



**XXXII. Országos Tudományos
Diákköri Konferencia
Biológia Szekció**



2014

**A Nagyteveli-tározó parti sávjának értékelése az
Integrált Makrofita Minősítési Index (IMMI) és a
Partvonal Funkcionalitási Index (SFI) alapján**

Készítette:

Bakonyi Krisztina

Környezettudomány MSc

Témavezető:

Hubai Katalin Eszter

Limnológia Intézeti Tanszék

Mérnöki Kar

Pannon Egyetem

Veszprém

Tartalom

1. Bevezetés.....	3
2. Irodalmi áttekintés.....	5
2.1. Integrált Makrofita Minősítési Index (IMMI)	6
2.2. Partvonal Funkcionalitási Index (SFI).....	8
3. Célkitűzés.....	13
4. Anyag és módszer	14
4.1. Vizsgált tározó leírása.....	14
4.1.1. A tározó környezetének geológiai leírása	15
4.1.2. A völgyzárógát leírása	15
4.2. Terepi felmérés	16
4.3. Adatok feldolgozás	18
4.3.1. Integrált Makrofita Minősítési Index (IMMI).....	18
4.3.2. Partvonal Funkcionalitási Index (SFI)	21
5. Eredmények.....	24
5.1. Integrált Makrofita Minősítési Index.....	24
5.2. Partvonal Funkcionalitási Index (SFI).....	27
6. Értékelés.....	29
7. Összefoglalás	33

1. Bevezetés

A víz minden földi élet nélkülözhetetlen részét képezi. Édesvizeink jó állapotának fenntartása, védelme elengedhetetlen feladatot jelent ökológiai, társadalmi és gazdasági szempontból egyaránt (VÍZÜGYI ÉS KÖRNYEZETVÉDELMI KÖZPONTI IGAZGATÓSÁG, 2010). Felszíni vizek közé nem csak a természetes állóvizek és vízfolyások tartoznak, hanem az emberi hatások miatt erősen módosított és a mesterséges víztestek is (VGT, 2009a).

Egyre több hegy- és dombvidéki vízfolyásra épülnek völgyzárógátak. A völgyzárógát a völgy szelvényét zárja el, így a víz szintjét az árvízszint fölé duzzasztja (VÍZÉPÍTÉS, VÍZGAZDÁLKODÁS, 2004). A fokozott vízigény következtében számos tározó épül, amelyek különféle hasznosítási célokat szolgálnak. Ilyen lehet ivóvíz és ipari víz tározás, öntözővíz tározás, halászati tevékenység, illetve üdülési és rekreációs célokat szolgáló tevékenységek (VGT, 2009c). Ezen fizikai beavatkozások jelentős károkat okozhatnak a víztestekben, melyeknek mind ökológiai, mind humán következményei is lehetnek. Ezért kiemelkedő jelentőségű, hogy ezen víztestek állapota is elérje a jó minősítést.

A tópart, mint élőhely nagy jelentőséggel bír, nem csak azért mert nagy kiterjedésű, hanem azért is, mert számtalan élőlénynek ad otthont, emellett gazdasági, kulturális és szabadidős célokra is alkalmas. Ugyanakkor az emberi érdekek a tavak romlását eredményezték olyan mértékben, hogy számos tó természetes partjának megtartása lehetetlenné vált (SCHMIEDER, 2004).

A vizek állapotát alapvetően meghatározza a parti növényzóna állapota is (VGT, 2009d). Nagyon fontos feladattá vált a parti, part menti régió jó állapotban való megtartása, hiszen ennek károsodása, illetve csökkent funkciója esetén a víztest állapota drasztikusan romolhat. A vízi, vízparti vegetáció számtalan szervezet számára biztosít élőhelyet és menedéket, mindemellett a tápanyagforgalomban és partvédelemben is nagy szerepet játszanak (GABERŠČIK, 1997). A környezet fizikai leromlása, a víztestek eutrofizálódása a makroszkópikus vízi lágyszárú növényzet (makrofita) összetételében, eloszlásában változásokat eredményeznek, így a makrofita szervezetek a víztestek morfológiai indikátorainak is tekinthetők (TISZÁNTÚLI KÖRNYEZETVÉDELMI ÉS VÍZÜGYI IGAZGATÓSÁG, 2011).

A vizek EU Víz Keretirányelv szerinti ökológiai állapotának meghatározása öt élőlénycsoport vizsgálata alapján történik. Ezek közé tartozik a makrofita minőségi és mennyiségi meghatározása is. A Víz Keretirányelv előírásainak megfelelően a makrofita minősítésére az Integrált Makrofita Minősítési Indexet (IMMI) alkalmazzák. Az IMMI sajátossága, hogy a vízparti növényzet állapotát is minősíti (VGT, 2009d).

A megfelelő ökológiai állapot megőrzése mellett napjainkra kiemelkedő fontosságú feladattá vált a vízpartok fenntartható módon való használata. Az önkormányzatoknak és vidékfejlesztő szervezeteknek ismerniük kell a partok ökológiai állapotát, funkcióját, hogy döntéshozataluk a legkedvezőbb legyen a part állapotának, funkciójának megőrzését illetően. Ezen megfontolások alapján került kidolgozásra a Shorezone Functionality Index (SFI), mely egy, az állóvizek part menti zónájára vonatkozó állapotbecslési módszer. Az SFI index számításához kifejlesztett program lehetővé teszi a tervezett beruházások, azok partvonal funkcionálisára gyakorolt hatásainak modellezését, megkönnyítve így a tervezést és a döntéshozást. Az SFI nagy előnye sok más tudományos állapotbecslő módszerrel szemben, hogy az átlagember számára is könnyen érthető, a felmérés könnyen kivitelezhető (BERNABEI és mtsai., 2010).

Pápa városától nem messze fekszik Nagytevel. A kis község határában található egy völgyzárógátas tározó, a Nagyteveli-tározó. A tározó létesítésének céljai többek között a következők voltak: hígítóvíz szolgáltatása Pápa város szennyvizeinek elvezetéséhez, Pápai Bakonyér árvízhozamának csökkentése, a Pápai Textilgyár számára ipari víz szolgáltatása, valamint rekreáció (KÖZÉPDUNÁNTÚLI VÍZÜGYI IGAZGATÓSÁG, 1988).

A tározó alkalmas helyszínnek bizonyult arra, hogy elvégezzem partvonalának VKI szerinti makrofita állapotbecslést, és az SFI partvonal felmérést. Kutatásom céljául tűztem ki a (i) tározó ökológiai állapotának meghatározását az Integrált Makrofita Minősítési Index (IMMI) alapján; a (ii) tározó partvonal funkcionálisának felmérését a Shorezone Functionality Index (SFI) segítségével; (iii) összefüggések vagy ellentmondások, illetve azok okainak feltárását a két index eredményei között.

2. Irodalmi áttekintés

Magyarország területének számos részén, körülbelül 1685 km²-en található állóvíz. Ez az ország majdnem 2 %-át teszi ki. Ennek körülbelül 75 %-a, amely 3500 víztestet jelent, mesterséges tóként van regisztrálva (KVVM, 2009b). A fokozott használat eredménye, hogy változott a tavak ökológiája és összetétele, amely pár helyen rosszabbá vált és további károsodás várható. Ez közvetlenül globális éghajlati változást jelenthet a legtöbb régióban. Ezek a környezeti problémák fordulnak elő gyakrabban a hazai tavaknál, amelyek elsődleges rekreációs hasznosítása sok esetben problémát jelent. A tavak megfelelő kezelését gyakran akadályozzák a hiányos információk és ismeretek a víztestek állapotáról, különösen azok legérzékenyebb részéről, a tópartról (BOROMISSZA, 2011).

A Víz Keretirányelv a vizekkel kapcsolatos előírásait és elvárásait az ún. víztesteken keresztül érvényesíti, így a vízgyűjtő-gazdálkodási tervezés legkisebb alapelemei is a víztestek. A víztestként kijelölt vízfolyásoknak a teljes vízgyűjtőt reprezentálnia kell, így a végrehajtó javító intézkedések mind a víztestre, mind a vízgyűjtő egészére hatással lesznek (VGT, 2009f).

A Víz Keretirányelv sajátos fogalma az “erősen módosított víztest” egy olyan természetes felszíni víztestet jelent, amely társadalmi, vagy gazdasági igények kielégítése céljára, emberi tevékenységből származó fizikai változások eredményeként jellegében lényegesen megváltozott, és amelyet a tagállam ekként kijelölt. Az erősen módosított kategóriába sorolt víztestek természetes eredetűek, azonban hidrológiájuk és/vagy morfológiájuk emberi hatásra jelenleg jelentősen eltér az eredetitől (VGT, 2009g). Azonban az Európai Unió víz politikája megköveteli, hogy nem csak a természetes víztestek esetében kell gondoskodni a jó ökológiai állapotról, hanem az ember által befolyásolt, erősen módosított és mesterséges víztestek esetében is biztosítani kell azt (MÁTRAI, 2012).

