

Nyugat-magyarországi Egyetem
Erdőmérnöki Kar

A Fekete-hegy vizes élőhelyeinek vizsgálata (Balaton-felvidék)

Examination of wetlands on Fekete-hegy (Balaton Upland)

TDK dolgozat

Konzulensek:

Dr. Gribovszki Zoltán
egyetemi docens

Dr. Király Gergely
egyetemi docens

Készítette:

Pálfy Tamás Gábor
természetvédelmi mérnök-jelölt

Balatonfüred – Sopron – Veszprém
2009

Tartalom

1. Bevezetés	3
2. A vizes élőhelyekről és vizsgálatukról általában	4
2.1 A vizes élőhelyek osztályozásáról általában	4
2.2 A területen található hidrológiai értékek kategóriái	5
2.2.1 Mocsarak	5
2.2.2 Lápok	5
3. A terület természetföldrajzi jellemzése	7
3.1 Geológiai felépítés	7
3.2 Felszínalaktan	8
3.3 Éghajlati viszonyok	8
3.4 Talajviszonyok	9
3.5 A felszín alatti vizek rendszere	9
3.6 A vizes élőhelyeket érintő tájhasználat	9
4. A kutatások módszertana	10
4.1 Középtávú hidrológiai monitoring	10
4.2 Hidrológiai adatok feldolgozása	10
4.2.1 A hidrológiai rendszert bemutató térkép elkészítése	10
4.2.2 Részletes hidrológiai jellemzők meghatározásához rögzített adatok feldolgozása	10
5. A vizsgálatok eredményei	13
5.1 A plató felszíni vizeinek rendszere	13
5.2 Az elszívárgás vizsgálata	13
5.3 A plató mikroklimatikus jelenségei	14
5.4 A plató állóvizeinek hidrológiája	15
5.4.1 A hidrológiai szempontból vizsgált vízállások	15
5.5 Hidroökológia	20
5.5.1 A Fekete-hegy vizes élőhelyeinek elszigeteltsége	20
5.5.2 Hidrológiát indikáló növények	20
5.5.3 A víztestek fiziko-kémiai jellemzőinek és növényzetének kapcsolata	21
5.5.4 Úszó- és ingólápok a területen	21
5.5.5 Aszályos időszakok hatása az élőhelyekre	23
5.5.6 A vizsgált állóvizek vegetáció-dinamikájának sajátosságai	23
6. Összefoglalás	26
7. Summary	27
8. Köszönetnyilvánítás	28
9. Irodalomjegyzék	29
10. Mellékletek	31
1. sz. melléklet: A Káli-medence árnyékolt domborzati képe és földtani szelvénye	32
2. sz. melléklet: A relatív vízállásértékek méréséhez használt eszközök leírása	33
3. sz. melléklet: A Fekete-hegy hidrológiai rendszerének térképe	34
4. sz. melléklet: A vízállások hidrológiáját és fiziko-kémiai paramétereit szemléltető grafikonok	36

1. Bevezetés

A Fekete-hegy vizes élőhelyeit korábban több természettudós kutatta, vizsgálta. Ezen vizsgálatok elsősorban botanikai, továbbá geológiai és tájtörténeti vonatkozásúak voltak (BOROS ÉS VAJDA 1957, GYÖRFFY 1957, LEÉL-OSSY 1959, BOROS 1964, BOROS ÉS VAJDA 1965, BOROS 1968, BALOGH 1989, KOVÁCS ÉS TAKÁCS 1995, LÁJER 1998, FOROD 2004, SZILI 2004). A vízállások plakor helyzetükből adódóan különleges hidrológiája eddig teljesen kiesett a kutatások tárgyköréből.

A hazai Természetvédelmi Információs Szolgálat élőhely-tipológiai törzsadattára a T-NÉR-t és a V-NÉR-t egymást kiegészítő, komplementer rendszerként használja, hogy a vizsgált objektumokról minél átfogóbb képet adó, maximalista adatbázis készülhessen. A vizes élőhelyek komplex vizsgálata kitér ugyanis azok növényzetére és hidrológiai viszonyaira is. Az ehhez adódó többletinformáció, mely lényegében a hidrológia és a vegetáció összefüggése, segít megérteni az élőhelyeken a múltban végbement változásokat, a jelen folyamatait, s segít prognosztizálni a jövőben várható eseményeket, esetenként elkerülni közülük a nemkívánatosakat.

Az adathiányból adódóan a fokozottan védett terület vízállásai már csaknem kívánták a hidrológiai megközelítésű vizsgáldást, és kínálták a lehetőséget a dolgozat elkészítéséhez. A munka a hiányokon a tavak hidrológiájának és annak növényzettel való összefüggéseinek keresésével próbál enyhíteni.

2. A vizes élőhelyekről és vizsgálatukról általában

A nemzetközi irodalomban a vizes élőhelyekre általános kifejezés a *wetland*, mely tulajdonképp vizenyős területet jelent. Ezek az élőhelyek átmenetet (ökotont) képeznek a szárazföldek és a vízi élőhelyek között. A vizek idesorolása statikusságtól és a szukcesszió sebességétől független (PADISÁK 2005).

COWARDIN ET AL. (1985) több feltételhez köti az élőhelyek *wetland*-rendszerbe való besorolhatóságát: „... a vízszint általában a felszín magasságában vagy annak közelében található, vagy a felszínt sekély víz borítja...”, valamint „...megfelel három közül egy vagy több feltételnek: (1) legalább periodikusan hidrofita növényzet viszonylagos dominanciája jellemzi, (2) az aljzat túlnyomórészt víztelített talaj, (3) az aljzat nem talaj, de vízzel telített vagy sekély vízzel borított egy ideig minden év tenyészidőszakában”.

2.1 A vizes élőhelyek osztályozásáról általában

Habár a földrajzi neveikben a Fekete-hegy vízállásai a tó jelzót hordozzák, víztér-tipológiai szempontból korántsem tekinthetjük őket annak, de az egyszerűség kedvéért a tó megjelölést – általános értelmében – használtam.

Hazánkra DÉVAI (1976) dolgozta ki a szárazföldi vizek összetett rendszerét, melyet az **1. táblázat** szemléltet. A hazai víztér-tipológia meghatározó művében leírtak szerint a szárazföldi vízterek szervesen és kölcsönösen illeszkednek a földrajzi burokba (geográfiai oldal) és a víz földi körfolyamatába (hidrológiai oldal). Ezért a szerző kategóriái kidolgozásánál elsősorban a vízterek geomorfológiai sajátosságait és morfológiai jellegzetességeit, valamint vízforgalmukat vette figyelembe.

Felszíni vizek	Vízforgalom		
	Eusztatikus	Szemisztatikus	Asztatikus
Morfometria			
Állóvizek	nagy tó mély tó sekély tó kopolya	tócsa láp	fertő tömpöly mocsár pocsolya dagonya tocsogó telma
Folyóvizek	folyam	folyó patak	csermely ér

1. táblázat: Dévai víztér-tipológiai kategóriái a felszíni vizekre (DÉVAI 1976 nyomán).

A V-NÉR, a Víztér-tipológiai törzsadattár, melyet a DÉVAI (1976)-féle víztér-tipológia alapján dolgoztak ki. Ez egészíti ki a T-NÉR-t, a hazai élőhelyek társulástani alapú, hierarchikus listáját. A V-NÉR használata akár nélkülözhetetlen többletinformációkat adhat a vizsgált objektumról. Négy hierarchiaszinten 81 típust tartalmaz, ajánlott léptéke 1:50.000 - 1:1.000 (FEKETE ET AL. 1997).

A vízforgalmi típusok DÉVAI (1976) műve szerint a következő jellemzőket takarják: Az **eusztatikus vizek** vízforgalmára a vízmennyiség nagyfokú állandósága, a víztér nyugalmi állapota

jellemző. A **szemisztatikus vizek** vízforgalmára a nyugalmi /"egyensúlyi"/ állapot hiánya, a viszonylag tág határok között mozgó, időben általában rendszertelenül bekövetkező változások jellemzőek. Az **asztatikus vizek** vízmennyisége szélsőségesen és szabálytalanul ingadozó.

Ha ennél részletesebb hidrológiai információra van szükség, célszerű a víztestek vízforgalmát BOULTON ÉS BROCK (1999) öt szempontja szerint vizsgálni, jellemezni:

1. **Időzítés**, vagyis mikor van jelen víz. Kis kiterjedésű, időszakos vizes élőhelyek esetén az adott év időjárása a meghatározó.
2. **Gyakoriság**, vagyis milyen gyakran váltakoznak a kiszáradásos és vízborításos időszakok.
3. **Tartam**, vagyis mennyi ideig tart a vízborítottság.
4. **Kiterjedés és mélység**
5. **Variabilitás**, az előző négy tényező tér- és időbeli skálán értelmezett változatossága.

2.2 A területen található hidrológiai értékek kategóriái

A hegy peremén több forrás is fakad, valamint jelentős szerepe van az időszakos vízfolyásoknak, s találhatóunk pocsolyákat, dagonyákat és telmákat, ezek azonban csak olyan mértékben kerülnek tárgyalásra, amennyire bekapcsolódnak a tavak hidrológiai rendszerébe. Az összes, átfogóbban vizsgált víztér mocsár vagy láp típusú, ennek köszönhető e kategóriák részletesebb jellemzése.

2.2.1 Mocsarak

A mocsár fogalma

„A mocsarak szemi- vagy asztatikus, labilis vízforgalmú, időnként általában kiszáradó, vagy rendszeresen átöblítődő sekély /általában 0,5-1 m mély/, területük legalább 2/3 részén jellegzetes mocsári növényzettel /a nádasok különböző szubasszociációival és konszociációival, szikes mocsári növényzettel/ borított állóvizek.” (DÉVAI 1976)

Hazánkban a mocsár fogalomtól elkülönítve használjuk a fás dominanciájú mocsarakat takaró fogalmat, a ligeterdőket.

A mocsarak tipizálása

Az amerikai szakirodalom a szárazföldi mocsarak különböző kategóriáinak elkülönítésénél elsődleges szempont a növényzet jellege. A *swamp* fás vegetáció dominálta mocsarat, míg a *marsh* a Dévai (1976)-definíciónak inkább megfelelő, lágyszárúak dominálta élőhelyet takarja. Az európai irodalom ezzel szemben a lágyszárúak dominálta mocsarak közül a nádas vegetációval borítottakat is a *swamp* kategóriába sorolja. További kategóriákat a víz sótartalma és mélysége alapján különíthetünk el (MITSCH ÉS GOSSELINK 2000).

A mocsarak területaránya

A Földön a szárazföldi fátlan mocsarak becsült területe mindössze 1 millió ha. Ez a lápok területarányának körülbelül 30%-a (MITSCH ÉS GOSSELINK 2000).

2.2.2 Lápok

A Föld felületének kb. 1%-át borítják lápok. Magyarországon átlagosnak mondható arányuk (1,1%). Hazánkban a lápok 97%-át érintette valamilyen "vízrendezés". Ebben jelentős részesedés tudható be annak, hogy a 20. század második felében kampányszerűen próbálták őket

mezőgazdasági területté alakítani (LÁJER 1998). A lápok bővebb ismertetésére ritkább hazai előfordulásuk és veszélyeztetettségük miatt kerül sor.

A láp fogalma

A köznyelvben a láp egyfajta mocsár, tehát nem tesznek különbséget a két víztértípus közt. A szakirodalomban a fogalom meghatározására több példát találunk (pl. DÉVAI 1976, FELFÖLDY 1984). Az idézett definíció jelentőségét a többivel szemben az adja, hogy bevezeti az egyensúlyi állapot fogalmát. LÁJER (1998) szerint ugyanis „a láp olyan természeti képződmény, amelyre jellemző, hogy bizonyos élő rendszerek tőzeget halmoznak fel, illetve folyamatosan vastagodó tőzegrétegük a növekedés és fogyás (bomlás, erózió, stb.) hosszútávú egyensúlyát érte el”.

A lápok tipizálása

A legáltalánosabb osztályozás szerint két típusra, síklápokra (angol: *fen*, német: *Niedermoor*) és dagadólápokra (angol: *bog*, német: *Hochmoor*) különíthetjük el őket.

