



Természetföldrajzi
és
Geoinformatikai
Tanszék



A Tiszaroffi árapasztó tározó és szűkebb környezetének tájanalízise geoinformatikai módszerekkel

OTDK dolgozat

Készítette

VARGA TAMÁS

Biotechnológia MSc II. évf.

Témavezető

Dr. SZABÓ SZILÁRD

TANSZÉKVEZETŐ EGYETEMI DOCENS



Debreceni Egyetem

Természettudományi és Technológiai Kar

Debrecen

A pályamunka lezárásának dátuma: 2014. november 28.

Tartalomjegyzék

Bevezetés.....	3
Célkitűzések.....	3
1. Szakirodalmi áttekintés	4
1.1.A Tisza szabályozása	4
1.2.Üledékképződés	5
1.3. Árvízvédelmi lehetőségek	6
1.4.Víztározók	7
1.5. A terület földrajzi adottságai	7
1.6. A térség területhasználata.....	8
1.7. A tározó elárasztása.....	9
1.8. A digitális térképszerkesztés és a GIS.....	10
1.9. A tájmetria és alkalmazása	10
2. Feldolgozás anyaga és módszere.....	13
2.1 Mintaterület bemutatása	13
2.2. Felhasznált térképi állományok.....	14
2.3. Alkalmazott módszerek és szoftverek	15
2.3.1. A Quantum GIS és az ArcGIS pluginjai/moduljai	16
2.3.2.Szoftverek a domborzat és elárasztásmodell létrehozásához	17
2.4. Terepbejárás	18
2.5. Alkalmazott módszerek hibái.....	18
2.5.1. Stabilitási értékek szórása	18
2.5.2. Átlagterületek ábrázolása	18
3.Eredmények.....	19
3.1. Erdőterületek alakulása	19

3.2. Szántó és legelőterületek alakulása	24
3.3. Vizes területek és Gó-i-tói Holt-Tisza alakulása	33
3.4. TE érték	35
3.5. Shape index, Paratio és Fraktáldimenzió	38
3.6. A terület domborzatmodellje és képe az elárasztási/árvízi időszakban.....	41
3.6.1. Elárasztási időszak	41
3.6.2. Domborzat és elárasztásmodell	43
3.7. Tanyavilág eltűnése.....	46
3.8. Foltsűrűség változása	48
3.8.1. Foltsűrűség vizsgálata rácsháló segítségével	48
3.8.2. Foltsűrűség vizsgálata hőterképes (Heatmap) módszerrel	50
3.8.3. Foltsűrűség vizsgálata a területen.....	51
4. Következtetések, javaslatok	53
Összefoglalás.....	56
Felhasznált irodalom	57
Internetes hivatkozások	59
Köszönetnyilvánítás	60
I. számú függelék.....	61
II. számú függelék.....	62
Melléklet	63

Bevezetés

Napjainkban jelentős és nem elhanyagolható mértékű antropogén hatás éri környezetünket, ezért e hatások vizsgálatára különös hangsúlyt kell fektetnünk. Ilyenek között lehetnek az árvízvédelmi intézkedések, ipari területek létesítése, városok terjeszkedése. Egyes intézkedések az épített környezet megóvására jönnek létre, ám ezek befolyása a természetes környezetre nem minden esetben pozitív, és jelentős változás követheti őket. Az árvízvédelmi intézkedések jelentős területhasználati változást okozhatnak. Az elmúlt években több árvízi tározó terve is elkészült a Tisza folyó mentén és ezek közül több projekt a megvalósításig is eljutott. Ilyen a Tiszaroffi árapasztó tározó is, amely árvíz idején képes csökkenteni a Tisza vízszintjét. Viszont a töltések építésével és egyéb beavatkozással termőterületek kerülhetnek kivonásra, nem beszélve az elárasztási időszakról, amikor a terület művelhetetlenné válhat. Ebben az esetben a terepi vizsgálatokat nagyon jól kiegészíthetjük vagy helyettesíthetjük a geoinformatika eszközeit felhasználva. Ezeket a módszereket alkalmazva megfigyelhetjük, hogyan alakul egy adott terület használata, milyen művelési ágak jelennek meg vagy esnek ki. A vizsgálat során a területhasználat időbeli alakulására nyílik lehetőség, mivel eltérő időpontban vizsgált, egyazon terület eredményei, könnyen összehasonlíthatóak.

Így dolgozatomban egy terület tájtörténeti elemzésére kerül sor, amely a mintaterület területhasználatának változását kívánom vizsgálni, kifejezetten nagy hangsúlyt fektetve az árapasztó tározó létesítésének következményeire.

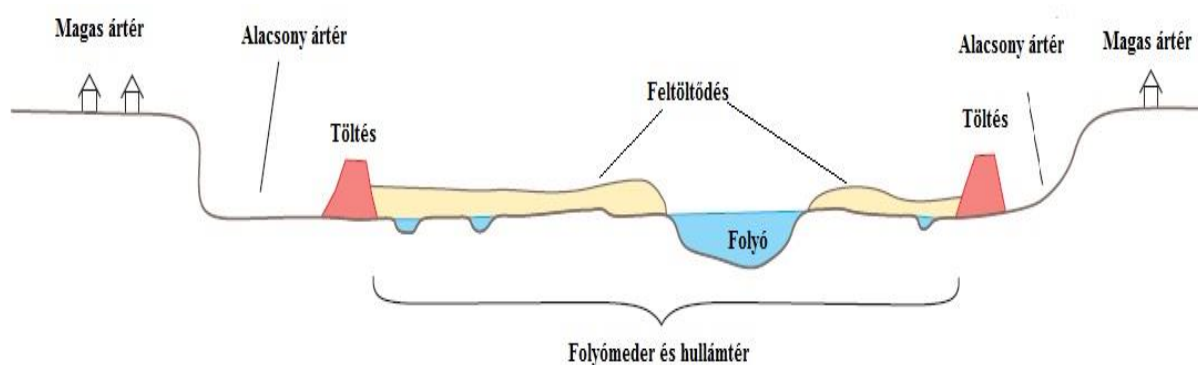
Célkitűzések

A választott mintaterület sokszínűsége miatt az általam kitűzött célok is szerteágazóak, amelyek a következők: digitális térképi állományok létrehozása és bemutatása; a vizsgált területen végbement területhasználati változások kvantitatív vizsgálata; a foltok nagyságának és stabilitásának vizsgálata; a tanyavilág alakulásának vizsgálata; folt-sűrűségi vizsgálat elvégzése; a folt-sűrűség vizsgálatára szolgáló módszerek összehasonlítása.

A munkálatok minél nagyobb területek mentesítésére irányultak, aminek következtében a töltéseket a folyó partjainak közelében építették meg, így a leszűkített hullámtérben az árvizek megemelkedtek és gyakorivá váltak a gátszakadások (NAGY, 1971).

1.2. Üledékképződés

A magyarországi folyók nagy része valamilyen módon szabályozáson esett át az elmúlt évszázadokban. Így a korábban széles árterek végül keskeny árterekké zsugorodtak és a folyók mesterséges gátak közé lettek szorítva. Ezeken a területeken a meghatározó geomorfológiai folyamat az üledékképződés volt, ami csökkentette az árterek méretét és a befogadható vízmennyiséget. Viszont ez csak helyenként igaz, mivel a víz egyes esetekben az üledék elszállítását is végezheti. Erre a Tiszán kívül még jó példa a Maros folyó is, amely jelentős mennyiségű lebegtetett hordalékot hordoz, amely a folyó esésének csökkenésével lerakódik, így növelve az árvizek mértékét (KISS et al., 2011). A finom, folyó által lebegtetett hordalék kisvíz idején a mederfenékre rakódik, ezáltal a befogadható vízmennyiség csökken (BUTZER, 1986), amelynek következtében az árvizek évről évre (a meteorológiai viszonyoktól függően) egyre gyakoribbakká válhatnak. Az árvíz idején szállított nagy mennyiségű hordalék, a folyó árterületén lerakódhat, így azt iszappal töltheti fel. Ezt szemlélteti a 2. ábra.



2. ábra: A folyó és a hullámtere (SCHWEITZER, 2001)

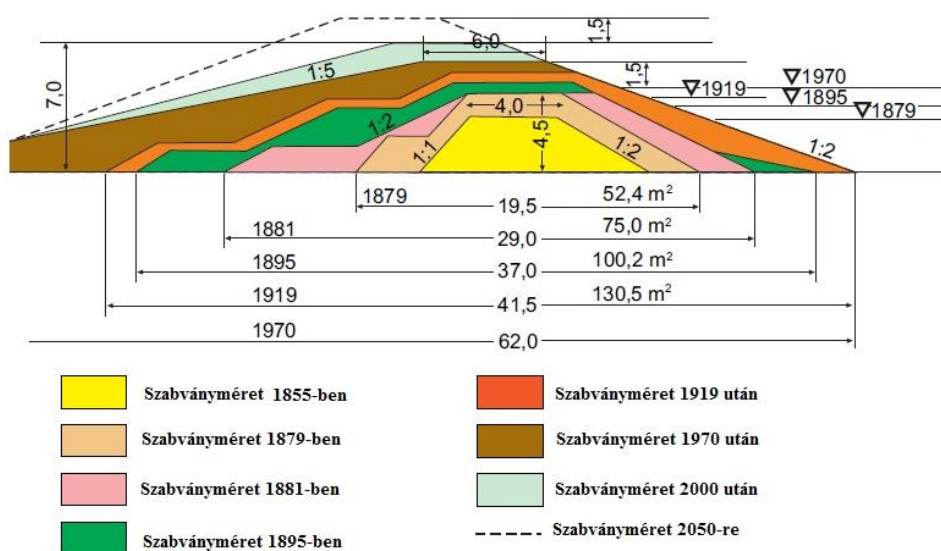
A Tisza hordalékának mennyisége főként júniusi maximummal rendelkezik, mivel ilyenkor a környező területek növényborítottsága megszűnik az aratás és a betakarítások következtében, így a folyóba jutó hordalék mennyisége is megnövekedik. Ez különösen azért

érdekes, mert a vízállás nem csak ebben az időpontban kiemelkedően magas, ami azt jelenti, hogy a hordalék mennyisége a Tiszán nem a vízállás függvénye, hanem sokkal inkább időszakokhoz köthető. A téli maximumnál a hótakaró csökkentheti a hordalékképződést, ezért lehet kevesebb a hordalék mennyisége ezekben az időszakokban (BOGÁRDI, 1971).

1.3. Árvízvédelmi lehetőségek

Magyarország súlyosan veszélyeztetett az árvizek tekintetében. Az elmúlt évtizedekben súlyos árvizek sújtották a Kárpát-medencét. Ezek főként a Tisza folyó mentén okoztak károkat. Ennek a problémának a figyelembe vételével, új tervet kellett kidolgozni az árvízi problémák mérséklésére és megoldására (NAGY, 2010).

Az árvíz elleni védekezésben régóta alkalmazott módszer a töltések magasítása. A már meglévő töltések szintjét emeljük meg egy adott (szükség szerinti) magasságig. Lehetséges opciók közé sorolható még a meder kotrása, amely a felhalmozódott anyagot nyeri ki a mederből, így biztosítva nagyobb teret a közeledő árhullámnak. Ezen túl még árvízi tározók létesítésével is csökkenthető a vízszint nagyvíz idején. A töltések magasítása csak ideiglenes megoldást jelent, amelyre a 3. ábra igen jó magyarázatot ad, amely nem csak egy eddig megemelt tiszai töltést-szintjét mutatja, hanem előrevetíti a további időszakra kívánt töltésmagasságot is.



3. ábra: Tiszai töltés szintjének alakulása (VÁGÁSI, 1982)

A jelenlegi helyzet szerint az árvízi töltések a Tisza völgyében igen hosszan elavultak és a biztonsági előírásoknak nem felelnek meg. A közepesnél nagyobb árvizek idején a töltések

a műszaki teherbíróképességüknél nagyobb terhelést viselhetnek el. A töltések elavulásán túl az árvizek gyakorisága is nő, így a töltésekkel védett területek egyre nagyobb veszélyben vannak. Ennek a problémának viszont a jelentős emberi beavatkozás a fő oka, az erdőterületek csökkenése, az árterek beépítése hozzájárul az árvizek szintjének növekedéséhez. Továbbá Magyarországon torlódik fel a vízgyűjtő területeről összegyűlt vízmennyiség, így a probléma hazánkban halmozottan jelentkezik. A töltésszakadások elkerülése érdekében fontos a mielőbbi cselekvés (NAGY, 1971).

1.4. Víz tározók

A víztárolására és raktározására és egyéb felhasználására létesült tározók különböző csoportba sorolható rendeltetésük szerint. Így a következő csoportokat különíthetjük el: ivó- és kommunális vízellátás, ipari és hűtővíz ellátás, villamosenergia-termelés, mezőgazdasági öntözés, folyószabályozási és árvízvédelmi, kereskedelmi és szabadidős, halászat, üdülés, csónakázás és egyéb esztétikai rekreációs célokra, csatornázás (UNEP, 1991)

Nemcsak Magyarországon ismert az árvíz pusztító hatása, például az ilyen jellegű katasztrófák igen gyakoriak Kínában is, amelyek több milliárd jüan (Kína pénzneme) kárt okoznak évente az országnak. Így itt is az árvízi tározók jelenthetnek fontos szerepet a védekezésben (CHENG et al., 2004). Így a tározók építése nem csak Magyarországon terjedt el, sőt mi több más országokban is alkalmazták ezt a megoldást, mint például az említett Kínában található Banqiao már az 1950-es évek óta működő tározó (TIE-SHENG et al., 2012).

Hazánkban jellemzők a síkvidéki tározók. Ezen tavak körtöltéssel ellátott mesterséges víztestek, melyeknek vízmélysége nem kiemelkedő, általában 2-3 m vízoszlopot tartanak, viszont a gátak hossza több 10 km-t is eléri. Síkvidéki tározók csoportjába sorolható, az igen nagy mennyiségű víz raktározására is alkalmas, mint például a Kiskörei-tározó (Tisza-tó) (NAGY, 1971).

1.5. A terület földrajzi adottságai

A vizsgált terület két kistáj határán terül el, a Góli-tói Holt-Tisza és közvetlen környezete a Szolnoki-ártér kistájhoz tartozik, míg az árvízi tározó területe már a Tiszafüred-Kunhegyesi síkhoz köthető.

A terület kis átlagos relatív reliefű (mindössze 1 m/km^2). Mindkét kistáj domborzati felépítését és formakincsét főként a Tisza és a Zagyva folyók határozták meg. Nem ritkák az elhagyott medrek és morotvák egyik területen sem. A térfelszínbe változatosságot a löszös homokkal fedett buckák visznek, amelyet az Északi-középhegységből érkező folyók töltöttek fel, iszapos és agyagos finomszemű törmelékkel. A felszínközeli üledék többsége már a Tiszához és a Zagyvához kapcsolódó öntésiszap. Jelenleg az ország legnagyobb mértékben süllyedő területei közé sorolható a Szolnoki-ártér. Az idők során a Tisza szinte a teljes területet bejárta.

A terület mérsékelt meleg-száraz és meleg-száraz övek határán helyezkedik el. Éghajlata ezek szerint a következőképpen alakul: napsütéses órák száma közel 2000, a hőmérséklet középértéke 10°C körül mozog. Az éves csapadékösszeg mindössze 500 mm-re tehető, így tehát az ország egyik legszárazabb területei közé sorolható mindkét kistáj.

Ezáltal a vízigényes kultúrnövények termesztését csak öntözéssel lehet megoldani, ami a területet sűrűn behálózó mesterséges csatornák segítségével végezhető. A területen két nagyobb folyó halad keresztül, ezek közül a legmeghatározóbb a Tisza, amelybe a Zagyva torkollik. Mesterséges víztereket a csatornákon kívül jelentős mennyiségben előforduló halastavak és tározók adják. Ezen túl jelentős hévízkészlet is rejtőzik a területen, jellemzően közel 50°C -os hőmérséklettel (DÖVÉNYI, 2010). Több holtmeder is jelentős mértékű környezetvédelmi oltalom alatt áll, úgy mint a szentély típusú Góitói Holt-Tisza, amelynek folyamatos vízutánpótlását a Tisza áradásai adják, az áradások által hordozott hordalékok miatt a holtmeder feliszapoltsága előrehaladott (PÁLFAI, 2001).

A terület különlegességét nemcsak a tározó létesítése és a holtmedrek adják, a Nagykunság egyik legnagyobb buckás területe is Tiszabura-Tiszaroff-Tiszagyenda határában terül el. A buckás területek közé főként iszapos-agyagos lösszel és réti agyaggal fedett felszínek ékelődtek.

A Nagykunságban nem ritkák a különböző rendeltetésű mesterséges vízterek, a halastavakon túl a különböző célból (bel és árvízvédelmi) létesített tározók száma sem elenyésző.

1.6. A térség területhasználata

A Szolnoki-ártér és a Tiszafüred-Kunhegyesi-Sík területén nagyméretű földművelésre alkalmas területek helyezkednek el, így a szántók aránya a területhasznosításban meghaladja a

65%-ot, ezen kívül jelentős mértékben található legelő és kisebb területen (DÖVÉNYI, 2010). A Tisza-tó környékén az elmúlt időkben csökkenő méretű szántók teret adtak az erdők és szántók terjedésének. A gyenge talajú rétek szántókká való alakítása a művelt területek használati értékét csökkenti, az erdők térhódítása viszont pozitív eredményként könyvelhető el. Az előrejelzések szerint a közeljövőben a szántók csökkenése is az erdőterületek növekedését szolgálhatja. A jelenlegi szántóterületeken főként gabonafélék termesztése folyik (pl.: búza, kukorica, árpa) (FEHÉR, 1994). Az ártéri területeken viszont hagyományos mezőgazdasági művelésről nem beszélhetünk. Ezeken a területeken javasolják a régebbi időkben is alkalmazott ártéri vagy más néven fokgazdálkodás visszaállítását (HARASZTHY, 2000). E két fogalom igen hasonló viszont az ártéri gazdálkodás főként a mezőgazdasági célú hasznosítás, míg a fokgazdálkodás egy vízgazdálkodási megközelítés (HAMAR, 2005). A módszer lényege, hogy a meginduló árvízzel az ártérre nagyszámú hal érkezik, amelyek a növényzet között megfelelő helyet találnak ívásra. Ezt követően az áradás levonulása után a kifejlődött halak a fokon át visszajutnak a folyóba, így megnövelve a halállományt. Ez a folyamat munkahelyet és megélhetést biztosított a helyi lakosoknak a Tisza mentén, és egyesek szerint megfelelő tervezéssel ez visszaállítható (HARASZTHY, 2000). A jelenkori ártéri gazdálkodás viszont a ma alkalmazott földhasználat átalakítását kívánná meg. Ezen túl a területek megfelelő ideig tartó elárasztásának figyelembevételével történhet meg a különböző művelési ágak (pl.: gyümölcsösök, rétek, legelők stb.) visszavonása az ártéri gazdálkodásba (GÁBRIS, 2004).

1.7. A tározó elárasztása

Az egyre magasabb árvízszintek által okozott károkat egy újragondolt árvízvédelmi koncepcióval lehet csak megelőzni. Ebben a tervben szerepel több, Magyarország területén létesítésre kerülő árvízvédelmi-tározó. Első körben a cigándi és tiszaroffi tározók kerültek átadásra, és 2010 nyarán a tiszaroffi tározót el is kellett árasztani a közeledő árhullám miatt. Az árvízi tározó megnyitásának oka, az egyre magasabban tetőző árvíz hullámok és az árvízvédelmi töltések elavultsága volt. A tározó a megnyitás után 37 napig üzemelt. Az elárasztás során 22,8 km²-nyi terület került elárasztásra, amelynek nagy része művelés alatt álló termőföld, kisebb részben erdő és egyéb művelési ágba tartozó kisebb területek. A tározóba engedhető maximális vízmennyiség összesen 97 millió m³, viszont az elárasztás során mindössze 56,8 millió m³ Tisza-vizet engedtek bele. A tározó az üzemelése alatt csak a beengedhető vízmennyiség 60% került a területre. Ez idő alatt megfelelően teljesítette a

feladatát. A tározó és az elárasztási időszak alatt folyamatos felügyelet és monitorozás folyt. Így az árapasztó tározó és a rajta végzett vizsgálatok eredményei jó példaként szolgálhatnak egy következőkben építendő hasonló létesítményhez (VÉGVÁRI, 2010).

1.8. A digitális térképszerkesztés és a GIS

Az adatállományok mennyiségének rohamos növekedésével a hagyományos adatfeldolgozási és tárolási módszerek elavultak és hatékonyságuk is gyenge volt az adatmennyiséghez mérten. A nagyteljesítményű számítógépek elterjedésével az adatok létrehozása, tárolása, másolása, visszakeresése, feldolgozása sokkal egyszerűbbé vált, ami már megfelelt a jelenkor követelményeinek. A földrajz tudományok területén is jelentős fejlődést jelentett az elsőként a fejlett nyugati országokban elterjedt GIS (Geographical Information System) rendszerek alkalmazása. Ez a rendszer a térbeli geometriai adatok tárolásán túl ezekhez kapcsolódó attribútumok gyűjtésére, kezelésére és elemzésére is alkalmas. Ez a rendszer nagyban megkönnyíti az adatok feldolgozását (LÓKI, 1996).

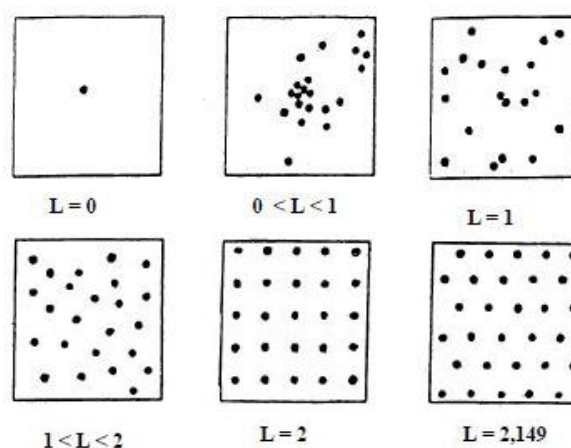
A számítástechnika fejlődésével a digitális kartográfia fogalma és lehetősége is megjelent. Amely azt jelenti, hogy a térképek és ezekhez tartozó adatok digitális (számítógépes) feldolgozása lehetségessé vált. Így a térképek rajzolása jóval egyszerűbb, precízebb és gyorsabbá vált (SÜMEGHY et al., 2009).

Ehhez kapcsolódóan alakult az ESRI Ltd., amely Windows operációs rendszeren futó szoftverek fejlesztésével foglalkozik, ezek a programok GIS problémák megoldására születtek. Napjainkban is előszeretettel alkalmazott ArcGIS szoftverek is az ESRI nevéhez kapcsolódnak, melyekkel a térképek készítésén túl a statisztikai műveletek és a táblázatos megjelenítések egyszerűbbé váltak (LÓKI, 2007).

1.9. A tájmetria és alkalmazása

A tájföldrajzi alapokon nyugvó tájökológia még ma sem bővelkedik matematikai-geometriai elemzésekben. Mérföldkönek számítanak az 1980-as évek, amikor a tájökológiában egyre gyakoribbá váltak a térbeli folyamatok elemzésére a geometria eszközei. Ezeket a geometriai-topológiai eszközöket felhasználva igyekeztek a táj természetes és földhasználat révén létrejött állapotát vizsgálni (CSORBA, 2006).

Különböző eszközöket használ a tájmetria, amelyek közül első mérési lehetőségként említhetjük a tájfoltok közötti távolság mérését. Különösen fontos a távolság mérése, mivel a távolság növekedésével az anyag-és energiaforgalom csökkenése és az áldozattá válás kockázatának növekedése vonhat párhuzamot (FARINA, 1998). Ehhez kapcsolódóan említhető a legközelebbi szomszéd index, amely a tájfoltok egymáshoz viszonyított elhelyezkedését vizsgálja, ami a vizsgált terület tájfoltjainak legközelebbi szomszédjaiktól való távolságának átlaga és a véletlenszerű elhelyezkedésük esetén várható átlagos legközelebbi szomszéd-távolság hányadosát jelenti. Ha az index értéke 1 körüli, akkor az elhelyezkedés véletlenszerű, minél nagyobb a szám annál szabályosabb az elhelyezkedés, minél kisebb, annál csoportosabb. A tájfoltok és az index közötti kapcsolatot a 4. ábra szemlélteti (CLARK-EVANS, 1954, TELBISZ, 2001).



