetében ez azt jelenti, hogy az egyes mutatók regionalitása mindenképpen nagyobb léptékű, mint az Észak-Dunántúl kisebb földrajzi egységei, vagyis az adott nagytáj homogén egésznek tekinthető.

7. Összefoglalás

Dolgozatomban a 2001 és 2007 között elvégzett erdei lágyszárú fajok és a hozzájuk rendelt ökológiai mutatószámokkal kapcsolatos kutatásaimról adok számot.

A *Buglossoides purpureocaerulea*, *Galium odoratum*, *Galium sylvaticum*, *Polygonatum multiflorum*, *Carex pilosa* észak-nyugat dunántúli, különböző alapközetten és talajtípuson élő előfordulásait felkeresve összesen 234 talajmintát vettem. A talajminták laborelemzése után összehasonlítottam a konkrét, mért talajjellemzőket a fajokhoz rendelt ökológiai mutatókkal és összefüggéseket kerestem az egyes termőhelyi paraméterek között.

Az ökológiai mutatószámok kérdése égetően aktuális probléma, hiszen a termőhelyek ökológiai jellemzéséhez feltétlenül szükséges egy olyan rendszer, melynek segítségével gyorsan és praktikusán nagy mennyiségű adat statisztikai kiértékelésére nyílik mód. A több mint fél évszázada húzódó, a mutatószámok használhatóságának határait feszegető tudományos vitában máig nem született alternatív megoldás a növényzet-termőhely-kapcsolatok illetve az ökoszisztémák nagyobb volumenű statisztikai értékelése terén. Ehhez az ökológiai mutatók körüli vitához igyekeztem hozzájárulni egy kimondottan növényközponitú mintavételi eljárás és adatelemzés kidolgozásával.

Első lépésként megvizsgáltam és összehasonlítottam az Európában használatos mutatószám-rendszereket a kategóriák, a besorolt fajok és az átjárhatóságuk tekintetében. Megállapítottam, hogy az egyes rendszerek kategóriái a verbális definícióik alapján megfeleltethetők egymásnak. A besorolt fajok tekintetében azonban nem állapítható meg minden rendszerre kiterjedően összefüggés, viszont az azonos földrajzi területre érvényes skálák besorolásai hasonlóak (a kategória-definíciók különbözőségének figyelembe vételével).

Ezzel párhuzamosan kidolgoztam egy fajspecifikus, ökomorfológiai és biometriai alapon nyugvó vitalitás-skálát mindegyik általam vizsgált fajra. A skála létrehozása módszertani kísérlet is egyben, hiszen a növényi populációk vitalitásának becslésére nem létezik általánosan elfogadott módszer. A kísérlet részeként teszteltem az új skála felhasználhatóságát. Segítségével kimutattam, hogy a prezencia-abszencia alapon kiértékelt termőhelyi spektrum jelentősen finomítható, pl. a *Buglossoides purpureocaerulea* az eddigi ismereteinkkel ellentmondóan sok esetben előfordul mészmentes talajon is, azonban a talaj mésztartalma és a populációk vitalitása között egyértelmű pozitív korreláció áll fenn. Megállapítottam azonban azt is, hogy a vitalitás értékelésének sikerességéhez a talajparaméterek mellett a fény, mint

ökológia faktor figyelembe vétele nagymértékben hozzájárult volna, amelyre a munka során módszertani okokból nem volt lehetőség.

Következő lépésként mind az öt vizsgált növényfaj ökológiai viselkedéséről részletes, ténylegesen mért adatokon nyugvó leírást készítettem, mely jelentős mértékben bővíti a mostanáig rendelkezésre álló ismereteinket, pontosítja a vizsgált régióban az előfordulások körülményeit, és rávilágít az ország egyéb területein található előfordulásoktól való eltérésekre.

Megállapítottam, hogy a mutatószámok regionalitása nagyobb léptékű, mint a vizsgált terület. A mintavételi helyek Északnyugat-Dunántúlon belül nem különülnek el kistájak vagy egyéb földrajzi egységek szerint, tehát az ökológiai mutatók szempontjából homogén egészet képeznek. A vizsgált fajok elterjedésének és az adott régió növényföldrajzi határainak a saját adataim tükrében történő elemzésével megerősítettem, hogy a mutatószámok létrehozásakor kitűzött cél, hogy Európa nagy természetföldrajzi egységein belül alkalmazható egységes rendszert alkossanak megvalósítható. Ettől lehetségesek eltérések, ezek azonban egy bizonyos faj teljes áréáján belüli helyzetéből illetve az adott termőhely extrazonális vagy edafikusan eltérő jellegéből adódnak (ld. *Galium sylvaticum*, *Buglossoides purpureo-caerulea* és a Fertőmelléki dombság edafikus adottságai).

A fő kérdésselvetés, amely köré a kutatásaimat stratégiaileg felépítettem, hogy meghatározható-e egy olyan, számszerűsíthető termőhelyi összefüggésrendszer a termőhelyi paraméterek elemzésével, amely az ökológiai mutatószámok pontosítását teszi lehetővé, nemmel kell válaszolnom. Műszeres mérésekkel a jelenlegi technikai felszereltség mellett lehetetlen megfogni a számtalan termőhelyi összefüggés bonyolult hálózatát. A szigorúan azonos módszertannal elvégzett, szisztematikus és nagyszámú mintavétel azonban – kellő körültekintéssel – használható a mutatószámok egyes értékeinek pontosítására.

Munkám során megerősítést nyert, hogy sem a mutatók, sem a talajjellemzők mérési eredményei nem függetlenek egymástól, ezért az értékelésnél figyelembe kell venni összefüggéseiket. Emellett elengedhetetlen feltétel az adott mintavételi hely teljes fajkészletének figyelembe vétele.