A dagadólápokot csak olyan víz befolyásolja, mely közvetlenül a felületükre hullik, mert felszínük kiemelkedik (LÁJER 1998). A dagadóláp vízutánpótlás szerint *ombrogén* (esővízzel táplált), *ombrofil* (sok csapadékot kedvelőm ilyen helyen képződő), fejlődéséből adódóan *szemiterresztrikus* (felülről táplálkozó és felfelé növekvő) (DÖMSÖDI 1988).

Ezzel szemben a síklápok vize zömmel a láp határain kívülről származik, mivel felülete nem emelkedik ki a talajvízszint fölé (LÁJER 1998).

A síkláp vízutánpótlás szerint *minerogén* (a felszínen összegyűlő vízzel és talajvízzel táplált), *reophil* (mélyedésekben összegyűlő vízben képződő) és fejlődése szerint *szubhidrikus* (alulról táplálkozó és leülepedő) (DÖMSÖDI 1988).

A Vízügyi Hidrobiológia sorozatban megjelent kategóriarendszer tömör, gyakorlatias formában közli a főbb láptípusokat. A **síklápokon** és **dagadólápokon** kívül elkülöníti a kettő közt vízutánpótlás szempontjából átmenetet jelentő **átmeneti lápok**at és **úszólápok**at is. A **forráslápok**at önálló kategóriaként kezeli (FELFÖLDY 1984).

A modern lápkutatás kezdeti időszakában elsősorban vizük eredete alapján tipizálták őket (SIÖRS 1948, KULCZYŃSKI 1949). Természetesen a síklápok ennél több szempontból változatosak, így méret, morfológia, a víz és a tőzeg kémiai összetétele és a víz mozgása szerint (LÁJER 1998). Egy komplex láposztályozási rendszer a már említettek közül több szempontot is figyelembe vesz (DÖMSÖDI 1988). Ilyet a hazánkban előforduló láptípusokra LÁJER (1998) dolgozott ki.

Egy különleges élőhelytípus: az úszóláp

Az úszóláp olyan képződmény, mely a vízfelszínen lebeg, és növényi gyöktörzsekből, gyökerekből és a köztük felhalmozódó tőzgeből, törmelékből áll. A ráhulló csapadék hatására ez az anyag kisavanyodik, ezért általában acidofil növények borítják (FELFÖLDY 1984). Hazánkban az úszóláp-szukcesszióval BALOGH MÁRTON foglalkozott átfogóan (BALOGH 2000, BALOGH 2001).

Az úszóláp-keletkezésnek két stádiuma van. Az első, az **úszógyep-képződés** során a vízben kialakult életközösség felhalmozódó avarja és a besodródó idegen szerves anyagok tőzegesedni kezdenek, felúsznak. Az úszógyepeket a nádas öv tagjai közvetlenül is létrehozhatják, rizómáikat a víz fölé növesztve és ott sarjhajtásokat nevelve. Az úszógyep kialakulása gyors folyamat, életük is csupán néhány év. A második fázis az **úszóláp-képződés**. Ennek során a tőzegen kialakul egy lápi életközösség. Kialakulásuk gyors folyamat, azonban fejlődésük, életük évezredekre rúghat (BALOGH 2000).

3. A terület természetföldrajzi jellemzése

A Fekete-hegy a Balaton-felvidéken található, a Káli-medencét határoló vonulat. Köveskáltól északra, a Szentbékállát Balatonhenyével összekötő képzelt vonallal párhuzamosan hirtelen emelkedik ki környezetéből. Elhelyezkedését az **1. ábra** szemlélteti.



1. ábra: A Káli-medence áttekintő térképe a Fekete-heggyel, 1: 100 000 (forrás: ELF1)

A 277,3 ha terület több mint egy tucat vizes élőhellyel büszkélkedhet, melyek tovább tarkítják az amúgy is rendkívül mozaikos élőhelyet. Ennek megfelelően a 6/1984 (XII.29) OKTH rendelet óta a Káli-medence TVK legnagyobb kiterjedésű fokozottan védett részterülete. A 31/1997-es KTM rendelet pedig a Balaton-felvidéki Nemzeti Park 282/NP/97 törzkönyvi számú tervezési területének (a korábbi Káli-medence TVK területe) részévé nyilvánította (KENYERES ÉS BAUER 2003).

3.1 Geológiai felépítés

A Fekete-hegy balaton-felvidéki tanúhegy, mely a felső réteget alkotó bazalt sötét színéről kapta a nevét (KOVÁCS ÉS TAKÁCS 1995). A plató (beleértve a vele összefüggő bazaltterületeket) a Dunántúl egyik legnagyobb kiterjedésű és mennyiségű kiömlése. A pliocén végi Maar-típusú vulkanizmus eredményeként a fekete kőzet jelentős vastagságú freatomagmatikus eredetű piroklasztot fed (McCLINTOCK ÉS GOTH 2004). A piroklaszt könnyen oldódó mészkövet is tartalmaz. A törmelék a freatomagmatikus működés változó átmérőjű tufagyűrűbe szórta szét (Maar-ok). A kiömlő anyag a máig megmaradt gyűrűket töltötte fel, megvédve őket az eróziótól (FUTÓ 2005). A Káli-medence földtani szelvényét az **1. sz. melléklet** szemlélteti.

3.2 Felszínalaktan

A pannon üledék alkotta hegyláb 160 m-es tszf. magasságtól határozottan, majd kb. 280 m tszf. magasságtól a bazaltsapka hirtelen emelkedik a Káli-medence északi részén, tereplépcsőket alkotva. Az 1 km-es hegyoldal a legszélesebb a Káli-medencét határolók közül. Elhagyva a 370 m tszf. magasságú "karimát", az átlagosan kb. 360 m tszf. magasságú platón találhatjuk magunk. Ez nem asztallap simaságú fennsík, mikrodomborzati formákban igen gazdag. CSILLAG (2002) a több kitörési központtal, s a tufagyűrűk elrendeződésével, lepusztulásával, valamint az egykori lávavakkal, suvadásokkal, omlásokkal magyarázza ezt.

Országosan is egyediek a víztesteket befoglaló mélyedések, melyeket SZILI (2004) szerint egyes idegenforgalmi kiadványok tévesen krátertavaknak vagy tengerszemeknek sorolnak be. Kialakulásukra a két legelfogadottabb elmélet, mely nem zárja ki egymást, a következő:

Az első szerint, mely eredetileg Lóczytól származik, hogy a bazalt repedésein át a felszín alá szivárgó vizek karsztosodási folyamatot indítanak az alsóbb rétegeket alkotó karbonátos kőzetekben és az azokat tartalmazó bazalttufában. Az így képződött üregek felett beroskad a kőzet (GYÖRFFY 1957, LEÉL-OSSY 1959, OLTÁRCZI 2004).

A másik elmélet, melyet LEÉL-OSSY (1959) a bazaltteknők kialakulásának legfontosabb tényezőjeként elfogad, hogy a szétfolyó láva a kiömléskor meglévő felszínformákat nem tudta minden esetben teljesen kitölteni. Ehhez több irányból érkező bazaltfolyások szükségesek.

3.3 Éghajlati viszonyok

A terület mérsékeltén hűvös-mérsékeltén száraz zóna, de északi és nyugati része átnyúlik a mérsékeltén nedves körzetbe. Változatosabbá teszi az éghajlatot a domborzati variabilitás is. A sokéves éghajlati átlagértékek a Káli-medence tervezési területén a következőképp alakultak (MAROSI ÉS SOMOGYI 1990, KENYERES ÉS BAUER 2003):

Évi középhőmérséklet: 9,5-9,7 °C
 ... vegetációs időszaké: 15,8-16 °C
 Évi csapadékmennyiség: 700 mm (hazánkban közepes)
 ... tenyészidőszakban: 380 mm
 ... 24 órás maximum: 82 mm (Szentbékállá)
 Átlagos hóvastagság: 26-28 cm
 Ariditási index: 1,03-1,08 (mérsékelt vízfelesleg)
 Leggyakoribb szélirány: É

A havi csapadékösszegeket a **2. táblázat**, a havi hőmérsékleti átlagokat a **3. táblázat** szemlélteti:

I.	42	VIII.	64
II.	48	IX.	51
III.	36	X.	53
IV.	48	XI.	83
V.	70	XII.	53
VI.	82	év	710
VII.	81	nyári félév	227

2. táblázat: A csapadék havi átlagértékei 1941-1970, Szentbékállá, 190 m tszf. [mm]

I.	-1,4	VIII.	19,7
II.	0,6	IX.	15,9
III.	5,4	X.	10,2
IV.	10,1	XI.	5,1
V.	15,1	XII.	0,8
VI.	18,4	év	10,00
VII.	20,3	nyári félév	16,6

3. táblázat: Hőmérsékleti átlagok, 1901-1950, Tapolca, 125 m tszf. [°C]

A Káli-medencében hulló csapadék mennyisége az új évezred első éveiben még az 500 mm-t sem érte el, mely az átlagosan 700 mm körüli értékhez képest igen nagy különbség (FUTÓ 2005). A tájegységre 2000-ben átlagosan 484 mm, míg 2001-ben csupán 475 mm csapadék hullott. Emellett, különösen a forróbb nyarak hatására, magasabb volt az átlaghőmérséklet (1999-ben 11,4 °C, 2000-ben 12,6 °C, 2001-ben 11,4 °C) és a napsütéses órák száma is (2000-ben 2189) (KENYERES ÉS BAUER 2003). Az évi csapadékmennyiség nagy szórást mutat, nemcsak több 500 mm körüli adatot (1949-ben 507, 1953-ban 501, 1967-ben 509 mm), hanem 900 mm-t meghaladó kiemelkedő értékeket említenek korábbról (1960-ban 931, 1965-ben 941 mm) (OLTÁRCZI 2004).

3.4 Talajviszonyok

A területről csak áttekintő talajtani adatok fordulnak elő. A platófelszín nagy részét fekete nyirok borítja. A nagyobb tómedreknél jellemző a rétláp talaj (KENYERES ÉS BAUER 2003). A meredekebb, nagyobb völgyekben lejtőhordalék-talajokat is találhatunk.

3.5 A felszín alatti vizek rendszere

A bazaltvulkáni rétegen átszivárgó vizek is betáplálnak a medence hidrológiai rendszerébe. A bazalt alatti pannon rétegeken keresztül jut el a Fekete-hegyre hulló csapadék egy része a triász karbonátos kőzetekbe. Más része valószínűleg a pannon üledékben található agyagrétegeknek köszönhetően magasan felszínre bukkanó rétegforrásként jelenik meg (KENYERES ÉS BAUER 2003).

Hiányosak az ismeretek a hegy hidrogeológiai rendszerét illetően. Nem tudni, pontosan mennyi csapadék hullik a platón, milyen mértékű a beszivárgás, a párolgás, vagy akár a felszíni lefolyás. Ismeretlen továbbá a beszivárgó vizek mozgásának iránya. (KENYERES ÉS BAUER 2003).

3.6 A vizes élőhelyeket érintő tájhasználat

A Fekete-hegy élőhelyeinek változatosságát a mikrodomborzati formák, a szubmediterrán illetve a Bakonyra jellemző csapadékosabb klíma és a tájhasználat együttesen alakították. Az egykori használati formák közül nemcsak a víztereket, hanem a vízgyűjtőjüket érintetteknek is szerepe lehetett a tavak mai képezés kialakulásában.

Ilyen például a vízgyűjtők erdeinek irtása vagy ritkítása legelőnyerés céljából (KENYERES ÉS BAUER 2003). Ez hatással lehetett a mikroklímára, a felszíni lefolyásra és a tavak tápanyag-gazdálkodására is.

Érdekes használati formája egy bazaltplató kis tavainak a halászat. SZILI (2004) és RAKONCZAY (1994) levéltári adatokat és korabeli leírásokat említenek, melyek annak rendjét és jogi összefüggéseit szabályozták.

A korábbi gazdálkodási módokból adódóan a helybeliek sajátos néven ismerik a tavakat. SZILI (2004) utal az elnevezések sokaságára: a helybeliek említenek Nagybokrost és Kisbokrost (vegetációból és közelségükből következtetve a Barkás-tó, illetve a vele északkeleti irányban szomszédos fűzláp – a szerző), Pincés-tavat és a Páros dolinát (valószínűleg a Kettős-tó – a szerző) is.

A tájhasználat jelentős szerepet játszott az élőhelyek itteni mozaikosságának kialakulásában, melynek megőrzése fontos feladat. A változatosságot tovább növeli a szegélyterületek kiugróan magas aránya.

