



**SZENT ISTVÁN EGYETEM
MEZŐGAZDASÁG- ÉS KÖRNYEZETTUDOMÁNYI KAR,
VADVILÁG MEGŐRZÉSI INTÉZET
VADGAZDA MÉRNÖK SZAK**

**ÖKOLÓGIAI KATASZTRÓFÁK HATÁSA A VADGAZDÁLKODÁSRA:
AJKAI ESETTANULMÁNY**

Készítette:
Mihalik Bendegúz
IV. évfolyam

Belső konzulens:
Dr. Katona Krisztián, egyetemi docens
Intézet és Tanszék neve:
Vadvilág Megőrzési Intézet

Gödöllő
2012

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	3
2. Irodalmi áttekintés	5
2.1. Az ökológiai katasztrófa	5
2.2. Az ökológiai katasztrófák típusai	6
2.2.1 Globális felmelegedés	6
2.2.2 Légszennyezés	7
2.2.3 Erdőtüzek	7
2.2.4. Olajszennyezés	8
2.2.4.1. Az Exxon Valdez balesete	10
2.2.4.2. Olajkatasztrófa a Mexikói-öbölben	12
2.2.5. Vörösiszap-katasztrófa Magyarországon	13
2.2.5.1. A vörösiszap jellemzői	13
2.2.5.2. Gazdasági, egészségügyi és környezeti problémák	13
2.2.5.3. A vörösiszap lerakása	14
2.2.5.4. Az ajkai vörösiszap-katasztrófa leírása	15
2.2.5.5. A tájrehabilitáció lépései	18
2.2.5.6 A Marcalt és a Torna patakot ért hatások	19
2.2.5.6.1 A vörösiszap hatásai	19
2.2.5.6.2. Bekövetkezett károk és a vízviszonyok normalizálódása	19
2.2.5.6.3. Regeneráció	22
2.2.5.7 Humán egészségügyi vonatkozások	22
2.3 Ökológiai katasztrófa vadgazdálkodásra gyakorolt hatásai: károkozás és regeneráció	23
3. Anyag és módszer	25
3.1. A vizsgálati terület bemutatása	25
3.2. Terepi adatgyűjtés	26
3.3. Adatfeldolgozás	27
4. Eredmények	28
4.1. Emlős vadfajok	28
4.2. Vad madarak	30
4.3. Nyombecslés	34
4.4. Állománybecslés és terítékek	35
5. Értékelés, következtetések	36
5.1. Területhasználat	36
5.1.1. Emlős vadfajok	36
5.1.1.1. Őz, 2011. október, gyepterületek használata közti különbség	36
5.1.1.2. Őz, 2012. július, gyepterületek használata közti különbség	36
5.1.1.3. Vaddisznó, gyepterületek használata közti különbség (nyombecslés alapján)	36
5.1.2. Vad madarak	37
5.2. Visszatelepülés	37
5.2.1. Őz, puffer erdőben időbeli különbség	37
5.2.2. Tökés réce iszapos gyepterületen időbeli különbség	38
5.3. Állománybecslések és terítékek	38
5.4. Javaslatok	38
6. Összefoglalás	39
7. Köszönetnyilvánítás	41
8. Irodalomjegyzék	42
9. Nyilatkozat	45

1. Bevezetés

A vadfajok populációi az evolúció által hosszú idő alatt képesek alkalmazkodni élőhelyük megváltozásához. Ehhez azonban az szükséges, hogy ez a változás lassan, alig észrevehetően következzen be. Előfordulnak viszont olyan gyorsan lezajló és az élőhelyet nagymértékben megváltoztató események, amelyekhez való alkalmazkodásra az élőlények képtelenek ennyi idő alatt. Ekkor az adott élőhelyen élő populációk a változás sebességétől és mértékétől függően súlyos károkat szenvednek, sőt, akár teljesen el is tűnhetnek. Az ilyen eseményeket nevezzük ökológiai katasztrófának (Horti, 1984).

Ökológiai katasztrófákat elő tud idézni a természet is, de sokszor közvetlenül, vagy közvetetten az ember tehető felelőssé értük. Egy vulkán kitörése például pusztán a természet műve (Horti, 1984), de egy árvíznek, leginkább az áradás mértékének lehet befolyásoló tényezője a folyó korábbi szabályozása. Erre Magyarországon is számos példa van; a Tiszát az 1800-as években Széchenyi István megbízására Vásárhelyi Pál és Pietro Paleocappa folyamszabályozási munkái alatt hosszának 2/3-ára „egyenestették” ki. Így a folyómeder vízszintje megemelkedett, a víz folyási sebessége pedig jelentősen felgyorsult, aminek következtében a gyorsabban levonuló árvizek nagyobb problémákat okoztak (Zseni, 2012).