További eredmény a mészkedvelőnek ill. mészkerülőnek tartott fajok kérdéskörének megvitatása. Ha szigorúan talajtani szempontból értékeljük, akkor nem vagy csak alacsony számban léteznek mészkedvelő zárt erdei lágyszárú fajok, mert az erdőtalajok felső 10 cm-e általában nem tartalmaz meszet. Különösen igaz ez a mészkedvelő erdei gyöngykölesre, amelynek nyugat-dunántúli előfordulásai nem kötődnek annyira a meszes termőhelyekhez, de általában tápanyagban gazdagabb talajon élnek.

9. Köszönetnyilvánítás

A disszertáció elkészítésében nyújtott önzetlen, nélkülözhetetlen segítségükért a következő személyeknek szeretnék köszönetet mondani:

- Dr. BIDLÓ ANDRÁS (Sopron)
- Dr. HEIL BÁLINT (Sopron)
- Prof. Dr. GERHARD KARRER (Bécs)
- Dr. KIRÁLY GERGELY (Völcsej)
- KÓSA JÓZSEF (Bécs)
- Dr. KOVÁCS GÁBOR (Sopron)
- Dr. LÁSZLÓ RICHÁRD (Sopron)
- NAGY KÁROLYNÉ (Völcsej)
- RIGÓ ATTILA (Máriakálnok)
- Dr. hc. Dr. SZODFRIDT ISTVÁN (Sopron)
- VARGA BERNADETT (Sopron)
- VARGA ZSÓFIA (Sopron).

8. Irodalom

- AICHINGER, E. (1967): Pflanzen als forstliche Standortsanzeiger. – Öst. Agrarverlag Wien, 357 pp.
- BAGI, I. (1987): Statistical relationships between the ordination of coenological relevés and characteristic indicator values. – Acta Bot. Hung. **33** (3–4): 199–210.
- BALLENEGGER R. & DI GLÉRIA J. (1962): Talaj- és trágyavizsgáló módszerek. – Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 275 pp.
- BARTHA D. – MARKOVICS T. (1994): A kőszegi tőzegmohás láp. In: BARTHA D. (ed.): A Kőszegi-hegység vegetációja. – Saját kiadás. Kőszeg – Sopron, pp. 175–182.
- BARTHA D. (1992): A magyarországi dendroflóra tagjainak florisztikai, cönológiai, ökológiai és természetvédelmi mutatói. – Erdészeti és Faipari Tudományos Közlemények **38–39**: 13–32.
- BARTHA D. (1995): Ökológiai és természetvédelmi mutatószámok alkalmazása a vegetáció értékelésében. – Tilia **1**: 170–184.
- BELLÉR P. & VARJÚ P. (1986): Termőhelyismerettan gyakorlat. Talajvizsgáló Módszerek. EFE Jegyzetsokszorosító, Sopron, 118 pp.
- BEGON, M. E., HARPER, J. L. & TOWNSEND, C. R. (1998): Ökologie. – Spektrum Akad. Verlag Heidelberg – Berlin.
- BODROGKÖZY Gy. (1965): Ecology of the halophytic vegetation of the Pannonicum II. Correlation between alkali „szik” plant communities and genetic soil classification in the Northern Hortobágy. Acta Bot. Hung. **11**: 1–51.
- BORHIDI A. (1969): Adatok a kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea* fajcsoport) és a molyhos tölgy (*Quercus pubescens* fajcsoport) kislevelezes fajainak ökológiai-cönológiai magatartásához. – Bot. Közl. **56**: 155–158.
- BORHIDI A. (1993): A magyar flóra szociális magatartás típusai, természetességi és relatív ökológiai értékszámai. – JPTE Növénytan Tsz., Pécs, 94 pp.
- BORHIDI A. (1995): Social behaviour types, the naturalness and relative ecological indicator values of the higher plants in the Hungarian Flora. – Acta Bot. Hung. **39**(1–2): 97–181.
- BORHIDI A., CSETE S., CSIKY J., KEVEY B., MORSCHHAUSER T. & SALAMON-ALBERT É. (1995): Talaj és természetes növényzet. Bioindikáció és természetesség a növénytársulásokban. In: VIRÁGH K. & KUN A. (szerk.): Vegetáció és dinamizmus. – MTA-ÖBKI, Vácrátót, pp. 159–194.
- BORONKAI P. (1959): Sopron vízellátása. – Soproni Szemle **13**: 205–221.