4. ábra: Pontalakzatok a legközelebbi szomszéd index (L) különböző értékeinél (NEMES, 1998)

Ezen túl jól vizsgálható a tájfoltok és területek nagysága. Viszont ez a vizsgálati mód ökológiailag nem teljesen kifinomult, mivel minden faj és közösség zavartalan működéséhez más-más területi folt, élettér szükséges. A vizsgálat pontosítását szolgáltathatja, ha a vizsgált terület foltjainak átlagos nagyságát is megadjuk. Viszont az átlag a nagy szórásértékek miatt a legkevésbé használható információ, amelyet kiegészíthetünk a ferdeség megadásával. A ferdeség értéke azt adja meg, hogy az átlag feletti vagy alatti értékek dominálnak. Pozitív értékű szám esetén az átlag feletti, negatív szám esetén az átlag alatti értékek dominanciája jellemző (CSORBA et al., 2006). Ezeken a statisztikai vizsgálatokon túl alkalmazható még az ökogeográfiai stabilitási szám megállapítása, amit a későbbiekben terület/kerület arányként tüntetnek fel. A vizsgálat során a foltok terület/kerület hányadosának megadása történik meg. És a módszer elvi alapja az, hogy két ugyanakkora területű folt esetén az a stabilabb, amelynek a kerülete kisebb. Mivel a kisebb kerület (szegélyhossz) kisebb „támadási felületet”

biztosít a folt számára (CSORBA, 1989). Viszont egy terület stabilitásában nem csak ez a tényező játszik szerepet, ez csak egy tényező a különböző természetes és emberi behatásokon túl. Így nagy szerepe lehet az ökögeográfiai stabilitásnak a foltok stabilitásában, esetleg köze lehet a fajgazdagsághoz a támadási felület következtében, de nem ad pontos választ a foltok stabilitásáról.

Megadható még a TE érték (Total Edge = Teljes szegélyhossz), ami a táj felszabdaltságáról, fragmentáltságáról ad információt. Minél magasabb ez az érték, annál fragmentáltabb a terület. (SZABÓ, 2009).

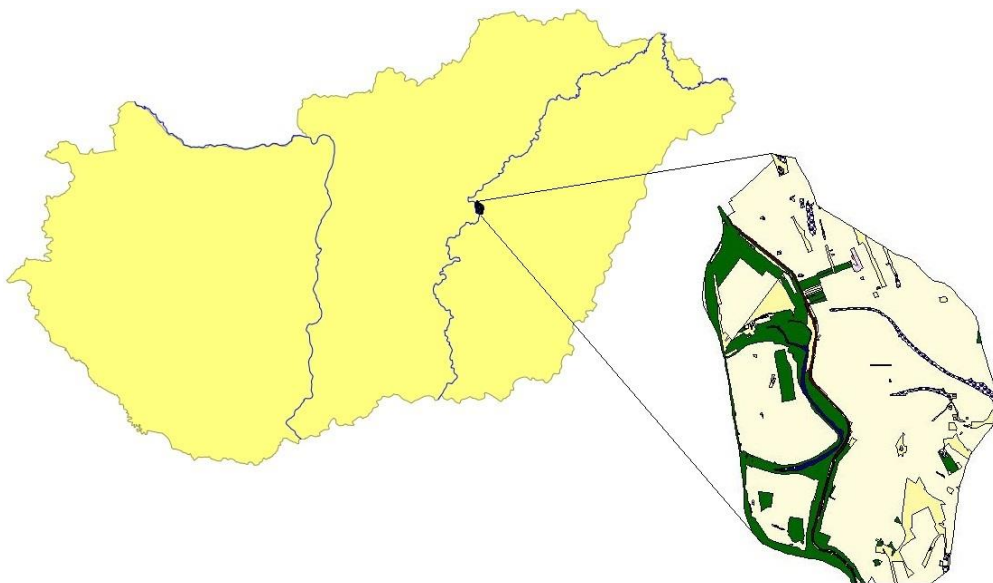
A fraktáldimenzió érték kiszámítása is gyakran használatos, amely alakmutató a foltok alakjának összetettségét kiterjedésük figyelembe vételével adja meg. Más módon a Shape indexet is a foltok alaki mérőszámaként alkalmazhatjuk. A folt kerületét a minimumkerülettel osztva, amit egy ugyanakkora területre vonatkoztatott kompakt folt kerületeként határozunk meg. A Periméter érték pedig egyszerűen a folt kerülete osztva a területével. Hasonló mint az ökögeográfiai stabilitás vagy terület/kerület (SZABÓ,2009).

2. Feldolgozás anyaga és módszere

2.1 Mintaterület bemutatása

Vizsgálatom a tiszaroffi árapasztó tározó területére terjedt ki. A tározó a Tisza mentén létesült és átadott tározók egyike, mely árvíz idején a vízszint csökkentésére hivatott. Továbbá a Góti-tói Holt-Tisza (Tiszabő és Tiszaroff közötti holtmeder) környezetét is a vizsgálat alá vontam, mivel a két különböző terület szorosan kapcsolódik egymáshoz. A két terület különbözőségét az adja, hogy a holtmeder területe árvíztől nem mentesített, így a két terület változásában végbement eredmények megfigyelésére is lehetőség nyílik. Az árapasztó tározó a Tisza balparti öblözetében helyezkedik el. A tározót körülöleli Tiszaroff, Tiszagyenda és Tiszabő település. Nyugat felől a Tisza folyó töltése határolja, további területeit pedig újonnan létesített töltések övezik. A három település közötti területet nagyban felöleli a tározó, amelyet az előre jelzett igénybevételek száma és a véstározási igény indokol. A terület nagy részét ármentes termőföld képezi.

A vizsgált terület nagysága közel 40 km^2 , ebből a tározó területe $22,8 \text{ km}^2$. A vizsgált területbe települések nem tartoznak, viszont a tározó építésével járó folyamatok vizsgálata igen fontos lehet. Ezen túl a Góti-tó védett holtmedrek közé sorolt víztípus, ezért a terület vizsgálata is kiemelten fontos (Internetes hiv. 1). A mintaterület elhelyezkedését a 5. ábrán szemléltetem.



5. ábra: A mintaterület elhelyezkedése (saját szerkesztés)

2.2. Felhasznált térképi állományok

A terület vizsgálatához négy adatbázis használtam fel. Mivel egy terület jelentősebb változásai évtizedek alatt mennek végbe, így a vizsgálathoz is időben jól elhatárolható térképi állományokat használtam fel. Kiindulási pontnak 1979-ben készült légifelvételek adatállományát veszem, így a későbbi változások ehhez, a kiindulási állapothoz lettek viszonyítva. Így a több időpont területhasználati adatait összehasonlítva, évtizedek alatt létrejött változásokat lehet vizsgálni. A vizsgálat során általam felhasznált térképi állományok a következők: katonai térképek (1952), topográfiai térképek (80-as évek), Hadtörténeti Múzeum légifelvételei (1979,87), Google Earth felvételei két eltérő időszakból (2009-es és 2009 előtti állapot).

A topográfiai térképek jelkulcsa ma is használatos így ezen állomány feldolgozásánál nem adódtak különösebb nehézségek.

A jelenkori állapot vizsgálatát a Google Earth nevű szoftver segítségével végezhettem el. Mivel felvételei a 2009-es időpont előtről is rendelkezésre állnak, így közvetlen a tározó építése előtti időszakot is vizsgálhattam, a 2009-es időponthoz viszonyítva, amikor már a tározó elkészült.

Továbbá a Hadtörténeti Múzeum által rendelkezésemre bocsátott légifelvételeket szkennelés és georeferálás után digitalizáltam, így nyerhettem adatokat az legrégebbi időpontok területhasználatáról. Ezen felvételek nem a jelenkor modern technikájával készültek, így kisebb-nagyobb nehézségek adódtak a vetületi transzformáció és a digitalizálás során. A terület sík jellege miatt nem végeztem ortorektifikációt, a georefrálás során elért pontosság így is elegendő volt, ami nem zavarta a összehasonlításokat.

A katonai térképeket csak a tanyavilág vizsgálatánál alkalmaztam, mivel ebben az esetben jól szemléltethető a tanyavilág eltűnése.

Az általam vizsgált terület adatainak összehasonlításának elengedhetetlen alapfeltétele, hogy minden állomány azonos vetületi rendszerben legyen elkészítve. A térképek vetületi transzformációja a modern szoftverek segítségével elvégezhetőek. (DETREKŐI-SZABÓ, 2007). A vetületi transzformációt topográfiai térképek segítségével végeztem el. Így ezután a digitális anyagok EOVS vetületi rendszerben voltak vizsgálhatók. Ehhez a művelethez a Quantu GIS 1.8 nevű szoftvert használtam.

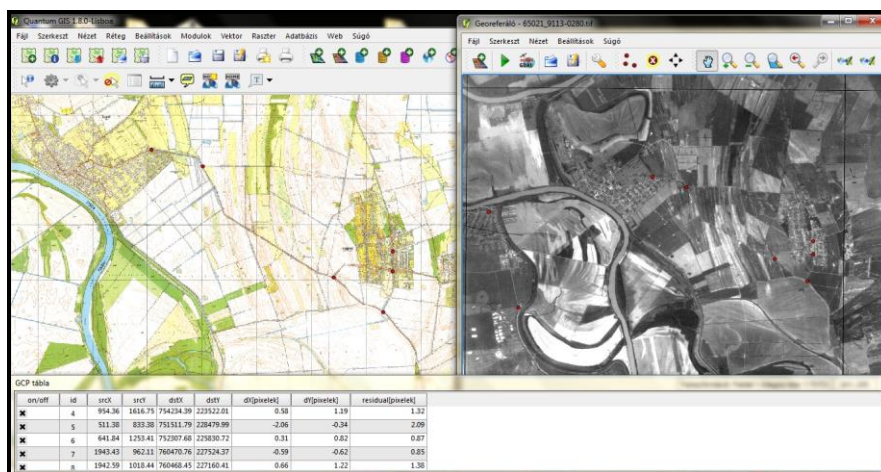
Az 1979-es időszakot ábrázoló légifelvétel a 6. ábrán látható.



6. ábra: A területet ábrázoló 1979-ben készült légifelvétel

2.3. Alkalmazott módszerek és szoftverek

A vizsgálat célja az volt, hogy a területről egységes vetületi rendszerben készített digitális térképi állományokat kapjak, amelyek ezután összehasonlíthatóvá és elemezhetővé válnak. Így a vizsgálatot az Egységes Országos Vetületi (EOV) rendszerben végeztem. A vetületi transzformációhoz a Quantum GIS (QGIS) nevű programot használtam. Ennek segítségével valós koordinátákat rendeltem a képek minden egyes pixeléhez (Internetes hiv. 2.). A polgári topográfiai térképek ebben a vetületi rendszerben álltak rendelkezésemre, így a további állományok vetületi transzformációját ezekhez a térképekhez viszonyítva végeztem el. Így a közös azonosító pontok rendelkezésemre álltak. Ezeknek a felszíni, koordinátákkal rendelkező illesztési pontoknak (Ground Control Points/GCP) mindkét időpontban rendelkezésre kell állniuk, és lehetőség szerint olyan pontoknak kell lenniük, amelyek nem esnek át nagyobb változáson és térben nem tolódnak el az eredeti helyükről (pl.: útkereszteződések, jól felismerhető épületek, templomok, hidak, stb). Minél több ilyen illesztési pontot alkalmazunk a transzformáció során, annál pontosabb lesz a végeredmény, így törekedni kell arra, hogy minél több ilyen GCP-t tudjunk elhelyezni egy adott felvételen (MUCSI, 1995). A 7. ábrán általam elhelyezett illesztési pontok figyelhetők meg.



7. ábra: GCP-k felvétele Quantum GIS szoftverben (saját szerkesztés)

Általában 8-10 GCP-t helyeztem el, mivel a térkép és a légifelvételek között időben nagy eltérés volt, így nehezen lehetett volna több pontot elhelyezni. A transzformált képek között még így is adódhat némi eltérés, amelynek különböző okai lehetnek, melyek a következők lehetnek: térkép minősége, pontossága, a térképi viszonyítási pontok pontossága, az illesztési, viszonyítási pontok azonosításának precizitása, az illesztéshez használt metódusok és szoftverek, a fénymásolás, szkennelés, stb. torzítása (DETREKŐI-SZABÓ, 1995).

A vetületi transzformációt követően a digitális állományok elkészítéséhez az ArcGIS 10.1 elnevezésű számítógépes szoftvert használtam, amelynek segítségével értelmezhető és elemezhető térképi adatokat kaptam. Az attribútum táblát kitöltve a program képes megkülönböztetni a különböző kóddal ellátott területeket (pl.: erdő, gyümölcsös, szántó stb). Ezáltal a különböző területhasználati adatok összehasonlíthatóvá válnak, nem csak vizuálisan, hanem matematikai vizsgálatra is lehetőség nyílik. Munkám során a fedvények (shape fájlok) létrehozása igényelte a legnagyobb odafigyelést és a leghosszadalmasabb munkát.

2.3.1. A Quantum GIS és az ArcGIS pluginjai/moduljai

Mindkét szoftverben alkalmazhatunk hozzájuk kapcsolható bővítményeket, amelyeket általában ingyenesen tölthetünk le az internetről. A beépülő modulok használata és együttes alkalmazása kiemelten fontos, mivel gyakori, hogy egy adott művelet elvégzéséhez akár 2 vagy 3 különböző plugin ismerete és szakszerű használata is szükséges. Így történt ez például a foltűrűség vizsgálatánál is, ahol a Quantum GIS alapfunkcióin túl használtam az mmqgis, heatmap, ftools pluginokat a topológiai javítás után, amelyet az EditTools 3.6 ArcView-ba

beépülő modul segítségével végeztem el. Az általam használt szoftverek és pluginek listája az 1. táblázatban látható.

1.táblázat: Alkalmazott szoftverek

Alkalmazott szoftverek és moduljaik	
Quantum GIS 1.8	ArcView GIS 3.2
„Heatmap”	„Edit Tools 3.6”
„mmqgis”	
„Ftools”	

A hőterkép szerű ábrázolás az egyik legjobb lehetőség a pontok sűrűségének vizuális megjelenítésére. A hőterkép modul a Quantum GIS 1.8-as verziójában érhető el.

Rácsáló létrehozása két plugin segítségével is megtörténhet. Alkalmazhatjuk az Ftools plugint és az mmqgis plugint is. Én az utóbbi modult választottam, mivel gyorsabb és egyszerűbb az alkalmazása.

Az „Ftools” plugin egy vektoros adatbázis elemzésére szolgáló modul, amely több különböző elemzési és szerkesztési módszer alkalmazását teszi egyszerűvé és elérhetővé. Így az eszközök egy csomagban állnak rendelkezésünkre, amelyek a GIS alapú kutatások megkönnyítését szolgálják. Én elsőként a folsűrűség vizsgálatához használtam a plugint, felületi centrálisok létrehozásához. Ennek segítségével a poligonok/sokszögek pont formájában ábrázolhatók. Az így, a poligonok középpontjában keletkezett centrálisok segítségével különböző méréseket végezhetünk. A pontok elhelyezkedését, egymásközi távolságát is vizsgálhatjuk. Végül a plugin tartalmaz egy „legközelebbi szomszéd” elemzés opciót, aminek segítségével az egyes tájhasználati formák legközelebbi szomszéd index (L) értékét számítottam ki (Internetes hiv. 3.).

2.3.2.Szoftverek a domborzat és elárasztásmodell létrehozásához

A 3 dimenziós domborzatmodell létrehozásához Surfer 10. szoftvert alkalmaztam, az alapállományt az Arcview GIS 3.2. szoftverben létrehozott vektoros szintvonalterkép szolgáltatta. Ezt követően elárasztásmodellt GlobalMapper 15 szoftversegítségével készítettem

2.4. Terepbejárás

A tározó építésekor a töltésen végighúzódo (kerékpár és gépjárműforgalom számára is alkalmas) út került létesítésre. Így a terep körbejárása igen egyszerű volt. A terepbejárás segített a légifelvételek által nehezen felismerhető foltok azonosításában. Fontos volt ez, a tározó töltésének anyagnyerő árcai környékén, ahol a felszínbolygatás igen nagymértékű volt. A körbejárás során a Gó-i-tói Holt-Tisza szemrevételezésére is sor kerülhetett. Ezen túl a terepbejárás segített a téma elmélyítésében és pontosabb vizsgálat elvégzésében.

2.5. Alkalmazott módszerek hibái

Az általam alkalmazott szoftverek és kiértékelési módok tartalmazhatnak hibalehetőségeket, ezeket a következő alfejezetekben tárgyalom. Az esetleges hibák adódhatnak a szoftverek véges lehetőségei miatt.

2.5.1. Stabilitási értékek szórása

A stabilitási értékek ábrázolásakor, az értékek szórását is feltüntettem. Ezen adatok igen magas értéket mutatnak, így a diagramokon is kiugró szórásértékek mutatkoznak. Ez annak köszönhető, hogy a stabilitási értékek nem tekinthetők normális eloszlásúnak, mivel a csúcosság igen kicsi. A nagy varianciának köszönhetően megjelenítésük nehézkes és zavaró lehet.

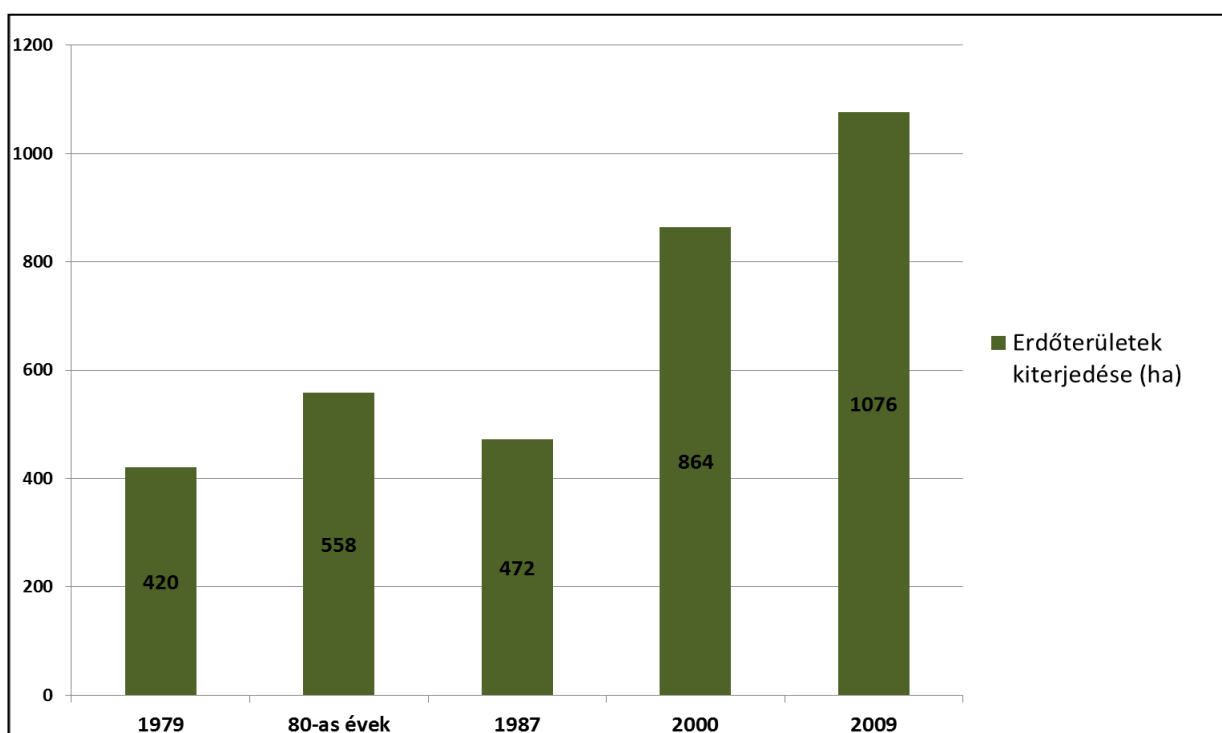
2.5.2. Átlagterületek ábrázolása

Az átlagterületeket együtt ábrázolom a legnagyobb és legkisebb területekkel. Az adatok megjelenítésére alkalmasabb lenne egy boxplot típusú diagram. Amely segítségével a terjedelem, az interkvartilis terjedelem, a medián, a legkisebb és legnagyobb érték ábrázolása valósítható meg egyetlen ábra segítségével. Ezt egyes esetekben alkalmazom is, viszont bizonyos esetekben a kiugró értékek, vagy a kevés mintaszámból adódóan a boxplot kevésbé értelmezhető – ilyen esetekben az ábra jobb értelmezhetősége kedvéért 1-1 kiugró értéket kihagytam (de ennek tényét mindenhol közöltem is).

3.Eredmények

3.1. Erdőterületek alakulása

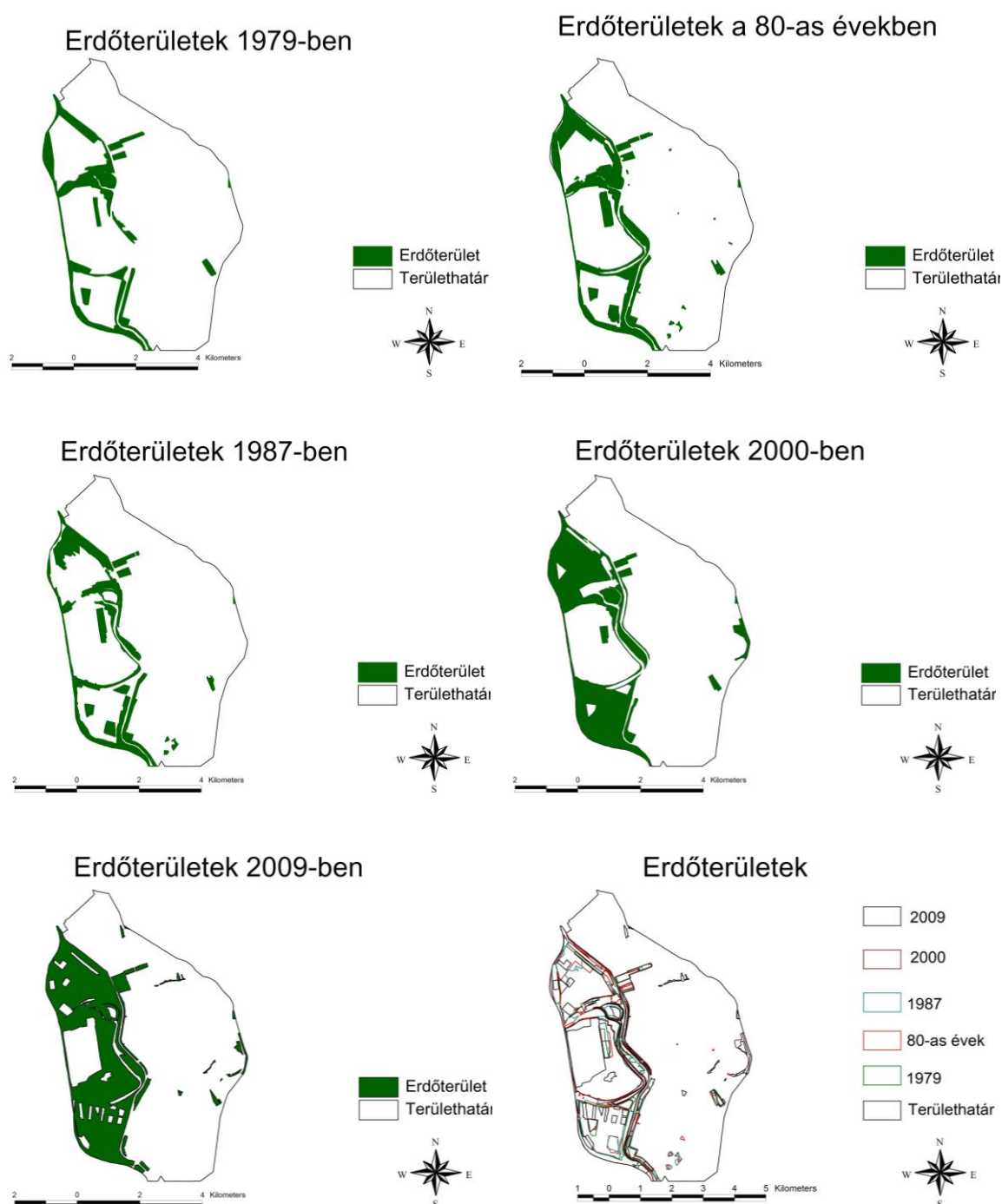
A vizsgálat szempontjából lényeges, és megállapítható, hogy az erdőterületek jelentős része a mentesítetlen ártér területén a Gó-i-tói Holt-Tisza környezetében helyezkednek el. Így jelentősebb változások is itt mentek végbe, nem pedig a Tiszaroffi tározó területén. Az erdőterületek alakulását a 8. ábra szemlélteti.