Közvetlenül ember által okozott ökológiai katasztrófák például a tengeri olajszállító tankerek, fűtőtornyok balesete nyomán a vízbe jutó nagy mennyiségű olaj, a különböző veszélyes anyagokat tartalmazó tározók gátjának átszakadásával a természetes élőhelyekre kifolyó anyagok, vagy az atomerőművek meghibásodásakor kiszabaduló radioaktív felhők károkozása.

Az ökológiai katasztrófáknak vadgazdálkodási szempontból széles körű negatív hatása van. A vadállományokat közvetlenül pusztítják például az áradások, amikor sok állat nem tud elmenekülni a víz elől és megfullad. A táplálékforrásokat szintén képes elpusztítani, így az életben maradt egyedek állapota is romlik, ráadásul ezt a hatást erősíti, hogy ilyenkor az állatok megnövekedő stressz-szintje miatt a táplálékot rosszabb arányban dolgozzák fel, vagyis egységnyi energianyereség eléréséhez többet kell táplálkozniuk.

A táplálékforrásokat nem csak elpusztítani képesek az ilyen események, hanem az egyedek számára áthatolhatatlan akadályt is képezhetnek, elvágva azokat táplálékuktól. Ezt okozhatják az árvizek, vulkánkitörések, vagy a nemrégiben hazánkban átszakadt vörösiszap-tározó gát miatt keletkezett vörösiszapfolt is részben ilyen jellegű probléma.

Más típusú katasztrófák az egyedek túlélési esélyeit csökkentik rövidebb-hosszabb távon, ilyenek például a radioaktív szennyezés miatt kialakult mutációk, vagy az olajfoltokkal érintkező állatok szőrén, vagy tollán megtapadó olaj, ami az állatok szőrzetének, vagy tollzatának

vízhatlanságát szünteti meg, továbbá a madarak repülési képességét is jelentősen lecsökkenthetik, így könnyebben válhatnak a ragadozók prédájává.

A katasztrófa által érintett területen dolgozó vadgazdálkodókat mindezek együttes hatásán kívül még a turizmus mértékének csökkenése és az ebből származó bevételkiesés is sújtja.

Vizsgálatom célja, hogy elsősorban vadgazdálkodási szempontból részletesen bemutassak egy ökológiai katasztrófát (nevezetesen a 2010-es ajkai vörösiszap-katasztrófát); annak kiváltó okait, a rövidtávon jelentkező és hosszabb távon várható hatásait, valamint az elhárítására, a károk minimalizálása érdekében tett lépéseket és a helyreállítási munkákat, ill. javaslatokat fogalmazzak meg a jövőbeni hasonló katasztrófák megelőzésére. Vizsgálataimmal arra keresek választ, hogy a vörösiszap-katasztrófa befolyásolta-e a vadfajok állományainak térbeli előfordulását, és ha igen, akkor milyen sebességgel népesül be újra az érintett terület.

2. Irodalmi áttekintés

2.1. Az ökológiai katasztrófa

A katasztrófa fogalma a 2011. évi CXXVIII. számú katasztrófavédelmi törvény 3. §-e szerint: „A veszélyhelyzet kihirdetésére alkalmas, illetve e helyzet kihirdetését el nem érő mértékű olyan állapot, vagy helyzet, amely emberek életét, egészségét, anyagi értékeit, a lakosság alapvető ellátását, a természeti környezetet, a természeti értékeket olyan módon vagy mértékben veszélyezteti, károsítja, hogy a kár megelőzése, elhárítása vagy a következmények felszámolása meghaladja az erre rendelt szervezetek előírt együttműködési rendben történő védekezési lehetőségeit, és különleges intézkedések bevezetését, valamint az önkormányzatok és az állami szervek folyamatos és szigorúan összehangolt együttműködését, illetve nemzetközi segítség igénybevételét igényli” (Magyar Közlöny, 2011). Szűkebben, az ökológiai katasztrófa megfogalmazása Horti (1984) szerint: olyan nagyobb környezeti változás, ami túl ritkán fordul elő ahhoz, hogy az élőlények megszokhassák, vagy kivédjék a következményeit. Tehát ritkán előforduló, megismétlődése ugyanott, ugyanúgy kizárt, fellépését nem lehet előre látni. Ezenkívül alapvető változást hoz az érintett ökoszisztémában. Lehet rövid hatású, de akár végleges változást is okozhat. Ennek oka, hogy az élőlények állandó, dinamikus kölcsönhatásban vannak egymással és a környezetükkel. Ahol ez a rendszer akadozni kezd, ott pusztulás lép fel. Ha a pusztulás hirtelen lép fel, tömeges, vagy nagy területet érint, akkor biológiai (ökológiai) katasztrófáról beszélünk (Horti, 1984).