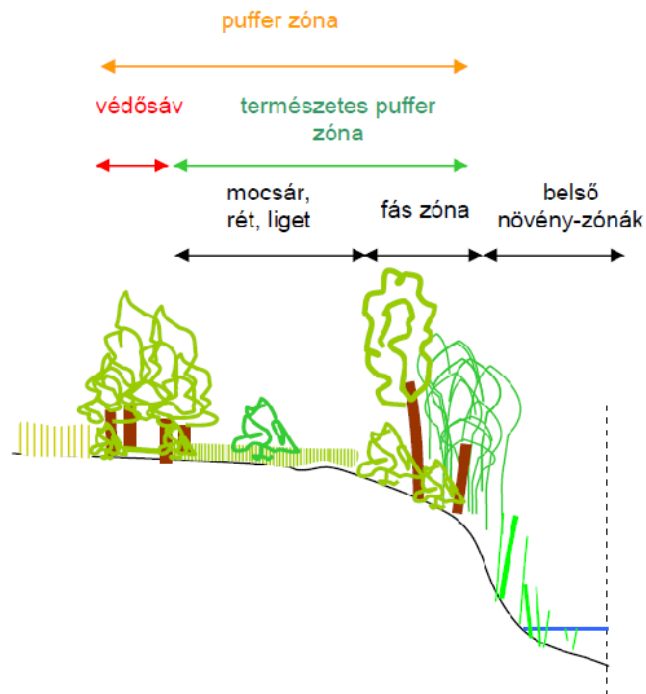
2.1. Integrált Makrofita Minősítési Index (IMMI)

A biológiai vízminősítési rendszer magyarországi programját az EU Víz Keretirányelv (VKI) határozza meg, amelynek előírásainak hazai alkalmazásával kapcsolatos feladatokat a 2329/2001 (XI. 21) sz. kormányhatározat rögzíti (TISZÁNTÚLI KÖRNYEZETVÉDELMI ÉS VÍZÜGYI IGAZGATÓSÁG, 2011). A biológiai értékelés öt élőlénycsoportra történik. Biológiai minősítő csoportok feladata, hogy átfogóan mutassák azokat a biológiai közösséget, amelyek az indikátorokba bekövetkező változásokat mutatják (CAPERS és mtsai., 2010). A VKI megköveteli, hogy a biológiai élőlénycsoportok alapján történő mérés pontos és precíz legyen. Fontos, hogy megértsük a mintavételi variációk hatásait, illetve más változások forrásait az ökológiai állapot kiértékelése érdekében (POIKANE és mtsai., 2011).

A VKI monitoring keretében végzett biológiai vizsgálatok kiterjednek a makroszkópikus vízi lágyszárú növényzet, a makrofita vizsgálatára is (VGT, 2009d). A magyarországi VKI gyakorlat az ökológiai minősítésbe bevonta a hajtásos növényeket is (TISZÁNTÚLI KÖRNYEZETVÉDELMI ÉS VÍZÜGYI IGAZGATÓSÁG, 2011). A vizek általános ökológiai állapotát alapvetően meghatározza a parti növényzet állapota (VGT, 2009d). A parti öv (litorális zóna) nagysága a tavakban és folyókban igen változó. A litorális zóna kiemelkedően fontos az egész víz szempontjából. Az itt kifejlődött növény flóra a tó és a folyó domináns szervesanyag-forrását jelenti (TISZÁNTÚLI KÖRNYEZETVÉDELMI ÉS VÍZÜGYI IGAZGATÓSÁG, 2011).

A makrofiták alapvető elemei a vízi ökoszisztémák szerkezetének és funkciójának (BAATTRUP-PEDERSEN, RIIS, 1999). Mint elsődleges termelők fontos szerepet játszanak az ásványi anyagok átalakulásában és folyamataiban, valamint bemutatják az üledék, a víz és az atmoszféra közötti kapcsolatokat (CRONIN és mtsai., 2006). Élőhelyet és menedéket biztosítanak számtalan élőlény számára (GABERŠČIK, 1997).

A vízi makrofita vizsgálat helyszíni, botanikai felmérés keretében történik, a zonáció, a borítottság értékelése fajszintű információkon alapul. A botanikai felmérés során a növényzetet keresztshelvény mentén a vízben (belső-növény zónában) és a parti sávban (puffer zónában) legalább vízközéptől a hullámtér széléig elemzik (1. ábra) (VGT, 2009e).



1. ábra: Vízparti zonalitás (VGT, 2009e)

Makrofita felmérések érzékenyek a vertikális és horizontális megoszlásra (JENSEN, 1977; JANAUER, 2002; HURFORD, 2010). A makrofita választék összegyűjtésében, a variabilitás kiértékelése nem végezhető el megfelelően, ha nem vesszük számításba a természetes és az antropogén tényezőket (VESTERGAARD, SAND-JENSEN, 2000).

A növények esetén a minősítésre az Integrált Makrofita Minősítési Indexet (IMMI) használják. Az IMMI sajátossága, hogy a vízparti vegetáció állapotát is minősíti, mellyel egyedülálló az uniós tagállamokban kidolgozott makrofita minősítési módszerek között, melyek csak a vízi makrofitákra koncentrálnak. A minősítésbe a parti sávot is belefoglalja, ez szakmai szempontból megfelelő, mert a víztest nem ér véget a vízszélnél. A makrofita minősítés alapvetően a hidromorfológiai hatásokat indikálja, és nem (vagy nem csak) a tápanyagterhelést mutatja (VGT, 2009d), emellett viszonylag költségkímélő módon megvalósítható, drága felszereléseket nem igényel (POMOGYI, SZALMA, 2006a).

Vízi makrofiták gyakran használatosak arra, hogy leírják a növényközösség válaszát a környezeti nyomásra (PENNING és mtsai, 2008b).

2.2. Partvonal Funkcionalitási Index (SFI)

Az ökológiai megközelítés nem csak egy átfogó képet és egy interdiszciplináris háttérrel igényel, hanem konkrét eszközöket is, amelyek segíthetnek különböző szempontokból megállapítani az ökológiai állapotot. A fenntartható használatnak és a vízkészletek védelmének fontos elemét képezi az állóvíz egységes ismerete (NEGRI és mtsai, 2004)

A Fluvial Functional Index (FFI) egy új módszer, amelyet 2000-ben hoztak létre (SILIGARDI és mtsai, 2000). Lehetővé teszi a víztestek főbb ökológiai jellemzőinek információ gyűjtését. FFI célja, hogy értékelje a teljes folyami ökoszisztémát. Másodlagos, de nem kevésbé fontos célja, eredményeinek felhasználása a tervezett beruházásoknál (NEGRI és mtsai, 2004).

Az FFI a folyó legfontosabb ökológiai jellemzőit értékeli, amely értékelést a folyó homogénnek tekinthető szakaszain végzi. Minden szakaszra ki kell tölteni egy táblázatot, amely 14 kérdésből áll. A kérdések négy fő kategóriára oszthatók, mindegyikhez tartozik négy válaszlehetőség és minden válaszlehetőséghez egy értéket rendel hozzá. A négy fő kategória: part menti vegetáció és földhasználat, fizikai és morfológiai szerkezet, öntisztulással kapcsolatos paraméterek, kulcsfontosságú biológiai jellemzők. Végeredményként egy öt kategóriába való besorolást kapunk, amely kategóriák között átmeneteket is létrehozottak. Az 1-es kategória esetén egy megfelelő ökológiai minőségű besorolást kapunk. Középső értéknél (3-as kategória) egy megváltozott ökológiai minőséget kapunk, amely esetben a víztől 30 m távolságban a helyreállítás még lehetséges. És végül a legrosszabb esetben (5-ös kategória) egy erősen megváltozott ökológiai minőséget kapunk, amelynél szinte lehetetlen a helyreállítás. Tapasztalatok szerint az FFI egy nagyon hasznos eszköz a célzott folyó helyreállítása esetén (NEGRI, 2004).

A parti élőhely számos eleme összekapcsolódik a tóval és így egy ökoszisztémát alkot. A növényzet, az üledék, és a törmelék fontos szerepet játszik a halak és a parti fauna ciklusaiban (MCDONALD és mtsai., 2006; DUDGEON és mtsai., 2006; RENOFALT és mtsai., 2005). A tavakat jelentősen befolyásolják a vízgyűjtő területükről érkező patakok, amelyek a nitrogén és foszfor tartalmuk miatt hatással vannak a tápanyagforgalomra (PREMAZZI, CHIAUDANI, 1992; CHAPMAN, 1996). A mai napig a klasszikus limnológiai vizsgálatok nem fókuszálnak a tóparti zónákra.

A parti sáv fontos szerepet játszik a vízi ökoszisztémák emberi tevékenységektől való védelmében (COBOURN, 2006). A parti vegetációt számos részen kiirtották, hogy azok a területek is használhatóak legyenek földművelésre. Ez gyakran környezeti károkat okozott, amelynek következtében megnövekedett a nem pontforrásból származó szennyezőanyagok mennyisége és ez az élőhely pusztulását okozta (SCHULTZ és mtsai., 1993; SCHULTZ és mtsai., 1995). Osborne és Kovacic Tanulmányai alapján (1993) kimutatták, hogy a parti zóna hatékonyan felszívja a közeli mezőgazdasági területekről érkező tápanyagokat, így mintegy 90 %-kal csökkenti a víztestbe érkező nitrogén és foszfor mennyiségét. Szükség volt egy olyan index létrehozására, amely képes támogatni és irányítani a területrendezési eljárásokat (BERNABEI és mtsai., 2010).