8. ábra: Erdőterületek alakulása a vizsgált időszakban

Egyértelműen kijelenthető hogy az erdőterületek nagymértékben növekedtek az elmúlt időszakban, amelynek fő oka az ártéri gazdálkodás felhagyása. A vizsgálat során fény derült arra, hogy elsőként az ártéren létesített szántók művelésével hagytak fel, így ezeken a területeken elsősorban rét/legelő jelent meg. Ezt követően indult meg a terület növényborítottságának növekedése. Ez a folyamat más területekre is jellemző, a szakirodalomban is olvasható, hogy a hagyományos legeltetés elhagyása a beerdősüléshez vezethet (KELEMEN, 1997). Az ártéri gazdálkodás felhagyásához az árvizek vezethettek, így a területek művelhetetlenné és sok időn keresztül vízborítottá válhattak. Viszont az erdőterületek növekedése nem mindenhol egységes, a kisebb erdőfoltok az idő folyamán

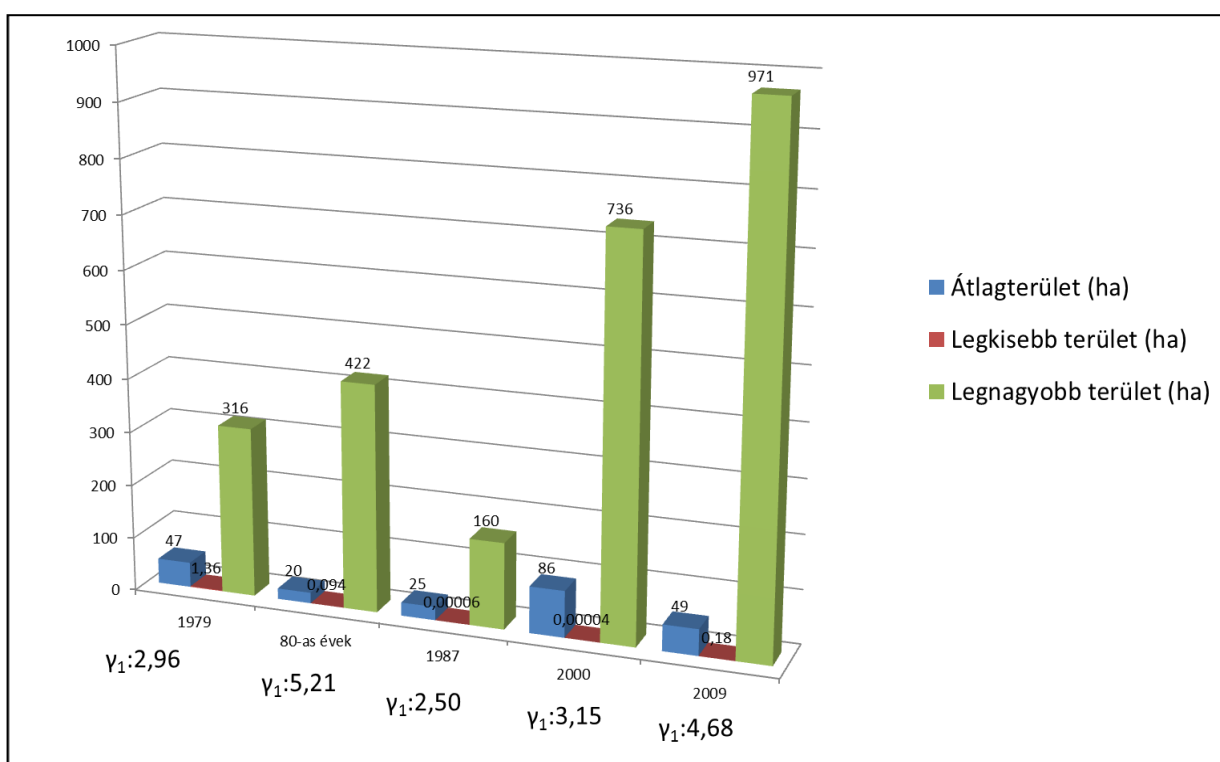
eltűntek, kitermelésre kerültek, esetleg a szántóterületek növelésének érdekében kivágásra kerültek. Ezért az erdőfoltok eltűnése főként a kis kiterjedésű erdőterületekre jellemző. A folyamatok végeredményeképpen az erdők területe több, mint duplájára emelkedett. Viszont az ártér vízbefogadó képessége jelentős mértékben csökkent. A keletkező adatok alapján kiszámolható, hogy az erdőterületek nagysága 17%-al növekedett, ami főként a szántó és legelőterületek csökkenését eredményezte. A 9. ábrán az erdőterületek változása figyelhető meg a vizsgálati időszakon belül.



9. ábra: Erdőterületek alakulása

A vizuális kiértékelés során is megbizonyodást nyert az a kijelentés, hogy az erdőterületek változása főként az ártéren ment végbe, és folyamatos erdősülés figyelhető meg. Ezentúl a kisebb foltok eltűnése is megfigyelhető. Továbbá a térképeken még nem észlelhető viszont az újonnan létesített tározó töltésénél védelmi célból erdősítés folyik, amelynek célja a tározó töltésének megóvása.

A következőkben a 10. ábra segítségével az erdőterületek statisztikai vizsgálatát végzem el, ahol az átlagterületen túl a legkisebb, legnagyobb területek értékét is feltüntettem hektárban. Ezentúl a „ γ_1 ” értékek a ferdeség értékét mutatják.

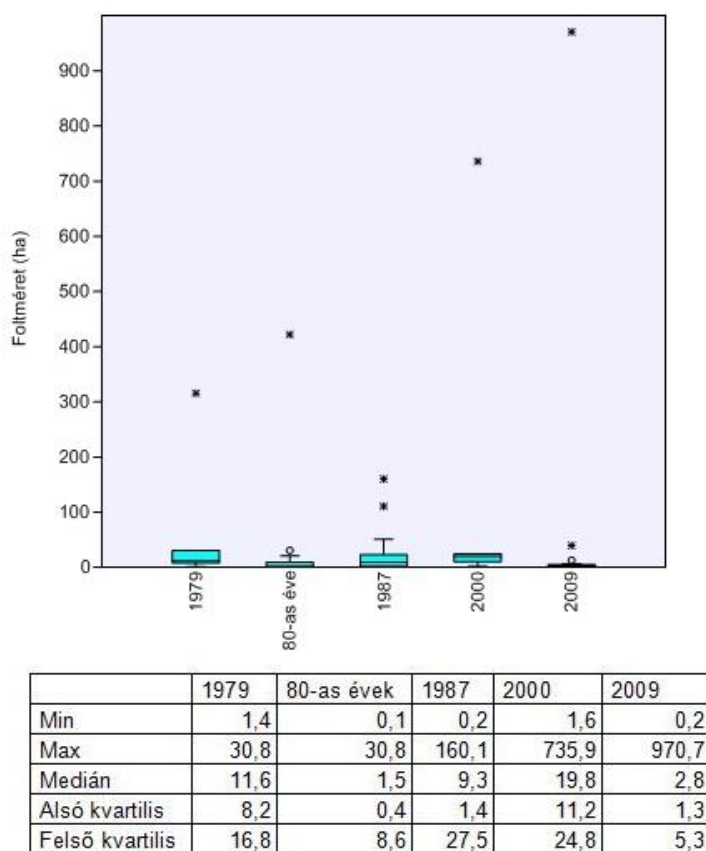


10. ábra: Átlagos erdőméret alakulása a vizsgálati időszakon belül

A 21. ábra jól szemlélteti, hogy az átlagterületek értéke csak 2000-ben mutatott nagymértékben magasabb értéket, ez valószínűleg a kis erdőfoltok eltűnésével magyarázható. Ezt a ferdeségi érték is bizonyítja, mivel a területen az átlagnál nagyobb erdőfoltok dominálnak. Emellett az erdősülési folyamat is kifejezetten jól megfigyelhető a legnagyobb terület vizsgálatánál, ahol szinte folyamatos növekedés figyelhető meg, és a 1979-es időszakhoz képest több mint háromszorosára nőtt a legnagyobb erdőfolt nagysága, amely köszönhető különálló foltok egybeolvadásának és az erdőfolt növekedésének is.

Kijelenthető tehát a területen nem csak az erdőterületek teljes kiterjedése nőtt, hanem a legnagyobb területű erdőfolt mérete is növekedett. A vizsgált időszak egészében az átlagnál nagyobb erdőfoltok domináltak, ami annyit jelent, hogy gyakoribbak az átlagértéknél nagyobb kiterjedésű erdőfoltok. A legkisebb terület vizsgálatánál figyelhető meg csak tartós csökkenés, ahol a kezdeti érték a legmagasabb, és szinte a teljes vizsgált időszakban csökkenő tendencia figyelhető meg és még az utolsó (2009-es) adat sem közelíti meg a kezdeti időszakban mért legkisebb területű erdő méretét.

Összehasonlításképpen az erdőterületek Box plot diagramját is elemzem. Az 11. ábra alapján jól látható, hogy minden évben magas kiugró értékek tartoznak az interkvartilis tartományhoz. Viszont megfigyelhető, hogy ez a tartomány minden évben 100 ha alatt marad. Ez azt jelenti, hogy az erdőfoltok túlnyomórészt ebbe a tartományba esnek, viszont előfordulnak jóval magasabb értékek is. Megfigyelhető a legnagyobb terület méretének növekedése, viszont a legkisebb területek vizsgálata nehézkes a diagramon. Jól látható viszont, hogy minden évben szinte egy magas kiugró érték figyelhető meg, ez torzítja a diagramot. Ezen értékek mellőzésével könnyebben értelmezhető diagramot alkothatunk. Ezt az 1. mellékletben közlöm.



11. Ábra: Az erdők foltméretének minimum, maximum, medián értékei, interkvartilis tartományának, alsó és felső kvartiliseinek Blogspot diagramja és értékei

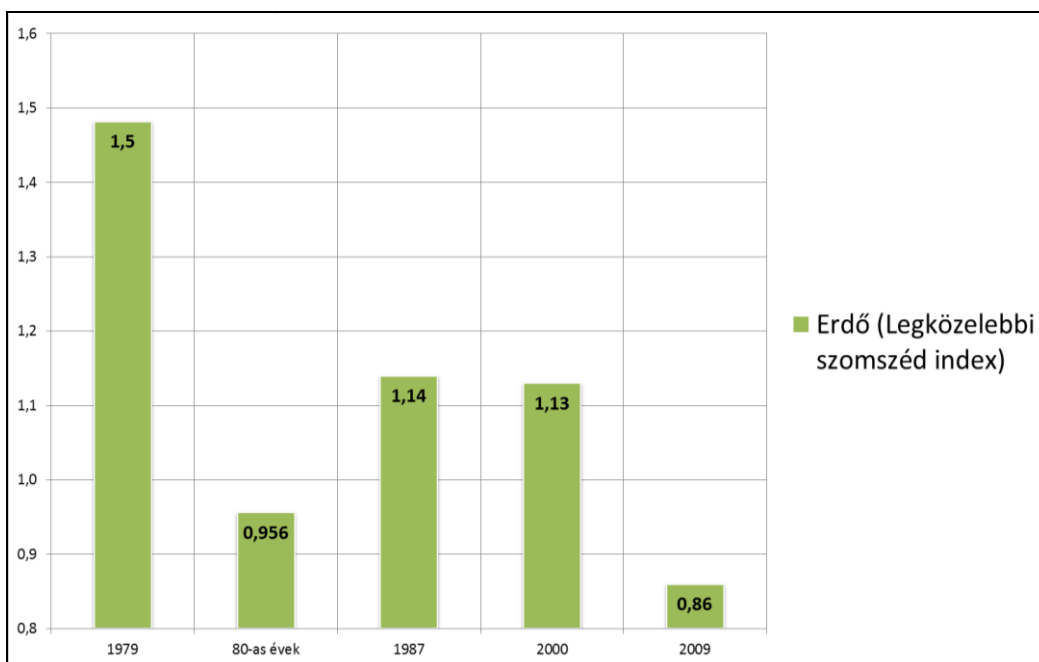
A vizsgálataim során még elvégeztem az erdőterületek terület/kerület átlagos értékének kiszámítását, amelyet a 2. Táblázat segítségével mutatok be. Mivel ahogyan azt említettem is, a stabilitás (terület/kerület arány) minden fajra, populációra és élőlényre más értéket adna, ezért ez csak egy átlagos érték, aminek jelen esetben csak a tendenciáját vizsgálom.

2. táblázat: Erdők terület/kerület arányának változása a vizsgált időszakban

	1979	80-as évek	1987	2000	2009
Erdők átlagos terület/kerület aránya	57	33	51	67	34

Az 2. táblázat is mutatja, hogy az erdők terület/kerület aránya a vizsgált időszakban jelentős ingadozáson ment át, és a legnagyobb értéket 2000-ben érte el, ám az értékek szórása itt a legnagyobb, amelyet egy jelentős csökkenés követett. A legmagasabb érték azt jelenti, hogy a terület/kerület hányados ebben az esetben volt a legmagasabb. Ebben az esetben a terület kisebb kerülettel rendelkezik, tehát a sérülési és támadási lehetőség kisebb felületen mehet végbe. A legutolsó érték abból adódhat, hogy a természetes erdősülés következtében az erdőfolt határvonala szabálytalan és így hosszabb kerületet ad. Ebben az esetben a kerület magasabb értéke kisebb terület/kerület arányt eredményez, vagyis az erdőterületek terület/kerület aránya jelentősen csökken. Az erdőterületek terület/kerület arányát és ezen értékek szórását ábrázoló diagramot az 2. melléklet tartalmazza.

A különböző pluginok segítségével könnyedén elvégezhető a legközelebbi szomszéd index kiszámítása, ami a terület rendezettségéről adhat információt. A legközelebbi szomszéd index értékeit a 12. ábrán jelenítem meg.

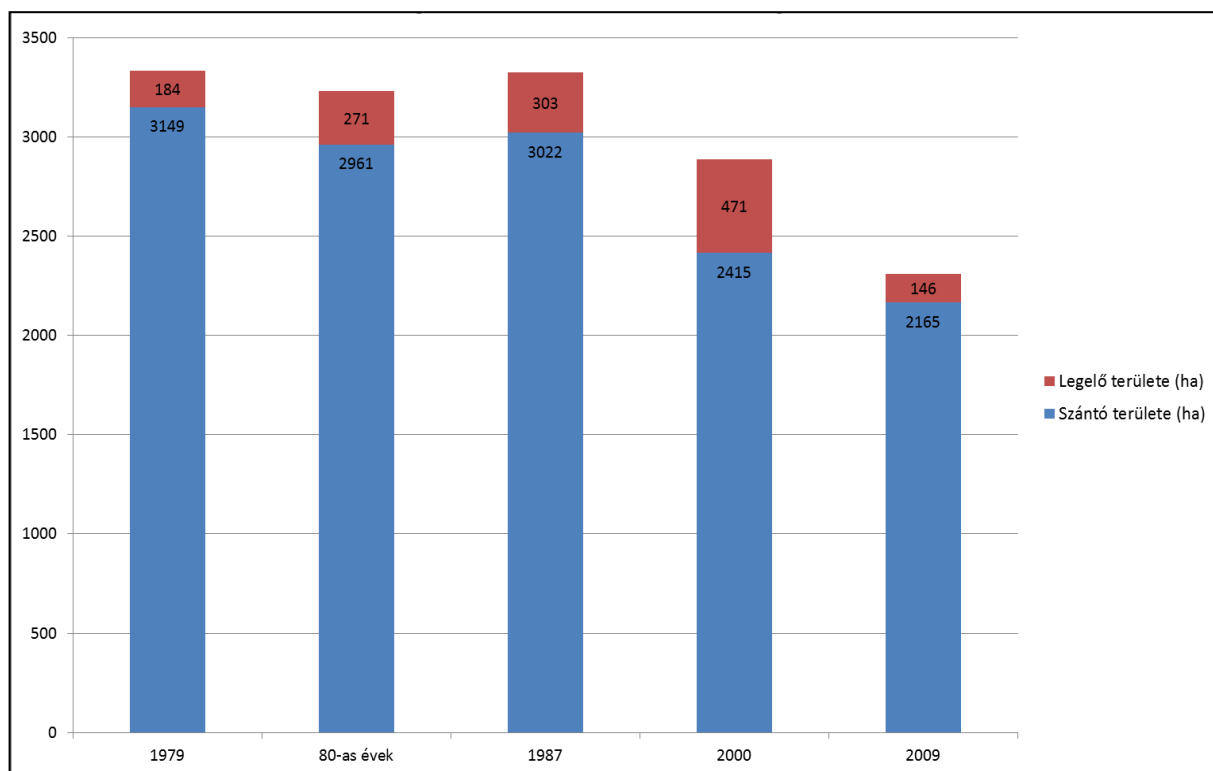


12. Ábra: Legközelebbi szomszéd index alakulása az erdőterületek körében

Jól megfigyelhető, hogy a kezdeti egészen rendezett elhelyezkedésekhez képest, egy jelentős értécsökkenés figyelhető meg, amely a területen lévő erdőfoltok változatosabb módon való elhelyezkedését jelenti. Végül az index eléri a vizsgált időszak végén a legkisebb értékét, ami valószínűleg a területen zajló munkálatok felszabdoló hatásának is köszönhető, és az újonnan megjelenő kisebb erdőfoltok felbukkanásának, amelyek nem szabályos rendszerben ültetve, hanem természetes módon létesültek. A szabálytalan elrendeződés és az egymástól való távoli elhelyezkedés az erdők élővilágainak egymás közötti vándorlását teszi nehezkessé, ezért is fontos a minél közelebbi és stabilabb elrendeződés.

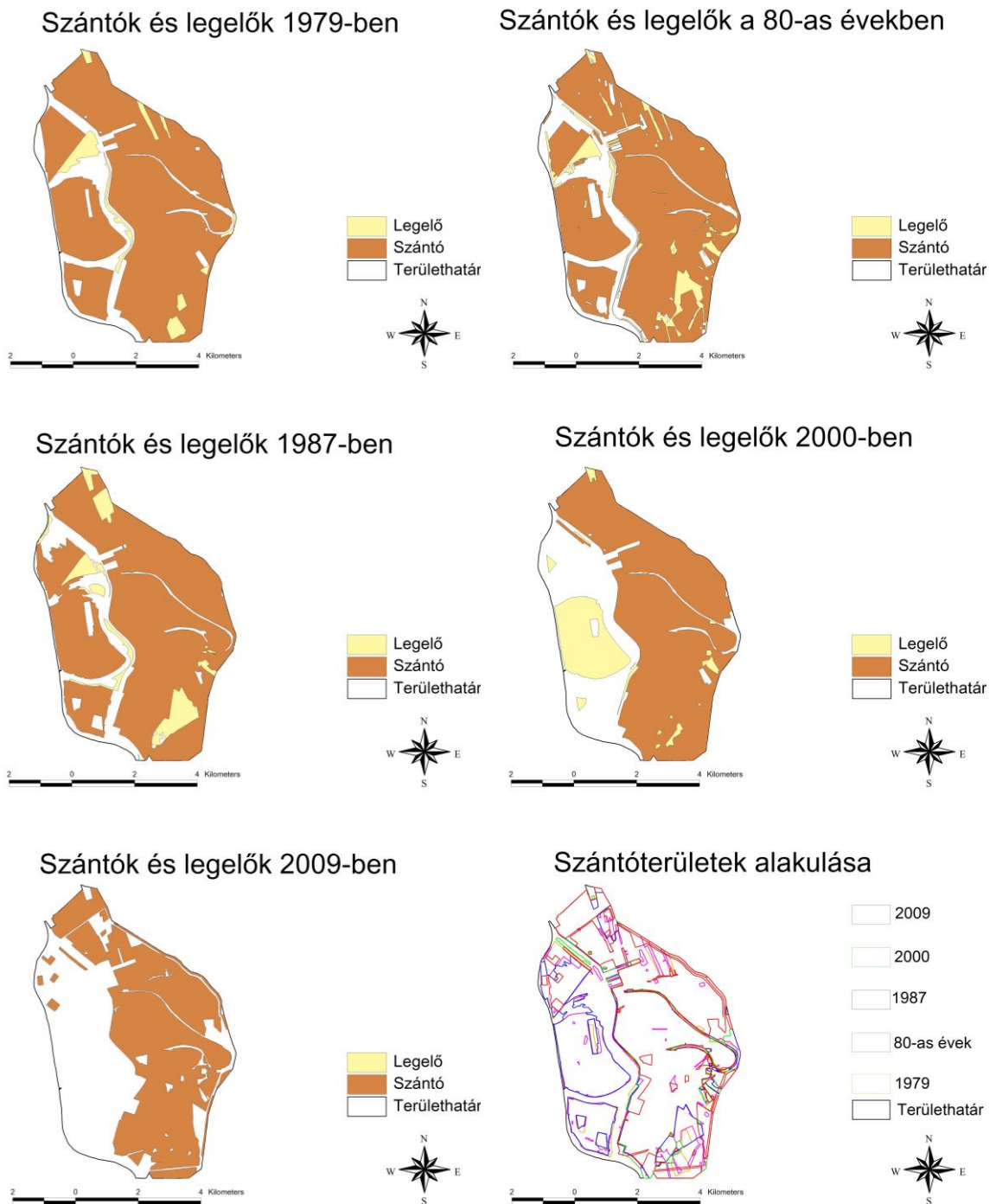
3.2. Szántó és legelőterületek alakulása

A szántó és legelőterületek vizsgálata véleményem szerint együtt kezelendő, mivel a szántók művelésének felhagyása a rét és legelőterületek növekedését jelenti elsősorban. Ezt követően indulhat csak meg, az előző pontban is említett erdősülés és a növényborítás elterjedése. Így a két területhasználati típus adatait együtt tüntetem fel a 13. ábrán.



13. ábra: A szántó és legelőterületek alakulása a vizsgált időszakon belül

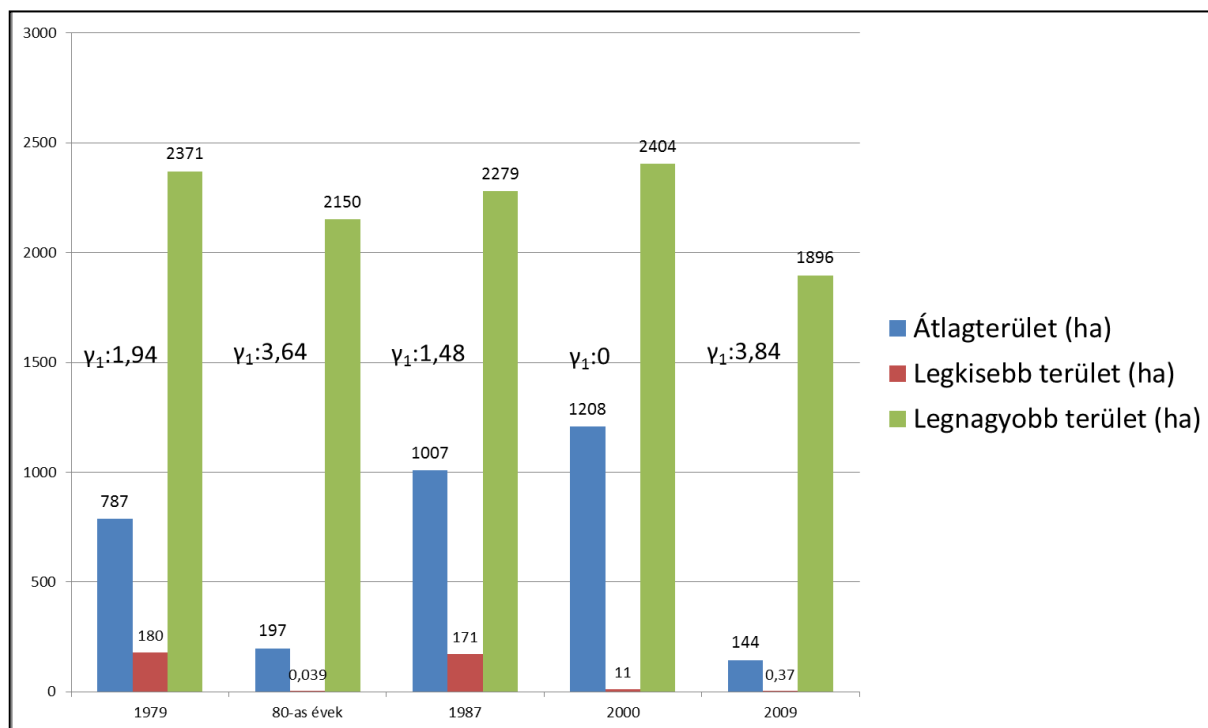
A vizsgálatból is kiderült, hogy a területhasználat szempontjából a szántóterületek a legkiemelkedőbbek. Ezt a 13. ábra is jól szemlélteti. A legelők aránya igen kicsi a szántókhoz képest. Viszont a legelők vizsgálata sem elhanyagolható, mivel a vizsgálat alapján az erdősülés, vagyis a művelés felhagyás irányába mutathat egyes területeken a jelenség. Megállapítható, hogy a szántók területe szinte folyamatos csökkenésen ment át, ami az ártéri gazdálkodás felhagyásának okából adódik. A legelőterületek egészen az utolsó vizsgálati időpontig folyamatos terjeszkedést mutattak, végül egy erős visszaesés figyelhető meg, és ennek következtében az eddigi legalacsonyabb érték mutatkozik. Az egész folyamat visszavezethető az ártéri folyamatokba, és nem főként a tározó építésére. Azonban nem elhanyagolható a tározó építésével járó anyagnyerő árkok, régészeti lelőhelyek, és azok helyén létrejött tavak megléte sem, amik a szántóterületek csökkenését eredményezték. Ezek mindegyike a tározó belső területén helyezkedik el. Ezen folyamatok összessége vezetett a szántóterületek közel 1000 hektárral való csökkenéséhez. Ez azt jelenti, hogy a kezdeti 79%-os szántóterületi arány mintegy 25%-os csökkenés után az utolsó vizsgált időszakban mindössze 54%. Ez igen jelentős csökkenésként számolható el, főként a növekvő termőföld igény szempontjából hátrányos a jelenség. A folyamatok megértését segíti a 14. ábra is.