- BOTTA-DUKÁT Z. & RUPRECHT E. (1999-2000): Using concentration analysis for operating with indicator values: effect of grouping species. – *Acta Bot. Hung.* **42**: 55–63.
- BÖCKER, R., KOWARIK, I. & BORNKAMM, R. (1983): Untersuchungen zur Anwendung der Zeigerwerte nach Ellenberg. – *Verh. Ges. Ökol.* **11**: 35–56.
- BUZÁS I. (1988): Talaj és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv. – Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- BÜRGER, R. (1988): Veränderungen der Bodenvegetation in Wald- und Forstgesellschaften des mittleren und südlichen Schwarzwaldes. – Projekt Europ. Forschungszentr. Massnahmen der Luftreinhaltung (Kernforschungszentrum Karlsruhe) **52**: 1–163.
- CSAPODY I. (1955): A sopronkörnyéki flóra elemeinek analízise. – *Soproni Szemle* **9**: 20–42.
- CSAPODY I. (1960): Vegetációtérképezés és termőhelyfeltárás a Soproni-hegységben. – *Acta Biol. Acad. Sci. Hung. Suppl.* **12**: 4–16.
- CSAPODY I. (1964): Die Waldgesellschaften des Soproner Berglandes. – *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* **10**: 43–86.
- CSAPODY I. (1975): A Fertő-táj flórája és vegetációja. *Prodromus florae vegetationsque regionis Peisonis*. In: AUJESZKY L. – SCHILLING F. – SOMOGYI S. (eds.): A Fertő-táj Monográfiáját előkészítő Adatgyűjtemény III. Természeti adottságok: a Fertő-táj bioszférája. – Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet, Budapest, pp. 1–420.
- CSAPODY I. (1994): A hazai *Noricum* megítélésének új szempontjai. In: BARTHA D. (ed.): A Kőszegi-hegység vegetációja. – Saját kiadás, Kőszeg – Sopron, pp. 100–105.
- CSAPODY I., HORÁNSZKY A., SIMON T., PÓCS T., SZODFRIDT I. & TALLÓS P. (1962): Die ökologischen Artengruppen der Wälder Ungarns. – *Acta Agr. Hung.* **12**(3–4): 209–232.
- DANSZKY I. (ed.) (1963a): Nyugat-Dunántúl erdőgazdálkodási tájcsoport. Magyarország erdőgazdasági tájainak erdőfelújítási, erdőtelepítési irányelvei és eljárásai. – Országos Erdészeti Főigazgatóság, Budapest, 557 pp.
- DANSZKY I. (ed.) (1963b): Kisalföld erdőgazdálkodási tájcsoport. Magyarország erdőgazdasági tájainak erdőfelújítási, erdőtelepítési irányelvei és eljárásai. – Országos Erdészeti Főigazgatóság, Budapest, 187 pp.
- DANZAU, B. (1983): Erfahrungen bei der Anwendung der Feuchtezahlen zur Beurteilung des Bodenwasserhaushaltes. – *Verh. Ges. Ökol.* **11**: 67–70.
- DEÁK M. (ed.) (1981): Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. L-33-V. Sopron. – Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 132 pp.

- DEGÓRSKY, M. (1982): Usefulness of Ellenberg bioindicators in characteristic plant communities and forest habitats on the basis of data from the range Grabowy in Kampinos Forest. – *Ekol. Pol. (Warsaw)* **30**: 453–477.
- DEGÓRSKY, M. (1984): Determination of the continentality degree in Poland by climatological and bioindicative method. – *Przeg. Geogr. (Warsaw)* **56**: 54–73.
- DIEKMANN, M. & FALKENGREN-GRERUP, U. (1998): A new species index for forest vascular plants: development of functional indices based on mineralization rates of various forms of soil nitrogen. – *Journ. of Ecology* **86**: 269–283.
- DIEKMANN, M. & FALKENGREN-GRERUP, U. (2002): Prediction of species response to atmospheric nitrogen deposition by means of ecological measures and life history traits. – *Journ. of Ecology* **90**: 108–120.
- DÍTĚ, D. – ELIÁŠ, P. – KIRÁLY G. (2006): *Dactylorhiza lapponica* (Laest. ex Hartm.) Soó, a new taxon for Hungary. – *Flora Pannonica* **4**: 91–97.
- DUPREÉ, C. & DIEKMANN, M. (1998): Prediction of occurrence of vascular plants in deciduous forests in South Sweden by means of Ellenberg indicator values. – *Journ. of Appl. Veg. Sci.* **1**: 139–150.
- DURWEN, K-J. (1982): Zur Nutzung von Zeigerwerten und artspezifischen Merkmalen der Gefäßpflanzen Mitteleuropas für Zwecke der Landschaftsökologie und -Planung mit Hilfe der EDV. – *Arbeitsber. Lehrstuhl Landschaftsökol. Münster* **5**: 1–138.
- DUVIGNEAUD, P. (1946): La variabilité des associations végétales. – *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.* **78**: 107–134.
- DZWONKO, Z. & LOSTER (1997): Effects of dominant trees and anthropogenic disturbances on species richness and floristic composition of secondary communities in southern Poland. – *Journ. of Appl. Ecol.* **34**: 861–870.
- DZWONKO, Z. (2001): Assessment of light and soil conditions in ancient and recent woodlands by Ellenberg indicator values. – *Journ. of Appl. Ecol.* **38**: 942–951.
- EHRENDORFER, F. (1975): Cytosystematik balkanischer *Rubiaceae* – ein Beitrag zur Geschichte und Differenzierung der Flora und Vegetation des Balkans. In: JORDANOV, E. (ed.): *Problems of Balkan flora and vegetation*. – Sofia.
- ELLENBERG, H (1996): *Die Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht.*, 5. stark veränd. u. verb. Aufl. – Ulmer Verlag, Stuttgart, 1095 pp.
- ELLENBERG, H. (1950): *Unkrautgemeinschaften als Zeiger für Klima und Boden.* (Lw. Pflanzensoz. 1.). – Ulmer, Stuttgart, 141 pp.