4. A kutatások módszertana

4.1 Középtávú hidrológiai monitoring

Vizsgálataim célja a vízszint, víz hőmérséklet, valamint a vízállással összefüggést keresve a pH és vezetőképesség (továbbiakban: κ)-értékek változásainak nyomon követése volt a Barkás-, a Bika-, a Bonta-tavakban, valamint a Juhászok kútja (fő) megjelölésű, névtelen vízállásban. További cél volt a növényzet és a vizsgálat időtartama alatti változásai és a tavak mért jellemzői közti kapcsolatok keresése, feltárása. Az értékelhető eredményekhez legalább 1 év kutatási időtartamot láttam szükségesnek. Az észlelések közt eltelt idő átlagosan 14,2 nap volt, soha nem volt több 5 hétnél.

A pH és κ - értékek méréséhez Consort C-532 típ. műszert használtam. A 2009. június előtti mérések In Situ történtek. Az ez utáni mérésekhez mintákat vettem 0,5 literes, denaturált szeszszel zsírtalanított PET palackokba. A minták legkésőbb a mintavételt követő 3 órán belül fagyasztásra kerültek.

A hőmérséklet-mérések a Consort mérőszondájával (In Situ méréskor), valamint medence-hőmérővel (Ex Situ méréskor) történtek. A leolvasás pontossága 0,1, illetve 0,5 °C volt.

A relatív vízállás-értékek méréséhez használt eszközök leírását a **2. melléklet** tartalmazza.

4.2 Hidrológiai adatok feldolgozása

A szabvány adatlapokat és ortofotókat alapul használó terepi jegyzőkönyv számítógépes rendszerben került feldolgozásra.

4.2.1 A hidrológiai rendszert bemutató térkép elkészítése

Az ennek keretében feldolgozásra került adatok a vízállások és az ideiglenes vízfolyások helyét, valamint a kiszáradásig eltelt időt takarják, számos egyéb terepi megfigyelésre (pl. növényzet, mélység, kiterjedés) támaszkodva. Feldolgozásukhoz az ArcView térinformatikai szoftver 3.2-es verzióját használtam.

A vízforgalmi típusokat DÉVAI (1976) munkájának leírásai alapján határoztam meg.

Lefolyástalan mélyedésnek olyan mélyedéseket tekintettem, melyek vízgyűjtője az 1: 10 000 méretarányú térkép szintvonalai és a terepi bejárások alapján egyértelműen lehatárolható volt, valamint efemernél tartósabb vízborítás jellemzi őket. Az ismert efemer víztesteket is jelöltem, külön vízgyűjtő azonban nem határolható minden esetben hozzájuk. Ezek csak a kora tavaszi időszakban jelennek meg, egy hónapnál rövidebb éltűek. Kis térfogatuk miatt hamar telítődve gyakran egy ideiglenes vízfolyásra gyöngyként felfűzve léteznek.

4.2.2 Részletes hidrológiai jellemzők meghatározásához rögzített adatok feldolgozása

A hidrológiai adatokat Excel 2007 szoftverrel rögzítettem és dolgoztam fel. Ennek eredményei a Bonta-, a Bika-, a Barkás-tavak és a Juhászok kútjánál lévő (fő) megjelölésű vízállás vízszintjét és fiziko-kémiai paramétereit (κ -, pH) szemléltető grafikonok, valamint utóbbi három vízállás meteorológiai adatsorok (OMSZ 2009) alapján kiegészített vízállásgrafikonja. Valamennyi grafikon pontdiagram típusú, melyen az idő függvényében két Y tengelyen legalább kettő mért vagy származtatott adat került ábrázolásra.

A vízállás alakulását és csapadékösszegeket szemléltető grafikon

A "A <vízállás megnevezése> mért vízállásértékei" című grafikon az adott víztest legnagyobb mélységét szemlélteti, kizárólag mért értékek alapján. Ehhez nyújt járulékos információt a csapadékösszeg adatsor (OMSZ 2009). Ez a platót övező, lehető legközelebbi három mérőállomás – Szentbékállá, Taliándörögd, Mencshely – napi csapadékadatai alapján készült. A mérőállomások értékeit átlagoltam, habár megjegyzendő, hogy a fennsík VÓKÓ LÁSZLÓ SZÓBELI KÖZLÉSE és a vízállásváltozás-csapadék reláció alapján is egyedi mezoklimatikus viszonyokkal rendelkeznek. A csapadékösszegeket ezek alapján számoltam úgy, hogy a két mérés közti vízszintes vékony kék vonal az első mérés napjának kezdetétől az utolsó mérést megelőző nap végéig eltelt időben hullott csapadék összegét jelöli.

A vízállás alakulását részletesebben szemléltető grafikon

A "A <vízállás megnevezése> meteorológiai adatokkal korrigált vízállása" elkészítésekor csapadékadatokat (OMSZ 2009) használtam a vízszintek pontosításához. A maximummérőnek és az adatoknak köszönhetően így plusz értékekhez jutottam. A plusz értékek kétfélek lehetnek.

Az első egy ténylegesen, az úszó segítségével észlelt vízállásérték. Ez időben a két mérés közötti legjelentősebb csapadéksorozat után lett elhelyezve. Legjelentősebb csapadéksorozatnak meghatározott kritériumok alapján kijelölt sorozatot tekintettem. Egy sorozatba azok az adatok tartoztak, melyek során legfeljebb egy csapadékmentes nap ékelődött úgy, hogy utána még legalább 5 mm hullott a következő csapadékos nap-sorozat végéig. Csapadékmentes napokként kezeltem az 1 mm-nél kisebb csapadékú napokat. Egy sorozatnak legalább 2 napot vettem, hogy ábrázolni lehessen a sorozatot megelőzően a süllyedést, illetve, hogy a grafikonon a feltöltődés ne függőleges szakasként jelentkezzen (az nem is lett volna reális, másrészt napi bontásnál nincs rendelkezésre álló részletesebb információ, így a legrövidebb értelmezhető töltődési idő 24 óra). A csapadéksorozatok közül mindig azt vettem a legjelentősebbnek, mely nagyságrendileg a legnagyobb a két észlelési időpont közt, vagy több ilyen esetén azt, mely az első észlelési időponthoz legközelebb kezdődött. Ezen csapadékösszeget vízszintes, zöld, a legjelentősebb csapadéksorozat kezdetétől végéig tartó vonallal jelöltem. Ennek értéke tájékoztató jellegű a plató egyedi mezoklimája miatt.

A másik egy számított érték, mely csak akkor adódott, hogyha a legjelentősebb csapadéksorozat első napja nem mérési nap volt. Ilyenkor becsülhetjük a két észlelési időpont közt a vízmérleg negatív oldalát, és ebből számíthatjuk a legjelentősebb csapadéksorozat első napjára a vízállást. Ez adott időszakra a következő módon történik:

$$h_{min} = h_1 - \frac{(h_{max} - h_2) + (h_0 - h_1)}{(t_2 - t_{max}) + (t_1 - t_0)} (t_{min} - t_1)$$

ahol h_{min} a becsült minimum-vízszint, h_1 az első észlelési időpontban mért vízszint, $(h_{max} - h_2)$ a maximumérték és a második észlelés vízállásának szintkülönbsége ($0 \leq$), $(h_0 - h_1)$ az első észlelés előtti mért vízállásadatnak (lehet maximum) és az első észlelés vízállásadatának különbsége (lehet negatív), $(t_2 - t_{max})$ a maximumérték elérése és a második észlelés közt eltelt idő napokban, $(t_1 - t_0)$ az első észlelés és az azt megelőző mért érték rögzítésének időpontja közt eltelt idő napokban, $(t_{min} - t_1)$ az első észleléstől a legjelentősebb csapadéksorozat első napjáig eltelt idő napokban.

A származtatott adatok segítségével a Bika- és a Barkás-tavak valamint a Juhászok kútjánál (fő) megjelölésű víztest vízállás-adatsorait az előfordult meghibásodások ellenére összesen 49 értékkel bővíthettem.

A pH és a vezetőképesség időbeni változását szemléltető grafikon

A "A <vízállás megnevezése> vizének fiziko-kémiai paraméterei" grafikon a mért pH és vezetőképesség-értékeket hivatott bemutatni. A mért vezetőképesség-értékeket folytonos vonallal köttetem össze a változások könnyebb nyomon követése, értelmezése végett. A mért pH értékek könnyebben értelmezhetőek, ha összekötésük helyett trendvonalat illesztünk rá. Erre az adatok számára és a részletességre is figyelve hármas periódusú mozgó átlag tűnt célszerűnek.

A grafikon része a vízállás változását meteorológiai adatokkal kiegészítve szemléltető görbe, melyen a vízszintváltozások a lehető legfinomabban nyomon követhetők. Ez értelemszerűen többletinformációt nyújthat a hidrológia és a fiziko-kémiai paraméterek alakulásának kapcsolatáról a csak mért értékeket bemutató vízállásgörbéhez képest.

5. A vizsgálatok eredményei

5.1 A plató felszíni vizeinek rendszere

A hidrológiai rendszert a **3. melléklet** szemlélteti.

A bazaltterületek Boncsos-tetőtől délre eső részein összesen mintegy 142 ha tartozik lefolyástalan mélyedések felszíni vízgyűjtőjéhez.

A felszíni vízgyűjtők sok esetben csak addig lefolyástalan területek, amíg a legalacsonyabb tszf. magasságú mélyedésük nem telítődik. Telített állapotukban a vízgyűjtők betáplálnak valamely szomszédos vízgyűjtő vízkészletébe. Így alakul ki a plató valamennyi ideiglenes vízfolyása (kivétel Vaskapu-árok vízfolyása). A felszíni vízfolyások a **(9)**-es és a **(11)**-es vízgyűjtő, valamint a **(4)**-es és a **(3)**-mas közt létesítenek kapcsolatot. A **(3)**-mas és az **(5)**-ös közti kapcsolatot a térkép megtévesztően szemlélteti. A látszólag a Kis-Barkásból induló vízfolyás valójában a víztest "kávája" oldalában, attól néhány tíz méterre bukkan a felszínre, majd rövid távolság megtétele után ismét a felszín alá bukik. A betáplálás nem minden esetben ilyen látványos (nagy felületek átnedvesedése, felszín alatti közvetlen szivárgás), de a mederküszöböt elérő víz miatt biztosan végbemegy. Ez a helyzet a **(8)**-as és a **(10)**-es számú vízgyűjtők esetében.

Ténylegesen felszíni lefolyás nélküli vízgyűjtőben található a Bika-tó **(6)**, a Bonta-tó **(1)**, a Monostori-tó **(2)** és az Ibolya-tó **(7)**, valamint valószínűleg a Henyei-tó **(13)** és tulajdonképp a kakukktójas Kis-Barkás **(3)** is.

A vízgyűjtők közül valamennyiben kialakulhat akár több vízállás is, kivéve a plató nyugati szélénél lévő, mintegy 5,4 ha területű süppedést **(12)**, mely víznyelőként funkcionál. A teljes hidrológiai rendszer feltöltött állapotban 8,4 ha összterületet adó 18 kisvizet tartalmaz. Ezen vízállások közül csak a Henyei-tavat nem érintették a kutatások. Nem észlelt, kora tavaszi efemer vízállások a **(9)**-es, a **(13)**-mas területeken, valamint a **(4)**-es vízgyűjtő északi részein lehetnek.

5.2 Az elszivárgás vizsgálata

Kutatásom során bizonyítást nyert, hogy néhány valamennyi vizsgált tó aljzatán elszivárgás tapasztalható. Erre utalnak a 2009. január 19-ei terepbejárás jégjelenségekkel kapcsolatos megfigyelései, s néhány mérés is.

A **Bonta-tó** kis kiterjedésű jégtakarója alól januárban megszökött a víz. Nyári és kora tavaszi adatokból, csapadék utáni kiürülésből becsülhető az elszivárgás mértéke is. A 2009. július 26-27. közti időszakban a vízfelület kb. 619 m² volt, s egy nap leforgása alatt 5 mm-t süllyedt a vízszint. A közvetlenül a mérések előtt hulló csapadéktól, a felhős időtől a levegő páratelt, a növényzet és a talajfelszín nedves volt. Ennek köszönhetően az evapotranszpirációs veszteségek csekélyek voltak. Az abból adódó veszteséget a hőmérséklet és páratartalom alapján 3 mm-nek becsülve az elszivárgás napi értéke az adott felületen a következőképp alakult:

$$V = (0,005 \text{ m} - 0,003 \text{ m}) * 619 \text{ m}^2 = 1,238 \text{ m}^3.$$

Habár nem tudjuk, hogy a mederfelület mekkora hányadán történik elszivárgás, ez a napi érték a maximális mederfelületre (4572 m²) vonatkoztatva 9,144 m³ lenne naponta.