14. ábra: Szántóterületek alakulása

A keletkezett térképi állományok vizsgálata is az előzőekben említett megállapításokra enged következtetni. Jól látható, hogy a szántók és legelők is szinte teljes egészében eltűntek az ártérrel. És jól megfigyelhető, hogy az első időszakban az ártéren lévő legelőfolt, már hamarabb eltűnik, ezt követően a később felhagyott szántókból lett legelőfoltok is eltűnnek az ártér területén, és a cserjék, fák és egyéb növényborítás veszi át a helyüket.

Az összterület vizsgálatán túl kitérek még az erdőterületeknél is alkalmazott statisztikai vizsgálatra, amit a 15. ábra segítségével szemléltetek.



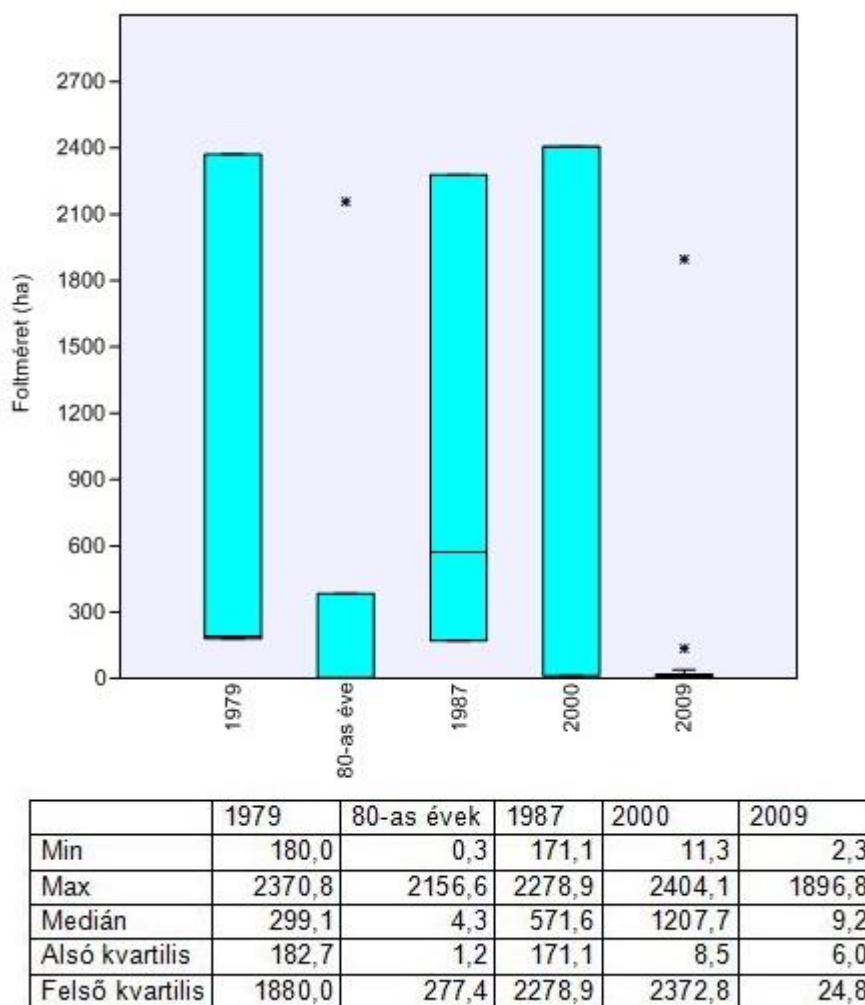
15. ábra: Átlagos szántóterület alakulása a vizsgált időszakban

Az ingadozó szántóterület értékek az időnként megjelenő és eltűnő kisebb-nagyobb (ártéri és mentesített területen egyaránt) területek okozzák. És az átlagértékek ingadozását okozza a kis darabszám is. Ez jól megfigyelhető a 2000-es év vizsgálatánál, ahol csak 2 db szántóterület figyelhető meg a vizsgált területen, egy kisebb 11 hektáros és a vizsgált időszak legnagyobb szántóterülete, ami 2404 hektáros. Ez a legnagyobb szántóméret a vizsgált időszakban a 2000-ik évben mérhető, ennek a csökkenése 2009-re az újonnan épített tározónak köszönhető, amely a szántóterületet felszabdalta és egyben annak méretét is csökkentette, mivel a töltés jelentős területet foglal el. A töltés építésének is köszönhető, hogy a kezdetben növekvő átlagterület a vizsgált időszak végén alacsonyabb értéket ér el. A felszabdálás a szántóterületek tördelését jelenti. Így a töltés nem csak a területen élő állatok vándorlásában játszhat szerepet, hanem a területhasználat változását és képét is befolyásolta. A ferdeségi értékek itt is jelentős pozitív irányba való eltolódást mutatnak, vagyis az átlagosnál nagyobb szántóterületek dominálnak. Ez köszönhető a folyamatosan egybeolvadó területeknek.

A legkisebb területek vizsgálatánál csökkenő tendencia figyelhető meg a vizsgált időszak végén, ami annak köszönhető, ha csak időszakosan is, de újra megjelent néhány

művelés alá vont terület az ártéren. És a területen zajló munkálatok során létrejöhetett néhány kisebb folt is.

A szántóterületek jellemzésére sem mutat jó eredményt a Boxplot vizsgálat. Jól látható a 16. ábrán, hogy a legnagyobb és legkisebb területe is igen nagy (több száz hektáros) ingadozást mutat. Viszont a Boxplot diagram itt sem alkalmazható tökéletesen, a kis mintaszám miatt. Jól látható hogy az interkvartilis tartomány igen széles határokat ölel fel. Mivel némely időszakokban összesen 2-3 szántófolt volt jelen a vizsgált területen.

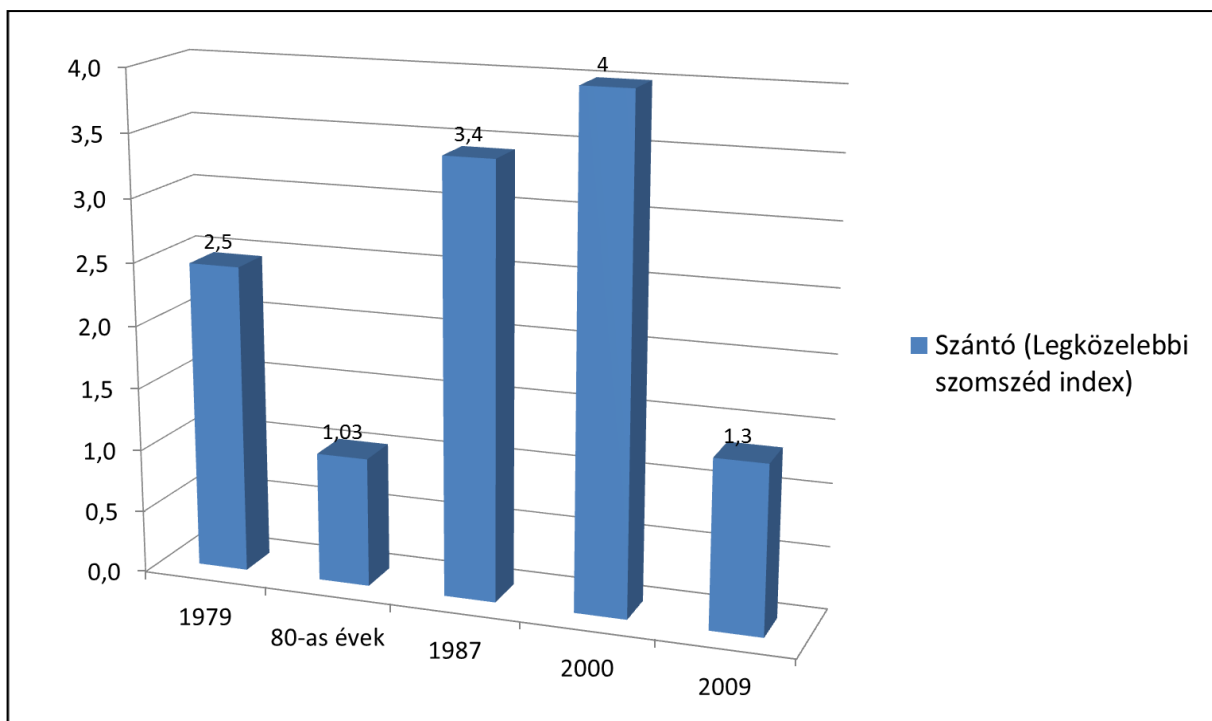


16. Ábra: A szántók foltméretének minimum, maximum, medián értékei, interkvartilis tartományának, alsó és felső kvartiliseinek Blogspot diagramja és értékei

Mivel a szántóterületek mesterségesen, az ember által művelt területek, ezért a stabilitás mérésének csekély jelentőséget tulajdonítok. Mivel ez a mérőszám főként természetes és természetközeli állapotú területeken hasznos. Így a terület/kerület arány mérését a

szántóterületek körében mellőzöm. Annál inkább érdekes ez a legelőterületek körében, mivel a legelők és rétek nagyon sok védett fajnak adhatnak otthont.

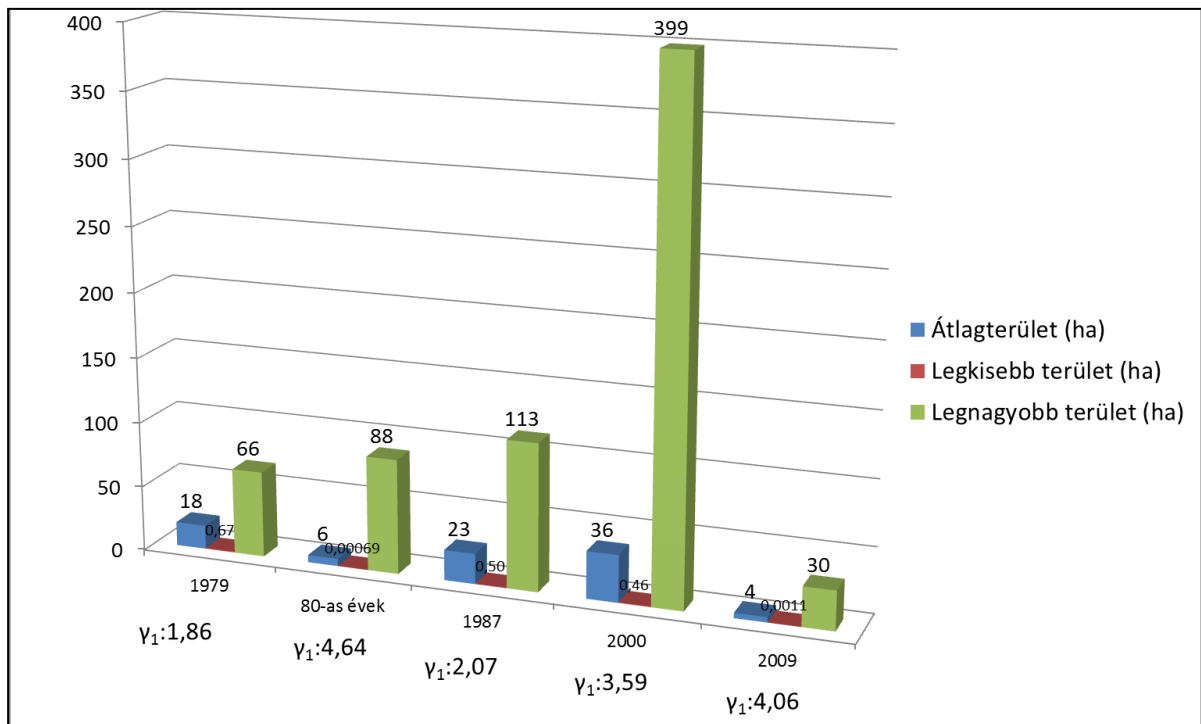
A következő vizsgálati pont a szántók körében a legközelebbi szomszéd index kiszámítása. A 17. ábra segítségével elemzem a kapott értékeket.



17. ábra: Szántóterületek legközelebbi szomszéd index változása a vizsgált időszakban

A kapott értékek alapján kijelenthető, hogy a terület szántói minden esetben a rendezett szerkezet felé tendálódnak, a legalacsonyabb érték sem a teljesen rendezetlen csoportba sorolható. Ezek az értékek ugyanakkor félrevezetőek lehetnek, mivel a 80-as években sokkal több kisebb méretű folt volt megtalálható, míg később kevesebb ám egybefüggő nagyobb folt volt megfigyelhető, ez vezethet oda, hogy a 2000 években egészen rendezett (vagy csoportos) elrendeződés alakult ki. A 2009-es időpontra vonatkozó index csökkenését a terület felszabdálása adhat magyarázatot. A töltések építése során a nagyobb egybefüggő szántók kisebb területekre lettek felszabdálva.

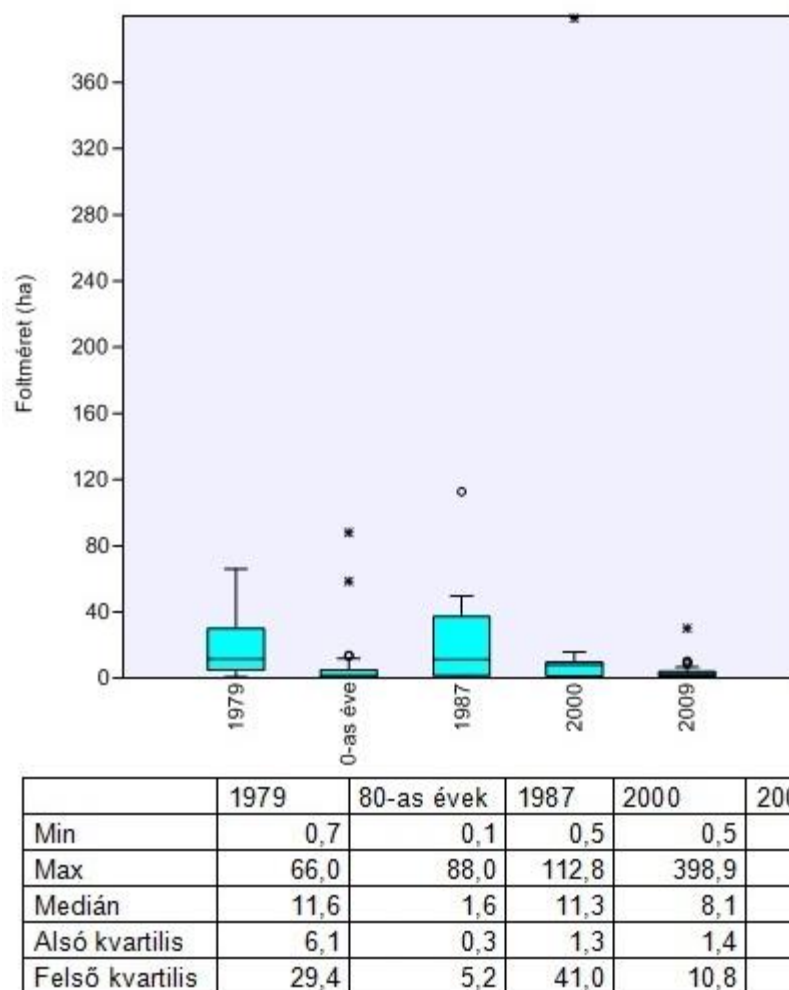
A következő pontban a legelőterületek alakulását vizsgálom. A 18. ábra megfelelően szemlélteti a terület fejlődését.



18. ábra: Átlagos legelőterület alakulása a vizsgált időszakban

A ferdeségi érték és a legnagyobb területek nagysága is jól mutatja, hogy az átlagnál nagyobb legelőterületek dominálnak, és a mind az átlag és mind a legnagyobb legelőterület értékében is növekvő tendencia figyelhető meg, egészen a 2000-es évig. A 2000-es évben az ártéren lévő szántóterület felhagyása jelentette a legelőterület ilyen mértékű kiugrást, amit viszont a növényborítás elterjedése követett. A sűrű növényzet gyorsan átvette a legelő helyét, így csökkent újra a legelőterületek mérete, az eddigi legalacsonyabb értékre.

A legelőterületek vizsgálata során is elkészítettem Boxplot diagramot, amely a 19. Ábrán látható. Itt is megfigyelhető hogy az interkvartilis tartomány egy bizonyos 40 hektáros tartomány alatt mozog, ám e tartomány is jelentős ingadozást mutat. Továbbá vizsgálatot torzítja a 2000-es időpont kiugró értéke. Ezt az értéket viszont nem lehet figyelmen kívül hagyni, mivel az árterület felhagyásának következtében alakult át a területhasználati mód. Viszont a legnagyobb legelő méretének növekedése, majd nagymértékű csökkenése jól megfigyelhető az ábra segítségével. Jól megfigyelhető hogy kevés kiugró magas érték van jelen a vizsgált időszakban, és a 2000-es időpont kiugró értéke jóval nagyobb bármely értéknél. Ezen kiugró érték nélkül ismét más képet mutat a diagram, ezt a 3. mellékletben tüntetem fel.



19. Ábra: A legelők foltméretének minimum, maximum, medián értékei, interkvartilis tartományának, alsó és felső kvartiliseinek Blogspot diagramja és értékei

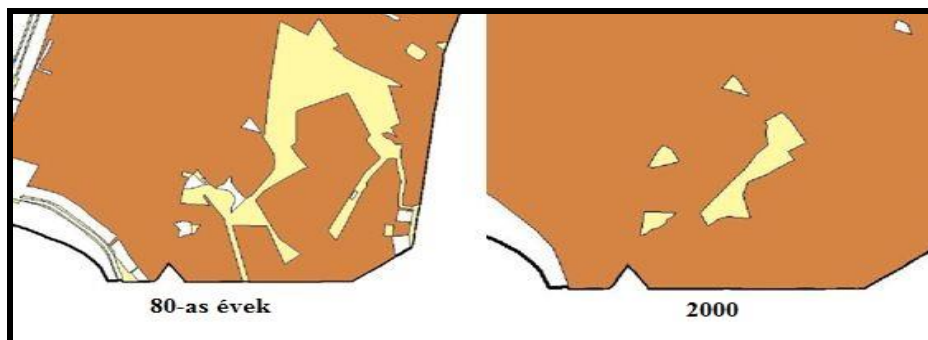
A legelők ökológiai és terület/kerület arányának vizsgálata kifejezetten fontos lehet, mivel ezeken, a területeken, ahol a művelés enyhébb, mint a szántóterületeken itt több védett faj is megtelepedhet. A kapott adatokat a 3. táblázatban mutatom be.

3. táblázat: Legelők terület/kerület arányának változása a vizsgált időszakban

	1979	80-as évek	1987	2000	2009
Legelők átlagos terület/kerület aránya	64	20	63	67	32

Ahogy a 3. táblázat is mutatja, a legelők terület/kerület aránya és értékeinek szórása is jelentős mértékben ingadozó a vizsgált időszakban, a legelők helye és mérete a vizsgált időszakban állandó változásban volt. Néhány helyen szabályos, ember alkotta határvonalon létesített legelők jelentek meg, máshol szabálytalan rét alakult ki egy időszak elteltével. Így amely időszakban több volt a szabálytalan, hosszabb határvonallal rendelkező legelők száma,

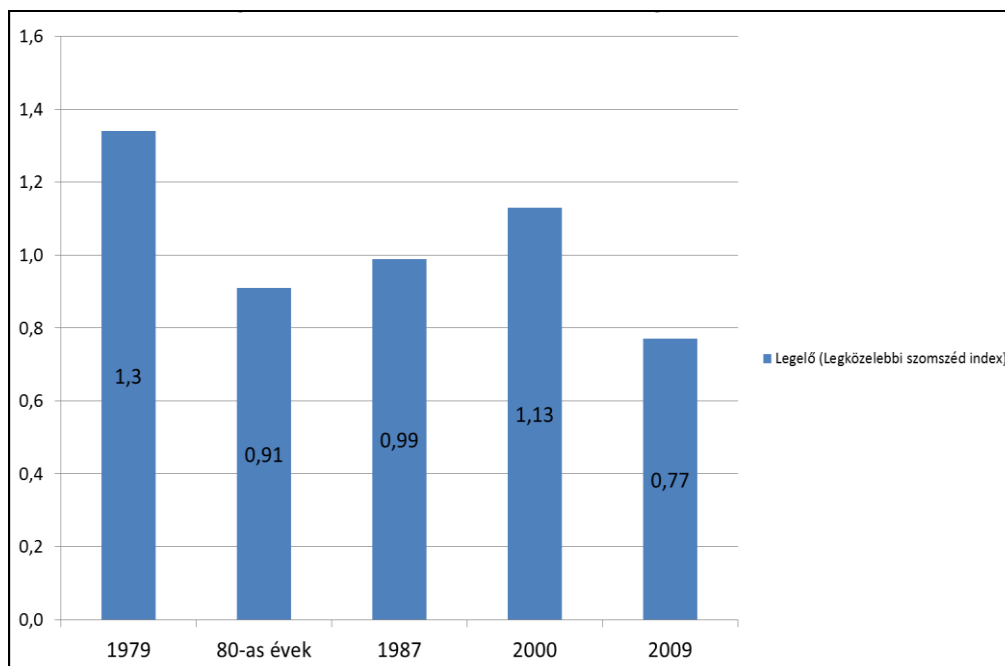
ott a terület/kerület arány is nagymértékben csökkent. Ezt a folyamatot a 20. ábra megfelelően szemlélteti. A legelők átlagos terület/kerület arányának értékét és annak szórását a 4. mellékletben diagram segítségével szemléltetem.



20. ábra: Azonos területen fekvő legelő képe a 80-as években és 2000-ben

A diagramot igazolja az 20. ábra is, ahol jól látható, hogy a 80-as években egy kifejezetten szabálytalan szerkezetű, stabilnak nem nevezhető szerkezetű legelő látható.

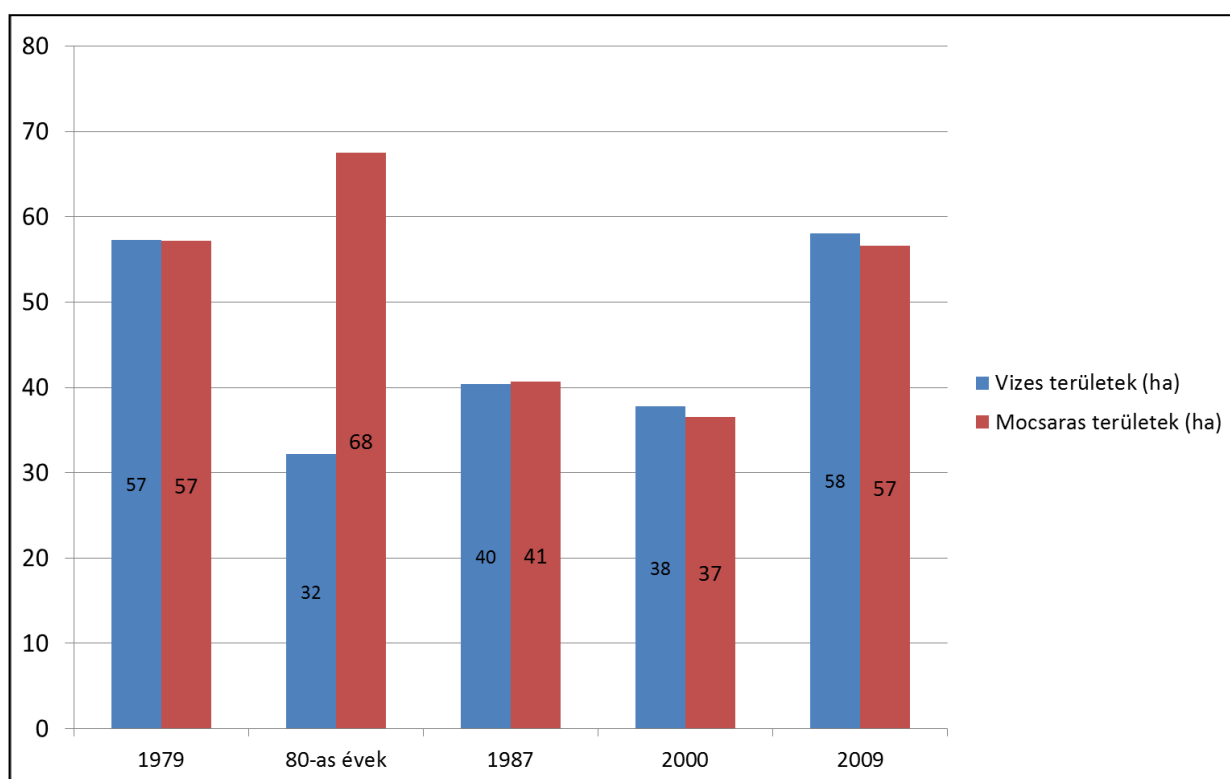
A legközelebbi szomszéd index ingadozása viszont jóval alacsonyabb, mint az előző vizsgálati pont értékei. Viszont az értékek igen alacsonyak, és rendezetlen szerkezetre engednek következtetni. Az 1-2 érték közé eső, viszonylag rendezett csoportba csak a 1979-es és a 2000-es év sorolható, ám ezen évek értékei sem utalnak kiemelten rendezett szerkezetre, úgy mint a szántók területén. Azonban az értékek alacsony ingadozása hosszútávon fentálló szerkezetre enged következtetni. Felvetéseimet a 21. ábra támaszthatja alá.