- ELLENBERG, H. (1952): Wiesen und Weiden und ihre standörtliche Bewertung. (Lw. Pflanzensoz. 2.). – Ulmer, Stuttgart, 143 pp.
- ELLENBERG, H. (1958): Bodenreaktion (einschließlich Kalkfrage). In: MICHAEL, G. (red.) Handbuch der Pflanzenphysiologie, Band 4: Die mineralische Ernährung der Pflanze. – Springer, Berlin, pp. 638-708.
- ELLENBERG, H. (1974): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. – Scripta Geobotanica **9**: 1-97.
- ELLENBERG, H. (1977): STICKSTOFF ALS STANDORTSFAKTOR. INSBESONDERE FÜR MITTELEUROPÄISCHE PFLANZENGESELLSCHAFTEN. – OECOL. PLANT. **12**(1): 1-22.
- ELLENBERG, H. (1979): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. 2. Aufl. – Scripta Geobotanica **14**: 1-122.
- ELLENBERG, H., MAYER, R. & SCHAUERMANN, J. (eds.) (1986): Ökosystemforschung, Ergebnisse des Sollingprojekts 1966-1986. – Ulmer, Stuttgart, 507 pp.
- ELLENBERG, H., WEBER, H. E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W. & PAULIßEN, D. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – Scripta Geobotanica **18**: 1-248.
- ELLENBERG, H. jun. (1985): Veränderungen der Gefäßpflanzenflora Mitteleuropas unter dem Einfluss von Düngung und Immissionen. – Schweiz. Z. Forstwes. **136**(1): 19-39.
- ENGLISCH, M., KARRER, G. & WAGNER, H. (1991): Bericht über dem Zustand des Waldbodens in Niederösterreich. – Forstl. Bundesversuchsanst. Wien und Amt d. Niederöst. Landesreg, Wien, 110 pp.
- ENGLISCH, T. & KARRER, G. (2001): Zeigerwertssysteme in der Vegetationsanalyse – Anwendbarkeit, Nutzen und Probleme in Österreich. – Ber. d. Reinh.- Tüxen-Ges. (Hannover) **13**: 83–102.
- ERTSEN, A. C. D., ALKEMADE, J. R. M. & WASSEN, M. J. (1998): Calibrating Ellenberg indicator values for moisture, acidity, nutrient availability and salinity in the Netherlands. – Plant Ecol. **135**: 113–124.
- FRANK N. – KIRÁLY G. – TÍMÁR G. (1998): Vörös Lista. A hazai Laiticum védett és veszélyeztetett edényes növényfajai. – Soproni Műhely, Sopron, 68 pp.
- FRANK, D., KLOTZ, S. & WESTHUS, W. (1988): Biologisch-ökologische Daten zur Flora der DDR. – Wissenschaftliche Beiträge d. Martin Luther Univ. Halle-Wittenberg **60**: 1–103.
- FÜLEKY Gy. (ed.) (1999): Tápanyag-gazdálkodás. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 714 pp.
- FÜLÖP J. (1990): Magyarország geológiája. Paleozoikum I. – Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest.

- GOMBOCZ E. (1906): Sopron vármegye növényföldrajza és flórája. – Matematikai és Természettudományi Közlemények **28**: 401–577.
- GÖNNERT, T. (1989): Ökologische Bedingungen verschiedener Laubwaldgesellschaften des Nordwestdeutschen Tieflandes. – Diss. Botanicae **136**, 224 pp.
- HADAČ, E. (1969): The distribution of *Galium silvaticum* L. and *G. schultesii* VEST in Czechoslovakia. – Preslia **41**: 39–60.
- HAEUPLER, H. & SCHÖNFELDER, P. (Hrsg.) (1989): Atlas der Farn- und Blütenpflanzen der Bundesrepublik Deutschland. – Ulmer, Stuttgart, 768 pp.
- HALÁSZ G. (ed.) (2006): Magyarország erdészeti tájai. Forest regions of Hungary. – Állami Erdészeti Szolgálat, Budapest, 157 pp. + 1 térkép.
- HERZBERGER, E. & KARRER, G. (1992): Test der internen Konsistenz und Verbesserungsmöglichkeiten ökologischer Zeigerwerte mit Hilfe von Daten der österreichischen Waldboden-Zustandsinventur. – FBVA-Berichte **71**: 93–101.
- HILL, M. O. & CAREY, P. D. (1997): Prediction of yield in the Rothamsted Park Grass Experiment by Ellenberg indicator values. – Journ. of Veg. Sci. **8**: 579–586.
- HILL, M. O., MOUNTFORD, J. O., ROY, D. B. & BUNCE, R. G. H. (1999): Ellenberg's indicator values for British plants. – ECOFACT Vol. 2. Technical Annex, Huntingdon, Inst. of Terr. Ecol. 46 pp.
- HORTOBÁGYI T. & SIMON T. (2000): Növényföldrajz, társulástan és ökológia. Tankönyvkiadó, Budapest, 546 pp.
- HORVÁTH F., DOBOLYI K., MORSCHHAUSER T., LÖKÖS L., KARAS L. & SZERDAHELYI T. (1995): Flóra adatbázis 1.2. – MTA ÖBKI, Vácrátót, 267 pp.
- HULTÉN, E. – FRIES, M. (1986): Atlas of north European vascular plants north of the Tropic of Cancer I-III. – Koeltz Scientific Books, Königstein.
- IVERSEN, J. (1936): Biologische Pflanzentypen als Hilfsmittel in der Vegetationsforschung. – Kopenhagen.
- JÄGER, E. (1968): Die pflanzengeographische Ozeanitätsgliederung der Holarctis und die Ozeanitätsbindung der Pflanzenareale. – Feddes Repert. **79**. 157-335.
- JÁVORKA S. (1940): Növényelterjedési határok a Dunántúlon. Pflanzenareale in Transdanubien in Ungarn. – Math. Term.tud. Közl. **49**: 967–997.
- JEANPLONG J. (1956): Flóraelemek szerepe a flórahatárok megvonásában Északnyugat-Dunántúlon. – Bot. Közl. **46**: 261–266.
- JUHÁSZ-NAGY P. (1993): Az eltűnő sokféleség. – Scientia, Budapest.