A kora tavaszi, maximális vízfelületű, vegetáció "beindulása" előtti, hűvösebb napok kiürülési trendje (2009.03.31-2009.04.14.) ezzel szinte teljesen azonos lefutást mutat. Ebben az esetben a napi átlagos 3 mm-es vízszintcsökkenésből számolva a következő napi vízvesztései értéket kaphatjuk:

$$V = 0,003 \text{ m} * 4572 \text{ m}^2 = 13,716 \text{ m}^3$$

Ezekből következik, hogy a Bonta-tó esetében az elszivárgás értéke a vízfelület összehúzódása előtti időszakban $10 \text{ m}^3/\text{nap}$ körül lehet.

A **Bika-tó** esetében a tavon 20,7 centiméter vastag jég képződött. A jégen vésővel és kalapáccsal léket vágtam két helyen. A közepes medencében a víz nem emelkedett a lékben a várható szintig (20,7 cm x 0,92 cm-ig), csupán kb. 4 cm-ig. Ennek oka az lehet, hogy a jégtábla ezen része már nem a vízen úszott, hanem a jég pár centiméternyi vízszintcsökkenés hatására a tőzre ült. Ezt igazolná a parton lévő, külön mélyedést fedő, kb. 5. cm vastag jégtábla, mely alatt a Bonta-tó esetéhez hasonlóan üreget találtam.

A **Juhászok kútjánál** fekvő (fő) víztest jelensége még szembeötlőbb. A legnagyobb befagyott pocsolya nem vízszintes, hanem a közepe fele homorú volt. A széleken a jég vastagsága mindössze pár cm, a belseje felé haladva azonban 15 cm körül van - mégis behorpadt alakot vesz fel. Ezt igazolja, hogy a közepén elhelyezett mérő a három héttel korábbi értéknél 6,8 cm-rel alacsonyabb értéket mér, de ennek ellenére a "pocsolya" kiterjedése semmit nem változott.

A **Barkás-tó** esetében 1 cm-rel alacsonyabb értéket mértem a december 23-aihoz képest. Mivel a jég vastagsága 20,6 cm volt, ezért a megközelítőleg 9%-os térfogat-növekedést beleszámolva a tényleges vízszintcsökkenés a következőképp adódik:

$$\Delta h = - \left(1 \text{ cm} + 20,6 \text{ cm} - \frac{20,6 \text{ cm}}{1,09} \right) = - 2,70 \text{ cm}$$

A 9526 m^2 -es vízfelületet véve alapul, a 27 nap alatt elszivárgó víz térfogata

$$V = 0,027 \text{ m} * 9526 \text{ m}^2 = 257,202 \text{ m}^3,$$

ami $9,526 \frac{\text{m}^3}{\text{nap}}$ elszivárgásnak felel meg.

A megadott értékeknél a tényleges elszivárgás csekélyebb, mert a felületértéknél nem vettem figyelembe a növényi részeket.

Az elszivárgások mennyiségének és minőségének mérése kihasználható lenne a mélyedések kialakulásának felfedéséhez. A hegylábi és platóperemi forrásokban a vízhozammal és mérhető oldott anyagokkal (különösen karbonátok) az elszivárgó vizek ugyanazon paramétereit összehasonlítva cáfolható a karsztosodás vagy meghatározható annak mértéke, becsülhető az időegység alatt kioldott anyagok térfogata.

5.3 A plató mikroklímájának jelenségei

A mikroklímát a domborzat, a kitettség, a vízi, vízparti és a környező vegetáció egyaránt befolyásolja. Ebből kifolyólag az egyes tavaknál jelentős eltéréseket tapasztalhatunk, melyet több mérési adat (pl. jégvastagságok jelentős különbsége, hőmérsékleti értékek) igazol. A két szélsőség esetünkben a Barkás-tó és a Juhászok kútja felett található víztest.

A Barkás-tó minden oldalról zárt, kör alakú, hirtelen mélyülő mederben található. Partja közvetlenül erdőterületekkel védett. Ennek következtében a pára a "teknőben" könnyen megreked, s kicsik a veszteségek. Környezete hirtelen emelkedik, ezért a lokális talajvízhez kapcsolt vegetáció közvetetten ható párologtatása sem számottevő. Az erdő árnyalást biztosít a parti zóna nagy részén. Jelentős a hatása a tó közepén élő bokorfűzesnek is, ami a közvetlen napsugárzástól védi a lomsátor alatti részeket. Ez nemcsak a víz felmelegedésében, de a lomsátor alatti levegő páratartalmának és hőmérsékletének megtartásában is fontos tényező. A Barkás-tóban, nyílt részen mért három legmagasabb vízhőmérséklet-érték átlaga **23,17 °C**, az összes mérés átlaga (n=18) **13,11 °C**.

A Juhászok kútjánál lévő víztest ezzel szemben déli, északkeleti és keleti oldalról nyitott. A délelőtti óráktól kezdve késő délutánig közvetlen napfény éri, s érezhetően intenzívebb a légmozgás is. A lokális, többi mélyedéshez képest jelentős talajvízrendszer által egy bizonyos vízszintig kapcsolt a délre található rét vegetációjával. Az párolgási veszteségek itt magasabbak lehetnek. Az itt mért három legmagasabb vízhőmérséklet-érték átlaga **26,33 °C**, az összes mérés átlaga (n=14) **14,64 °C**.

5.4 A plató állóvizeinek hidrológiája

LÁJER (1998) külföldi szerzőkkel egyetértve fontos szerepet tulajdonít a hidrológiai tényezőknek a síklápok növényzetének differenciálásában. Emellett a kémiai paramétereket, mint a pH, a vezetőképesség és az oldott oxigéntartalom, alárendeltebb jelentőségűnek tekinti.

A tavak vízháztartását a kimenő és bejövő vizek időegységre vonatkoztatott egyenlege adja (PADISÁK 2005). A mérleg pozitív oldalát a Fekete-hegy tavaiban a csapadék határozza meg. Plakor helyzetből adódóan felszín alatti betáplálás nem valószínű, habár láttunk példát a hidrológiai rendszerben felszín alól felbukkanó, majd ismét beszivárgó ideiglenes vízfolyásra. Felszíni hozzáfolyás is csupán ideiglenesen alakulhat ki, olvadékvizekhez, jelentősebb csapadékeseményekhez kapcsoltan. A negatív oldalon ezzel szemben jelentkezik valamennyi potenciális vízvesztés. Miden vizsgált vízállásnál hasonló nagyságrendű az evapotranspiráció és felszín alatti elszivárgás. A felszíni elfolyások viszont csak a medencék telítettsége esetén jelennek meg, azonban ilyenkor igen jelentős mennyiségű víz távozik a platóról, a hidrológiai rendszer leírásában közöltek szerint. A vízmérleg tehát a feltöltődést követően, amikor már felszíni elfolyás a Juhászok kútja (fő) megjelölésű víztest esetén sem jelentkezhethet, a tavak esetében a következőképp alakul:

$$\Delta S = P - ET - Q_g$$

ahol ΔS a víztérfogat-változás, P a csapadék és az abból adódó lefolyás, ET az evapotranszpiráció, a Q_g pedig a felszín alatti elszivárgás.

Az olyan vizeknek, melyeknél a vízmérleg meghatározó tényezői a csapadék és az evapotranspiráció, instabil a vízmérlege. Különösen így van, ha a csapadék éves eloszlása nagy különbségeket mutat. Ilyen, asztatikus vízállások a Kiskunság szikes tavai. A rendszeres deszikkációhoz alkalmazkodik az élővilág is (PADISÁK 2005). A Kiskunság szikes tavaival szemben a területen van némi elszivárgás és nem olyan erős a párolgás. A vízborítás időtartama több évig is tarthat több esetben (Barkás-, Bika- és Monostori-tó), azonban a többi vizsgált tó esetében (Bonta-, Ibolya-tó, Kis-Barkás, Juhászok kútja feletti víztest) nem ez a jellemző. Utóbbiaknál szikes vizekre jellemző növények is megjelennek.

5.4.1 A hidrológiai szempontból vizsgált vízállások

A Bonta-, a Bika- és a Barkás-tó, valamint a Juhászok kútjánál lévő (fő) megjelölésű víztestek részletes hidrológiai vizsgálatának eredményeit legjobban az azt bemutató grafikonok szemléltetik. Ezeket rendre a **4. melléklet** tartalmazza. E fejezetben néhány gondolattal és plusz adattal segítem ezek értelmezését.

A mért vízállásértékeket és csapadékértékeket bemutató grafikon

A görbék lefutásában sok a közös vonás. Ez nyilvánvalóan annak a következménye, hogy a vízmérleg pozitív oldalának meghatározó eleme a csapadék, s a vízgyűjtők egységnyi területére hullott csapadék mértéke közel ugyanannyi.

A feltöltődési, és részben a kiürülési időszakok meredeksége a vízgyűjtőterület-víztérfogat-vízfelület arányától függ. Az időegység alatti vízmélység-növekedése a Juhászok kútjánál (fő) víztestnek a legmagasabb a tavaszi időszakban. Az ezt követő, közel állandó vízállás, mely ápriliséig tart, annak tudható be, hogy a többi tóval ellentétben ez elérte feltöltődési maximumát. Az időjárás kedvezett a további töltődésnek, azonban a vízgyűjtőről érkező többletvíz február közepétől ápriliséig a Vaskapu-árkon át távozott. A mégis látható kis mértékű növekedés véleményem szerint annak tudható be, hogy a sok helyen széles és növényzettel, fűfélékkel sűrűn benőtt időszakos csermely medrében a növényi részek törmelékekkel fennakadtak, s így megnövelték a küszöböt, melyen átbukva (s így részben átszivároghva) a víz az árokba távozhatott. Ezért a víz a lefolyás megindulásához képest legmagasabb vízállású észleléskor 3,9 cm-rel magasabban tetőzött. A Juhászok kútja (fő) és a Bonta-tó feltöltődésének iniciális stádiumában (11.17-1.19) a 20 cm körüli vízszinthez mindössze néhány m³ víz tartozik, melynek jellemzőit az aljzat határozta meg.

A kiürülési időszak meredekségét tekintve a nyár második felétől kezdődő értékek megtévesztőek lehetnek. Ekkorra a Juhászok kútjánál (fő) és a Bonta-tó vízfelszíne ugyanis összehúzódott, így itt egységnyi mélységváltozásra jóval kevesebb víztérfogat-változás esik. A jelenség az evapotranszpiráció fokozódásával együtt növeli júliustól kezdődően a görbe lefutásának meredekségét. A tavak vízmérlegeinek negatív oldalát tehát az izobatiális térképek segítségével számolhatnánk, az elszivárgási értékek arányait a víztérfogat-változások ismeretében becsülhetnénk.

A meteorológiai adatokkal korrigált vízállásgrafikon többletinformációi

A plusz pontokat befoglaló görbék nem pontosan a tényleges vízállást mutatják, de nagy valószínűséggel a többletértékek többsége időben pontosan lett elhelyezve. A maximumértékek mindenképp pontosak, a becsült értékek pedig mindenképp közelebb vannak a valós értékhez, mintha a maximumpontokat egyszerűen az előttük szereplő mért értékekkel kötnénk össze.

A maximumértékekhez asszociált csapadéksorok csapadékösszege megtévesztőnek bizonyulhat. A június végi kiugróan magas csapadékösszeg hatására például a vízszint kevésbé határozottan és kisebb mértékben emelkedett, mint az elenyésző, mindössze 12 mm-es augusztus eleji csapadékösszeg után. Először leolvasási hibára gondoltam, ha egy egységgel (5 cm a rúdon) feljebből kezdem a mérést, elképzelhető lett volna ilyen érték. De nem ez történt, mivel a kiugrás a Barkás- és a Bika-tó mérőjén is jelentkezett. A jelenséget lokális zivatar okozhatta. Ennek gócpontja mindhárom mérőállomást elkerülte, így kiugró értéket azok adatsorában nem tapasztalhatunk.