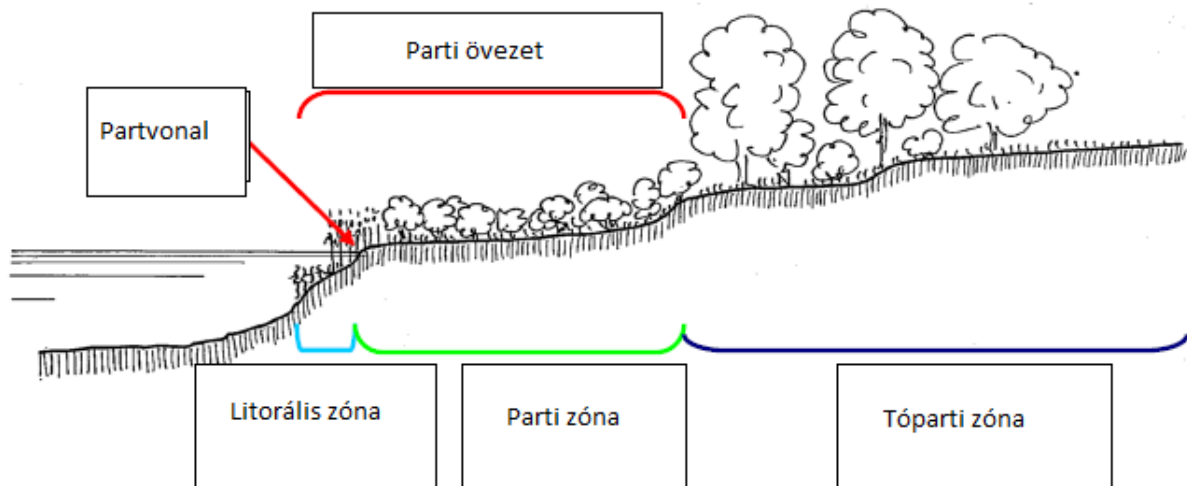
Az IFF (Index of Fluvial Functional – SILIGARDI és mtsai., 2007) sikerét követően, létrehoztak egy új modellt az SFI-t, amely képes volt hatékonyan kalibrálni a tóparti zónákat, a biotikus és abiotikus jellemzőket (BROOCKS és mtsai., 1991; KEDDY, FRASER, 2000; LIN és mtsai., 2000; DALE, BEYELE, 2001; DANZ és mtsai., 2005; BRAZNER és mtsai., 2007). Az SFI a Víz Keretirányelv követelményeinek megfelelő modell, amely a víztest állapotát ökológiai és hidromorfológiai szempont alapján is értékeli.

A „tóparti zóna” a tó körül helyezkedik el, meghatározott szélességű és különböző funkciók összessége, amely számos környezeti tényezőtől függ (HWANG, 2007). A tópart menti ökoszisztéma biztosítja a vízellátást az ott élő élőlények számára, így növelve a biológiai sokféleséget (GILLER, és mtsai., 2004). Jelenlétének fenntartása fontos, mert a környező, használat alatt álló területekről érkező nagy tápanyagtartalmú vizeket felfogja, amelyek a parti vegetáció hiányában akadálytalanul belefolyának a tóba (KEDDY, REZNICEK, 1986; KEDDY, 1990; OSTENDORP, 1991; WILCOX, MEEKER, 1992). Ökológiai funkcióin kívül rekreációs célokat is szolgál, mivel a turisták számára vonzó látványt nyújt (BRAGG és mtsai., 2003; WILCOX, 1995).

A tóparti zónát az SFI a következő részekre osztja (2. ábra):

- **Partvonal**, amely a víz és a part találkozási pontja. Ez a rész lehet csupasz, de lágyszárú illetve fás növények is boríthatják.
- **Litorális zóna**, más néven parti zóna, amely gyakran ad élőhelyet vízi és nem vízi élőlényeknek egyaránt.

- **Parti zóna**, amely a tóval szomszédos terület. Jelentősen befolyásolja mind a hidromorfológiai, mind a biológiai és fizikai elemeket.
- **Tóparti zóna**, amely a tó környezetének szárazföldi része.



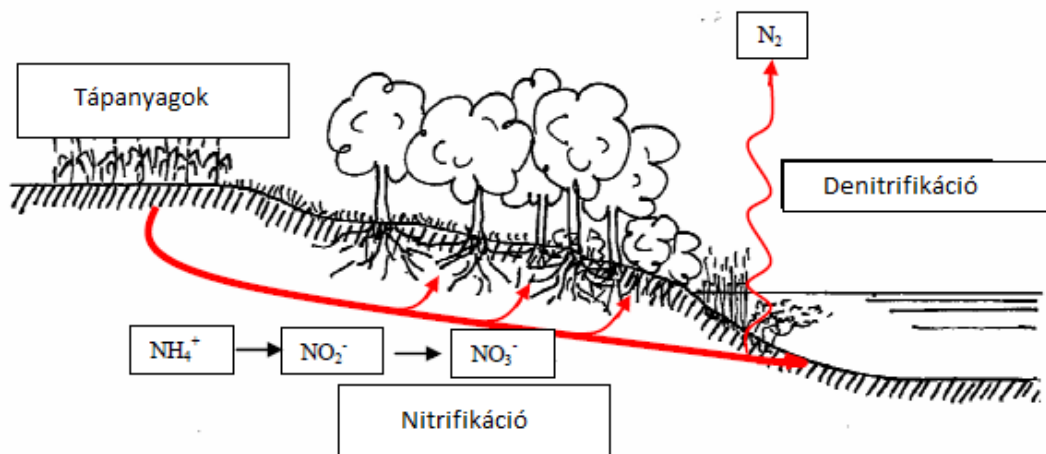
2. ábra: Zónákra tagolt tópart sémája (BERNABEI és mtsai., 2010)

A tóparti zóna különböző funkciókkal rendelkezik, amelyek nagyon fontosak a tó ökoszisztémájánál (3. ábra):

- 1. Szűrő:** a növényzet lelassítja a csapadék lefolyását, így megkönnyíti a beszivárgást és a szennyezőanyagok megkötését (PINAY és mtsai., 1990)
- 2. Erózió védelem:** a fák gyökerei megtartják a talajt, így megelőzi és csökkenti az eróziós hatásokat (HECKMAN, 1984)
- 3. Tápanyag eltávolítás:** a környező vízgyűjtő területekről érkező nitrogén és foszfor nagy mennyiségét megköti, így kevesebb jut a tóba (PINAY és mtsai., 1990; VANEK, 1991; VOUGHT és mtsai., 1993, 1994; SHULTZ és mtsai., 1995; PUSH és mtsai., 1998). A megkötő zónák hatékonysága évszakonként eltér, mikor a víz áramlásának időtartama és intenzitása változik. Ha például a tóparton lombhullató növényzetből álló vegetáció található, a szűrő hatékonyság lényegesen nagyobb a vegetációs időszakban (tavasztól kora őszig), mint a nyugalmi állapot során (késő ősztől tél végéig) (MITSCH, GROSSELINK, 1986) (3. ábra).
- 4. Hőmérséklet szabályozás:** a fák lombzatának kiterjedésével árnyékot nyújt, így csökkenti a napsugárzást (GREGORY és mtsai., 1991)

5. Élőhely: a tóparti zóna számos élőlény (rovarok, hala, kételtűek, madarak, emlősök) számára kínál megfelelő élőhelyet (CALLOW, PETTS, 1994)

6. Antropikus érték: a tóparti zónában az egészséges növényzet megtartása nagyon fontos mind természeti, mind esztétikai szempontok alapján. Néha kulturális, történelmi és régészeti okokból, ha történelmileg fontos.



3. ábra: Tóparti zóna tápanyagmegkötő funkciójának ábrázolása (BERNABEI és mtsai., 2010)

A Partvonal Funkcionalitási Index (SFI) kidolgozása során a fő cél egy olyan, könnyen alkalmazható módszer kidolgozása volt, amely használata során egy sor terepi megfigyelést alkalmazunk. Az ökológusok és a természetbúvárok, illetve az átlagemberek számára is könnyen érthető ez a módszer. Alkalmazása során egy adatlapot kell kitölteni, amely a paramétereket 3 fő csoportra osztja. Az elsőben általános paraméterek szerepelnek, amelyek a vizsgált tó jellemzőit tartalmazzák, a második csoportban találhatók az ökológiai paraméterek, amelyek a vegetációra vonatkoznak, a harmadik csoportban pedig a társadalmi-gazdasági jellemzőkre utaló paraméterek találhatók.

A vizsgálat előtt célszerű egy helyszíni felmérést végezni, amely során feltérképezhetjük a tó környezetét, megvizsgálhatjuk a földhasználatot, azonosíthatjuk a tóhoz vezető utakat, illetve a hozzáférési pontokat. A gyakorlat során a tópartot szakaszokra kell osztani, majd két adatlapot kell kitölteni. Az első a tó általános adatait tartalmazza. Ez fontos a tó általános ismeretének és szerkezetének megértéséhez. A második a tó ökológiai és morfológiai jellemzőire vonatkozó információkat tartalmazza. Ezt az adatlapot minden egyes homogén szakaszra ki kell tölteni.

Ezután az adatokat egy szoftverbe kell bevinni, amely kiszámítja az egyes szakaszokra vonatkozó funkcionális szinteket. Végeredményül egy 5 kategóriába való besorolást kapunk, amely kategóriákhoz külön színskála is tartozik (1. táblázat).

1. táblázat: Az egyes kategóriák szerinti funkcionális szintek (BERNABEI és mtsai., 2010)

SZINT	KATEGÓRIA	SZÍN
I	Kiváló	Kék
II	Jó	Zöld
III	Mérsékelt	Sárga
IV	Gyenge	Narancssárga
V	Rossz	Piros

A jelenlegi SFI index alkalmas mind mesterséges, mind természetes tavak partvonalának minősítésére. Annak ellenére, hogy az elmúlt 10 évben a tóparti zónák fontosságáról szóló kiadványok száma egyre növekedett, a jelenlegi ismeretek még nem elégségesek. Az SFI célja, hogy a tóparti zónák fontosságát figyelembe vegyék és a diffúz forrásokból származó tápanyagterhelés mértékét csökkentsék (BERNABEI és mtsai., 2010).