21. ábra: Legközelebbi szomszéd index alakulása a legelőterületeken

3.3. Vizes területek és Gó-i-tói Holt-Tisza alakulása

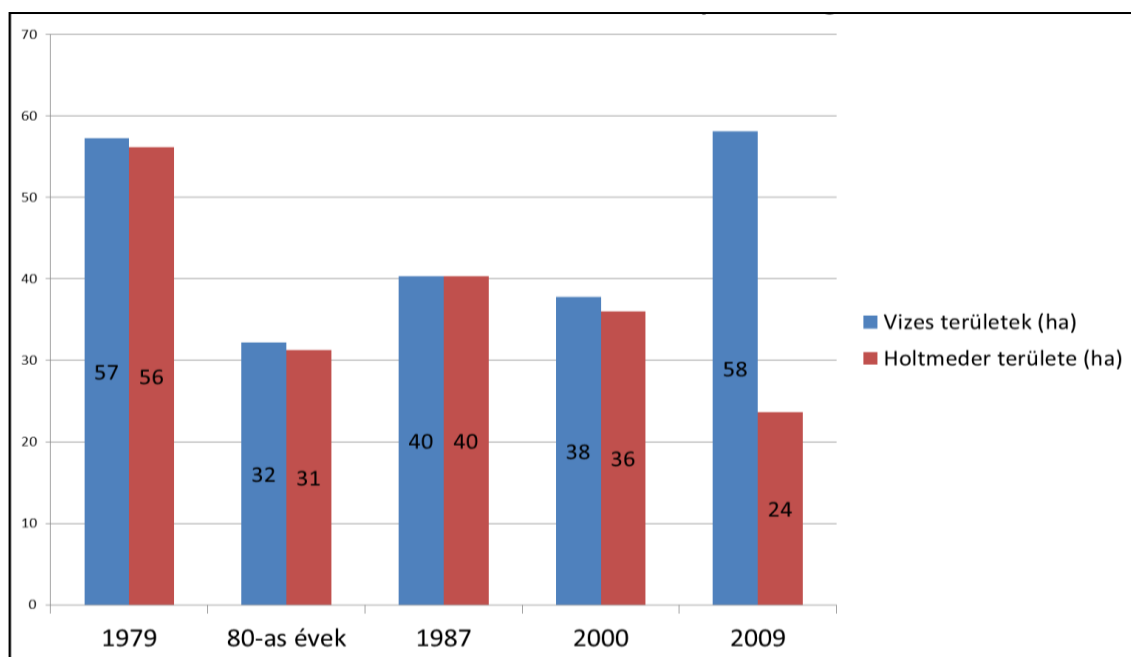
A vizes területek vizsgálatánál elkerülhetetlen a mocsaras területekkel való együttes vizsgálat. Egyes területek átalakulásáról kaphatunk információt. Mocsaras területek megjelenése egy adott vízterület eltűnését jelentheti. Ezt követően akár szárazabb időszakok a mocsárfoltok eltűnését is eredményezhetik, ahogy ezt a 22. ábra is mutatja. A vizsgálat alapján megállapítható, hogy a vizes területek szinte minden esetben azonos méretűek a mocsarakkal. A 80-as évekbeli adatokat esetlegesen egy szárazabb időszak okozhatta, amely a holtmeder zsugorodásához vezethetett, megnövelve a mocsaras területeket.



22. ábra: Vizes és mocsaras területek alakulása a vizsgált időszakban

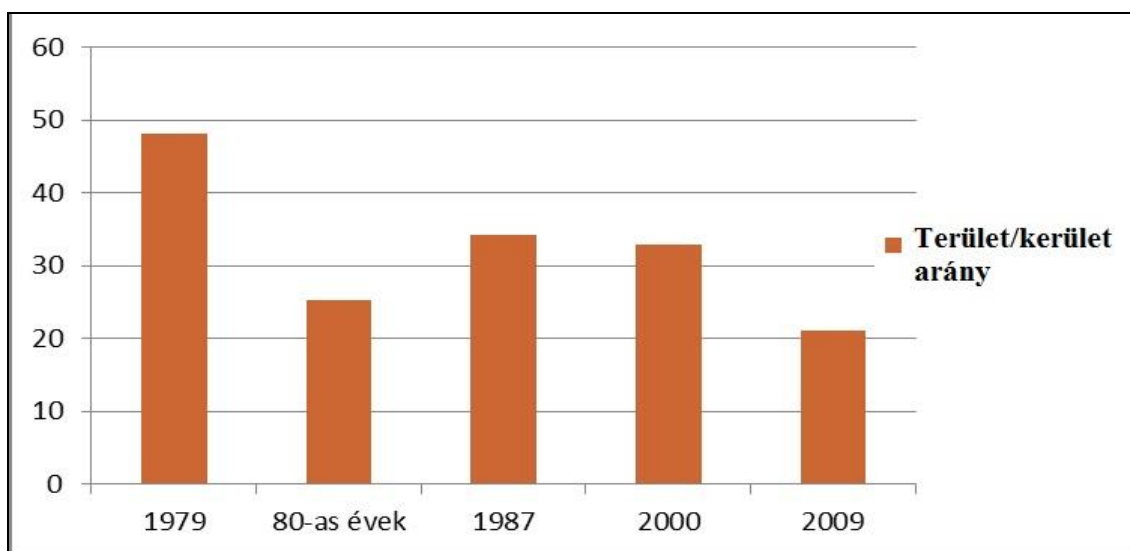
A holtmeder bevonása a vizsgálatba rendkívül fontos, mivel ahogy azt a 23. ábra is jól mutatja, a vizes területek nagy részét általánosan a holtmeder adja az általam vizsgált területen. Az utolsó kiemelkedő adatot a tározó építésével járó anyagnyerő helyek vízzel való feltöltődése adhatja, így a vízzel borított területek nagymértékben növekedtek. A holtmeder területe viszont a kezdeti 56 ha-ról 23 ha-ra csökkent, ami igen jelentős területi csökkenésnek

mondható, főleg egy ilyen kisméretű, de élővilág és természetvédelmi érték szempontjából kiemelten fontos területen.



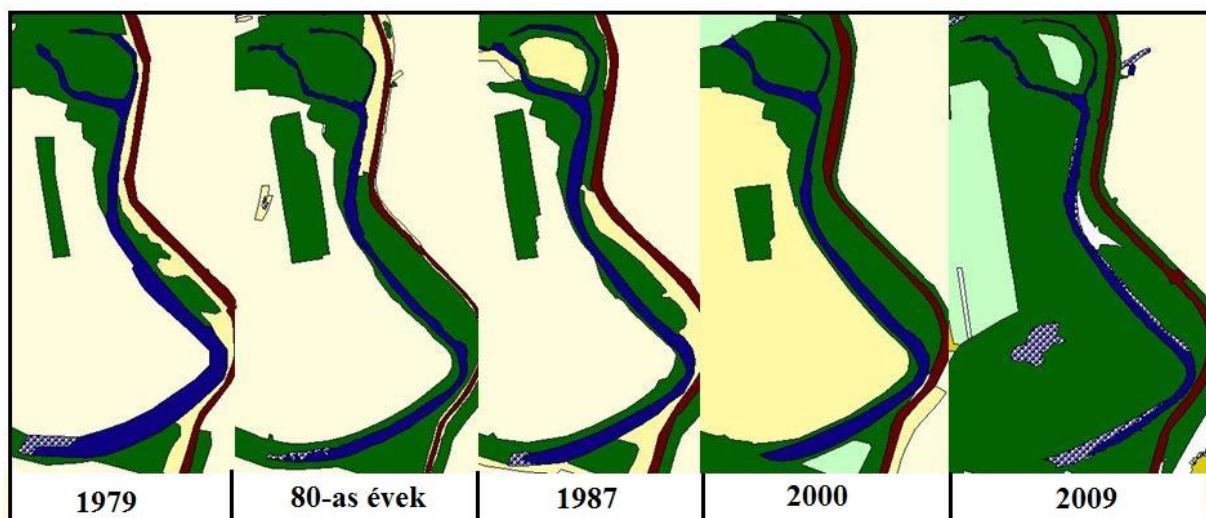
23. ábra: A holtmeder területe a vizes területekhez viszonyítva a vizsgált időszakban

A holtmeder stabilitásának, másnéven terület/kerület arányának vizsgálatát is elvégeztem. Mivel a lefűzéstől eltekintve egy természetközeli képződményről beszélhetünk. Továbbá kiemelten fontos élőhelyként tartják számon. A holtmeder terület/kerület arány értékei a 24. ábrán láthatóak.



24. ábra: A Góti-tói Holt-Tisza terület/kerület aránya

Kijelenthető, hogy a kezdeti legstabilabb időszaktól a csökkenésen keresztül a kis ingadozásokon túl, a holtmeder jelen állapotában elérte a legkevésbé stabilabb állapotát a vizsgált időszakban.



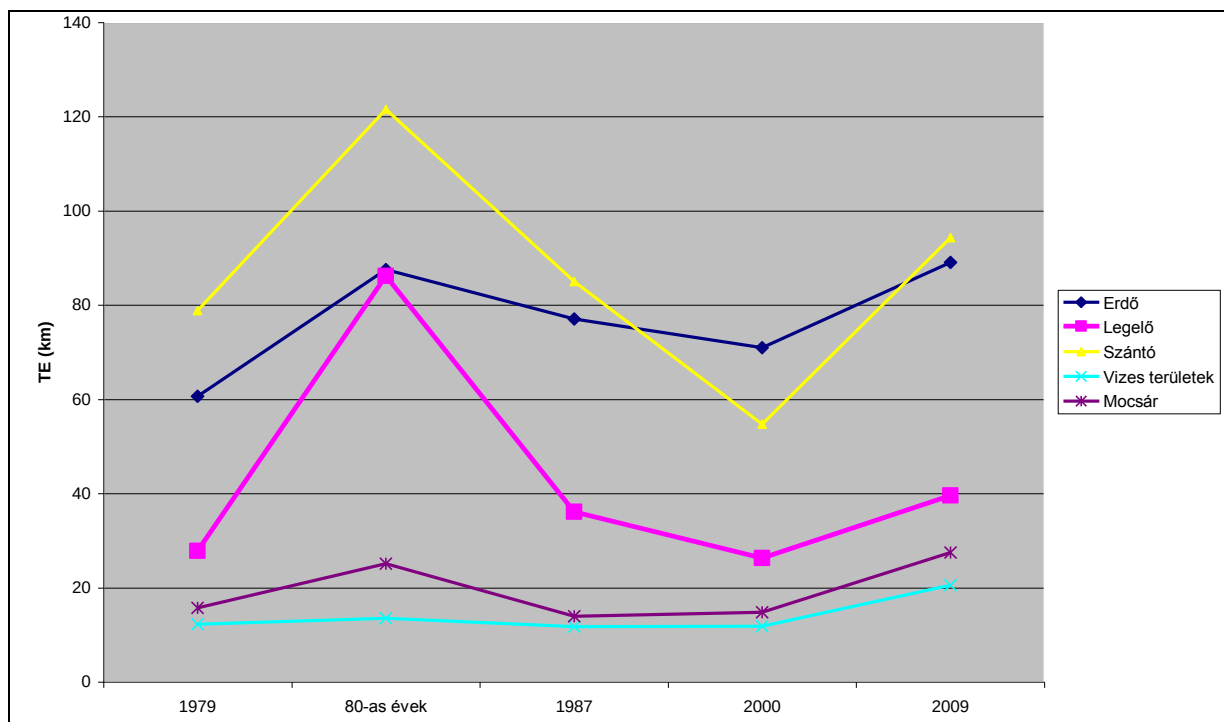
24. ábra: A Góti Holt-Tisza és környezetének alakja a vizsgált időszakban

Az 25. ábra is megfelelően mutatja, hogy a legutolsó képen a holtmeder alakja szabdaltabb, mocsárral határolt. A szélek felszabdaltsága főként a holtmeder északi kettéágazása után figyelhető meg legjobban. Ez a felszabdaltság sokkal nagyobb határfelületet eredményez, így a terület/kerület arány értéke jóval alacsonyabb lehet, mint az előző kevésbé szabdaltságtól és szabálytalan területektől.

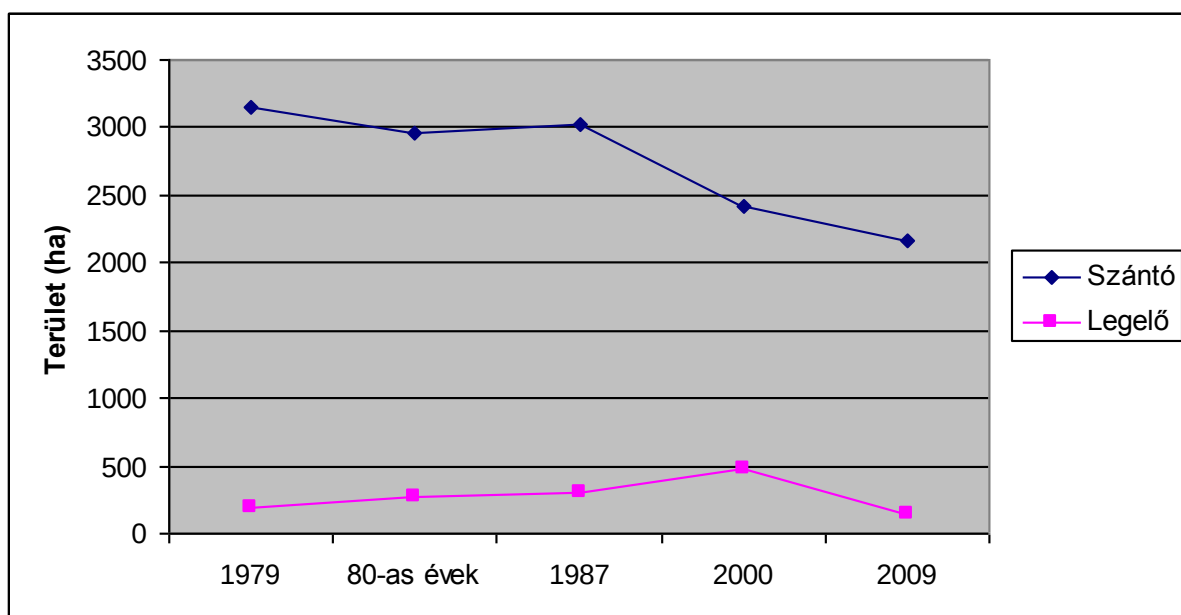
3.4. TE érték

A TE vagyis Total Edge érték a táj fragmentáltságáról ad számunkra információt. Magyarul a teljes szegélyhosszról beszélhetünk. Minél nagyobbak adódnak ezek az értékek, annál fragmentáltabb a terület.

Az 26. ábrából jól látható, hogy a TE érték jelentős ingadozáson ment keresztül a vizsgált időszakban. A legszembetűnőbb a szántó és legelőterületek együttes ingadozása. Ez külön érdekes, mivel a területek nagysága nem korrelál ilyen mértékben. Ezt a 27. ábra is jól szemlélteti.



26. ábra: Total edge értékek ingadozása a vizsgált időszakban

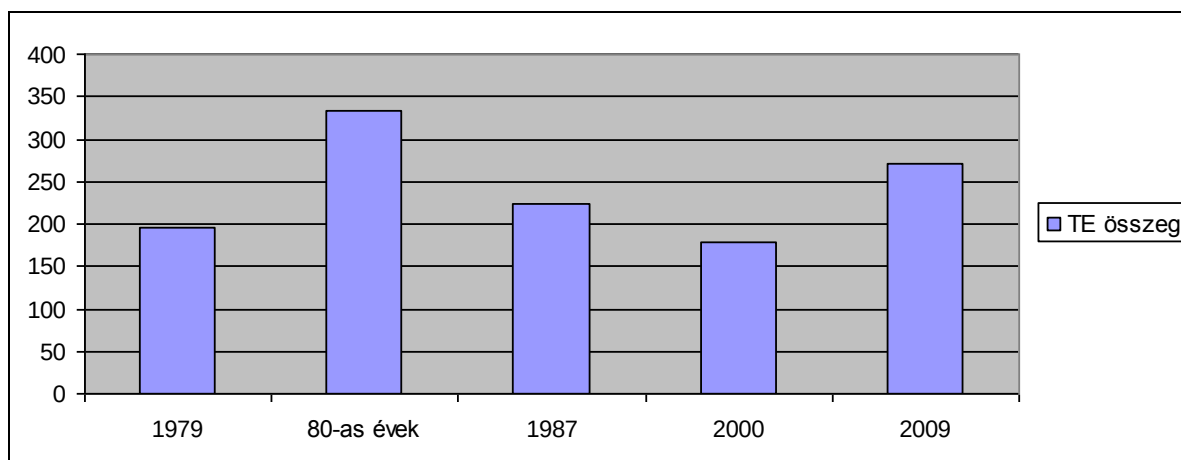


27. Ábra: Szántó és legelőterületek alakulása a vizsgált időszakban

A két ábra összehasonlításával belátható, hogy bár a 1987-es időszokról a 2000-es időpontra a legelőméret nőtt, ám a hozzá tartozó terület csökkent. Ezt az előbbieken a stabilitás szempontjából tárgyaltam, ám itt is említhető. A szántók mérete folyamatos csökkenést mutat, míg ugyanezen osztályhoz tartozó terület jelentős mértékben növekedett. A legmagasabb fragmentáltság a 80-as években adódott, ez köszönhető akár a részletgazda alaptérképnek is, amelyről jóval részletesebb digitalizálást lehet lefolytatni, mint egy kevésbé részletes, szürkeárnyaltos légifelvételről. A mocsár TE értéke viszont kiemelhető, ami az

összesítő diagramon kevésbé szembetűnő, ám ezen területi osztály TE értéke közel 70 %-os emelkedést mutat a kezdeti időszakhoz képest, mindezt úgy, hogy a mocsaras területek összterülete mindkét esetben 57 hektárra tehető. Az összes osztály jelentős TE érték ingadozáson ment keresztül, ám csupán a terület vagy kerület értékekből meghatározott adatok nem adnak pontos képet a foltok, területek, tájak fragmentáltságáról, ezért egyéb mutatószámok alkalmazása pontosabbnak bizonyulhat. Ezen megközelítés alapján választottam az ökoгеográfiai stabilitási értékek kiszámítását az egyes osztályokra nézve.

Továbbvive ezt a TE értéket értékes következtetéseket vonhatunk le. Akár összegezve az összes osztályhoz tartozó kerületi értéket, összehasonlíthatjuk a vizsgálat alá vont időszakokat. Ezt 28. Ábra segítségével mutatom be.



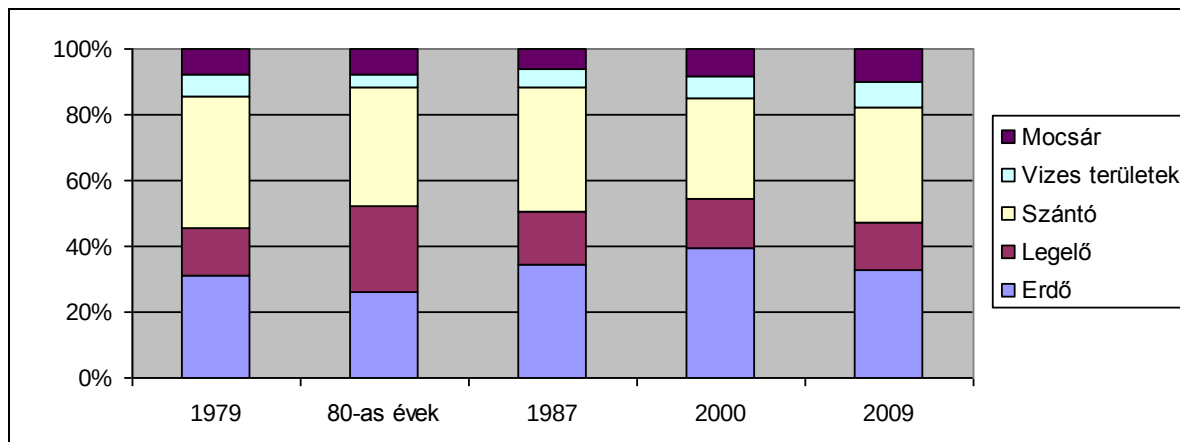
28. Ábra: Te érték összegének alakulása

A 28. Ábra segítségével jól megfigyelhető, hogy a TE érték jelentős ingadozáson ment keresztül. Ez annak tükrében különösen érdekes, hogy ez az érték egy adott (nem változó) területhez tartozik. Mivel a vizsgált terület mérete a tanulmány folyamán nem változott. Ebből a szemszögből megközelítve jól látható, hogy a 80-as évek és a 2009-es időszak nagyobb fragmentáltságra utal. A 2009-es érték magyarázható, a területen végbement változtatásokkal, úgy, mint a töltésépítés, anyagnyerő árkok létrehozása stb.

A gondolatmenet folytatásaként az egyes osztályokhoz tartozó TE értéket elosztva az egész területre mért TE értékkel, egy %-os értéket kaphatunk.

$$\frac{\text{OsztályTEérték}}{\text{ÖsszTEérték}} \times 100$$

Ennek segítségével kiszámolhatjuk, hogy az egyes osztály TE értékek milyen részarányt képeznek a teljes területhez viszonyítva. Az általam kapott eredményeket a 29. Ábra szemlélteti.



29. Ábra: Egyes osztályok TE értékei a teljes kerülethez viszonyítva, %-ban megadva.

Önmagában is érdekesek a 29. Ábra adatai, amin jól látható, hogy a legnagyobb részarányt az erdők és legelők képviselik a vizsgált időszakban. A további osztályok értékei közel azonos érték körül mozognak a vizsgált időszakban. Kivétel a 80-as évek legelőterületét mutató részarány, ami összemérhető az erdők részarányával.

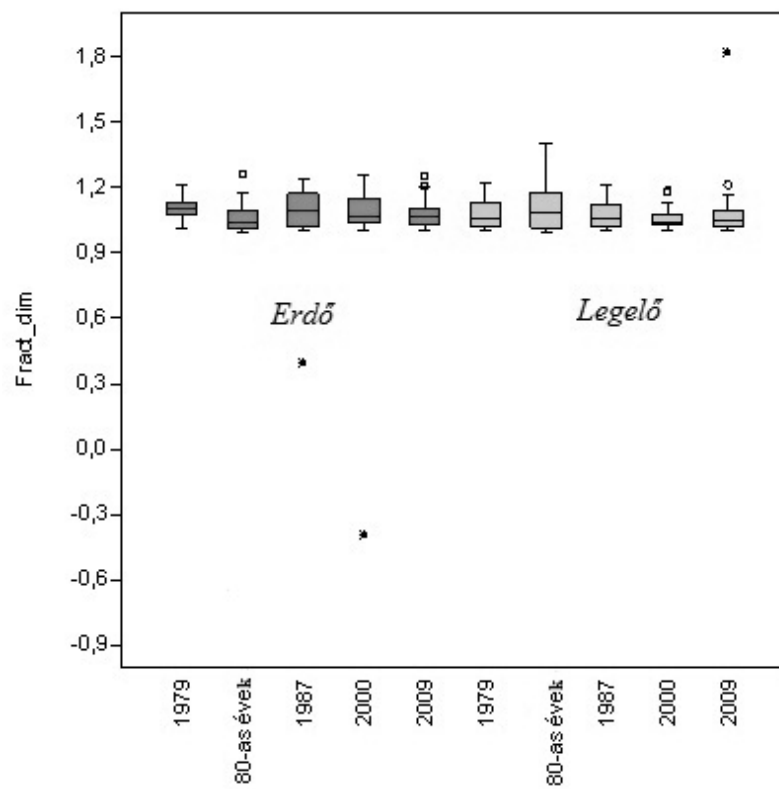
Ezen túlmenően kiváltképp érdekes, ha a 29. ábra értékeit összevetjük a 36. ábrával, ami a területhasználat százalékos értékét tünteti fel. Megfigyelhető, hogy a két diagram adatai nem teljesen korrelálnak, ami lényegében eltérhet a várt eredménytől. Jól megfigyelhető, hogy a mocsár és legelőterületek TE aránya nagyobb értéket képvisel, mint ugyanezen osztályok terület értékei. A szántók értékei viszont alacsonyabb TE részarányt képeznek mint ugyanezen osztály területaránya. Ez a foltok alakjának tudható be, mivel a szántók általában szabályosabb, nagyobb területként jelennek meg, így a hozzájuk tartozó kerületi érték kisebb, mint egy szabdaltabb mocsaras területé. Ezek az adatok annak tükrében külön érdekesek, hogy területileg a mocsarak igen kis (szinte elhanyagolható) részarányt foglalnak el a területből, ám TE értékük már összemérhetővé válik más, nagyobb területi arányt képviselő osztályokkal.