- KÁRPÁTI I. (1978): Magyarországi vizek és ártéri szintek növényfajainak ökológiai besorolása. – Keszth. Agr. Egy. Közl. **20**. 1–62.
- KÁRPÁTI I., KÁRPÁTI V. & BORBÉLY GY. (1968): Magyarországon elterjedtebb ruderalis gyomnövények synökológiai besorolása. – Keszth. Agr. Főisk. Közl. **10**. 1–40.
- KÁRPÁTI Z. (1956): Die Florengrenzen in der Umgebung von Sopron und der Florendistrikt Laitaicum. – Acta Bot. Acad. Sci. Hung. **2**: 281–307.
- KÁRPÁTI Z. (1958): A nyugat-dunántúli – burgenlandi flórahatarvonalakról. – Bot. Közl. **47**: 313–321.
- KÁRPÁTI Z. (1960): Die pflanzengeographische Gliederung Transdanubiens. – Acta Bot. Acad. Sci. Hung. **6**: 45–53.
- KARRER, G. (1992): Österreichische Waldbodenzustandsinventur. Teil VII: Vegetationsökologische Analysen. – Mitt. d. FBVA Wien, **168**. 193–242.
- KARRER, G. (2000): Ökomorphologischer Merkmalskatalog – erweiterte Wuchsform-Analyse höherer Pflanzen. – egyetemi jegyzet, BOKU, Bécs, 18 pp.
- KÄSTNER, A. & KARRER, G. (1995): Übersicht der Wuchsformtypen als Grundlage für deren Erfassung in der „Flora von Österreich“. – Fl. Austr. Novit. **3**: 1–51.
- KESZEI B. (2000): Az Iván környéki szikes foltok növényzete. – Kanitzia **8**: 13–18.
- KEVEY B. – Alexay Z. (1992): Adatok a Szigetköz flórájához. – Acta Ovariensis **34**: 29–37.
- KEVEY B. (1996): A Szigetköz mocsári sásos égerlápjai (*Carici acutiformis* – *Alnetum*). – Természetvédelmi Közl. **3–4**: 81–96.
- KEVEY B. (1998): A Szigetköz erdeinek szukcessziós viszonyai. – Kitaibelia **3**: 47–63.
- KIRÁLY A. – KIRÁLY G. (2000): A Délnyugat-Kisalföld florisztikai – növényföldrajzi kutatásának előzetes eredményei. – Kitaibelia **5**(2): 307–311.
- KIRÁLY G. – BÖLÖNI J. (2004): A *Salix myrsinifolia* SALISB. újrafelfedezése Magyarországon. – Flora Pannonica **2**(2): 105–118.
- KIRÁLY G. – KUN A. – SZMORAD F. (2003): A Vas-hegy csoport növénytani érdekességei. In: Gyöngyössy P. (ed.): A Vas-hegy és a Pinka-mente természeti és kultúrtörténeti értékei. – Kerekerdő Alapítvány, Szombathely, pp. 26–51.
- KIRÁLY G. – MESTERHÁZY A. – KIRÁLY A. (2007): Adatok a Nyugat-Dunántúl flórájához és növényföldrajzához. – Flora Pannonica **5**: 3–65.
- KIRÁLY G. (1996): A Kőszegi-hegység edényes flórája. – Tilia **3**: 1–415.
- KIRÁLY G. (1997): A Kőszegi-hegység növényföldrajzi viszonyai. – Tilia **5**: 313–321.

- KIRÁLY G. (1998): Megjegyzések a Fertőmelléki-dombsor és a Kőhidai-medence flórájához és vegetációjához. *Bemerkungen zur Flora und Vegetation des Ruster Hügelzugs und des Kőhidaer-Beckens.* – *Soproni Szemle* **52**(2): 168–183.
- KIRÁLY G. (2000): Neue Ergebnisse der floristischen Forschung im westlichen Grenzgebiet Ungarns. – *Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich* **137**: 235–254.
- KIRÁLY G. (2001): A Fertőmelléki-dombsor vegetációja. – *Tilia* **10**: 181–303.
- KIRÁLY G. (2002): A Soproni-hegység élőhelytérképe. – Mscr., Fertő-Hanság Nemzeti Park Igazgatóság, Sarród, 43 pp. + 6 térkép.
- KIRÁLY G. (2005): A Határmenti-erdők, a Tóköz és a Répce-völgy Natura 2000 site kezelési tervének elkészítése. – Mscr., Fertő-Hanság Nemzeti Park, Sarród – Sopron, 19 + 28 + 22 pp. + 9 térkép.
- KIRÁLY G. (2006): Nyugat-magyarországi peremvidék. In: FEKETE G. & VARGA Z. (eds.): *Magyarország tájainak növénytakarója és állatvilága.* – MTA Társadalomkutató Központ, Budapest, pp. 339-368.
- KIRÁLY G. (ed.) (2004): A Soproni-hegység edényes flórája. – *Flora Pannonica* vol. XII., 515 pp.
- KOVÁCS J. A. (1979): *Indicatorii biologici, ecologici si economici ai florei pajistilor.* – *Minist. Agricult. si Ind. Aliment.*, Bucuresti, 50 pp.
- KOVÁCS M. (1969): Pflanzenarten und Pflanzengesellschaften als Anzeiger des Bodenstickstoffs. – *Acta Bot. Hung.* **15**: 101–118.
- KOWARIK, I. & SEIDLING, W. (1989): Zeigerwertberechnungen nach Ellenberg. – *Zu Problemen und Einschränkungen einer sinnvollen Methode.* – *Landschaft u. Stadt* **21**: 132–143.
- KÖNIG, P. (2005): *Floren- und Landschaftswandel von Greifswald und Umgebung.* – Weissdorn Verlag, Jena.
- KUNZMANN, O. (1989): Der ökologische Feuchtegrad als Kriterium zur Beurteilung von Grünlandstandorten. – *Diss. Botanicae* **134**, 254 pp.
- LANDOLT, E. (1977): *Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora.* – *Veröff. d. Geobot. Inst. d. ETH, Stiftung Rübel (Zürich) Heft* **64**: 1–208.
- LOOPSTRA, I. L. & VAN DER MAAREL, E. (1984): *Toetsing van de ecologische sortengroepen in de Nederlandse flora aan het system van indicatiewaarden volgens Ellenberg.* – *Rijksinstituut voor Onderzoek in de Bosen Landschapsbouw „DeDorschkamp” Wageningen. Rapport* **381**: 1–143.
- MAGYAR P. (1928): Beiträge zu den pflanzensoziologischen und geobotanischen Verhältnissen der Hortobágy-Steppe. – *Erd. Kísérl.* **30**: 210–225.