3. Célkitűzés

Munkám során célul tűztem ki a Nagyteveli tározó partvonalának állapotbecslését az Integrált Makrofita Minősítési Index (MMI) és a Shorezone Functionality Index (SFI) alapján. Valamint a két index eredményeinek összehasonlítását, esetleges különbségek okainak feltárását.

4. Anyag és módszer

4. 1. Vizsgált tározó leírása

Veszprém megyében, Pápától 8 km-re délkeletre található egy 520 lelkes német nemzetiségű falu: Nagytevel (<http://www.nagytevel.hu/tortenet/tortenet.html>). Nagytevel határában erdőkkel, hegyekkel körülvéve terül el egy 30 hektáros víztározó-tó (4.ábra) (KÖZÉPDUNÁNTÚLI VÍZÜGYI IGAZGATÓSÁG, 1988). A tározótavak a Pápai Bakonyéren a vízgyűjtőben, Nagytevel község délkeleti végétől kb. 1 km távolságra épültek.



4. ábra: Nagyteveli tározó felülnézeti képe (<http://www.nagytevel.hu/turizmus/turizmus.html>)

A tározó létesítésének célja volt többek között:

- hígítóvíz biztosítása Pápa város szennyvizeinek elvezetéséhez ($150.000 \text{ m}^3/\text{év}$)
- a Pápai Bakonyér árvízi hozamának csökkentése
- ipari víz biztosítása a Pápai Textilgyár részére ($1 \text{ millió m}^3/\text{év}$)
- népjóléti célokra
- hordalék visszatartása

A vizsgált tározó a Pápai Bakonyér felső szakaszának vízgyűjtőjében helyezkedik el. A vízgyűjtőterület nagysága 21 km^2 . A legnagyobb vízmélység 12,80 méter, az átlagos vízmélység pedig 4,85 méter (KÖZÉPDUNÁNTÚLI VÍZÜGYI IGAZGATÓSÁG VESZPRÉMI SZAKASZMÉRNÖKSÉGE, 1982a).

4. 1. 1. A tározó környezetének geológiai leírása

A Vízyűjtőn, a Teveli hegyen krétakorú mészkő található. Ez a mészkőréteg a tározó terében kb. 200 m mélységben jelen van. A patak medrének környékén holocén humuszos kifejlődésű képződményeket találunk. Ez alatt, illetve a völgyoldalon pleisztocén rétegek vannak, ahol a murvától egészen az agyagig minden réteg előfordul. A völgyzárógát alatt és annak környezetében lemélyített fúrások a felszín közelében szemcsés talajokat harántoltak. A vízvezető szemcsés talajok alatt agyag, vagy agyagos talajok vannak, amelyeknek vízzárósága is megfelelő (KÖZÉPDUNÁNTÚLI VÍZÜGYI IGAZGATÓSÁG VESZPRÉMI SZAKASZMÉRNÖKSÉGE, 1982b).

4. 1. 2. A völgyzárógát leírása

A völgyzárógát hossza 390 méter, terep feletti legnagyobb magassága 14,5 méter. A gát építése során mind az altalaj, mind a töltés vízzáróvá tételéről gondoskodni kellett. Az altalajt a töltés alatt az agyag, illetve az agyagos altalajig leérő résfal építésével vízzáróvá tették. A bal oldali domboldalt azonban költséges lett volna vízzáróvá tenni, itt csak a szivárgási út meghosszabbítását oldották meg oly mértékben, hogy a szivárgás káros kimosásokat ne okozhasson. A résfal anyaga agyag, illetve agyagos talaj és betonitos résfolyadék együttese. A töltéstest vízzáróságát a résfalba bekötött és az árvízszintig felnyúló, a töltésbe 1:1 rézsűhajlással beépített fólia biztosítja. A vízoldali rézsűt betonburkolattal látták el a víz hullámozása ellen. A mentett oldali rézsűt, valamint a töltéskoronát füvesítéssel védik a talajerózió ellen (5. ábra). A töltésben és az altalajban szivárgó vizek elvezetésére a mentett oldali rézsűlábba szivárgópaplant építettek (KÖZÉPDUNÁNTÚLI VÍZÜGYI IGAZGATÓSÁG VESZPRÉMI SZAKASZMÉRNÖKSÉGE, 1982c).



5. ábra: A völgyzárógát vízoldali része betonburkolattal, illetve a füvesített töltéskorona (<http://www.kdtvizig.hu/>)

4. 2. Terepi felmérés

A Nagyteveli-tározó parti sávjának először felmérése 2012. június 8-án történt. A második felmérésre 2013. április 26.-án került sor. Először a tározó partvonalát homogén szakaszokra osztottam fel, így összesen 10 db partszakaszt kaptam. Az első szakaszt a tározó déli oldalán vettem fel, a többi szakaszt pedig ettől a ponttól nyugatra haladva jelöltem ki (6. ábra).



6. ábra: A tározó partvonalának szakaszokra való felosztása

Az Integrált Makrofita Minősítési Index (IMMI) felméréséhez minden szakasz esetében meghatároztam a jellemző vegetációt illetve borítást százalékos arányban. Így a tó partvonala mentén minden szakaszhoz hozzárendeltem egy fajlistát és az egyes fajok borítását százalékos arányban.

A Partvonal Funkcionalitási Index (SFI) során két adatlap kitöltésére került sor. Az első adatlap a tározóra vonatkozó általános információkat tartalmazza (Lásd. 1. Melléklet). Az első adatlap az általános paramétereket négy fő csoportra osztja és minden paraméterhez megadja a válaszlehetőségeket. - Az első csoport a tározó topográfiájával kapcsolatos paramétereket tartalmazza, amelyek a következők: eredete, típusa, földrajzi elhelyezkedése, földrajzi koordinátái, a tó átlagos mélysége és tengerszint feletti magassága. Ezen adatok közül a tó eredetéhez, típusához és földrajzi elhelyezkedéséhez ad meg válaszlehetőségeket. A második csoport a tó morfológiájával kapcsolatos információkat foglalja magába, amely a tározó vízgyűjtő területének nagyságát, a part lejtésviszonyait, a tó területét, a víz térfogatát, maximális mélységét, átlagos mélységét, a víz átlagos tartózkodási idejét, mellékfolyók számát és a vízszint változásait tartalmazza. A harmadik csoportba a klimatikus paraméterek tartoznak. A csapadék mennyisége maximális januári hőmérséklet, maximális júliusi hőmérséklet valamint az üledék geológiai típusa. És végül a negyedik csoport egyéb paramétereket foglalja magába, amelyekhez szintén vannak válaszlehetőségek megadva. Ide tartoznak a víz hőrétegződési tulajdonságai, secchi átlátszóság és a trofitás.

A második adatlapot minden partszakaszra ki kell tölteni, amely az egyes partszakaszokra vonatkozó tulajdonságokat tartalmazza (Lásd. 2. Melléklet). Mindegyik adatlapon fel kell tüntetni a dátumot, a tó nevét, a szakasz számát, a partszakasz hosszát, a fényképek számát, a felmérők nevét és a GPS koordinátákat. Az adatlap 12 kérdésből áll és válaszokat számértékben kell megadni. Az első kérdés a tópart szélességére vonatkozik, a második és a harmadik kérdés a tóparti vegetációra. A negyedikről a hetedik kérdésig a tóparton jelenlévő antropogén hatásokat, illetve az infrastruktúrát írja le. A többi kérdés a partvonal lefutására, illetve jellemzőire vonatkoznak. A tizenkettedik kérdés pedig a felmérést végző személyes véleményét tartalmazza.

4. 3. Adatok feldolgozás

4. 3. 1. Integrált Makrofita Minősítési Index (IMMI)

Az adatok feldolgozása a VKI minősítés szerint történt. A minősítés a relatív vízigény-, zonációs-, természetességi-, növényfedettség-index számításán alapulnak. Mivel a Nagyteveli-tározó egy völgyzárógátas tározó, amely erősen módosított víztestek közé tartozik, így az értékelés során a fedettség-, és a zonációs-indexet kihagytam a számolásból.

Az adatok feldolgozása során először az egyes szakaszokhoz tartozó fajlistát és a fajokhoz tartozó borítás értékeket táblázatba foglaltam. Majd a Simon Tibor: Magyarország edényes flóra határozója című határozó könyv segítségével meghatároztam az egyes fajok hőmérsékleti igényeit (T-érték), nedvesség-igényeit (W-érték), pH-igényét (R-érték), és a természetvédelmi érték kategóriákat (TVK-érték). Ezt követően a borítottság alapján meghatároztam a fajokhoz tartozó egyedszám-borítás értékét (A-D érték). Az A-D érték egy adott faj tömegviszonyát jelenti a mintaterületen, 6 kategóriába sorolhatjuk az adatokat (2. táblázat).

2. táblázat: A-D értékekhez tartozó besorolás (POMOGYI, SZALMA, 2006)

Jelölés A-D	Besorolás, jellemzés
+	1-2 egyed, egészen kicsi borítással, elhanyagolható biomasszával
1	több egyed, 1-5 % borítással, kis biomasszával
2	sok egyed, 6-25 % borítással, alacsony biomasszával
3	nagy egyedszám, 26- 50 % borítással és közepes biomasszával
4	nagy egyedszám, 51- 75 % borítással nagy biomasszával
5	nagy egyedszám, 76-100 % borítással, igen nagy/maximális biomasszával

A TVK érték segítségével a felmért fajokat besoroltam természetvédelmi érték kategóriákba, amely két csoportra osztható: természetes állapotra utaló fajok, illetve degradációra¹ utaló fajok.