Az izobatiális térképek birtokában, a víztérfogat-értékeket hasonló módon kiegészítve fontos információkhoz juthatnánk a feltöltődést és kiürülést illetően. A mélységet szemléltető görbe legmeredekebben csökkenő részei alapján elképzelhetjük, hogy az adott hónapban egy sűjtő aszaj esetén milyen hamar tűnne el az adott víztestből a víz.

A Juhászok kútjánál (fő) maximummérő által mért maximum- és becsült minimumértékeknek júliustól kezdődően jelentősebb kilengést kellett volna mutatnia a vízfelszín és -térfogat csekély értékei miatt. Mivel a mérőt az időszakban a disznók megrongálták, így nem tudott megbízható adatokat produkálni.

A vízállások pH és vezetőképesség (κ) értékeit bemutató grafikon

A mérések csekély vezetőképesség-értékei igazolják, hogy a vízállások vize kizárólag csapadékból és az abból adódó felszíni lefolyásból táplálkozik: az értékek csak kissé magasabbak valamennyi tónál, mint az esővízé.

Amit a megrongálódott maximummérő a Juhászok kútja (fő) víztestnél nem tudott kimutatni, arra következtethetünk a pH- és vezetőképesség-értékek rapszodikus változásaiból a

nyár második felében. Az élő rendszer vezérelte, ugyanolyan irányú és hasonló nagyságú változások sorozata két, különböző társulást befoglaló vizes élőhely – a Bonta-tó és a Juhászok kútja - esetén kizárható. A jelenség magyarázata a következő: az elszivárgás jelentősége megnő a párolgáshoz képest a vízfelület összehúzóásával. Különösen igaz ez akkor, ha a mérés és az előző jelentősebb csapadéksorozat vége (a maximum elérésének napja) közt felhős, párás napok voltak. A kis víztérfogathoz érkező, csapadék eredetű felszíni lefolyás csökkenti a vezetőképesség-értékeket. Mivel a párolgás ezt követően elhanyagolható, a vízszintcsökkenés ellenére az alacsony szalinitás "konzerválódik" a mérés idejéig. Ha viszont a mérés és az előző maximumérték elérésének valószínűsíthető időpontja közt hosszú, száraz időszak telt el, az oldott sók koncentrációja értelemszerűen emelkedni fog.

A tenyészidőszak alatti pH-növekedést a fotoszintézis okozza a Bonta- és a Bika-tó, valamint a Juhászok kútja (fő) megjelölésű vízállás esetében.

A következőkben a négy vizsgált tó részletes hidrológiai jellemzői következnek.

Bonta-tó

Tipikus mocsár típusú természetes állóvíz. V-NÉR: 1610

- 1. Időzítés:** A feltöltődés télen kezdődik meg, a jelentősebb elszivárgás miatt a 2009-es évben az ősz végi-tél eleji esőzések vize a többi tóval ellentétben nehezebben alkotott a meder közepén dagonyát, ami később el is tűnt. A téli csapadékból származik az induló vízkészlet. Kora tavaszi esőzések tovább tölthetik.
- 2. Gyakoriság:** Minden évben kiszárad, nem minden évben töltődik.
- 3. Tartam:** Az adott év kiinduló vízkészletének és csapadékviszonyainak függvénye. Átlagosan tél közepétől nyár elejéig vízborította (kb. 5 hónap).
- 4. Kiterjedés és mélység (4. táblázat):**

Jellemző	Érték (észlelt maximum)	m.e.
Vízfelület:	0,4572	[ha]
Vízgyűjtőterület:	4,1045	[ha]
Vízgyűjtő/vízfelület arány:	8,98	
Legnagyobb vízmélység:	81,5	[cm]
Becsült átlag vízmélység:	40,0	[cm]

4. táblázat: A Bonta-tó kiterjedése, vízmélysége és vízgyűjtőterülete

- 5. Variabilitás:** A töltődés száraz téli évszak esetén elmaradhat, vagy olyan csekély, hogy pár hét alatt kiszárad (pl. ezredforduló aszályos évei). A tartam ez alapján nagy szórást mutat: 0-8 hónap.

A meder egyenletesen, kúpszerűen mélyül, közepén az átlagos mederből kb. 20 cm-rel hirtelen lesüppedő mélyedés található. A nagy vízszintingadozást a pántlikafű indikálja. A növény a legmélyebb, középső részokről hiányzik.

A Bonta-tó esetén a december végi magas κ -érték a meder közepén létrejött kis pocsolva értéke. A víz kémhatása enyhén savanyú volt, s a kiszáradásig semlegesre változott.

Bika-tó

Mocsár típusú természetes állóvíz, jelentős felhalmozott tőzeggel. V-NÉR: 1610

- 1. Időzítés:** A feltöltődés tél elején kezdődik meg, a téli csapadék és a maradék víztérfogat adja az induló vízkészletet. Kora tavaszi esőzések tovább tölthetik.
- 2. Gyakoriság:** Rendszeresen, de rövid időre szárad ki, a tőzeg évelő jelleggel nedves maradhat. Általában télen feltöltődik.
- 3. Tartam:** Az adott év kiinduló vízkészletének és csapadékviszonyainak függvénye. Általában egész évben vízborította, vagy legalább a felhalmozódott, vastag tőzeg nedves marad.
- 4. Kiterjedés és mélység (5. táblázat):**

Jellemző	Érték (észlelt maximum)	m.e.
Vízfelület:	1,0049	[ha]
Vízgyűjtőterület:	5,3207	[ha]
Vízgyűjtő/vízfelület arány:	5,29	
Legnagyobb vízmélység:	122,3	[cm]
Becsült átlag vízmélység:	55,0	[cm]

5. táblázat: A Bika-tó kiterjedése, vízmélysége és vízgyűjtőterülete

- 5. Variabilitás:** A töltődés száraz téli évszak esetén olyan csekély, hogy pár hét alatt kiszáradhat (pl. ezredforduló aszályos évei). A tartam nagy szórást mutathat, de általában 9 hónapnál hosszabb.

A meder papucsállatka alakú, É-D lefutású, három medencére különül. A legészakibb közepesen mély, vastag tőzeg borítja, mely ősze gyakran levegőre kerül. A középső, legkisebb medence süppedékes, önmagában kettős tagolású, két kis, emerz makrofitáktól mentes, nyílt víztükör jellemzi. Tőzege a legvastagabb, hamarabb a felszínre kerül, de térfogatváltozása miatt nem szárad ki hamarabb, mint az északi mederé. A déli medence felületre, mélységre és víztérfogatra a legnagyobb. Tőzegvastagsága a nyíltvízes részeken, mely nagy részét adja, csekély, a parthoz közelebb jelentős.

A Bika-tó vízének vezetőképessége növekedett őszi végén - tél elején. Ennek oka az ekkor tapasztalható lassú töltődés ellenére, hogy a víz fokozatosan nedvesített át, majd borított el tőzeget. Ez a tőzeg a megelőző bő egy hónapban a vízszint fölé került, helyenként heteken át száraz nyers tőzeg volt. Az ekkor beinduló bomlási folyamatokból felszabadulhattak ionok, melyek a szalinitás növekedését okozták. A pH őszi az előző őszi érték alá csökkent, azonban a tavaszi, savanyú értékekhez képest növekedve ismét semleges szintet ért el.

Juhászok kútjánál lévő víztest (Juhászok kútja fő és D)

Tipikus mocsár típusú természetes állóvíz. V-NÉR: 1610

- 1. Időzítés:** A feltöltődés tél elején kezdődik meg, a téli csapadék az induló vízkészlet. Kora tavaszi esőzések tovább tölthetik.
- 2. Gyakoriság:** Minden évben kiszárad, de nagy vízgyűjtőterülete miatt bizonyos mértékig valószínűleg minden év elején feltöltődik.
- 3. Tartam:** Az adott év kiinduló vízkészletének és főleg csapadékviszonyainak függvénye. Általában a nyár első feléig vízborította.

4. Kiterjedés és mélység (6. táblázat):

Jellemző	Érték (észlelt maximum)	m.e.
Vízfelület:	0,5677 (fő)	[ha]
Vízgyűjtőterület:	17,4860	[ha]
Vízgyűjtő/vízfelület arány:	18,11	
Legnagyobb vízmélység:	105,9 (fő)	[cm]
Becsült átlag vízmélység:	50,0	[cm]

6. táblázat: A Juhászok kútjánál lévő vízállások kiterjedése, vízmélysége és vízgyűjtőterülete

5. **Variabilitás:** A tartam nem mutathat olyan nagy szórást, mivel a nagy vízgyűjtőterülete miatt általában hirtelen és csordultig töltődik a meder. A töltődés száraz téli évszak esetén sem csekély, de pár hónap alatt kiszáradhat (pl. ezredforduló aszályos évei). Átlagos csapadékviszonyok esetén május-július intervallumban száradhat ki. A nyári esőzéseknek nagy szerepe van a kiszáradás késleltetésében, ugyancsak nagy vízgyűjtője miatt. A júniusi esőzések elmaradásával hamar kiszáradt volna.

A mocsár két víztestből áll, melynek vize a köztük elhelyezkedő lapos talaján keresztül kapcsolatban van. Teljes telítettség esetén a rét teljesen átnedvesedik, egész felületén tocsogók (V-NÉR: 1740) jelennek meg. A nagyobb és jóval mélyebb **Juhászok kútja fő** megjelölésű meder vízborítása akár hónapokkal tovább tarthat, mint a déli testvére esetében. Részletesebb vizsgálatok a nagyobbik medret érintették.

Ez a parttól a sásos végéig lassan, egyenletesen mélyül, majd a nyíltvizes, mételykörös és kákás részeken hirtelen, teknőszerűen "behorpad" a meder. Legmélyebb pontjait három dagonya adja.

A kémhatás a mérési évben a feltöltődéstől kiszáradásig határozottan lúgosodott, a savanyú szinttől egészen a semlegesig. A szalinitás enyhe, majd közvetlenül a kiszáradás előtti méréseknél hirtelen növekedést mutatott.

Barkás-tó

Síkláp (feltöltődési), jelentős felhalmozott tőzeggel és úszóláppal. V-NÉR: 1510

1. **Időzítés:** A feltöltődés ősz végén - tél elején kezdődik meg, a téli csapadék és a maradék víztérfogat adja az induló vízkészletet. Kora tavaszi esőzések tovább tölthetik.
2. **Gyakoriság:** Évelő víz.
3. **Tartam:** Csak szélsőségesen száraz években szárad ki teljesen (pl. ezredforduló aszályos évei).
4. **Kiterjedés és mélység (7. táblázat):**

Jellemző	Érték (észlelt maximum)	m.e.
Vízfelület:	0,9526	[ha]
Vízgyűjtőterület:	6,9398	[ha]
Vízgyűjtő/vízfelület arány:	7,29	
Legnagyobb vízmélység:	160,7	[cm]
Becsült átlag vízmélység:	70,0	[cm]

7. táblázat: A Barkás-tó kiterjedése, vízmélysége és vízgyűjtőterülete

5. **Variabilitás:** Ha a töltődés száraz évet követően csekély, hamar kiszáradhat (pl. ezredforduló aszályos évei).

A meder közel kör alakú, erdővel határolt. Az eulitorális zóna hirtelen, küszöbszerűen, majd lassan, egyenletesen mélyül. Az aljzat egyenetlen, több kisebb mélyedés, "bakhát" teszi változatossá. Mindenütt vastag tőzeg borítja, pedig a tűzvézskor összetolták egy kupacba, ami ma is látható a fűzes közepén. A fűzes nyugati oldalán néhány négyzetméteres úszóláp alakult ki, a déli oldalán, a nádas közt pedig egy hasonló méretű ingóláp található.

A Barkás-tónak nemcsak a hidrológiája, hanem vizének fiziko-kémiai paraméterei is a legkiegyenlítettebbek. Változás a pH és a κ - értékekben volt, de azok lefutása enyhe, iránya pedig határozott. A pH semlegesről enyhén savanyúra váltott a mérési időszakban. Ebben az egyetlen kilengést a tavasszal érkező, nagy mennyiségű csapadékvíz okozta, mely a kémhatást relatív hirtelen savanyította, de a rendszer május elejére ismét visszaállt a töltődést megelőző értékekre. A vezetőképesség a mérések során ugyancsak csökkenő trendet mutatott.