- MAGYAR P. (1930): Növényökológiai vizsgálatok szikes talajon. – Erd. Kísérl. **32**: 75–118.
- MAGYAR P. (1961): Alföldfásítás. – Akadémiai Kiadó, Budapest, 622 pp.
- MÁJER A. (1968): Magyarország erdőtársulásai. – Akadémiai Kiadó, Budapest, 515 pp.
- MÁJER A. (ed.) (1962): Erdő- és termőhelytipológiai útmutató. – Orsz. Erd. Főig. Budapest, Budapest, 259 pp.
- MAJER, Ch. (1988): Untersuchungen zur kleinräumigen Variabilität von Bodenparametern in Waldböden. – Mitt. d. österr. Bodenkundlichen Ges. **36**: 67–94.
- MAYER, R. (1971): Untersuchungen über die Freisetzung der Bioelemente aus der organischen Substanz der Humusaufgabe in einem Buchenbestand. – Z. Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde **131**: 261–273.
- MAROSI S. – Somogyi S. (eds) (1990): Magyarország kistájainak katasztere. – MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest.
- MARTOS A. (1965): Sopronkörnyéki erdők csapadékeloszlása és ennek termőhelyi vonatkozása. – Az erdészeti meteorológia néhány kérdése. A Magyar Meteorológiai Társaság X. Vándorgyűlésén elhangzott előadások és hozzászólások, Sopron, 1964. augusztus 28-30., Magyar Meteorológiai Társaság, Budapest, pp. 71–78.
- MÁTHÉ I. (1940): Magyarország növényzetének flóraelemei. – Acta Geobot. Hung. **3**: 116–147.
- MÁTHÉ I. (1941): Magyarország növényzetének flóraelemei II. – Acta Geobot. Hung. **4**: 85–108.
- MELMAN, T. C. P., CLAUSMAN, P. H. M. A. & DE HAES, U. (1988): The testing of three indicator systems for trophic state in grasslands. – Vegetatio **75**: 143–152.
- MEUSEL, H., JÄGER, E., RAUSCHERT, S. & WEINERT, E. (1965, 1978, 1992): Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora I–III. – G. Fischer Verlag, Jena.
- MICHALKO, J. (1985): Kritische Bemerkungen zur ökologischen Bewertung der euhemeroben Waldbestände im Kalkgebiet des Gebirges Kleine Karpaten. – Folia Geobot. et Phytotax. **20**: 313–317.
- MÖLLER, H. (1987): Wege zur Ansprache der aktuellen Bodenazidität auf der Basis der Reaktionszahlen von Ellenberg ohne arithmetisches Mitteln dieser Werte. – Tuexenia **7**: 499–505.
- MÖLLER, H. (1997): Reaktions- und Stickstoffzahlen nach Ellenberg als Indikatoren für die Humusform in terrestrischen Waldökosystemen im raum Hannover. – Tuexenia **17**: 349–365.

- NIKLFIELD, H. (1964): Zur xerothermen Vegetation im Osten Niederösterreichs. – Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich **103–104**: 152–181.
- NIKLFIELD, H. (1979): Vegetationsmuster und Arealtypen der montanen Trockenflora in den nordöstlichen Alpen. – Stapfia **4**: 1–229.
- NIKLFIELD, H. (1993): Pflanzengeographische Charakteristik Österreichs. In: MUCINA, L., GRABHERR, G. & ELLMAUER, TH. (eds): Pflanzengesellschaften Österreichs I. Anthropogene Vegetation. – Gustav Fischer Verlag, Jena – Stuttgart – New York, pp. 43–75.
- ODUM, E. P. (1980): Grundlagen der Ökologie in 2 Bänden. – Thieme Verlag, Stuttgart, 836 pp.
- ORBÁN, S (1995): Mohák szerepe az erdei társulásokban, társulások értékelése mohafldrájuk alapján. – Tilia **1**: 185–198.
- PASSARGE, H. & HOFFMANN, G. (1968): Zur soziologischen Gliederung nordmitteleuropäischer Hainbuchenwälder. – Feddes Repert. **78**: 1–13.
- PÉCSI M. (ed.) (1989): Magyarország nemzeti atlasza. – Kartográfiai Vállalat, Budapest, 395 pp.
- PERSSON, S. (1980): Succession in a south-Swedish deciduous wood: a numerical approach. – Vegetatio **43**: 103–122.
- PERSSON, S. (1981): Ecological indicator values as an aid in the interpretation of ordination diagrams. – Journ. of Ecol. **69**: 71–84.
- PICHLER, F. & KARRER, G. (1991): Comparison of different ecological indicator value systems. In: HORVÁTH F. (ed.): Poster Abstracts, 34. IAVS Symposium, Eger, Hungary, pp. 102–104.
- PODANI J. (2001): SYN-TAX 2000. Computer Programs for Data Analysis in Ecology and Systematics. User's Manual. Scientia, Budapest, 53 pp.
- POGREBNJAK, P. S. (1929-1930): Über die Methodik von Standortsuntersuchungen in Verbindung mit Waldtypen. – Verh. Int. Congr. Forstl. Versuchsanstalten, Stockholm.
- POLGÁR S. (1941): Györmegye flórája. – Bot. Közl. **38**: 201–352.
- PRÉCSÉNYI I. (1995): A homoki szukcesszió sorozat tagjai és a W indikátor számok közötti kapcsolat. – Bot. Közl. **82**: 59–66.
- PRÉCSÉNYI I. (1996): Az ökológiai értékszámok statisztikai feldolgozása. – Bot. Közl. **83**: 155-157.
- RAMENSKIJ, L. G. (1930): Zur Methodik der vergleichenden Bearbeitung und Ordnung von pflanzenlisten und anderen Objekten, die durch mehrere verschiedenartig wirkende Faktoren bestimmt werden. – Beitr. Biol. Pflanzen, **18**: 269–304.