A természetességi index (Ti) megmutatja, hogy az antropogén hatást mutató fajok milyen mértékbe térnek el a szakértői becsléssel megállapított értékektől. Ez a módszer a fajszerkezet eltéréseinek vizsgálatát jelenti. A természetesség vizsgálata során a kapott eredmény az antropogén tevékenység következtében kialakult fajösszetétel alapján, az emberi hatást mutató fajok tömegviszonyainak arányát adja meg az adott hidrológiai és morfológiai viszonyok mellett (POMOGYI, SZALMA, 2003-2006). A természetességi indexet a következő képlet segítségével számoltam ki.

$$Ti = (\Sigma T\dot{A}_{AD} \% - \Sigma AH_{AD} \%)*0,1$$

A $\Sigma T\dot{A}_{AD} \%$ az összes természetes állapotra utaló faj összesített tömegviszony arányát jelenti a teljes mintaterületen, tehát a szakaszon belül, illetve a $\Sigma AH_{AD} \%$ az összes antropogén hatásra utaló faj összesített tömegviszony arányát jelenti a teljes mintaterületen belül.

A $\Sigma T\dot{A}_{AD} \%$ érték a következő alapján adható meg:

$$((\Sigma T\dot{A}\text{-fajs\!z\!a\!m} * \Sigma A\text{-}D_{T\dot{A}}\text{-\!e\!r\!t\!e\!k})/\text{\!o\!s\!s\!z.fajs\!z\!a\!m}*\text{\!o\!s\!s\!z.A-D-\!e\!r\!t\!e\!k}))*100$$

ahol a $T\dot{A}$ -fajs\!z\!a\!m a természetes állapotra utaló fajok számát jelenti az adott szakaszon, $A\text{-}D_{T\dot{A}}$ -érték pedig a természetes állapotra utaló fajok A-D értékét jelenti.

A $\Sigma AH_{AD} \%$ érték a következő egyenlet alapján számolható ki:

$$((\Sigma AH\text{-fajs\!z\!a\!m} * \Sigma A\text{-}D_{AH}\text{-\!e\!r\!t\!e\!k})/\text{\!o\!s\!s\!z.fajs\!z\!a\!m}*\text{\!o\!s\!s\!z.A-D-\!e\!r\!t\!e\!k}))*100$$

ahol az AH -fajs\!z\!a\!m az antropogén hatásra utaló fajok számát, $A\text{-}D_{AH}$ -érték pedig az antropogén hatásra utaló fajok A-D értékét jelenti.

¹különböző természetes rendszerek, társulások, biocönózisok, biotópok állapotának leromlása. Általában biotikus tényezők váltják ki, amelyekben jelentős szerepe lehet az antropogén hatásoknak is.

A természetességi index értékelését egy skála jelzi, amelynek értékei +10 és -10 között változik annak megfelelően, hogy a mintaterületen az antropogén hatást jelző fajok vagy a természetes állapotot jelző fajok tömegviszonya nagyobb-e. A skála alapján az adott szakasz Ti-értékét öt kategóriába sorolhatjuk és minden kategóriához egy szín párosul. Ha 10-8 közötti eredményt kapunk, akkor az adott szakasz kiváló (5) kategóriába tartozik és kék színt kap, 7-5 között jó (4) és zöld színű, 4-1 között közepes (3) kategóriát jelent, ami sárga színű, -1-(-4) között szegényes (2) ami narancssárga színű. Végül -5-(-10) közötti érték esetén rossz (1) kategóriába sorolhatjuk, amelyet piros színnel jelzünk. A Ti-értéket a Simon T. féle határozó könyv segítségével megállapított TVK-érték, illetve az A-D érték alapján számoltam ki minden egyes szakaszra.

A nedvességigény (W-érték) megadja, hogy víztest lágyszárú növényzete miként oszlik meg a nedvességigény alapján. A nedvességigény eredményeül megkapjuk azt az értéket, amely megmondja, hogy adott morfológiai viszonyok mellett, illetve a hidrológiai viszonyok következtében milyen lesz a nedves és a száraz élőhelyet kedvelő fajok aránya a vizsgált területen (POMOGYI, SZALMA, 2003-2006). Simon T. határozó könyv alapján megállapított W-érték alapján a fajokat öt növényzetscsoportba sorolhatjuk, amelyek a következők: vízinövények (hi) mocsári növények (mo), mocsárréti növények (mr), üde termőhelyek növényei (üd), száraz termőhelyek növényei (sz), illetve a számolás szükség van az adott szakaszon talált fajok A-D értékére is. Az egyes fenti növénycsoportok W-indexét a tömegviszony-részesedésük alapján számoljuk a következőképpen:

$$Wi \% = ((\Sigma hi-fajszám * \Sigma A-D_{hi}) / (\text{össz.fajszám} * \text{össz A-D érték})) * 100$$

És hasonlóan a többi növénycsoportra is, így összesen 100 %-ot kapunk:

$$Wi \% = Wi_{hi} \% + Wi_{mo} \% + Wi_{mr} \% + Wi_{üd} \% + Wi_{sz} \% = 100 \%$$

A W-index megadása segít következtetni a víztest állandó- vagy időszakos voltára, a nagyobb vízszintváltozások tartósságára, illetve segít kijelölni a víz/part határt. A kapott eredményeket a természetességi-index mellé felvittem a táblázatba.

Majd a mintaterület összes borítását (B%) számoltam ki (POMOGYI, SZALMA, 2006). Amely a következő képlettel adható meg:

$$B \% = (\text{növénnyel borított terület} / \text{mintaterület}) * 100$$

A természetességi-index, a nedvességigény értékek együttesen határozzák meg az IMMI EQR értéket. A völgyzárógátas tározó esetében egyszerűsített (simplified) IMMI-t számolunk (POMOGYI, SZALMA, 2003-2006).

4. 3. 2. Partvonal Funkcionalitási Index (SFI)

Az SFI adatlap kitöltése során kapott adatokat a SFINX programba (Version 1.0.β, 210, Belder Interactive sas, Italy) rögzítettem. Ez a program külön, az SFI során kapott adatok kiértékelésére készített szoftver. Az első lapon a tó általános leírásáról szóló adatlap adatait rögzítettem (Lásd. 1. Melléklet). Elsőként a vizsgált víztest nevét kell megadni majd azt, hogy hol található. Ezt követően a koordinátáit vittem be. Végezetül a kitöltött táblázat értékeit rögzítettem az adatlapnak megfelelően (7. ábra). Az adatok bevitele után megjelenik a bevitt tó.

Modify Lake Master			
Lake Identification			
Lake Name	Nagyteveli tározó		
Extra Identification			
Country	HUNGARY		+
Region			+
Province			+
Lake Topographical			
Origin	other		
Tipology	artificial		
Location	valley bottom ???		
Latitude South	0	0	0.00
Longitude West	0	0	0.00
Latitude North	47	16	38.00
Longitude East	17	35	29.00
Lake Altitude	5	Meters Above Sea Level	
Catchment Average Altitude	220,0000	Meters Above Sea Level	
Lake Morphological			
Catchment Area	21,0000	km	
Slope of Banks	0,0000	Degree or Percent	
Shoreline Total Length	0,0000	km	
Lake Area (LA)	0,3000	km2	

7. ábra: Az első adatlap bevitele a SFINX programba

A következő lépésben az egyes szakaszok jellemzőit rögzítettem a programban.

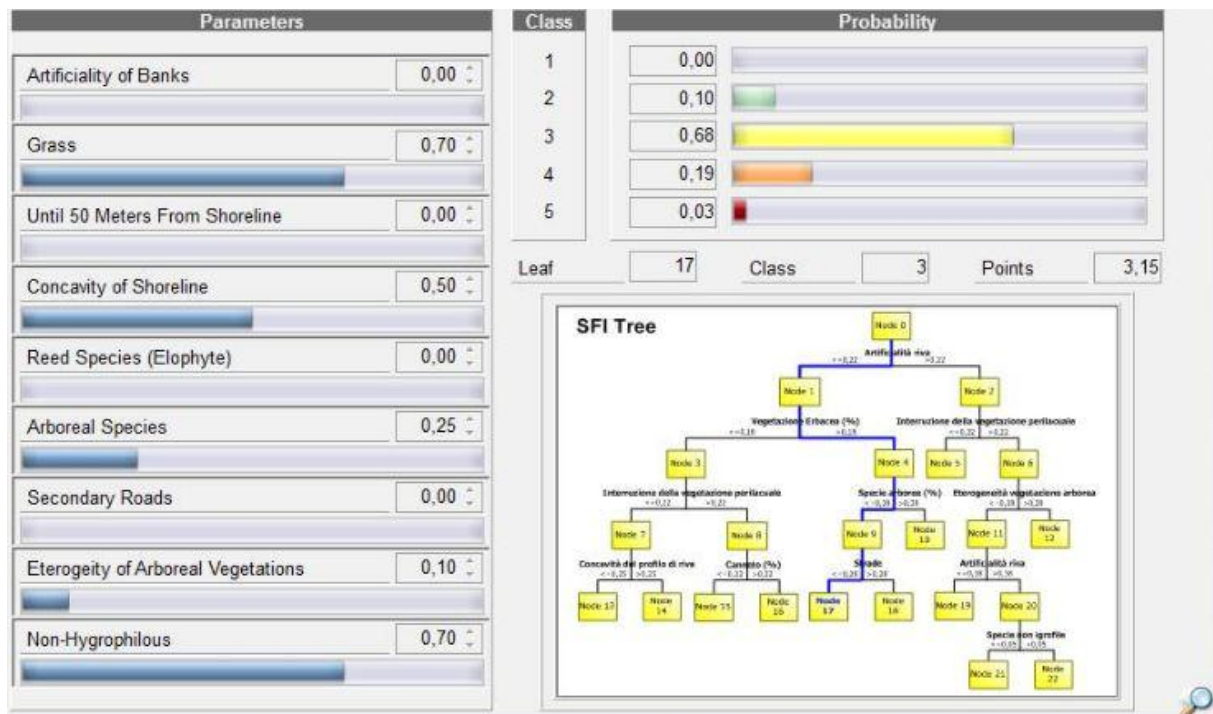
Az adott szakasz jellemzéséhez a főbb jellemzőket kell megadni, amelyek a következők: a szakasz neve, leírása, a felmérés dátuma majd a szakasz koordinátái (8. ábra).