A hidrológiai szempontból részletesebben nem vizsgált vízállások

A betűkkel jelölt, név nélküli vízállásoknak, valamint az Ibolya- és a Kis-Barkás-tónak csupán a víztér-tipológiai besorolásuk történt meg. Ennek célja az volt, hogy a Fekete-hegy összes felszíni hidrológiai eleméről és azok rendszeréről egy általános képet kaphassunk. Habár fontos lett volna, erőforrások híján a Monostori-tó hidrológiai és fiziko-kémiai jellemzőinek monitorozására sem került sor.

A részletesen nem vizsgált vízállások víztér-tipológiáját foglalja össze a **8. táblázat:**

Név vagy jelölés a hidrológiai rendszert bemutató térképen	V-NÉR kód	V-NÉR kategória
Monostori-tó	1510	síkláp (feltöltődési)
A; C; D; E; F; G; H; Ibolya-tó, Kis-Barkás-tó	1610	mocsár típusú természetes állóvíz
B; J	1722	csapadékvizes pocsolva
I	1730	dagonya (dágvány)

8. táblázat: A hidrológiai szempontból részletesebben nem vizsgált vízállások tipológiája

5.5 Hidroökológia

5.5.1 A Fekete-hegy vizes élőhelyeinek elszigeteltsége

Plakor helyzetben, erdővel és meredek hegyoldallakkal övezett vízállás-csoportot találunk a Fekete-hegyen. A hosszabb kiszáradások után elsősorban a valamely tóban fennmaradt, kiszáradásra érzékeny növények népesíthették be újra a hegy azon vizes élőhelyeit, ahonnan az adott növény a szárazság alatt eltűnt. A Tapolcai-medence és a Káli-medence egykori vagy még meglévő, hasonló élőhelyei messze találhatóak a területtől. Innen a növények betelepítése valószínűleg a legeltetéshez, az állatok itatásához, fürdéséhez köthető.

5.5.2 Hidrológiát indikáló növények

Nagy vízszintingadozásra utal az *Oenanthe aquatica* és a *Phalaroides arundinacea*. Tartósabb vízborítást és nyár végi kiszáradást igényel a *Carex vesicaria* (BORHIDI ÉS SÁNTA 1999). A Bonta-tóban a pántlikafű, a Juhászok kútjánál lévő víztestben a másik két faj jól indikálja a hidrológiát.

5.5.3 A víztestek fiziko-kémiai jellemzőinek és növényzetének kapcsolata

A *Lemnetum trisulcae* általában tápanyagban szegény, tiszta vízre utal. Kedveli a semleges, hidrokarbonátban gazdag, kationokban szegény, alacsony keménységű vizeket. Mezotróf vizet jelez a *Lemna minor* és a *Ceratophyllum demersum* jelenléte a társulásban. A tápanyagok feldúsulása a *Lemna trisulca* eltűnéséhez vezethet, melynek veszélyét jelzi az apró békalencse megjelenése a közösségben (BORHIDI ÉS SÁNTA 1999). Nem probléma ez a Bika-tó esetén, ahol a társulás mindkét trofitást jelző fajjal fordul elő. A külső környezeti terhelés kizárható. A mezotrófia inkább azzal magyarázható, hogy a szárazabb években a tőzeg levegőt kapva bomlani kezd. A száraz és nedves időszakok eloszlása, időtartama befolyásolja a társulásdinamikát, nemcsak a víz jelenlétével, hanem annak kémiai jellemzőinek megváltoztatásával is. Ezt igazolja, hogy 2008-ban és 2009. nyarának elején még nem találtam jelentősebb keresztres békalencse-állományt a tó nyílt vízfelületein. Ekkor az uralkodó társulás a *Ceratophylletum demersi* volt. 2009 nyarának végére a társulás megritkult, jelentős területen föl is szakadozott, ill. megszűnt. Az eddig elhalt részei létrehozták a *Thelypteridi-Typhetum angustifoliae*-t, megfosztva a vizet az addig felvehető tápanyagoktól. A kiritkult, megszűnt hínaras részek vízfelszínén elszaporodott a *L. trisulca*.

Az általam mért alacsony vezetőképesség-értékek nem magyarázzák az enyhén szikes vizekre jellemző *Ranunculus polyphyllus* jelenlétét a hegy vízállásaiban. A növény 2009-es, tavaszi tömeges virágzását mutatja a Juhászok kútjánál lévő víztestben a **2. ábra**:



2. ábra: A *Ranunculus polyphyllus* (sárga) tömeges virágzása a Juhászok kútjánál lévő (fő) víztestben

5.5.4 Úszó- és ingólápok a területen

Már korábban ismert volt, hogy a részlegesen alámerült vegetáció közti teret úszó vegetáció foglalhatja el. Ahogy a vízszint ingadozik, a két szint egymáshoz viszonyított helyzete változik, mivel az úszó szint követi csak a változást. Ezt leírója *dysaptic* jelzővel illette (KULCZYŃSKI 1949).

A Bika-tó érdekessége a megszokottól eltérően szintezett *Thelypteridi-Typhaetum angustifoliae*. Kiszáradás esetén az úszó szint elpusztul. Ez a Bika-tóval többször megtörténhetett. Itteni megléte inkább gyors regenerációjának, és nem pedig a tartós, statikus vízborításnak

köszönhető. Az úszóláp az É-D irányú, hosszúkas meder DNy-i felében alakul ki. A gyékényes az aljzathoz rögzül, ezért átvészeli a kiszáradásokat. Északi oldalról *Ceratophylletum demersi* határolja, mely É-D-i irányban megnyúlt és nagy kiterjedésű, nyílt víztükröt ad. Újbóli feltöltődés után a növény gyorsan elterjed. A nyílt víztükröz "préselődik" a tömeges tócsagaz, mely uralkodó szélirány esetén, szeles időben a gyékényes közé sodródik. Itt kevesebb fényt kap, illetve a felúszott növények jó része már amúgy is holt anyag, s bomlásnak indul. Ennek tőzegéből áll az a néhány cm vastag réteg, melyen a gyékényes közt a tőzegrápfrány pionír jelleggel a még "nyers" úszógyepen tömegesen megtelepedett. Ez a folyamat értelemszerűen a feltöltődést követő egy-két éven belül újból és újból végbemehet, amíg az arányaiban többször nagyobb felületről a tömeges növényi anyag létrehozására képes *Ceratophyllum demersum* elhalva ilyen kis területre koncentrálni. Nádas vegetációba áramlás hatására besodródó szerves törmelék következtében kialakuló úszógyepről számol be RUTTKAY (1964) és BALOGH (2000) is. A különbség esetünkben csak annyi, hogy a besodródást az uralkodó szelek okozzák. A jelenség így is megerősíti az áramlások hatására kialakuló úszógyepek létét. A tőzegrápfrány élőhelyeül szolgáló, gyékényes közé sodródott úszógyepet a **3. ábra** szemlélteti:



3. ábra: Zömmel érdes tócsagaz elhalt részeiből álló úszógyepen élő tőzegrápfrány a Bika-tóban

A Barkás-tó esetében a hajdani hatalmas úszóláp szinte teljesen megszűnt. Néhány m²-es maradványát találhatjuk meg a tó közepét kitöltő bokorfűzes nyugati, nádassal és tócsagazossal érintkező sarkában. Ez részben benyúlik a szélső fűzbokor alá, részben pedig gyékényes ingóláp. Vastagságából és tömörségéből következtethetünk csak arra, hogy a tűzvészt valahogy átvészelő, újból felúszó képződményről van szó. Ez annak lehet köszönhető, hogy a tó legmélyebb pontjának közelében van. Rajta ingólápokhoz kötődő vagy értékesebb fajt nem találtam.

Eredeti állapotában megmaradt úszólápot egyedül a Monostori-tavon találunk, melyet a részletes hidrológiai vizsgálatok nem érintettek. A leírások szerint (lásd Monostori-tó vegetációtörténeti leírása) ez korábban többször leült. Első ránézésre ma is ez a helyzet, azonban 2009. nyarán a láp belsejében combig beszakadtam, s a meder alját a talpam még el sem érte.

5.5.5 Aszályos időszakok hatása az élőhelyekre

A kiszáradás káros hatása az ingólápokra

Az úszó szint kialakulásához és fennmaradásához fontos tényező az állandó vízborítás. Vízborítás hiányában az úszó szint leül, s bomlásnak indul. Újbóli elöntés esetén előfordulhat, hogy nem úszik újra föl. Ezzel a kiszáradás a színtezettség megváltoztatásával közvetett hatást gyakorol a növényzetre.

A tőzeg károsodása és képződése

A vízszintcsökkenés következtében a tőzeg először zsugorodik, majd bomlásnak indul (kötösodás). A bomlás tápanyag-feldúsulást okoz. Ennek következménye a FODOR (2004) és VÓKÓ LÁSZLÓ SZÖBELI KÖZLÉSE által is megerősített, kiszáradt tavakban jelentkező jelentős gyomosodás (főleg *Bidens tripartita*). Ez jól megfigyelhető volt az ezredfordulót követő aszályos években – a Fekete-hegy tavai tavasztól tél elejéig nem tartalmaztak vizet (KENYERES ÉS BAUER 2003).

A Barkás-tó esetében bő másfél évtizeddel a tőzegtűz után már vastag tőzegréteget találni. A viszonylag gyors utánpótlódás valószínűleg nagyban a *Ceratophyllum demersum* érdeme. Erre abból következtethetünk, hogy a tőzeg jelentős részét ennek a növénynek a maradványai adják.

A kiszáradás közvetlen hatása a vegetációra

A tőzegmohákat erősen károsítja a kiszáradás, melynek oka a sejtmembránok és a kloroplaszt pigmentek degradációja. Az időszakos kiszáradás nem mindig okozza a pusztulást, mert a *Sphagnum*-fajok általában hónalji rügyeket fejlesztenek. Ezekkel képesek a növekedés megindítására több évi dormancia után is, de ilyen esetben is értelemszerűen csökken a mohaszőnyeg növekedési rátája (LÁJER 1998).

A vizes élőhelyek karakterfajai nem szükségszerűen magas vízállás esetén fejlődnek legjobban, s a nem karakterfajok sem feltétlen kötődnek a szárazabb részekhez. Nagy szárazság esetén a probléma, hogy a száraz időszakokat a magoncok kevésbé viselik, mint a kifejlett növények. Ilyenkor a teresztris fajok magoncai jobban fejlődnek, terjeszkednek a kiszáradt mederben. Ugyanez fordítva is igaz: a szárazságtűrő fajok nem képesek olyan mértékű növekedésre, mint "normális" körülmények között (BAIRD ÉS WILBY 1999). A vegetáció leírásai alapján (BOROS ÉS VAJDA 1957, BOROS 1964, BOROS ÉS VAJDA 1965, BOROS 1968, BALOGH 1989, KOVÁCS ÉS TAKÁCS 1995, LÁJER 1998, FOROD 2004, SZILI 2004) elmondható, hogy a fekete-hegyi vizes élőhelyek fajösszetételének megváltozásához a rövid aszályos időszakok nem, csupán a tűzvész és a több éves aszályos időszakok vezethettek.

5.5.6 A vizsgált állóvizek vegetáció-dinamikájának sajátosságai

A tavak vegetációja időben gyorsan változhat. Ezt igazolja az is, hogy még a rövid, mintegy másfél éves vizsgálat alatt is érzékelhető változások mentek végbe. Ezek a változások nem feltétlen határozott irányúak és maradandóak (pl. kiszáradt meder gyomosodása, úszógyepen pionír jelleggel megtelepedő növények). A különböző hidrológiával jellemezhető időszakokban a tavak különböző arculatot mutathatnak, melyek tetszőlegesen válthatják egymást. Ennek megerősítését vagy megcáfolását csak egy sokéves és átfogó monitoring tenné lehetővé.