3.5.Shape index, Paratio és Fraktáldimenzió

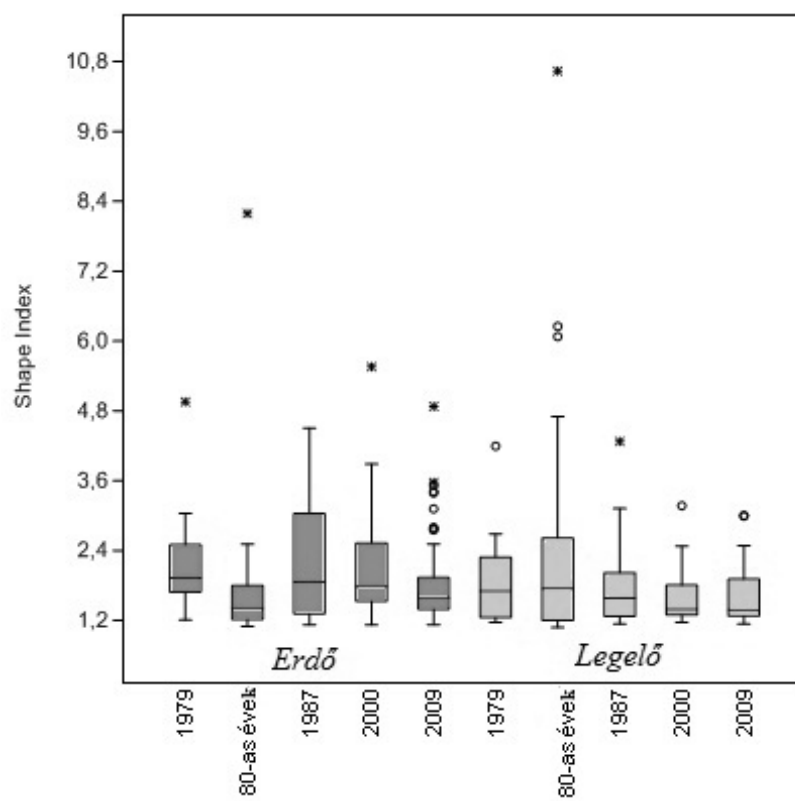
A tájmetriai vizsgálatok tárháza igen széleskörű vizsgálatokat enged számunkra. Fontos több mérőszám megállapítása a vizsgálatok során. Tanulmányomban az erdő és

legelőterületek vizsgálatára fektettem a hangsúlyt. Ahogy a 30. ábra is jól mutatja, a két osztály fraktáldimenzió értéke nem változott jelentős mértékben a vizsgált időszakban, mindkét osztály értékeinek átlaga hasonló tartományon belül mozog. Megfigyelhető, hogy a mérőszámok 1 közeli értéket vesznek fel, amely ezen mutató tekintetében alacsonynak mondható. Mivel ez az érték 1-2 között mozoghat és minél nagyobb annál összetettebb foltszegélyre utal. Ezek alapján azt állapíthatjuk meg, hogy a foltok határvonalának összetettsége hasonló tartományon belül mozog a két osztályban, ezen érték nem ingadozik. Viszonylag kevésbé összetett foltszegélyre utal.

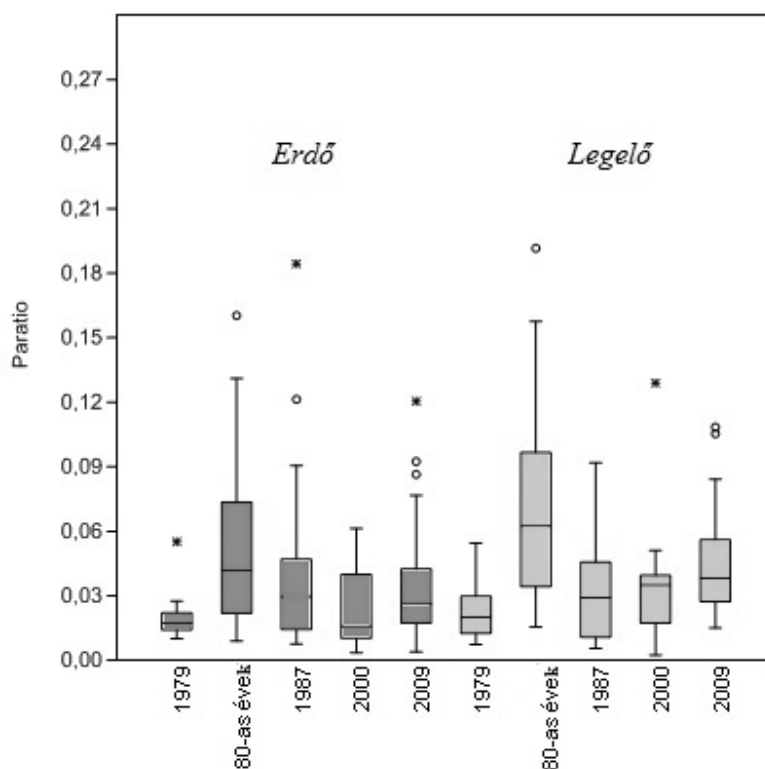
Jól látható, hogy a SHAPE index és a PARATIO értékek a két osztályban hasonló módon alakultak a vizsgált időszakban (31 és 32. ábra). A változások tendenciája is korrelál mindkét vizsgálati módban az osztályok között. Mindkét mérőszám valamilyen módon a foltok összetettségéről ad számunkra információt. Így megfigyelhető hogy a foltok és azok körvonalának kompaktságában (PARATIO), összetettségében ingadozások láthatók. A SHAPE index esetében az erdők, míg a PARATIO értékében a legelők produkálták a legmagasabb értéket. Ez azt jelenti, hogy az erdők körvonalának kerülete viszonylag nagyobb, mint a velük egyforma méretű kör kerülete. Így a körvonaluk szabdaltabb, összetettebb. Viszont a PARATIO érték is a foltok összetettségéről ad számunkra információt, ahol a legelők szinte minden esetben nagyobb értéket produkáltak, ám az eltérések mértéke igen alacsony. Kiemelném viszont, hogy a PARATIO esetében a kiugró értékeket nem ábrázoltam, mivel ezek figyelembevételével a diagram túlságosan kicsi és értelmezhetetlen lenne. Ennek eredőjeként az interkvartilis terjedelemre koncentrálni jelenítem meg a diagramot.



30.ábra: Fraktáldimenzió értékei



31.ábra: Shape index értékek

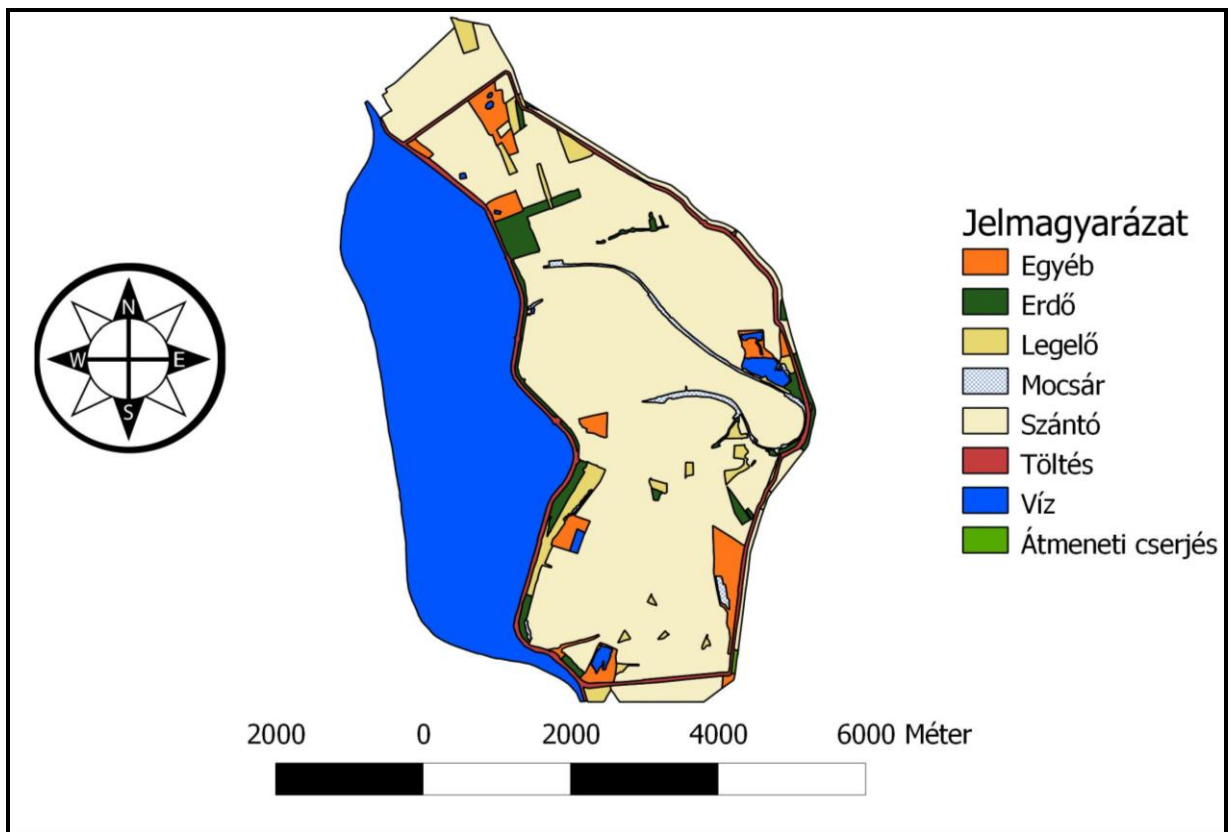


32.ábra: Paratio értékei

3.6. A terület domborzatmodellje és képe az elárasztási/árvízi időszakban

3.6.1. Elárasztási időszak

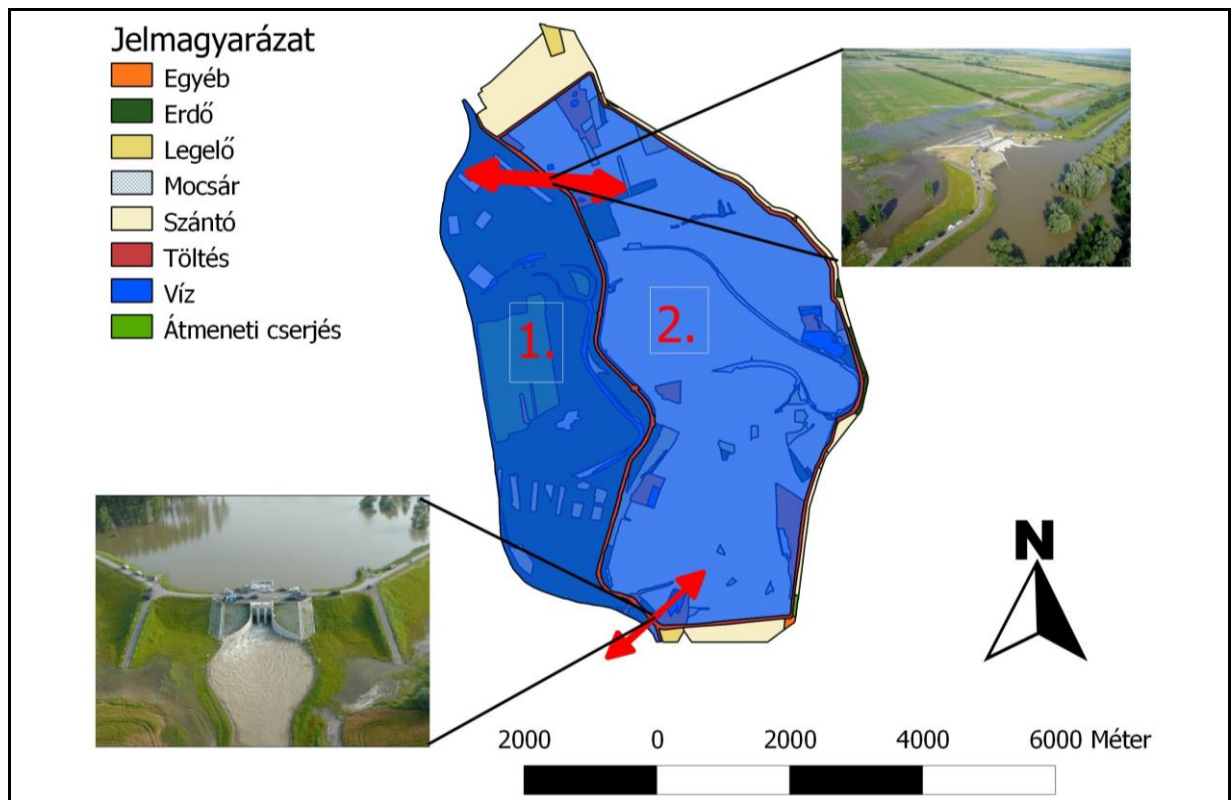
Bár csak időszakosan, de a terület fejlődésében fontos szerepet játszanak az árvizek és következményeik. Több esetben is fontos az árvíz, mint időszakos jelenség vizsgálata. A legfontosabb, hogy az ártéren található Góitói Holt-Tisza egyetlen vízutánpótlását a Tisza magas vízállása jelenti. Nem ritka eset, hogy egyes aszályosabb évet követve a holtmeder egyes területein megszűnik a vízborítás. Tehát amennyiben a vízutánpótlás nem érkezik meg egyes aszályosabb évben, a holtmeder nagy része ki is száradhat. Ez rendkívüli következményekkel járna az itt élő állatok és növényekre nézve, nem beszélve az itt élő halakról.



33. ábra: A terület árvíz idején

Ahogy a 33. ábra is mutatja nagyvíz idején jelentős mennyiségű vízutánpótlás érkezik a területre. Azonban a nagymennyiségű vízzel nagymennyiségű hordalék is érkezik, ami a folyó visszahúzódását követve itt ülepedik le. Továbbá a terület mélyebb részein a víz is visszatartásra kerül, így alakulhatnak ki mocsaras területek, és így maradhat életben a Gó-i Holt-Tisza is.

Az átadást követően nem sokkal, 2010-ben már a tározó megnyitását szükségesnek ítélték. Így a vártnál hamarabb történt meg a terület elárasztása. Az vízbeeresztő műtárgyakat és az elárasztott területet a 34. ábra szemlélteti.



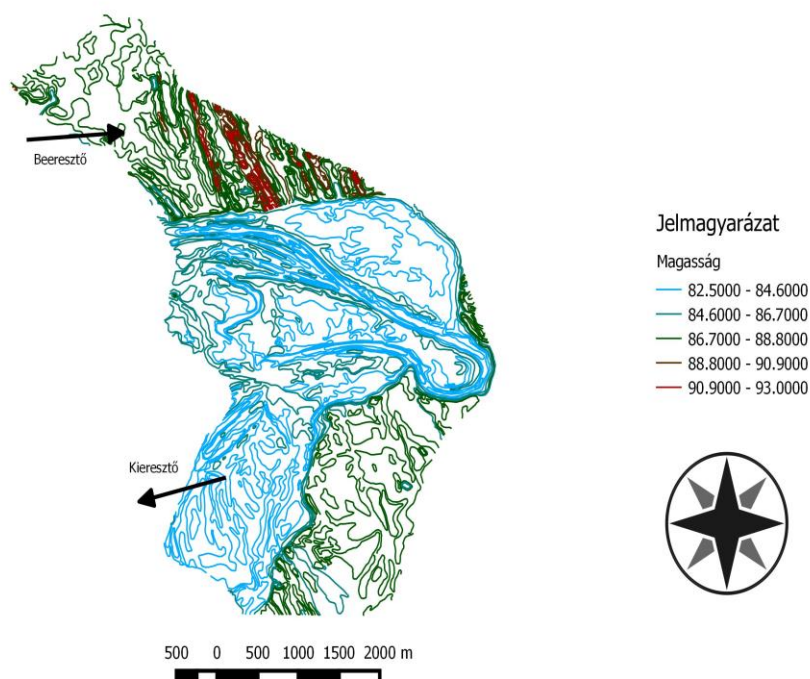
34. ábra: A tározó az elárasztása idején

A vízbeeresztés az északi és déli (piros nyilakkal jelölt) műtárgyon történt meg együttesen. A képen látható az elárasztás folyamata. Árvíz idején az „1.”-el jelölt területről a Tisza folyó vizét a „2.”-vel jelölt tiszaroffi árapasztó tározó területére eresztik a vizet, ami az árvíz levonulását követően gravitációsan áramlik vissza az ártérre. Viszont néhány területen megragad a víz, ilyenek az anyagnyerő árkok, ahonnan a töltésekhez szükséges anyagot nyerték ki. Itt megjelenhetnek esetleg vízimadarak, és egyéb állatok. Ezen túl a víz visszavonulását követően ezekben a tavakban jelentős mennyiségű hal is megrekedhet, amit az is jól mutat, hogy leeresztés után nagyszámú horgász jelent meg a területeken.

3.6.2. Domborzat és elárasztásmodell

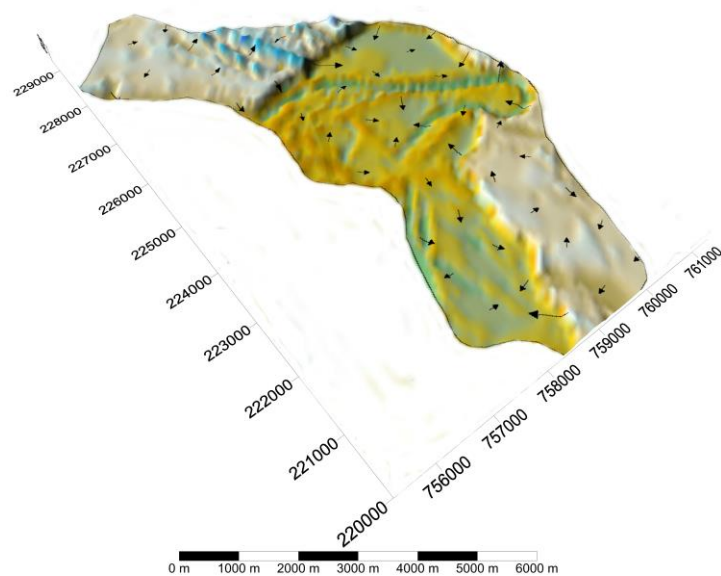
Az elárasztás képe szemléltethető szintvonalas és 3D-s domborzatmodellek segítségével is. A 35. ábra tározó szintvonalas térképét szemlélteti, amely segítségével még pontosabbá tehetem vizsgálataimat.

Tiszaroffi árapasztó tározó szintvonalas térképe

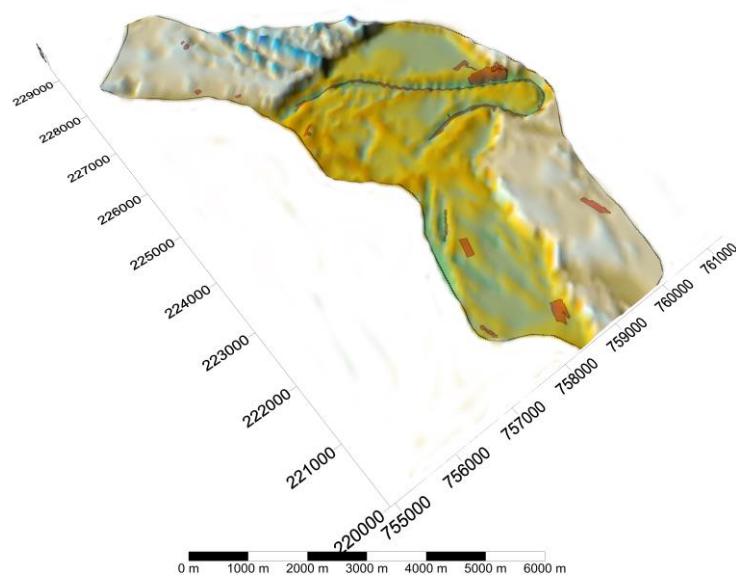


35. ábra: A terület szintvonalas térképe

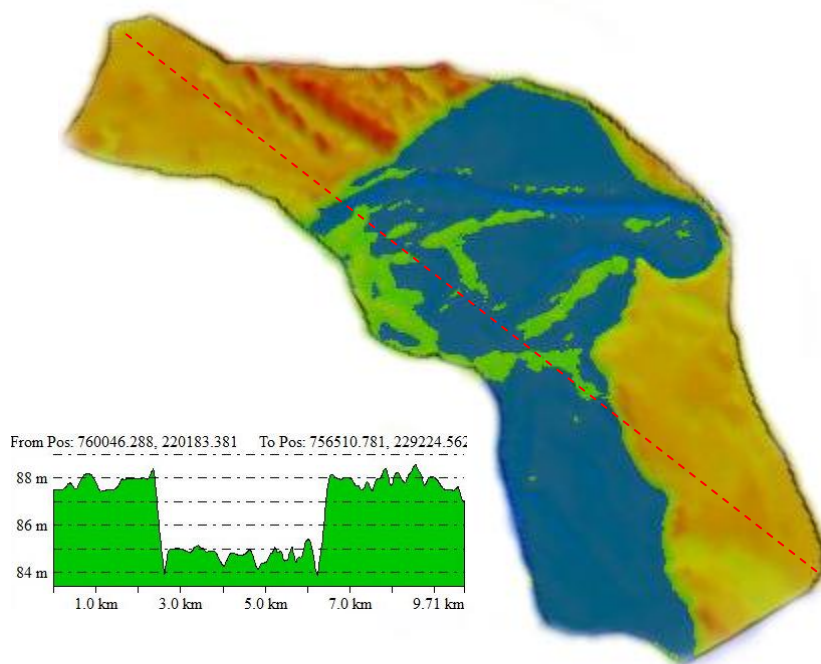
A 35. ábrán látható, hogy a kieresztő műtárgy területe fekszik a legalacsonyabb ponton, a beeresztő műtárgy ehhez képest magasabb térszínen létesült. Ez bizonyítja, hogy a terület kifejezetten alkalmas volt a tározó létrehozására, mivel az árhullám levonulása után, a víz a kisebb területű mélyedéseket, csatornákat kivéve gravitációs úton távozik a területről. Jól látható, hogy a tározó magasabban fekvő részeit viszont csak igen magas vízszint beállítását követően éri el a beeresztett víztömeg, mely megfigyelhető volt az első elárasztási időszakban is. A tározó 3D terepmodelljét a 36. és 37. ábrán láthatjuk. Az egyes mélyedésekben a tározó leeresztését követően megrekedhet a víz, így kisebb tavakat hozva létre. A terepmodellre illesztve a 2009-es elárasztás utáni időszak vizes területeit ábrázoló (34. ábra) modellen piros színnel jelölve megfigyelhető, hogy mely területeken rekedt meg a víz. Főként az újonnan ásott, a terepmodellen nem észlelhető mélyedésekben jelentek meg előre nem látható helyeken a vizes területek.