Modify Lake Shore									
Lake Name		Nagyteveli tározó							
Shore Identification									
Shore Name		BK1							
Description									
Identification Date		2012.06.08.							
Shore Topographical									
Latitude South		0	0	0,00	North	0,0000000			
Longitude West		0	0	0,00	East	0,0000000			
Latitude North		47	16	0,581	North	47,2668000			
Longitude East		17	35	0,571	East	17,5835000			
Shore Notes									

8. ábra: A szakasz bevitele a SFINX szoftver segítségével

Ezt követően a rögzített szakasz megjelenik a tó neve alatt. Ezután az adott szakasz kijelölésével rögzíteni lehet a hozzá tartozó terepi vizsgálat során meghatározott eredményeket, amelyeket a második adatlap tartalmaz (Lásd. 2. Melléklet). A program kilenc adatot vesz figyelembe az index kiszámolása során. Ezek az emberi beavatkozás mértéke az adott partszakaszon, növényborítottság, partvonal megszakításainak mértéke, összefüggő nád jelenléte, fás növényzet jelenléte, emberi tevékenységhez tartozó úthálózat jelenléte, fás növényzet sokfélesége, szárazföldi fajok jelenléte. A program automatikusan kiszámolja az egyes szakaszokhoz tartozó SFI értéket.

A SFINX szoftver az eredményeket egy döntési fa-modell segítségével számolja ki (9. ábra). Ez alapján a program az adott partszakaszt a lehetséges öt kategória közül valamelyikbe besorolja. Mindegyik kategóriához tartozik egy szín, amelyek közül a nagyobb értékhez tartozó szín lesz jellemző végső eredményként az adott partszakaszra.



9. ábra: Egy partszakasz értékelése a SFIX program alapján

A szakaszok kiértékelése után a kapott eredményeket térképen jelöltem. Azokat az egymást követő partszakaszokat, amelyek ugyanolyan kategóriába estek, a térképen összevonva ábrázoltam.

5. Eredmények

5. 1. Integrált Makrofita Minősítési Index

Az Integrált Makrofita Minősítési Index adatait Microsoft Excel-ben rögzítettem táblázatos formában a jobb átláthatóság érdekében (Lásd. 3. Melléklet). Az index megállapításához csak a légyszárú növényeket kell figyelembe venni. Az eredmények a 3. és 4. táblázatban láthatók.

A tározó partvonalának felosztása során a III. szakasz arra a részre esett, ahol a strand területe található. Ez a terület főként homokos, növényfaj alig található. Emiatt se az első, se a második mérés során nem tudtam a területről fajlistát készíteni. Így se a természetességi index, se a nedvességigény számolása erre a szakaszra nem végezhető el.

A felosztás során a IV. szakasz a völgyzárógátnak felelt meg. Így ezen a szakaszon hasonlóan a III. szakaszhoz nem tudtam elvégezni a növényzet felmérését. A gát víz felőli oldala a hullámverés ellen betonozott, a mentett oldali részsű, valamint a töltéskorona füvesítve van. A két felmérés során egyik alkalommal se tudtam erről a részről fajlistát készíteni, emiatt se a természetességi index, se a nedvességigény számolása nem végezhető el.

3. táblázat: Első felmérés eredményei

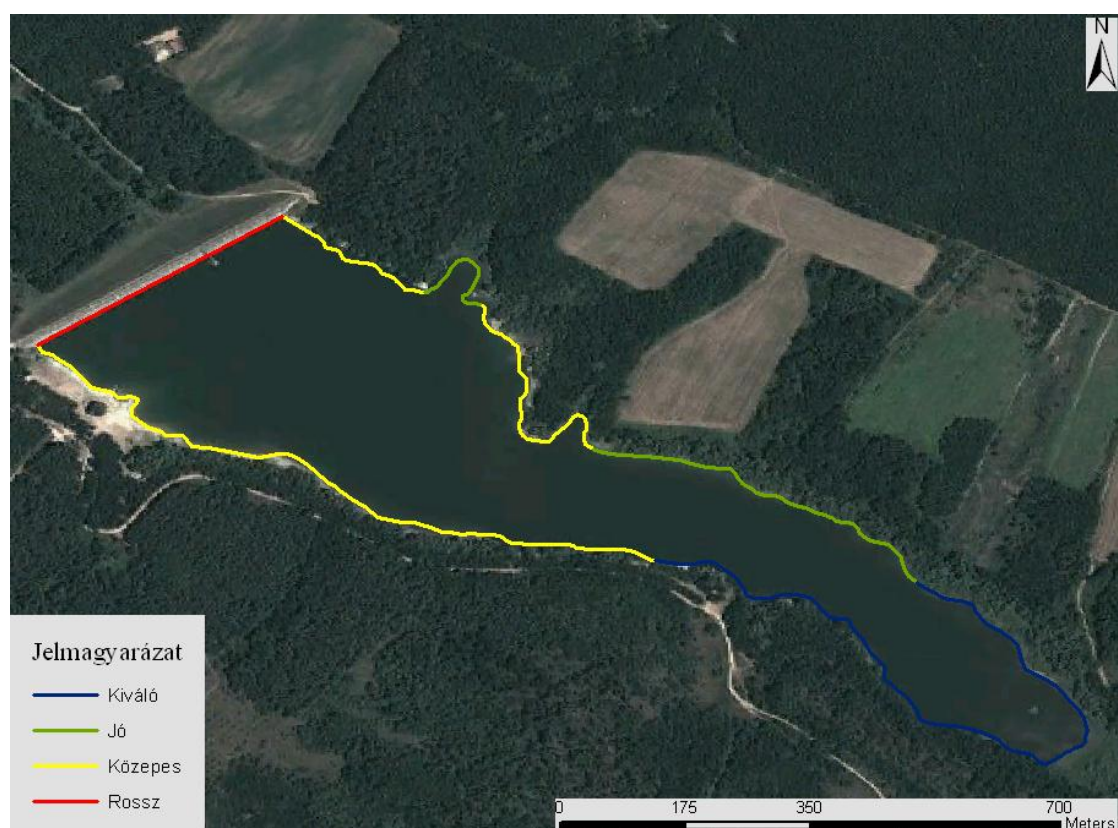
Szakasz	Összes fajsza m	Lágyszárú növények száma	Ti				Wi %						Borítás %
			Természetes állapotra utaló fajok	Degraációra utaló fajok	Érték	Kategóira	Száraz termőhelyek növényei	Üde termőhelyek növényei	Mocsárréti növények	Mocsári növények	Vízi növé nyek	Wi értéke	
I.	19	14	7	7	0,422	Közepes	3	11	6	2,9	0	22	100
II.	6	3	0	3	-10	Rossz	8	50	0	0	0	58	90
III.	Strandnak megfelelő szakasz												
IV.	Völgyzárógát												
V.	13	7	0	7	-8,75	Rossz	29	4	7	0	0	39	100
VI.	14	10	4	6	-0,8	Szegényes	2	6	2	18	0	28	100
VII.	10	6	1	5	-7,2	Rossz	4	11	11	1,9	0	28	95
VIII.	15	12	4	8	-3,13	Rossz	0	14	10	5,9	0	30	100
IX.	15	12	3	9	-4,16	Szegényes	1	13	11	4,4	0	29	100
X.	19	15	7	8	1,096	Közepes	1	6	4	19	0	29	100

4. Táblázat: Második felmérés eredményei

Szakasz	Összes fajszám	Lágyszárú növények száma	Ti				Wi %						Borítás %
			Természetes állapotra utaló fajok	Degraációra utaló fajok	Érték	Kategória	Száraz termőhelyek növényei	Üde termőhelyek növényei	Mocsárréti növények	Mocsári növények	Vízi növények	Wi értéke	
I.	15	11	5	6	-1,66	Szegényes	0,75	32	1,5	3,03	0	37,08	100
II.	8	5	0	5	-10	Rossz	2,85	69	0	0	0	71,42	90
III.	Strandnak megfelelő szakasz												
IV.	Völgyzárógát												
V.	12	8	1	7	-7,08	Rossz	5,76	31	0,96	0,96	0	38,44	100
VI.	16	11	5	6	-0,74	Szegényes	18,7	6,4	1,06	4,27	0	30,45	100
VII.	12	9	2	7	-5,77	Rossz	0,74	33	1,48	4,44	0	39,99	95
VIII.	13	10	4	6	-1,71	Szegényes	0	21	10,71	4,28	0	36,41	100
IX.	17	14	5	9	-1,429	Szegényes	0	22	2,67	10,7	0	35,25	100
X.	23	21	13	8	5,5	Jó	2,5	13	2,5	9,52	0	27,21	100