- REIF, A., TECKELMANN, M. & SCHULZE, E-D. (1985): Die Standortsamplitude der Grossen Brennessel (*Urtica dioica* L.) – eine Auswertung vegetationskundlicher Aufnahmen auf der Grundlage Ellenberg'schen Zeigerwerte. – *Flora* **176**: 365–382.
- RODENKIRCHEN, H. (1982): Wirkungen von Meliorationsmassnahmen auf die Bodenvegetation eines ehemals Streugennutzten Kiefernstandortes in der Oberpfalz. – *Forstl. Forschungsber. (München)* **53**: 1–178.
- ROGISTER, J. E. (1978): De ekologische mR- en mN-waarden von den kriudlaag en de humuskwaliteit van bosplantengezelschappen. – *Station Rech. Eaux et Forets Groenendaal-Hoeilaart (Belg.), Trav. A 20 III*, 29 pp.
- ROLOFF, A. (1989): Pflanzen als Bioindikatoren für Umweltbelastungen. 1. Prinzipien der Bioindikation und Beispiel Waldbodenvegetation. – *Forstarchiv* **60**: 184–188.
- ROO-ZIELINSKA, E & SOLON, J. (1988): Phytosociological typology and bioindicator values of plant communities, as exemplified by meadows in the Nida valley. – *Doc. Phytosoc., N.S.* **11**: 543–554.
- ROTHMALER, W. (Bgrd.) (1999): Exkursionsflora von Deutschland. Gefäßpflanzen. – Akademischer Verlag GmbH Heidelberg - Berlin, 640 pp.
- RUNGE, M. (1984): Die Bedeutung und Wirkung von Aluminium als Standortfaktor. – *Düsseldorfer Geobot. Kolloq.* **1**: 3–10.
- SCAMONI, A. (1954): Waldgesellschaften und Waldstandorte. 2., erweiterte Auflage. – Akademie-Verlag, Berlin, 186 pp.
- SCHEFFER, F. & SCHACHTSCHABEL, P (1992): Lehrbuch der Bodenkunde. – Ferdinand Enke Verlag Stuttgart, 491 pp.
- SCHERFOSE, V. (1990): Salz-Zeigerwerte von Gefäßpflanzen der Salzmarschen Tiederörichte und Salzwassertümpel an der deutschen Nord- und Ostseeküste. – *Jahresber. Nieders. Landesamt Wasser u. Abfall* **39**: 31–82.
- SCHÖNHAR, S. (1952): Untersuchungen über die Korrelation zwischen der floristischen Zusammensetzung der Vegetation und der Bodenazidität sowie anderen chemischen Bodenfaktoren. – *Mitt. d. Ver. f. Forstl. Standortkart.* II. 2.
- SCHÖNHAR, S. (1954): Die Bodenvegetation als Standortsweser. – *Allg. Forst- und Jagdztg.* **125**. 259–265.
- SEBALD O., SEYBOLD S., PHILIPPI G. & WÖRZ A. (eds) (1993-1998): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. – Ulmer Verlag, Stuttgart-Hohenheim, Band 1-8.

- SEIDLING, W. & ROHNER, M. S. (1993): Zusammenhänge zwischen Reaktions-Zeigerwerten und bodenchemischen Parametern am Beispiel von Waldbodenvegetation. – *Phytocoenologia* **23**: 301–317.
- SIGMOND, E. (1903): A szikes talajokban előforduló káros sók és a növényzet viszonyáról. *Köztelek* **13**: 1493.
- SIMON T. (1962): A Kisalföld természetes növénytakarója. – *Földr. Közlem. „1962”*, pp. 183–193.
- SIMON T. (2000): A magyarországi edényes flóra határozója. *Harasztok – virágos növények.* – Tankönyvkiadó, Budapest, 892 pp.
- SIMON T. (1992): A Szigetköz növénytársulásai és azok természetessége. – *Természetvédelmi Közl.* **2**: 43–55.
- SOLTÉSZ, J. (ed.) (1997): *Integrált gyümölcsstermesztés.* – Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- SOÓ R. & JÁVORKA S. (1951): *A magyar növényvilág kézikönyve I-II.* – Akadémiai Kiadó, Budapest, 1120 pp.
- SOÓ R. (1941): Növénytársulások Sopron környékéről. *Pflanzengesellschaften aus der Umgebung von Sopron.* – *Acta Geobot. Hung.* **4**: 3–34.
- SOÓ R. (1964-1980): *A magyar flóra és vegetáció rendszertani-növényföldrajzi kézikönyve I-VI.* – Akadémiai Kiadó Budapest.
- STANDOVÁR, T. (1985): Comparative study of vegetation and soil pattern in a mountain meadow (Mátra, Hungary) I. – *Abstracta Botanica* **9**: 129–140.
- STANDOVÁR, T. (1986): Comparative study of vegetation and soil pattern in a mountain meadow (Mátra, Hungary) II. – *Abstracta Botanica* **10**: 291–315.
- STANDOVÁR, T. (1995): Növényzeti minták klasszifikációja. – *Tilia* **1**: 145–157.
- STEFANOVITS P. (1992): *Talajtan.* – Mezőgazda Kiadó, 378 pp.
- SZMORAD F. (1997): A Soproni-hegység vegetációtérképezésének problémái és kezdeti eredményei. – *Kitaibelia* **2**: 305–306.
- SZMORAD F. (1994): A Kőszegi-hegység erdőtársulásai. In: BARTHA D: (ed.): *A Kőszegi-hegység vegetációja.* – Saját kiadás, Kőszeg – Sopron, pp. 106–132.
- SZODFRIDT I. – VIG P. (1987): Genetikai talajtípus-térképezés. In: MÁRKUS I. (ed.): *A Szárhalmi-erdő vegetációjának térképezése.* – Kutatási zárójelentés, EFE Földmérési Tanszék, Sopron, pp. 85-93. + 1 térkép.
- SZODFRIDT I. (1978): Standortstypen der Waldgesellschaften in Ungarn. – *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* **24**: 139–165.