A Barkás-tó szukcessziója

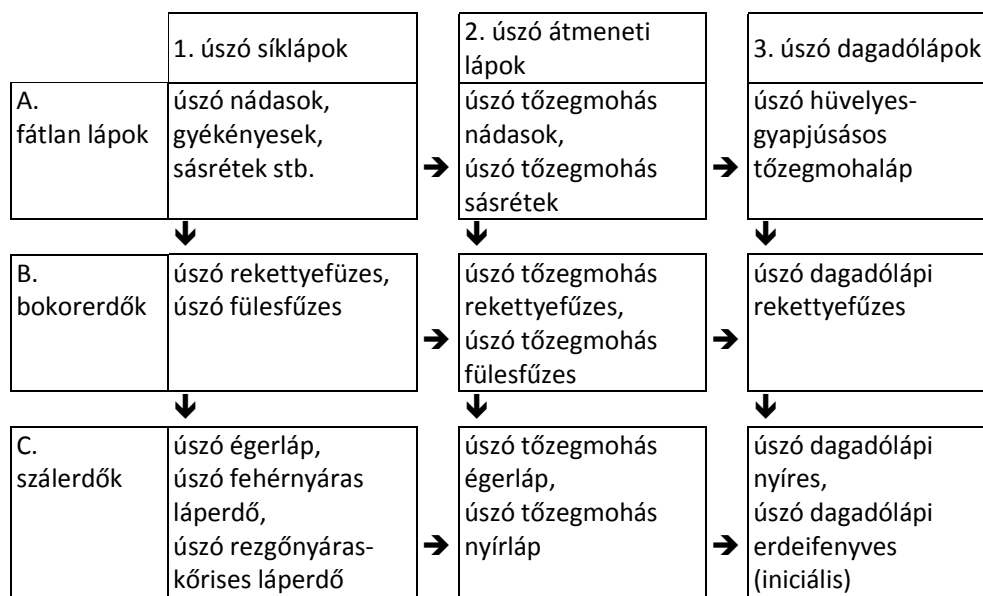
A Barkás-tavat '93-mas kiégése előtt ingó tőzegmohás fűzláp borította (BOROS ÉS VAJDA 1957, BOROS 1964, BOROS ÉS VAJDA 1965, BOROS 1968, FUTÓ 2005). Korábbi állapothoz fontos információt

hordoz a BALOGH ÉS ÖRDÖG (1982) könyvében megjelent gyűjtőmunka is. Eszerint a „Nagy-Bokros-tó” vize állandó volt, s a közepén a fűz közt éger is nőtt.

A kiégés után, a vízborítás létrejöttével hamar létrejött a *Potametum natantis*, mely szorványos, elsősorban az Alföldön megjelenő, pionír társulás (BORHIDI ÉS SÁNTA 1999).

A kialakult úszóláp-fragmentumok zárt medencében, zavarásmentes környezetben képződnek. Amennyiben tartamos kiszáradásmentes időszak következik, a növényzet felélheti, pontosabban geológiai időkre elzárt tőzeggé alakíthatja a víz tápanyagtartalmát. A lápot alkotó vegetáció magassága törpül, a tőzegréteg pedig egyre vastagodván savanyodik, s ez magára az ingólápra is érvényes. Végül megfelelővé válhat a környezet a *Sphagnum*-ok megtelepedéséhez. Előbb-utóbb a *Salicetum cinereae*-ből, vagy akár a *Phragmitetum communis*-ből *Phragmiti communis-Sphagnetum recurvi*-n keresztül létrejöhet a *Salici cinereae-Sphagnetum recurvi*.

A lápi szukcesszióhálózat lehetséges útjait a **9. táblázat** szemlélteti (BALOGH 2001):



9. táblázat: Mozaikszukcessziós jelenségek úszólápokon (BALOGH 2001 nyomán)

Mai állapotában a Barkás-tó növényzete igen mozaikos, középső részén, az ingóláp maradványaként Calamagrosti – *Salicetum cinereae*-t találunk. A pionír társulások helyét jórészt nádas társulások vették át. Attőzegmoha és a tőzegráfrány a tóból mára kipusztult. Újbóli megtelepedésüket a fűzes Ny-i oldalán található, növekvő úszóláp-maradvány teheti lehetővé. A medret kitöltő, a tűzvész óta jól regenerálódott tőzegrétegen a meder Ny-i felében terjeszkedik nádas társulásokban a védett *Hottonia palustris*. Ezekből következtethetünk a tó jó regenerációs képességére és az állapotok további javulására.

A korábbi adatokból valószínűsíthető, hogy adott termőhelyi körülmények közt a Barkás-tóban az úszó égerláp és az úszó fűzláp közt kerül újra egyensúlyi állapotba a lápdinamika.

A Bika-tó hidrológia-vezérlésű társulásai

Az adott évben rendelkezésre álló kiinduló tápanyagkészletet nagyban befolyásolhatja az előző ősszel felszínre került, kiszáradt tőzeg. Ennek felülete és a levegővel való érintkezésének időtartama is fontos szempont. Így hat közvetett úton is a hidrológia a mederben található társulásokra.

A *Ceratophylletum demersi* tápanyagtartalom szempontjából eutróf, hipertróf vizeket kedvel. Fajszegény, általában kizárólag a névadó faj alkotja (BORHIDI ÉS SÁNTA 1999). A korábban ismertetett módon tömeges szaporodásával felélte a víz tápanyagkészletét, egy-két csapadékosabb év alatt kiritkulva átadta helyét a *Lemnetum trisulcae*-nek, valamint holt anyagával létrehozta a *Thelypteridi - Typhaetum angustifoliae*-t.

A Juhászok kútjánál lévő víztest arculatváltozása

A vizsgálat első évében a "nyíltvizes" részeken, melyet magassásos társulások fognak közre, *Polygonetum natantis* tenyészett. Következő évben ezt felváltotta a *Ranunculetum aquatilis-polyphylli*, melyben a *R. aquatilis* a *R. trichopyllus* vikariálta.

Efemer közösségről van szó, melyet általában teresztris társulás vált föl (BORHIDI ÉS SÁNTA 1999). Mivel 2009-ben a vízborítás szeptember elejéig tartott, így nyár elején egy másik vízi társulás, a *Rorippo-Oenantheum* váltotta fel. Ez utóbbi BORHIDI ÉS SÁNTA (1999) szerint *Janus*-arcú társulás, melyben a felső szintet tavasszal a kányafű, majd nyár elejétől a mételykóró foglalja el, s így alkotja kódominánsan az állományt. A kányafüvet esetünkben a sziki boglárkatársulás vikariálta.

Az előforduló *Sparganietum erecti*-t zavarás hiányában hamar nádas vagy magassásos társulások váltják fel (BORHIDI ÉS SÁNTA 1999). Itteni kis foltja is átmeneti stádiumban van egy magassásos felé.

6. Összefoglalás

A Fekete-hegy geomorfológiájában és élőhelyei szempontjából igen változatos. A bazaltplató ékessége a több mint egy tucat vizes élőhely, melyek hidrológiájával és rendszerbe foglalásával korábban nem foglalkoztak.

A vizsgálat tárgyát képző, felszíni állóvizek a V-NÉR kategóriái közül a következőkbe esnek: átmeneti láp (1510), mocsár típusú természetes állóvíz (1610), csapadékvizes pocsolya (1722), dagonya (1730). A V-NÉR fontos kiegészítő információkat nyújthat az adott élőhelyekről.

A vizsgált vizes élőhelyek hasonló átlagos pH és κ -értékeinél ugyanezen jellemzők dinamikája és a hidrológiai tényezők sokkal jobban befolyásolják növényzetük alakulását. A mocsarakat és egy lápot érintő részletes hidrológiai vizsgálatokból láthatjuk, hogy azonos kategóriába tartozó vizek vízháztartása jelentős különbségeket mutathat, így pl. mocsár és mocsár közt is jelentős különbség lehet. Erre jó példa a Juhászok kútjánál lévő (fő) vízállás és a Bika-tó összehasonlítása. Előbbiben a vízforgalmi különbségekből adódóan *Ranunculetum aquatilis-polyphylli*, míg utóbbiban *Thelypteridi-Typhetum angustifoliae* volt jelen a megfigyelések idején. A harmadik, részletesen vizsgált mocsár, a Bonta-tó a Juhászok kútja (fő) megjelölésű víztesttel azonos vízforgalmi típusba esik, de már a néhány hónappal rövidebb vízborítás és pár tíz cm-errel alacsonyabb legnagyobb vízmélység egészen más növénytársulás (*Phalaridetum arundinacea*) kialakulását és tartós fennmaradását eredményezte. A Barkás-tó példája mutatja, hogy kiegyenlített vízháztartás esetén a síklápok regenerációs képessége erős.

A vízmérleg eleminek pontos meghatározása hátralévő feladat. Ezek közül különösen fontos lenne a felszín alatt eltávozó vizek nyomon követése, mely pontos magyarázatot adhat a kőtálak kialakulásáról. Ehhez izobatiális térképek szükségesek.

A hidrológia-vegetáció kapcsolatának megismerése szempontjából fontos lenne a vizsgált tavak élőhelytérképeinek elkészítése. Fontos információt nyújtana ezen kívül az itteni vizes élőhelyekről a hozzájuk kötődő védett növényfajok és védelemre javasolt társulások, valamint a botanikai kutatások összefoglalása. Ez megtörtént a vizsgálatok részeként, azonban ismertetésük kimerítené a dolgozat kereteit. Fontos lenne az összes vizsgálat több évenkénti megismétlése.

7. Summary

The Fekete Hill has a very diverse geomorphology and several different kinds of habitat. The basalt plate is ornamented by more, than a dozen of wetlands, which were not classified and their hydrology was not studied before.

The inland still waters, which were the objects of the examination, fall into the following categories of the V-NÉR (National Wetland-Habitat Classification System of Hungary): *fens* (1510), *natural marshes* (1610), *precipitation-origin puddles* (1722), *wallows* (1730). The V-NÉR can provide additional information about wet habitats.

The hydrology and the dynamics of pH and conductivity levels have a greater effect on the vegetation of the monitored wetlands, than the average values of these physical and chemical parameters. We can tell from the results of the examination, which provided detailed hydrology data and involved three marshes and one fen, that the hydroperiod of waters belonging to the same category can be very different. (For ex. natural marshes can show significant difference). Comparing Juhászok kútja (fő) and Bika-lake is a good example. Because of these differences, *Ranunculetum aquatilis-polyphylli* existed in the first lake, and *Thelypteridi-Typhetum angustifoliae* in the second lake at the same time. The third marsh which was examined has a similar hydroperiod, as Juhászok kútja (fő), but it's flood duration is roughly one month shorter and the maximal depth of the water is a few decimeters less. This resulted in a quite different and stable association, the *Phalarodetum arundinaceae*. Barkás-lake shows that the regeneration capability of permanently flooded fens is strong.

Valuing the components of the water budget is a remaining task. It is important to track groundwater outflow, which could explain the origin of the surface contour variability and so the forming of these wetlands. Isobath maps are needed for this.

Creating habitat maps is also important in the understanding of the relation of hydrology-vegetation. The summary of the earlier botanical research, and the survey of protected plant species and endangered plant associations would provide important additional information. These were part of the research, but the review of the results would exceed the limits of this essay. Repeating all of these examinations with a period of a few years would be useful.

8. Köszönetnyilvánítás

Külön köszönet Cservenka Juditnak és Pálffy Ákosnak a terepi munkák lelkes, kitartó, többszöri segítségével, mellyel fizikailag és szellemileg lehetővé tette a mérések megfelelő elvégzését a nem ritkán mostoha időjárási viszonyok közt is. Köszönetet érdemelnek Richard von Fuchs az angol nyelvű összefoglaló korrektúrájáért, Cservenka Judit, Gribovszki Zoltán, Király Gergely szakmai útbaigazításukért, Cservenka Judit, Horváth Eszter, Sárffy Réka, Pálffy András, Pálffy Péter, Pálffy Ákos a terepi munkák segítségével, Cservenka Judit, Vókó László a terepi vezetésért, Cservenka Judit, Cserny Tibor, Kucsara Mihály cikk megszerzéséért, Pálffy Gábor, Somogyi Márta gépjármű és a mérésekhez szükséges anyagok biztosításáért, Csáfordi Péter a labormunkák segítségével, Bolla Bence, Tórizs István a referenciát adó munkáik rendelkezésemre bocsátásáért.