36. ábra: A tározó 3D terepmodellje



37. ábra: Terepmodellre illesztett vizes területek az elárasztás után

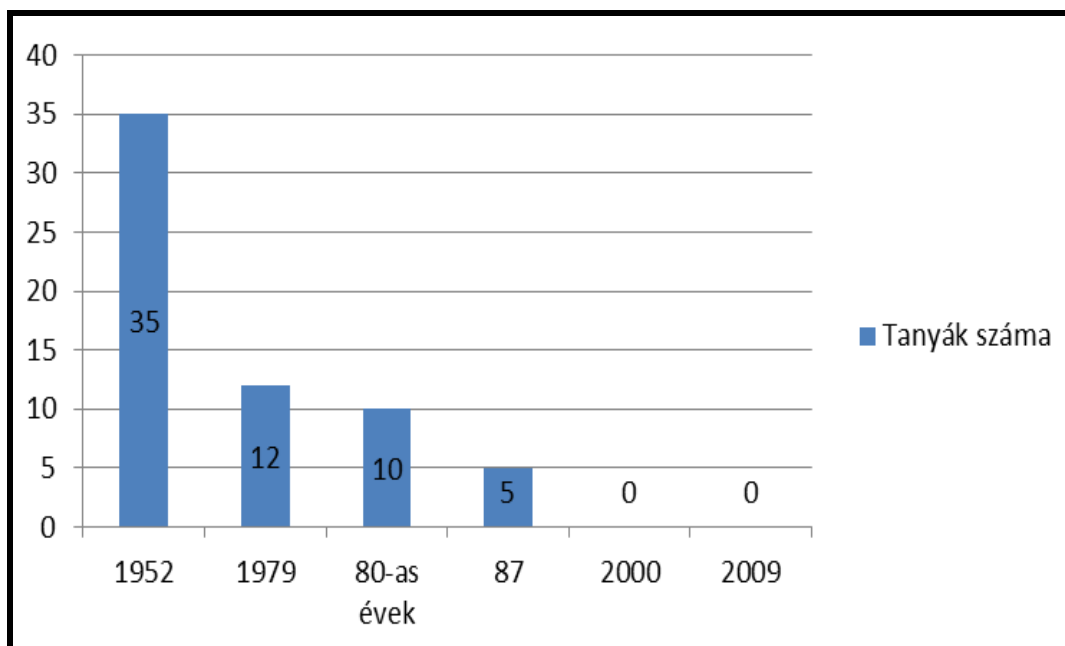


38.ábra: A terület keresztszelvénye és elárasztottsága 85 méteres tengerszint feletti vízállásnál

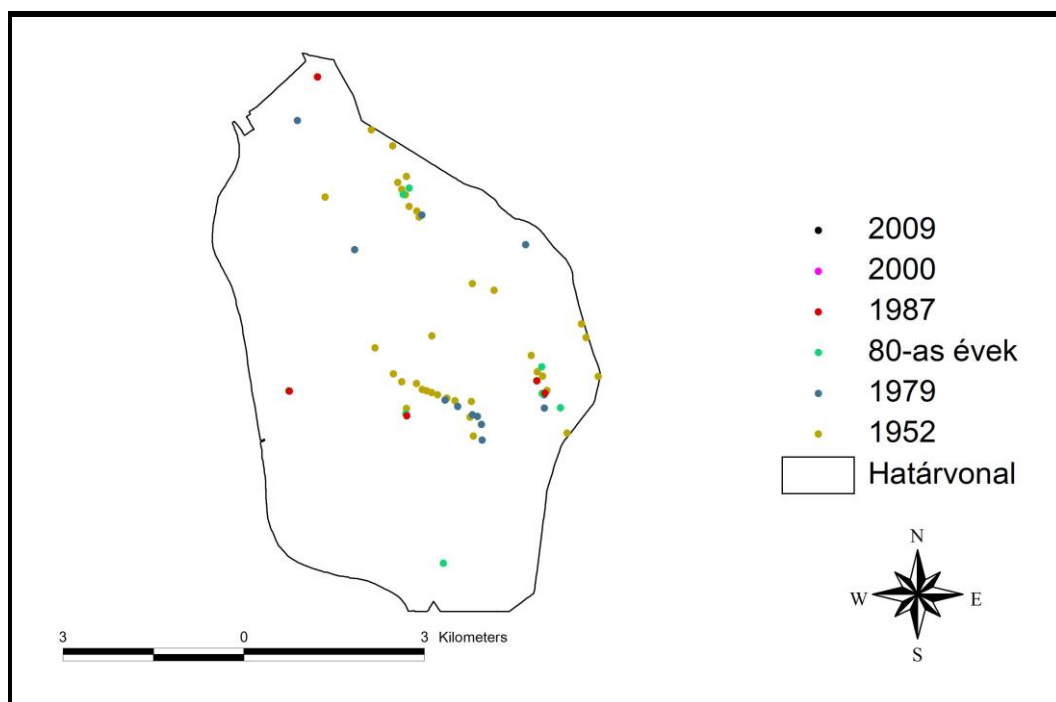
Az elárasztásmodell (38.ábra) segítségével jól látható, hogy mely területek töltődnek fel elsőként. A folyamatot megfordítva, akár a tározó kiürítésének folyamatát is vizsgálhatjuk, hogy mely területeket hagyja el utoljára a víz, potenciálisan hol vannak azok a helyek, ahol megrekedhet a víz a leeresztéskor, így tervezhetjük hova létesüljenek csatornák, leeresztők.

3.7. Tanyavilág eltűnése

Egyedül ebben a vizsgálati részben alkalmaztam régebbi időpontot ábrázoló térképeket, mivel e szempont szemléltetése jóval egyszerűbb a régebbi időkre visszatekintve. A tanyák szinte kivétel nélkül a tározó területén helyezkedtek el, az ártérben egyetlen egy darab épület volt megfigyelhető. Ahogyan az egész ország területére jellemző, itt is a tanyavilág teljes felszámolása és eltűnése történt meg. A kis területhez mérten magas tanyaszám volt mérhető a kezdeti időszakban, az idők folyamán egyre kevesebb lakott folt volt megfigyelhető, míg végül ezek meg is szűntek. E vizsgálatot nem területre vetítve végeztem, mivel itt a tanyák száma pontosabb képet adhat a folyamatok zajlásáról. A térképi ábrázolás is jól mutatja az egyes időszakokban fellelhető tanyák számát és annak csökkenését. A tanyavilág kimúlásának folyamatát a 39. ábra is kiválóan szemlélteti.



39. ábra: Tanyák számának alakulása



40. ábra: Tanyák számának térképi ábrázolása

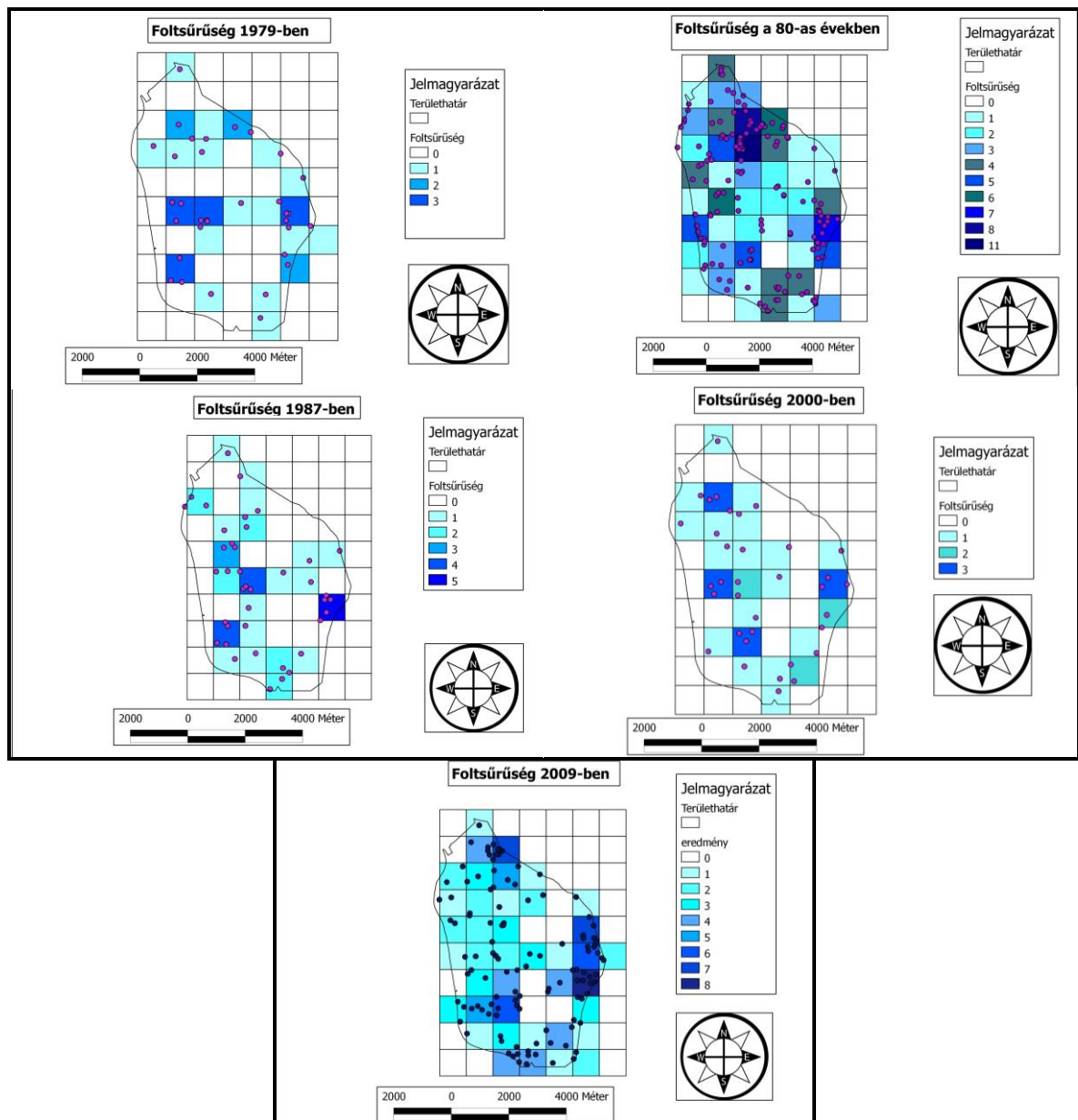
Jól látható a 40. ábrán, hogy a tanyák virágkorában az épületek jórészt szalagszerűen egymást követve épültek, ez valószínűleg a (föld) úthálózatnak és a területhasználatnak volt köszönhető. A folyamatos csökkenésében az urbanizáció, és a nagyüzemi mezőgazdaság kialakulása is hozzájárulhatott, ezen kívül az úgynevezett „TSZ-esítés” időszaka is a csökkenéssel vonhat párhuzamot.

3.8. Foltsűrűség változása

A foltsűrűség változásának mérésével nem főként a számszerűsítés volt a célom, inkább az ábrázolási módszerek összehasonlítását tűztem ki célul. Mindkét módszer alkalmazható foltsűrűség ábrázolására, de a végeredmény merőben más képet mutat. Mindkét módszernek lehetnek előnyei és hátrányai egyaránt. A vizuális megjelenítés is merőben más élményt nyújt, nem beszélve a vizuális feldolgozhatóságról. Tehát dolgozatom ezen fejezetének célja a két lehetőség összehasonlítása az általam vizsgált terület mintapéldájának alapján.

3.8.1. Foltsűrűség vizsgálata rácsháló segítségével

Elsőként a rácshálós módszert alkalmaztam. Az interneten fellelhető leírások alapos tanulmányozása után döntöttem a módszer tesztelése mellett. Az elkészült állományok megjelenítése után elemzem a módszert. A rácsháló segítségével készült foltsűrűségi térképek a 41. ábrán láthatók.



41. ábra: Saját szerkesztésű foltsűrűségi térképek

Kijelenthető, hogy ez a módszer teljes mértékben alkalmas a pontsűrűség ábrázolására. Szemléletes módon ábrázolható az adott területre eső foltok száma. Kifejezetten előnyös az, hogy a sűrű területeket ábrázoló kockák színeit egyedien variálhatjuk, így ízlésünk és célunk szerint változtathatjuk a hideg és meleg színeket. Ezen túl a rácsok mérete és alakja is megszabható, így saját magunk tudjuk alakítani, hogy milyen és mekkora területen kívánjuk végezni a vizsgálatot. Jól szemlélteti a sűrű területeket, és az egyes területekre eső pontok nagyon jól elkülöníthetőek. Minden bizonnyal állítható, hogy ez a módszer maximálisan megfelel a foltsűrűség ábrázolására.

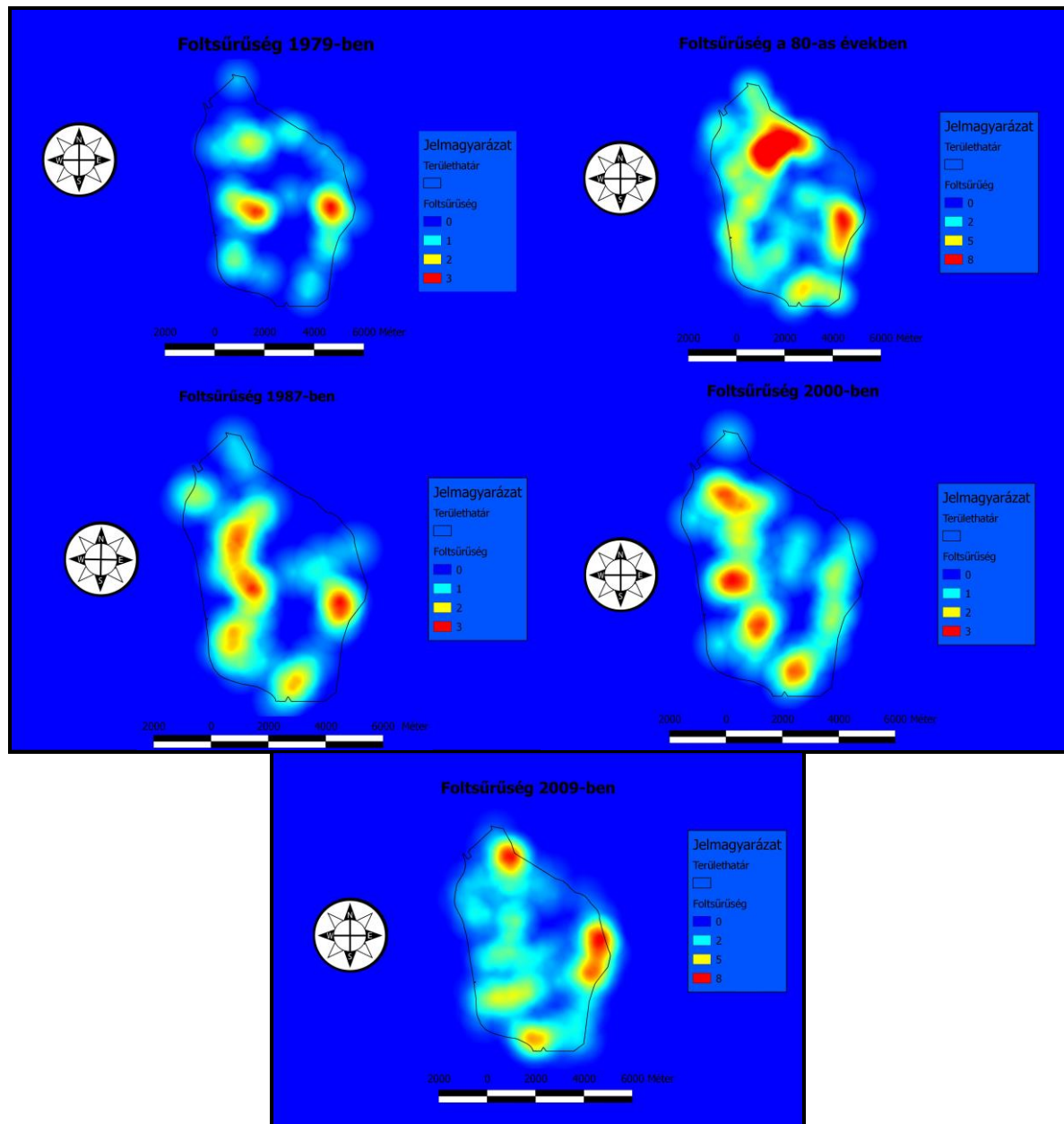
Hátrányként említhető azonban, hogy átmeneti területek megjelenítésére nehézkesen alkalmazható, mivel a kockák között színátmenet megoldása nem egyszerű. Emellett a négyzetek elhelyezkedése specifikus, így a négyzetrács helyzetétől függ, hogy hol méri a sűrűséget, így az adott sűrűség a négyzet helyzetétől is függ.

3.8.2. Foltsűrűség vizsgálata hőtérképes (Heatmap) módszerrel

A hőtérképes módszer alkalmazását is nagyban segítette az interneten különböző nyelveken elérhető segédletek és képes magyarázatok. Az elkészült állományok megjelenítése után lehetőség nyílik a módszer jóságának elemzésére. A két módszer különbözőségének vizsgálata és összehasonlítása, csak így lehetséges, hogy egyazon területen készítsük el mindkét módszer szerint a térképeket.

A megjelenítés után megfigyelhető, hogy az eredmény jóval látványosabb, mint a rácshálós alkalmazás esetén. Azonban lehetőségek jóval szűkebbek lehetnek a látványosabb eredmény következtében. A módszer előnye az előzőhöz képest, hogy az átmenetek jóval szemlétebben mutathatók be, valamint a foltsűrűség foltként jelenik meg a térképen nem csak szimpla pontok halmaza, hanem egybefüggő területként. Nincs adott rácsháló, ami rögzíti a mérendő területet, itt a pontok hatósugarát lehet beállítani, ami sokszor hasznos opciónak minősülhet.

Hátránya viszont, hogy a színek választéka kevés és az átmenet is adott. Hátrány a színek szempontjából, hogy a piros szín mindig a legsűrűbb területet jelöli, ez viszont területenként változó. Így van, hogy a program a 11 egymáshoz közeli foltot is ugyanúgy ábrázolja (legsűrűbb területnek), mint 5 egymás melletti foltot. Ez a hiba tévedésekre adhat okot, mivel azonos területek egyes térképeken sűrűnek, máshol ritka foltsűrűségűnek látszhatnak. A hőtérképes módszerrel készült térképeket a 42. ábrán mutatom be.



42. ábra: Hőterképes foltsűrűségi térképek (saját szerkesztés)

3.8.3.Foltsűrűség vizsgálata a területen

A terület foltsűrűsége igen változó képet mutat, egyes időszakokban (1979,1987,2000) a legsűrűbb területeken is maximum csak 5 db folt található meg. A terület képében az egyhangú szántó, az ártéren pedig az erdőborítás dominál. A ritkán megtalálható foltok kevés helyen visznek szint a területbe. Viszont akadnak időszakok, amelyekben a foltsűrűség igen magas értékeket ér el. Nem ritkák az olyan területek ahol 5-nél több folt is megtalálható, de látható, hogy 8 és 11 darabszamos érték is megtalálható. A vizsgált időszak végén, általában a

felhagyott anyagnyerő helyek és a töltés találkozásánál alakultak ki foltban sűrű területek, ez is mutatja, hogy az egyre egyhangúbbá váló területben milyen változások mentek végbe. Merőben megváltoztatta a tájképet és a területet. A folt-sűrűség számszerű változását a 4. táblázat szemlélteti

4. Táblázat: Folt-sűrűség változása a területen

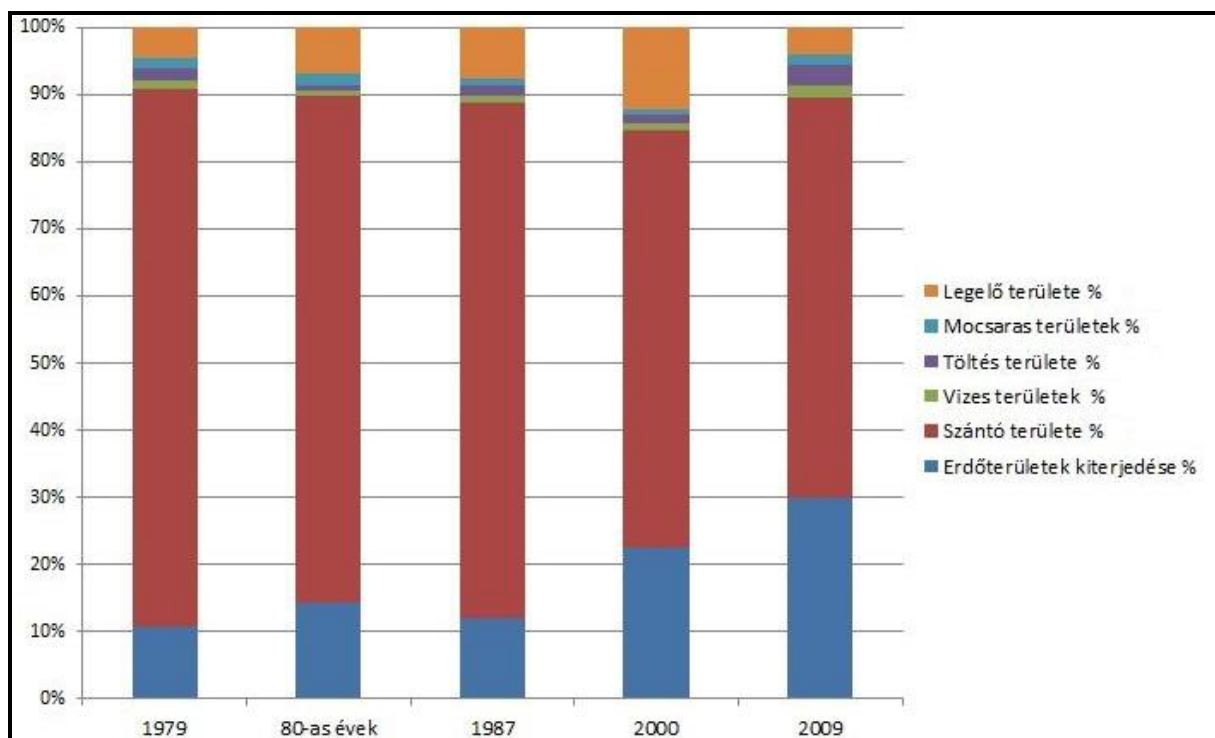
	1979	80-as évek	1987	2000	2009
Folt-sűrűség	9 folt/km ²	28 folt/km ²	19 folt/km ²	10 folt/km ²	22 folt/km ²

Ezen felül a két folt-sűrűségi térképet egymás mellé helyezve jól megfigyelhetők a két típus és módszer közötti különbségek, előnyök és hátrányok. Látható hogy a 2000 és 2009-es időpontok sűrűsége között szinte nem ismerhető fel különbség a folt erősségében és a foltok számában a hőtérképes módszernél. A jelmagyarázat ugyan jelzi, hogy a 2009-es időpontra végbementek jelentős változások, de vizuálisan nem érzékelhető a lényegi különbség, ami kifejezetten megtévesztő lehet. Ez a probléma viszont nem áll fent a rácshálós folt-sűrűségi megoldásnál.

4. Következtetések, javaslatok

A terület vizsgálatát a geoinformatika eszközeivel végeztem el, így főként a tudományterület segítségével vizsgálható elemek elemzésére nyílt lehetőség. A területen a vizsgált időszakban jelentős változások mentek végbe, amelyek jelenkori vizsgálata a múltbéli légifelvételek és térképi állományok nélkül nem jöhetett volna létre.

A vizsgálat eredményeként kijelenthető, hogy az erdőterületek egyértelmű növekedésen mentek át, amely főként a legelő és szántóterületek rovására történt meg. Következtetésként levonható, hogy az ártéri szántó és legelőterületeket a gazdálkodás hiányában jó eséllyel a beerdősülés veszélye fenyegeti. Az erdősülés és a szántók művelésével a legelőterületek jelentős csekély hányadát képezik a területnek, amelyet a környék gazdálkodási szokásai is alátámasztanak, amely főként a növénytermesztést részesíti előnyben, az állattartás helyett. Az erdőterületek növekedése és a tározó töltésének építésével járó szántóterület elvonás ellenére is a terület meghatározó használati formája a szántóművelés. A terület jelentős hányadát képezi szántó, amely szinte egybefüggő területként jellemezhető. A kisebb szántóterületek egybeolvadása, és a tanyavilág megszűnése, egy egybefüggő nagyméretű szántóterület létrejöttét segítette elő, amely képében napjainkban szinte csak a tározó töltése avatkozik bele. A végbement változásokat a következő, összegző diagramban (43. ábrán) ábrázolom. A területhasználati módok változását a 5. számú táblázatban is bemutatom.



43. ábra: A területhasználat változása %-os értékben feltüntetve

5. táblázat: Területhasználat változása

Területhasználati mód	1979	80-as évek	1987	2000	2009
<i>Erdőterületek kiterjedése (ha)</i>	420	558	472	864	1076
<i>Szántó területe (ha)</i>	3149	2961	3022	2415	2165
<i>Vizes területek (ha)</i>	57	32	40	38	58
<i>Töltés területe (ha)</i>	67	34	59	52	116
<i>Mocsaras területek (ha)</i>	57	68	41	37	57
<i>Legelő területe (ha)</i>	184	271	303	471	146
<i>Holtmeder területe (ha)</i>	56	31	40	36	24

Az elkészült térképi állományok segítségével lehetőség nyílt mélyrehatóbb vizsgálatok végrehajtására is úgy, mint a legközelebbi szomszéd index és a stabilitás (terület/kerület) vizsgálata. Ezen túl jól ábrázolható az átlagos, legnagyobb és legkisebb területek közti kapcsolat is. Amelyek vizsgálatok tájökológiai szempontból fontosak lehetnek, ám az adatok főként nagyobb területek vizsgálatánál adhatnak pontosabb képet, így a vizsgálatom által kapott adatok nem általánosíthatók hasonló területekre (árterületekre, tározókra). Ahhoz, hogy pontosabb képet kapjunk egy területi típusról és tájról, nagyobb mérvű vizsgálatra van szükség.