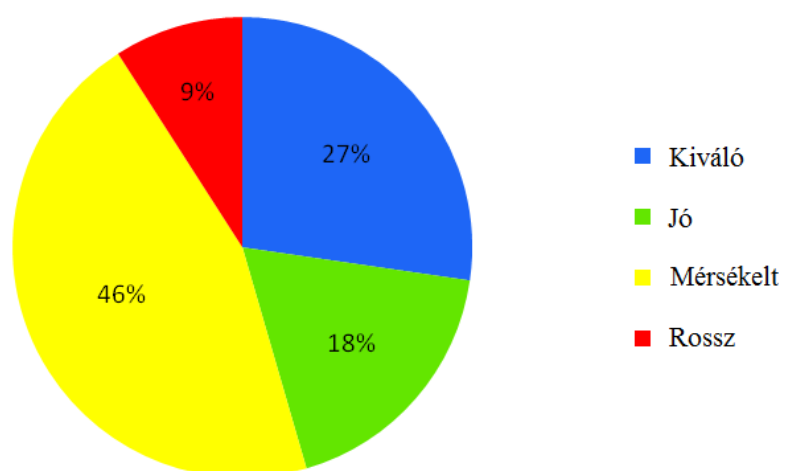
5.2. Partvonal Funkcionalitási Index (SFI)

A Nagyteveli-tározó partvonalának felmérésekor összesen 11 szakaszt vettünk fel. Ez eggyel több, mint a makrofita felmérés esetében. Erre azért volt szükség, mert az IMMI szerinti VII. partszakaszt az SFI felmérésénél két részre, VII/1. és VII/2. szakaszokra kellett osztani. Erre a VII. szakasz konkavitása miatt volt szükség, ugyanis konvex és konkáv rész egyaránt előfordult. A partszakaszok elemzése során megfigyelhető volt, hogy egymást követő szakaszok ugyanazon kategóriába estek, így ezeket a térképen való ábrázolásnál összevontam egyetlen szakaszként. Így az elkülönülő partszakaszok száma lecsökkent hétre (Lásd. 10. ábra).



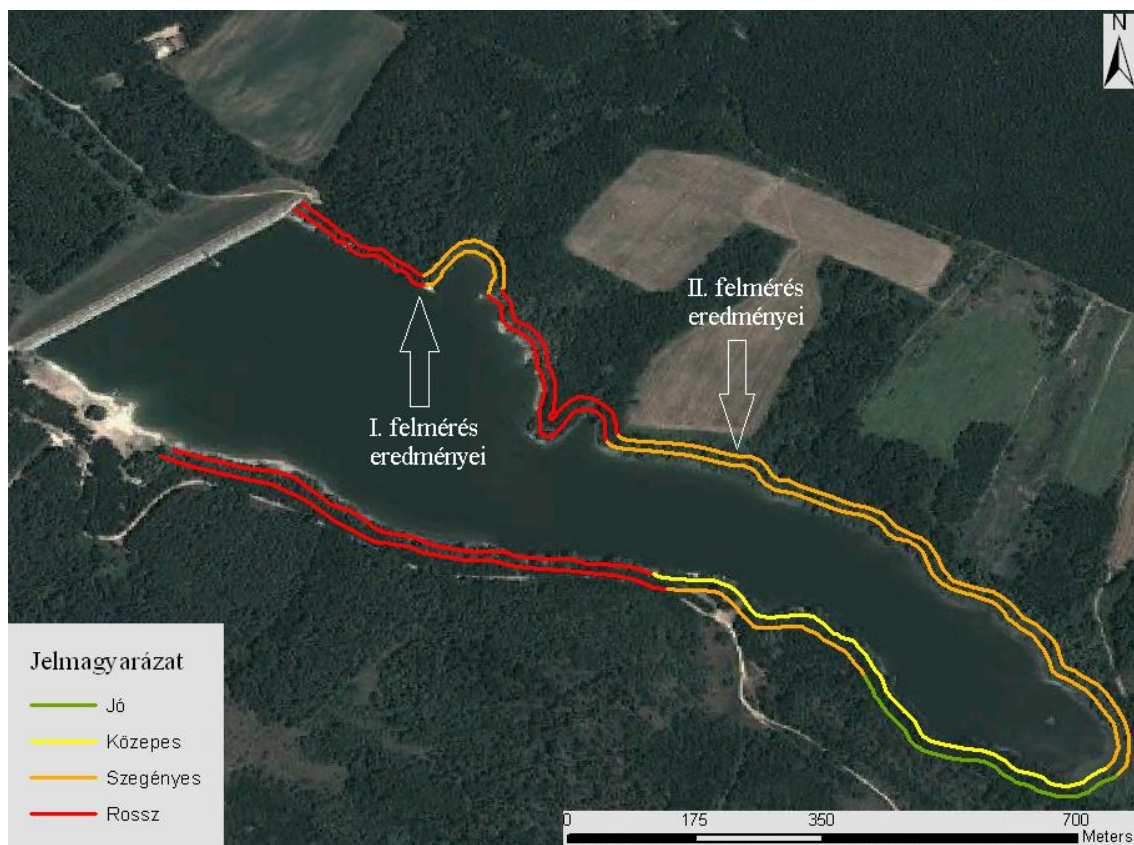
10. ábra: A Nagyteveli-tározó partszakaszainak SFI szerinti besorolása

Az öt kategória közül a gyengét leszámítva mindegyik előfordult. Rossz kategóriába egyetlen szakasz, a mérsékelt kategóriába öt, a jó kategóriába kettő és a kiváló kategóriába három partszakasz esett. Ezek százalékos megoszlását a 11. ábra szemlélteti.



11. ábra: Az előforduló SFI-szakaszok százalékos megoszlása a Nagyteveli-tározó esetében

6. Értékelés



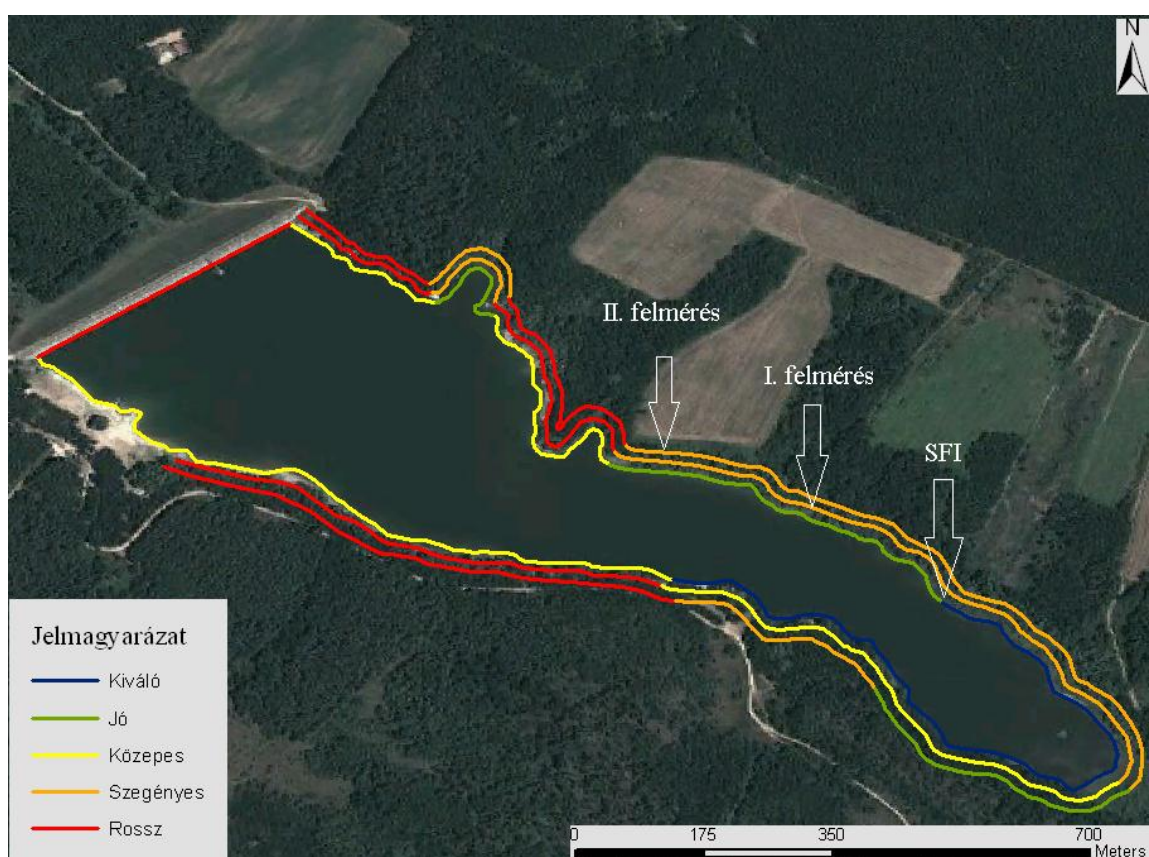
12. ábra: A két felmérés során eredményül kapott kategóriák ábrázolása