9. Irodalomjegyzék

- ANDREW, J. B., WILBY, R. L. (eds.) (1999): *Eco-hidrology*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK, pp. 130-137.
- BALOGH, L., ÖRDÖG, F. (szerk.) (1982): *Veszprém megye földrajzi nevei*. Magyar Nyelvtudományi Társaság, Budapest, pp. 137-140.
- BALOGH, M. (1989): *Magyarország úszólápkatasztere III. Kisvizek úszólápvilága*. Kutatási jelentés.
- BALOGH, M. (2000): Az úszóláp-szukcesszió kérdései I. – *Kitaibela* **5**, (1): 9-16.
- BALOGH, M. (2001): Az úszóláp-szukcesszió kérdései II. – *Kitaibela* **6**, (2): 291-297.
- BORHIDI, A., SÁNTA, A. (szerk.) (1999): *Vörös könyv Magyarország növénytársulásairól 1-2*. Természerbúvár Alapítvány Kiadó, Budapest, 362+404 pp.
- BOROS, Á., VAJDA, L. (1965): A Bakony bazalthegyeinek mohaföldrajza. – *A Veszprém megyei Múzeumok Közleményei* **4**: 331–339.
- BOROS, Á. (1964): A tőzegmoha és a tőzegmohás lápok Magyarországon. – *Vasi Szemle* **18**: 53-68.
- BOROS, Á. (1968): *Bryogeographie und Bryoflora Ungarns*. Akadémia Kiadó, Budapest.
- BOROS, Á., VAJDA, L. (1957): A Bakony és a Balaton-felvidék Sphagnumos lápjai. – *Ann. Biol. Tihany* **24**: 283-287.
- BOULTON, A. J., BROCK, M. A. (1999): *Australian Freshwater Ecology: Processes and Management*, CRCFE, Canberra, pp. 290
- COWARDIN, L. M., CARTER, V., GOLET, F. C., LAROE, E. T. (1985): *Classification of Wetlands and Deep Water Habitats of the United States*. U.S. Fish and Wildlife Service, Washington, D.C., 131 pp.
- CSILLAG, G. (2004): Káli-medence és környékének geomorfológiai szinterei. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése* **2002**: 95-110.
- DÉVAI, GY. (1976): Javaslat a szárazföldi (kontinentális) vizek csoportosítására – *Acta Biologica Debrecina* **13**: 147-161.
- DÖMSÖDI, J. (1988): *Lápképződés, lápmegsemmisülés*. MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest, pp. 15-32.
- FEKETE, G., MOLNÁR, ZS., HORVÁTH, F. (szerk.) (1997): *Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer II. A magyarországi élőhelyek leírása, határozója és a Nemzeti Élőhely-osztályozási Rendszer*. Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest, 299 pp.
- FELFÖLDY, L. (1984): Hidrobiológia szavakban: Hidrobiológiai értelmező szótár. – *Vízügyi Hidrobiológia* **13**: 131.
- FODOR, A. (2004): *Nyugat-Magyarország tőzegmoha előfordulásai*. Szakdolgozat. ELTE Növényrendszertani és Ökológiai Tanszék, Budapest, pp. 62-65.
- FUTÓ, J. (2005) (szerk.): *A Balaton-felvidék természeti értékei: A Káli-medence*. Balaton-felvidéki Nemzeti Park Igazgatóság, Veszprém, pp. 10-99.
- GYÖRFFY, D. (1957): Geomorfológiai tanulmányok a Káli-medencében. – *Földrajzi Értesítő* **6**, (3): 271-276.
- JAKAB, G., MAGYARI, E. (2000): Új távlatok a magyar lápkutatásban: szukcessziókutatás paleobryológiai és pollenanalitikai módszerekkel. – *Kitaibela* **5**, (1): 17-36.
- KENYERES, Z., BAUER, N. (szerk.) (2003): *A Káli-medence természetvédelmi kezelési terve*. Balaton-felvidéki Nemzeti Park Igazgatóság, Tapolca-Zirc, 228 pp.

- KOVÁCS, J. A., TAKÁCS, B. (1995): A Balatonvidék bazaltvulkáni növényzetének sajátosságairól. – *Kanitzia* **3**: 51-61.
- KULCZYŃSKI, S. (1949): Peat bogs of Polesie. – *Mémoires de l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres* **15**: 1-356.
- LÁJER, K. (1998): Bevezetés a magyarországi lápok vegetáció-ökológiájába. – *Tilia* **6**: 84-238.
- LEÉL-OSSY, S. (1959): Adatok a dunántúli bazaltfelszíneken kialakult lefolyástalan mélyedések (kőtálak) kialakulásához. – *Földrajzi értesítő* **8**: 271-273.
- MAROSI, S., SOMOGYI, S. (szerk.) (1990): *Magyarország kistájainak katasztere II.* MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest, pp. 605-612.
- MCCLINTOCK, M.M., GOTH, K. (2004): Mio/Pliocene phreatomagmatic volcanism in the Bakony-Balaton Highland Volcanic Field, Hungary. – *Geologica Hungarica Series Geologica* **26**: 90.
- MITSCHE, W. J., GOSSELINK, J. G. (2000): *Wetlands*. John Wiley and Sons Inc., New York, 920 pp.
- OLTÁRCZI, F. (2004): *Szentbékállá*. Quint, Sopron, pp. 12-22.
- OMSZ (2009): Térítésmentes meteorológiai adatszolgáltatás Mencshely, Taliándörögd és Szentbékállá mérőállomások havi (08.01-06.) és napi (08.06.01-09.09.31) csapadékadatairól. Hallgató kérésére. Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest.
- PADISÁK, J. (2005): *Általános limnológia*. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 310 pp.
- RAKONCZAI, Z. (szerk.) (1994): *Balatonkenesétől a Kis-Balatonig*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 113-115.
- RUTTKAY, A. (1964): A nád ökológiája. – In: Ruttkay, A., Tilesch, S., Veszprémi, B.: *Nádgazdálkodás*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, pp. 60-77.
- SJÖRS, H. (1948): Myrvegetation i Bergslagen. – *Acta Phytogeogr. Succ.* **21**: 1-299.
- SZILI, I. (2004): Hegytető, ahol egykor halásztak. – *Természet Világa* **135**, (1): 38-40.

Elektronikus források:

Elf01: http://bfnp.nemzetipark.gov.hu/user/downloads/TerkepNagy/kali_medence.zip

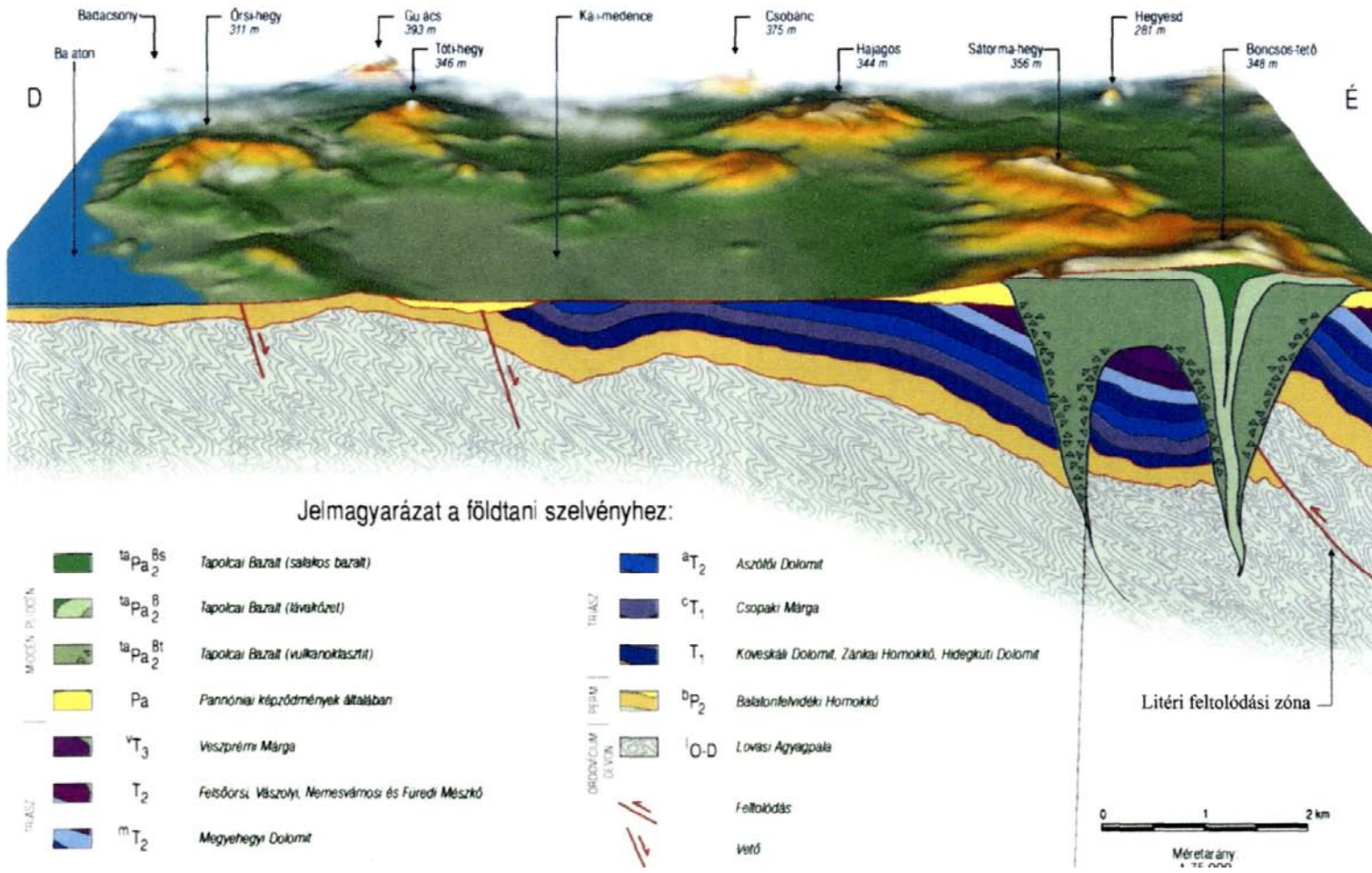
Balaton-felvidéki Nemzeti Park

2009. október 30.

10. Mellékletek

1. sz. melléklet: A Káli-medence árnyékolt domborzati képe és földtani szelvénye

(Kenyeres és Bauer 2003 nyomán)



2. sz. melléklet: A relatív vízállásértékek méréséhez használt eszközök leírása

A relatív vízállás-értékek méréséhez két mérőrúd lett elhelyezve tavanként. Közülük az egyik 2 cm külső átmérőjű, 2 mm anyagvastagságú méteres vascső, legalább 40 cm-re az aljzatba verve. Ennek rendeltetése az, hogy a másik „mérőállomás” károsodása esetén (pl. vaddisznótúrás) viszonyítási pontot nyújt a mérések folytatásához.

A másik rúd, a „mérőállomás” egy 100 cm hosszúságú, menetes, krómozott acélrúd. A leolvasás megkönnyítésére 5 cm-es közű skálát festettem fel rá zománccfestékkel. Menetemelkedése 1,5 mm. Ezt kihasználva készítettem el a maximumvízállás-mérőt. Ez lényegében egy 16,5 x 13 x 5 cm-es taposásálló extrudált polisztirol hőszigetelés-darab, melynek közepébe 2 cm-es átmérőjű furatot készítettem. A furat két végéhez 4x4 cm-es, műanyagpalackból kivágott PET lapkát rögzítettem 35 mm-es gipszkarton csavarokkal. A PET lapkákat középen tapétavágóval + alakban, a furat átmérőjével megegyezően bevágtam. A nyíláson át dugtam a menetes rudat, melyen az úszó saját súlya alatt nem csúszik vissza. Ezt követően a szerkezetet függőlegesen egy edénybe állítottam a kalibráláshoz. Lassan, egyenletesen vizet töltöttem az úszó alá, mely egy bizonyos merülést elérve kattanva megindult fölfelé. Az észlelések alkalmával az egyszerre hallott kattanások száma 1-2 volt, tehát a mérő pontossága a menetemelkedés duplája, vagyis 3 mm. A kattanás utáni merülési értékeket többször megmérve megállapítottam, hogy az úszó merülése átlagosan 1 cm ($\pm 1,5$ mm). Ily módon az úszó felső felületének szintjéből 4 cm-t kivonva megkapjuk a két észlelés közti időszak legmagasabb vízállását. Ez segíthet a vízmérleg elemeinek meghatározásában (csapadék utáni kiürülés) és plusz adatsort szolgáltat a napi bontású csapadékértékek ismeretében. Tájékoztatót nyújthat az adott csapadékeseményhez kapcsolható feltöltődés mértékéről is. A „mérőállomást” hivatott szemléltetni működés közben a **4. ábra**:



4. ábra: A maximummérő rögzített értéke

3. sz. melléklet:
A Fekete-hegy hidrológiai rendszerének térképe

<A mellékletet a hidro a3.wmf képfájl tartalmazza>

4. sz. melléklet: A vízállások hidrológiáját és fiziko-kémiai paramétereit szemléltető grafikonok