A régebbi időkből származó térképek segítségével a tanyavilág alakulása is jól szemléltethető. A tanyavilág folyamatos eltűnése a dolgozatom példáján is jól megfigyelhető. Ez a tendencia nem csak a területen figyelhető meg, hanem az egész országra jellemző a tanyák számának folyamatos csökkenése, és a falvak külterületének elnéptelenedése.

Dolgozatom jó például szolgálhat, hogy egy elkészült térképi állománnyal nem csak területhasználati vizsgálatra nyílik mód. Mivel a geoinformatika tárháza igen nagy, ezért széleskörű vizsgálatok lebonyolítására nyílhat lehetőség. Így például a terület szemléltetésére szolgálhat, több fedvény egymásra helyezésével létrejött térkép. Így az általam készített, a terület elárasztását ábrázoló térképem, a vizuális kiértékelés szempontjából fontos lehet, továbbá a kreatív megjelenítési módok közérthetőbbek, így a lakosság számára befogadhatóbbak. Ez egy tározó építésénél kifejezetten fontos, mivel a területen élő emberek számára a pontos magyarázat és a közérthetőség igen jelentős szempont.

Végül, a foltsűrűség vizsgálatát végeztem el. Ennek a vizsgálatnak a jelentősége nem főként a terület vizsgálatában rejlik, ám ez sem elhanyagolható. Főként a két módszer összehasonlítását tűztem ki célul, mivel mindkét metódus alkalmazható ilyen jellegű vizsgálat lebonyolítására. Véleményem szerint a rácsháló alkalmazásával létrejött foltsűrűségi térképek hitelesebben alkalmazhatók, attól a hibától eltekintve, hogy átmenet, és átmeneti színek megjelenítése nem lehetséges. Ellentétben a hőtérképes módszerrel, amely igen megtévesztő lehet az alkalmazható opciók kis számából adódóan.

Munkám végezetével kijelenthető, hogy a geoinformatika alkalmazhatósága széleskörű, amelyet az alkalmazható szoftverek száma is segít. Az általam alkalmazott számítógépes programok fejlődése, pluginok és modulok számának növekedése az elvégezhető műveletek számát napról napra növeli. A szoftverek által automatizálható műveletek az egyes munkafolyamatokat lerövidítik és megkönnyítik, amelyek egy nagyobb terület vizsgálatakor fontosak lehetnek. Ám fontos a tudatos és pontos munkavégzés, mert az emberi szemmel kismértékűnek vélt hibák, a térképen akár több tíz vagy száz méteres hibákhoz is vezethetnek, amelyek nem fogadhatók el. Viszont amennyiben a munkát kitartóan és kellő odafigyeléssel, érdeklődéssel végezzük, akkor az elkészült állományok segítségével nagyszámú vizsgálatra nyílik lehetőség.

Következtetésként még levonható, hogy a terület vizsgálatát akár ennél régebbi időket ábrázoló térképi állományok segítségével lehetne még teljesebbé tenni. Viszont a vizsgálat szempontjából kijelenthető, hogy a terület képébe a tározó építése főként a foltsűrűség és szántók feldarabolásában játszott szerepet. A végbement folyamatok (erdősülés, holtmeder alakulása) a tározó létrehozása nélkül végbement folyamatok, jelenségek.

Összefoglalás

A szakirodalom tanulmányozása és a téma megismerését követően végeztem el munkámat. A téma igen nagyszámú szakirodalmi háttérrel rendelkezik, ám a Tisza folyó menti árvízi tározók mégis újszerű létesítmények, ezentúl a Tiszaroffi árapasztó tározó már elárasztásra is került egy alkalommal. A tározók nagy számban való elterjedése adja dolgozatom aktualitását.

Az alkalmazott szoftverek és azok beépülő moduljainak megismerése után nyílt lehetőség a területen végbemenő változások vizsgálatára, elemzésére. Fontos a módszerek ismertetése, mivel csak így kaphat az olvasó pontos képet az elvégzett vizsgálatokról, azok okáról és fontosságáról.

Dolgozatom lényegi részét az Eredmények teszik ki, amelyek közt lehetőség nyílt a területhasználati módok változásának szemléltetésére, statisztikai és tájökológiai jelentőségű vizsgálatokra. Továbbá két különböző foltsűrűség mérésére és megjelenítésére alkalmas módszer összehasonlítását és a módszerek elemzését végeztem el. A vizsgálat eredményein túl, a dolgozatom rávilágíthat a geoinformatika sokrétű lehetőségeire. Képet kaphat az olvasó arról, hogy a szoftverek segítségével széleskörű, és mélyreható vizsgálatra nyílik lehetőség.

A következtetések levonásakor nem csak a diagramok elemzését és a kapott adatok kiértékelését végeztem el, hanem a két foltsűrűségi térkép előnyeit és hátrányait is igyekeztem maximálisan feltérképezni és bemutatni.

Felhasznált irodalom

- Bogárdi J.: 1971. Vízfolyások hordalékszállítása. Akadémia kiadó. Budapest. 837 p.
- Chun-Tian Cheng - K.W. Chau.: 2002. Flood control management system for reservoirs. Software, Volume 19, Issue 12, December 2004, 1141-1150 pp.
- Clark, P.J. – Evans, F.C.: 1954. Distance to nearest neighbour as a measure of spatial relationships in populations. – Ecology, 35, pp.445-453.
- Csorba P. – Szabó Sz. – Csorba K.: 2006. Tájmetriai adatok tájökológiai célú felhasználása, Földrajzi tanulmányok Dr. Lóki József tiszteletére, Debrecen, pp. 24-34.
- Csorba P.: 1989. Tájstabilitás és ökogeográfiai stabilitás. - Földrajzi Értesít_. 38. 3-4., pp. 395-410.
- Detrekői Á.-Szabó GY.: 1995. Bevezetés a térinformatikába. Nemzeti Tankönyvkiadó. Budapest. 250 p.
- Detrekői Á.-Szabó GY.: 2007. Térinformatika. Nemzeti Tankönyvkiadó. Budapest. 380 p.
- Dövényi Z.: 2010. Magyarország Kistájainak Katasztere. Magyar Földrajztudományi Intézet. Budapest. 876 p.
- Fehér A.: 1994. Ember – Táj – Mezőgazdaság a Tisza-tó környékén. Kompolt. 282 p.
- Gábris Gy. – Tímár G. – Somhegyi A. – Nagy I.: 2004. Árvízi tározás vagy ártéri gazdálkodás a Tisza mentén. II. Magyar Földrajzi Konferencia. Szeged. 18 p.
- GUAN Tie-sheng - XU Qin - CHEN Xing - XIANG Yan.:2012. Flood control and safety evaluation of Banqiao reservoir. Procedia Engineering 28 (2012). 368 – 375
- Hamar A.: 2005. Tájhasználat a Tisza-tó térségében : Tények és lehetőségek. Tisza Klub Környezet- és Természetvédő Társadalmi Szervezet. Szolnok. 112 p.
- Haraszthy L.: 2000. A Tisza-völgy természeti értékeinek megőrzése. WWF Magyarország. Budapest. 20 p.
- Juhász J.: 2012. Alternatív vízgazdálkodási stratégia. Hidrológiai Közöny. 92. évf. 3. szám. 5-14 pp.
- Karl W. Butzer.: 1986. A földfelszín formakincse. Gondolat Könyvkiadó. Budapest. 525 p.
- Károlyi Zs. - Nemes G.: 1975. A Közép-Tiszavidék vízügyi múltja II. (1846-1944). Vízdok. Budapest. 134 p.

- Károlyi Zs.: 1973. A magyar vízi munkálatok rövid története különös tekintettel a vizek szabályozására. In: Károlyi Zoltán - Károlyi Zsigmond - Vázsonyi Ádám. In: Ihrig Dénes (szerk.): A magyar vízszabályozás története. Országos Vízügyi Hivatal. Budapest. 112. p.
- Kelemen J.: 1997. Irányelvek a füves területek természetvédelmi szempontú kezeléséhez. TermészetBÚVÁR Alapítvány Kiadó. Budapest. 387 p.
- Kiss T. – Orosi V. Gy. – Sipos Gy. - Fiala K. – Benyhe B.: 2011. Accelerated overbank accumulation after nineteenth century river regulation works: A case study on the Maros River, Hungary. *Geomorphology*, Volume 135. 191-202 pp.
- Mucsi L.: 1995. Műholdas távérzékelés és digitális képfeldolgozás I. Szeged. SZTE Press. 170 p.
- Nagy I. – Ligetvári F. – Schweitzer F.: 2010. Tisza River Valley: Future prospects, *Hungarian Geographical Bulletin* 59 (4) (2010) pp. 361-370.
- Nagy L.: 1971. A vízgazdálkodás fejlődése. Vízdok. Budapest. 877 p.
- Nemes N. J.: 1998. A tér a társadalomkutatásban. Hilscher Rezső Szociálpolitikai Egyesület "Ember-Település-Régió". Budapest. 260 p.
- Schweitzer F.: 2001. A magyarországi folyószabályozások geomorfológiai vonatkozásai (Geomorphological aspects of river regulation in Hungary) *Földrajzi értesítő* 50 (1-4): 63-72.
- Schick E.: 1929. Ármentesítések. In: A magyar vízmunkálatok története 1867-1927. Magyar Királyi Földművelésügyi Minisztérium. Budapest. pp.4-11.
- Szabó J.: 2004. Az árvízvédelem néhány aktuális kérdése Magyarországon, a Tisza példáján. *Debreceni Szemle*. 2004/1, pp.60-76
- Szabó Sz.: 2009. Tájmetriai mérőszámok alkalmazási lehetőségeinek vizsgálata a tájanalízisben. Habilitációs értekezés, kézirat. Debrecen 107p.
- Telbisz T.: 2001. Új megközelítések a töbör-morfológiában az Aggteleki-karszt példáján. *Földrajzi közlemények*. 2001. (125. (49.) köt.) 1-2. sz. pp. 95-108.
- UNEP. 1991. Freshwater Pollution. UNEP/GEMS Environment Library, No 6, United Nations Environment Programme, Nairobi, 36 pp.
- Vágási I.: 1982. A Tisza árvizei (Floods of the Tisza River). Vízdok. Budapest. 283p.
- Végvári P. - Lovas A. - Teszárné N.M. - Csépes E. - K. Szilágyi E. - Aranyiné R. A. - Kovács P. - Molnár K. - Szabó A.: Sekélyvízű tározók ökológiai állapotváltozásai az elárasztástól a leürítésig a Tiszaroffi árvízszint csökkentő tározó tapasztalatai alapján. 2010, 91. évf. 6. szám. *Hidrológiai közlöny*, 112-115 pp.

Internetes hivatkozások

1. Megvalósítási terv a Tisza-völgyi árapasztó rendszer (Ártér Reaktiválás szabályozott vízkivezetéssel) I. ütemére

http://www.terport.hu/webfm_send/463

2. Quantum GIS

<http://qgis.spatialthoughts.com/2012/02/tutorial-georeferencing-topo-sheets.html>

3. Az Ftools plugin

<http://www.ftools.ca/plugins.html>

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném kifejezni köszönetemet Dr. Szabó Szilárd tanszékvezető docensnek, témavezetőmnek, hogy segítette a témaválasztásomat. Útmutatásával és szakmai anyagainak rendelkezésemre bocsátásával segítette dolgozatomat. Ezentúl, szakmai tudásával és hasznos tanácsaival támogatta munkám eredményességét.

Köszönettel tartozom a Hadtörténeti Intézet és Múzeum Térképtári dolgozóinak, akik légifelvételeik rendelkezésemre bocsátásával segítették munkámat.

I. számú függelék

Munkám során témavezetőm útmutatásait követve, különböző geoinformatikai módszerek segítségével vizsgáltam a tájban végbement változásokat. Elsősorban feladataim közé tartozott:

- A terület és téma irodalmi feldolgozása
- Légifelvételek beszerzése a Hadtörténeti Intézet és Múzeum Térképtárából
- Légifelvételek digitalizálása és vektorizálása
- Adatok feldolgozása
- Statisztikai és tájmetriai vizsgálatok lefolytatása
- Geoinformatikai szoftverek alkalmazása

Vizsgálatom során a kapott légifelvételeket szkenneltem, majd a digitálisan rendelkezésemre álló légifelvételekkel együtt vektorizáltam. Az így létrejött állományokból tematikus térképeket készítettem, amelyek segítik az összehasonlítást. Továbbá, az így kapott területi adatokat vizsgáltam különböző statisztikai és tájmetriai módszerekkel, hogy összehasonlítsam a vizsgálati periódusban végbement változásokat. Ezek segítségével számszerűsíthettem a különböző változásokat.

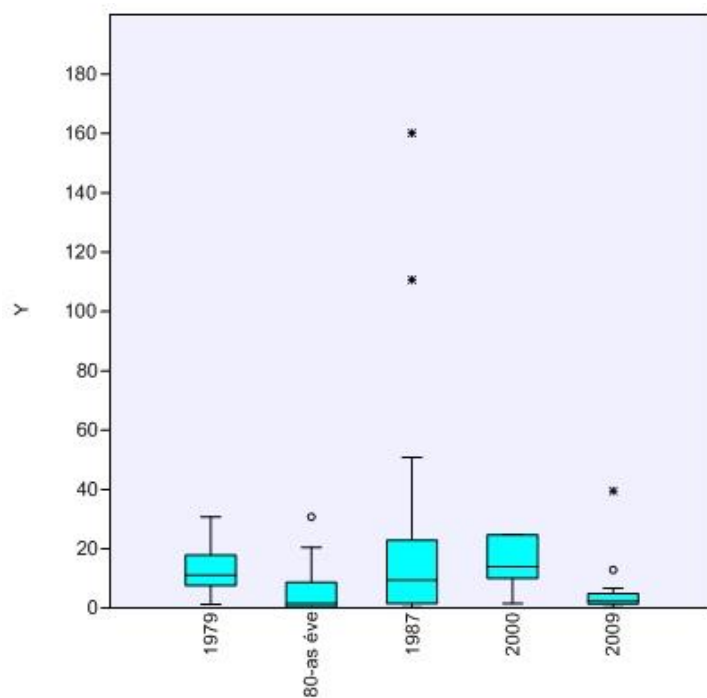
A területi és tájmetriai vizsgálatokon túl a terület domborzatmodelljét és elárasztásmodelljét is elkészítettem geoinformatikai eszközös segítségével. Ezen modellek nagy segítséget nyújtanak a lefolyásviszonyok vizsgálatára, elárasztás után megjelenő vizes területek előzetes feltérképezésére.

A tanulmány során a gyakorlatban is alkalmazható módszerek alkalmazását tűztem ki célul. Ezen komplex vizsgálat létrehozásához elengedhetetlenek a modern geoinformatikai szoftverek és légifelvételek.

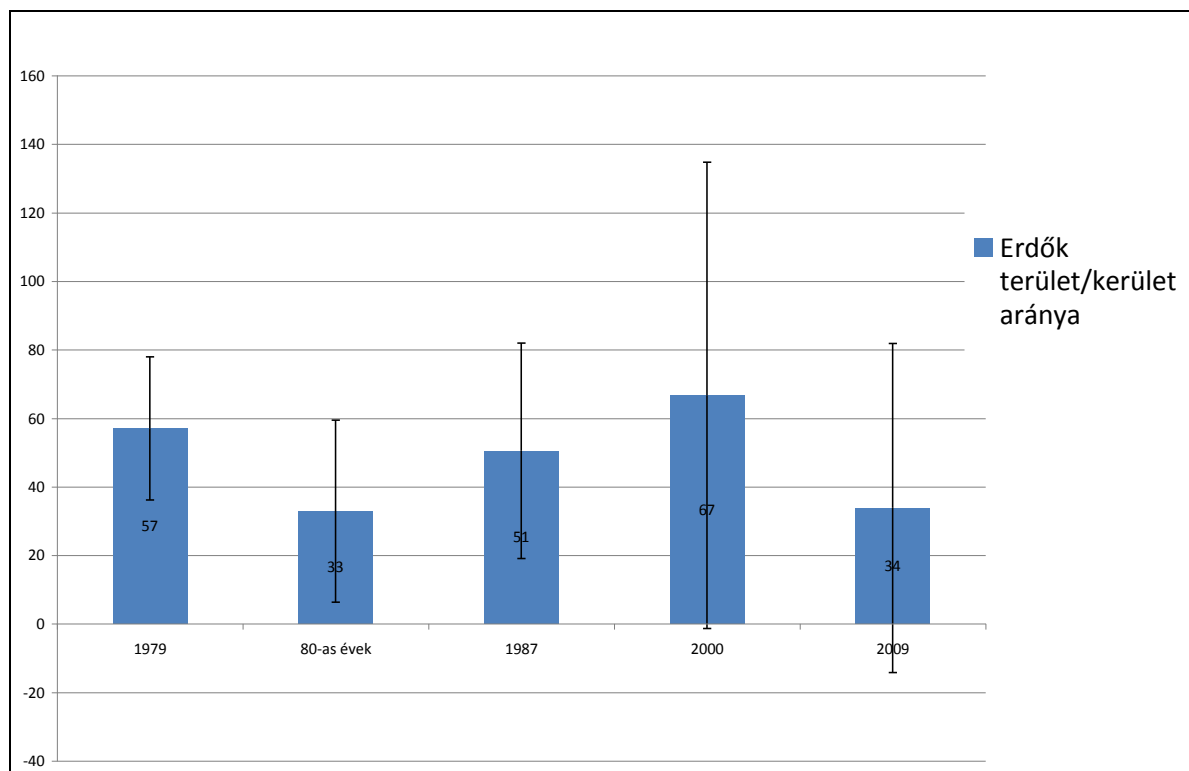
II. számú függelék

Dolgozatom témája mesterképzési diplomamunkámtól teljes mértékben elkülönül, önálló kutatást képez. Mind irodalmi feldolgozásban és gyakorlati vonatkozásban egyaránt elkülöníthető egymástól a két dolgozat. Mesterképzési dolgozatom témája a Triklór-etilén (TCE) membrán transzport vizsgálata izotópanalitikai módszerekkel *Pseudomonas putida F1* baktériumban. Munkámat az MTA-ATOMKI Hertelendi Ede Környezetanalitikai Laboratóriumában végzem, Dr. Molnár Mihály és Janovics Róbert témavezetésével. Jelen pályamunka geoinformatikai módszerekkel vizsgálja a Tiszaroffi árapasztó tározóban végbement változásokat, míg diplomamunkámban laboratóriumi, radiokarbon vizsgálatokkal kívánjuk igazolni az adott baktérium szénhidrogén felvevő és lebontó képességét. Diplomamunkámban stabilizotóp-arány és radiokarbon mérések segítségével vizsgáljuk az adott mikroorganizmust. Az általunk előzetesen kidolgozott módszerek segítségével és radioaktívan nyomjelzett TCE bejuttatásával kívánjuk meghatározni a baktérium TCE felvételét és bontását. Célunk egy megbízható és további kísérletekben is alkalmazható módszer kidolgozása, és az ENVIKUT projekt keretén belül zajló kutatások támogatása izotópanalitikai módszerekkel. A munka jelentős része laboratóriumi feladatokból áll. Minták előkészítése, feldolgozása és mérése tömegspektrométer segítségével. Az így nyert adatok elemzése különböző módszerekkel.

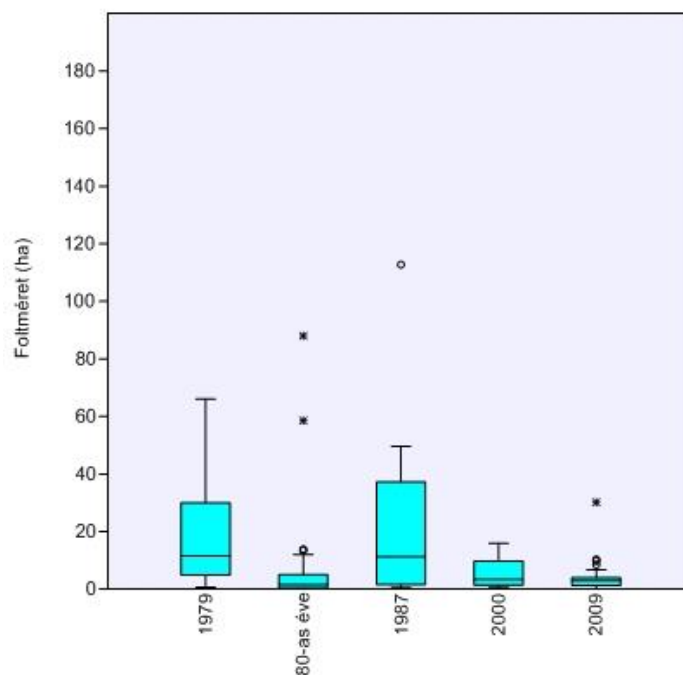
Melléklet



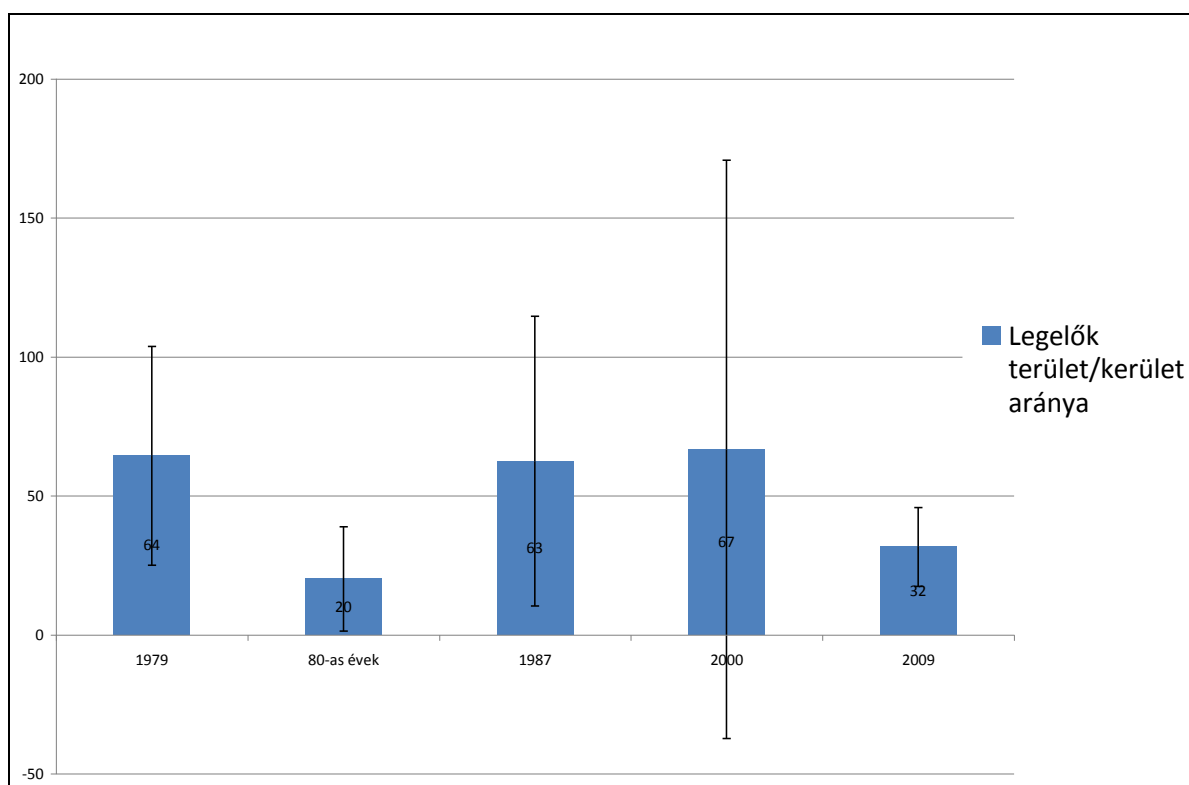
1. melléklet: Erdők foltméretének minimum, maximum, medián értékei, interkvartilis tartományának, alsó és felső kvartiliseinek Blogspot diagramja és értékei kiugróan magas értékek nélkül



2. melléklet: Az erdőterületek terület/kerület aránya és szórása



3. melléklet: Legelők foltmértékének minimum, maximum, medián értékei, interkvartilis tartományának, alsó és felső kvartiliseinek Blogspot diagramja és értékei kiugróan magas értékek nélkül



4. melléklet: A legelőterületek terület/kerület aránya és szórása