Az Integrált Makrofita Minősítési Index által végzett két mintavétel során jól látható, hogy a tározó növényzetének nagy részét a degradációra utaló fajok teszik ki (12. ábra). Emiatt a közepes kategória bizonyult a legjobb kategóriának, illetve a X. szakasz egyszer, a második mérés során jó kategóriába került. A szakaszok makrofítáinak meghatározásakor a két különböző időpontban történt adatgyűjtésben tapasztalhatóak voltak eltérések, amelyek oka, hogy a második mintavételi évben a tél elhúzódása miatt csak később tudott elkezdődni a tavasz, így a növények hajtásának ideje is eltolódott. Természetesen voltak olyan fajok, amelyek mindkét mintavétel során előfordultak, azonban a második alkalommal több volt a tavasszal előforduló fajok száma, illetve sok növényfaj esetében még csak virág nélküli leveles hajtás volt jelen. Mindkét felmérés alkalmával a X. szakasz bizonyult a legfajgazdagabbnak. Az első felmérés alkalmával 14, a második felmérés alkalmával 21 növényfajt határoztam meg. A tározó első részei, mint például a II. szakasz növényekben szegényes területnek mondható. Az első mérés során 3, a második mérés során 5 növényfajt határoztam meg. Ennek oka, hogy a tározó ezen része a horgászat számára lett kialakítva, így

nádas sem található, mivel az akadályozná a horgászokat. A III. és a IV. szakasz a strandnak, illetve a völgyzárógátnak felel meg, amelyeken növényzet felmérését nem tudtam elvégezni. A tározó északi részén található V., VI., VII., VIII. és IX. szakaszokon, kisebb fajgazdagság volt megfigyelhető, és ezek közül is a degradációra utaló fajok voltak nagyobb dominanciával jelen. A felmérések során két védett növényfaj fordult elő a mocsári nőszirm (*Iris pseudacorus*) és a téli zsurló (*Equisetum hyemale*). A téli zsurló egy alkalommal, 2013 áprilisában, illetve egy szakasz, a X. szakasz esetén volt jelen. Ezzel ellentétben a mocsári nőszirm mindkét felmérés során előfordult. Az első felmérés során kis dominanciával, a IX. és a X. szakaszokon volt jelen. Azonban a második felmérés során a tározó nagy részén, ugyanakkor kisebb dominanciával fordult elő. A X. szakasz esetében nagyobb borítással jelent meg, amely nem is meglepő, hiszen ez a növényfaj a mocsaras területeket kedveli (SIMON & SEREGÉLYES, 2003) és ez a terület is mocsaras, mivel a tározó befolyója ezen a részen érkezik a befogadóba. A természetességi-index eredményeit összesítve megállapítható, hogy a közepes kategória bizonyult a legjobb értéknek, illetve a X. szakasz egyszer, a második mérés során jó kategóriába került. Nagy mennyiségben voltak jelen rossz kategóriába tartozó szakaszok, de legnagyobb számban a szegényes minősítés kapott területek fordultak elő. Az sIMMI meghatározása során is szegényes kategóriába tartozó eredményt kaptam.

A Partvonal Funkcionalitási Index eredményei alapján megállapítható, hogy az öt kategória közül a gyenge minősítést leszámítva mindegyik előfordult. A tározó hátsó része, a I., IX. és X. szakasz kiváló minősítést kapott, ami nem is meglepő, hiszen antropogén hatás ezeken a területeken nem fordul elő, illetve a nádas is nagyobb dominanciával van jelen. Ami nagyon fontos, hiszen a nádasok számos szerepet töltenek be a vizes élőhelyek életében. A vizek természetes öntisztuló folyamataiban, illetve anyagforgalmában fontosak, mivel egyfajta mechanikai szűrőként működnek. Ezen kívül ikrázó helyet biztosítanak a halak számára, költő helyet a madarak számára, illetve élőhelyet más élőlények számára (SZABÓ és mtsai, 1993; AMANN és mtsai, 1998). Jó kategóriába két szakasz tartozott, a VI. és a VIII. szakasz. Ezeken a területeken sem fordul elő jelentős emberi hatás, viszont a szakaszok fentebbi részein aktív szántóföldi művelés folyik, amelynek köszönhető a területek második legjobb kategóriába való besorolása. Mérsékelt kategóriába tartozott a legtöbb terület. Ezeken a területeken az antropogén hatás jelentős mértékben előfordult. Ilyen a II. szakasz, amely a strandnak felel

meg. Az V. szakasz, ami ugyan nincs használat alatt, viszont ez a rész közvetlenül a völgyzárógát mellett található, amely nagyban hozzájárul a közepes kategória kialakulásához, illetve befolyásolóként megemlíthető, hogy a gát karbantartása során a zavarás erre a szakaszra is kiterjed, amelyet a degradációra utaló fajok jelenléte is bizonyít. Mérsékelt kategóriába tartoznak még a VII/1. és a VII/2. szakaszok. Ennek oka, hogy a tározó északi részén helyenként, mint például ezeken a szakaszokon is előfordul a horgászat. Így az antropogén hatás is megmutatkozik. Rossz kategóriába egyedül a völgyzárógátnak megfelelő szakasz tartozott, ami nem is meglepő, hiszen ez a terület teljes mértékben antropogén hatás alatt áll.



13. ábra: IMMI és SFI során kapott kategóriák ábrázolása

Az IMMI és az SFI által kapott minősítés során (13. ábra) az egyes partszakaszok esetében eltérések mutatkoztak, azonban mindkét minősítési index jól mutatta az antropogén hatás, illetve a természeteshez közelítő állapot jelenlétét. Az IMMI alacsonyabb értékeit az okozta, hogy hiába fordultak elő természetes, illetve védett fajok, a degradációra utaló növényfajok nagyobb dominanciával voltak jelen. Az IMMI által végzett mérések során a szegényes állapotban lévő területek, az SFI eredményei alapján a mérsékelt állapotban lévő területek

voltak nagyobb százalékban jelen. Megállapítható, hogy a tározónak, a horgászok és a turisták által kevésbé kedvelt részein is megjelenik az emberi hatás, illetve természetes állapothoz közeli része csak kisebb mértékben van jelen. Bár fajösszetétel szempontjából a partszakaszok rosszabb besorolást kaptak, funkcionalitásuk nem károsodott jelentős mértékben.

A víztesteket érintő tervezett változtatások során érdemes mindkét felmérést elvégezni, és habár csábítóan hangzik, hogy az SFI esetében nincs szükség szakemberre, az IMMI eredményei jól mutatják, ha az ökológiai állapotot is szempontként tekintjük, akkor a szakember véleménye nem elhanyagolható. Funkcióját jól ellátó partszakaszok fajösszetételének megváltozása az ökológiai állapot romlásához vezet.

7. Összefoglalás

Manapság a fokozott vízigény következtében számos völgyzárógátas tározó épül szerte az országban. Ilyen található Pápa városától 8 km-re elhelyezkedő Nagytevel határában is. A víztározó-tó kialakításában számos szempont játszott szerepet. Többek között hígítóvíz szolgáltatása Pápa város szennyvizeinek elvezetéséhez, Pápai Bakonyér árvízhozamának csökkentése, a Pápai Textilgyár számára ipari víz szolgáltatása, valamint rekreáció. Ezen fizikai beavatkozások azonban jelentős károkat okozhatnak a víztestekben, melyeknek mind ökológiai, mind humán következményei is lehetnek. Az Európai Unió víz politikája, a Víz Keretirányelv megköveteli, hogy az ember által befolyásolt, erősen módosított és mesterséges víztestek esetében is biztosítani kell a jó ökológiai állapotot. A Nagyteveli-tározó kifejezetten alkalmasnak bizonyult arra, hogy elvégezzem rajta a VKI szerinti makrofita állapotbecslést, és az SFI partvonal felmérést, amelyek segítségével megállapítható a tó ökológiai állapota.

Az IMMI-hez szükséges felmérést két alkalommal végeztem el. Az első 2012.06.08-án, a második adatgyűjtést 2013.04.26-án. Az első alkalommal a tározó partvonalát felosztottam szakaszokra, majd minden szakasz esetében meghatároztam az előforduló növényeket, illetve borításukat. Valamit ezen felmérés alkalmával végeztem el az SFI-hez szükséges adatlapok kitöltését. Mivel az SFI által történő értékelést elég egyszer elvégezni, így a második alkalommal a kijelölt szakaszokon már csak a fajlistát és a borítást határoztam meg. A felmérések során két védett növényt találtam, a mocsári nősziromot (*Iris pseudacorus*), amely mindkét felmérés során előfordult. Az első alkalommal két szakasz esetében, azonban a második alkalommal a tározó nagy részén megtalálható volt. A másik védett faj a téli zsurló (*Equisetum hyemale*), amely csak a második mérés során és akkor is csak egy szakasz esetén fordult elő. A fajlisták változatosságában tapasztalható eltérésnek az oka az volt, hogy a második felmérés évében a tél elhúzódott, így a tavasz is. Ennek köszönhető a mocsári nőszirom eltérő borítása is. A két védett növényfaj előfordulásával ellentétben, azonban a degradációra utaló fajok voltak nagyobb dominanciával jelen, így a legjobb minőségű terület is csak közepes kategóriába tartozott, illetve a X. szakasz egyszer, a második mérés során jó kategóriába került. Legnagyobb mennyiségben a szegényes kategóriába tartozó területek fordultak elő, azonban nagy volt a rossz kategóriájú területek száma is. Az SFI által történt elemzés során a gyenge kategóriát leszámítva mindegyik előfordult. Rossz kategóriába egyetlen szakasz, a mérsékelt kategóriába öt, a jó kategóriába kettő és a kiváló kategóriába

három partszakasz esett. Az eredményekből látható, hogy legnagyobb százalékban a mérsékelt kategóriájú szakaszok fordultak elő.

Az IMMI és az SFI által kapott eredmények az egyes partszakaszok esetében nem voltak teljesen egyformák, azonban mindkét minősítési index jól mutatta az antropogén hatás, illetve a természeteshez közelítő állapot jelenlétét.

Összességében elmondható, hogy a tározó használat alatt nem álló részein is jelentős mértékben megjelenik az emberi hatás. Természeteshez közelítő része csak kisebb mértékben van jelen.