- SZODFRIDT I. (1981): Further data on the water regime in beach forest types. – *Acta Bot. Hung.* **27**: 215–222.
- SZODFRIDT I. (1993): *Erdészeti Termőhelyismerettan* – Mezőgazda Kiadó, Budapest, 317 pp.
- TER BRAAK, C. F. J. & GREMMEN, N. J. M. (1987): Ecological amplitudes of plant species and the internal consistency of Ellenberg's indicator values for moisture. – *Vegetatio* **69**: 79–87.
- TER BRAAK, C. F. J. & SMILAUER, P. (1998): *CANOCO Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows (version 4) Microcomputer Power.* - Ithaca, NY, USA, 352 pp.
- THOMPSON, K., HODGSON, J. G., GRIME, J. P., RORISON, I. H., BAND, S. R., SPENCER, R. E. (1993): Ellenberg numbers revisited. – *Phytocoenologia* **23**: 277–289.
- TÍMÁR G. (1996): Vörös Lista. A Soproni-hegység védett és veszélyeztetett edényes növényfajai. – Soproni Műhely, Sopron, 49 pp.
- TURY, E. (1952): A meszes és meszes-szódás szikes talajok fásítási kérdései. – *Erdészeti Tudományos Intézet Évkönyve*, pp. 90–108.
- VAN DER MAAREL, E. (1993): Relations between sociological-ecological species groups and Ellenberg indicator values. – *Phytocoenologia*, **23**: 343–362.
- VÁRALLYAY Gy. (1964): A dunántúli szikesek II. Az Iván környéki szikes talajok és azok keletkezése. – *Agromkémia és Talajtan* **13**: 3–24.
- VARRÓK K. (1955): Felsőcsatár környékének földtani felépítése, talkum- és vasércelőfordulásai. – Magyar Állami Földtani Intézet jelentése az 1953. évről, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, pp. 479-490 + 1 térkép.
- VENDEL M. (1947): Sopron. – *Földtani Értesítő* **12**: 4–15.
- VEVLE, O. & AASE, K. (1980): On the use of ecological factor numbers in Norwegian forest communities. In: BAADSVIK, K. (ed.) *Fagmøte i vegetasjonsøkologi på Kongsvoll.* – Univ. Trondheim, Trondheim, pp. 178–201.
- VEVLE, O. (1985): Okologiske faktorer for norske karplantar. Utarbeidd på grunnlag av „Zeigerwerte der Gefäßpflanze Mitteleuropas“ (Ellenberg 1979). – *Telemark Distrikthøgskole*, Bo, 35 pp.
- WAISBECKER A. (1891): Kőszeg és vidékének edényes növényei. (2. javított és bővített kiadás). – Kilián, Kőszeg, 80 pp.
- WALTER, H. (1951): *Die Grundlagen der Pflanzenverbreitung I. Standortslehre. Einführung in der Phytologie III/I.* – Ulmer, Stuttgart.
- WERNER E. (1990): A Felső-Szigetköz néhány botanikai értéke. – A mosonmagyaróvári K. L. Gimnázium Évkönyve 1989-90, pp. 20–29.

- WITTIG, R. & DURWEN, K.-J. (1982): Ecological indicator value-spectra of spontaneous urban floras. In: BORNKAMM R., LEE, J. A. & SEAWARD, M. (eds.): Urban ecology. – Blackwell, London, pp. 23–31.
- WOHLGEMUTH, T., SCHÜTZ, M., KELLER, W. & WILDI, O. (1999): Errechnete Ökogramme für Schweizer Wälder. – Bot. Helv. **109**: 169–191.
- WOROWJOW, V. (1953): A Szovjetunió európai részének erdőtípusai. – Kijev.
- ZARZICKY, K. (1984): Indicator values of vascular plants in Poland. – Inst. Bot. Polska Akad. Nauk., Krakow, 44 pp.
- ZÓLYOMI B. & PRÉCSÉNYI I. (1964): Methode zur ökologischen Charakterisierung der Vegetationseinheiten und zum Vergleich der Standorte. – Acta Bot. Hung. **10**: 377–416.
- ZÓLYOMI B. (1934): A Hanság növényközvetkezetei. – Vasi Szemle **1**: 146–174.
- ZÓLYOMI B. (1937): A Szigetköz növénytan kutatásainak eredményei. – Bot. Közl. **34**: 169–192.
- ZÓLYOMI B. (1939): A kőszegi tőzegmohás láp. – Vasi Szemle **6**: 254–259.
- ZÓLYOMI B. (1941): Adatok a Kisalföld növényföldrajzának ismeretéhez. – Bot. Közl. **38**: 95–96.
- ZÓLYOMI B. (1962): Synökologische Untersuchung einer basiphil-kalziphilen Indikator-Waldpflanze (*Lithospermum purpureo-coeruleum*). Acta Bot. Hung. **9**: 462–472.
- ZÓLYOMI B. (1989): Indirekte Methode zur Feststellung des ökologischen Optimums und der ökologischen Amplitude von Pflanzenarten. – Flora **183**: 349–357.
- ZÓLYOMI B., BARÁTH Z., FEKETE G., JAKUCS P., KÁRPÁTI I., KÁRPÁTI V., KOVÁCS M. & MÁTÉ, I. (1967): Einreihung von 1400 Arten der ungarischen Flora in ökologische Gruppen nach TWR-Zahlen. – Fragm. Bot. Mus. Hist. Nat. Hung. **4**: 101–142.
- ZÓLYOMI B., PRÉCSÉNYI I., BODNÁR T. & VADKERTI E. (1988): Az ökológiai értékszámok mintázatának változása szukcesszió alatt. – Bot. Közl. **74–75**: 101–109.