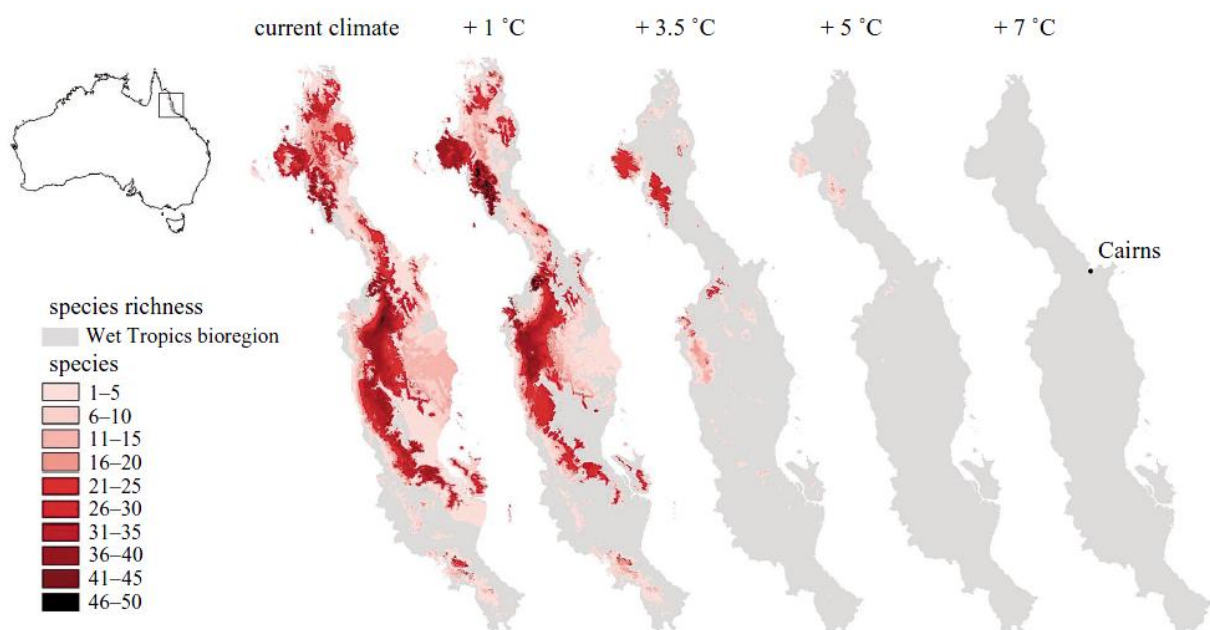
Az ökológiai katasztrófa forrása szerint lehet légköri, geológiai, ember okozta, stb. (Horti, 1984). A természetben is előfordulnak lokális szabályozási katasztrófák. Ez rendszerint valamilyen zavarás hatására következik be, amikor is egy populáció a többiek rovására elszaporodik, és kisajátítja a forrásokat. Általában ez az állapot nem marad fenn hosszú távon, hanem valamilyen egyéb tényező miatt a populáció összeomlik, és a helyén a többi, eddig elnyomott faj regenerálódni tud. Eszerint a felfogás szerint az ember jelenlegi sikertörténete már valószínűleg az ökológiai katasztrófa első felvonása. Az ember által előállított, tökéletes minőségű, folyamatosan növekvő hozamú termékek a szupraindividuális rendszerek körében szintén az ökológiai katasztrófák közé sorolhatók (Bartha, 2004). Röviden összefoglalva a környezeti (ökológiai) katasztrófák közé tartozik minden, a természetes környezetben ember által okozott katasztrófa (Diamond, 2005).

2.2. Az ökológiai katasztrófák típusai

Az ökológiai katasztrófákat két nagy csoportra lehet osztani: a mennyiségi változás során egy határértéket átlépő küszöbkatasztrófák (globális felmelegedés, légszennyezés) és az egyszeri, elkülönült események, úgynevezett pontkatasztrófák (erdőtűz, olajszennyezés, vörösiszap-szennyezés) csoportjaira (Horti, 1984). Mindkét csoporton belül számos típus található, így én ezekből néhány, napjainkban is veszélyeztető és megoldásra váró katasztrófát választottam ki.

2.2.1 Globális felmelegedés

A globális felmelegedés hatására századunk végére a hőmérséklet átlagosan 1.4 °C és 5.8 °C közötti értékkel lesz magasabb, ezen kívül a szén-dioxid mennyiség is jelentősen növekedni fog az atmoszférában és az esőzések is jelentős változáson fognak átesni, hosszabb száraz periódusokkal és ezek közötti özvízszerű záporokkal (Walsh & Ryan, 2000). Ennek hatása az élővilágra katasztrofális lesz. Egy, a Bioclim programmal végzett kísérlet szerint Ausztrália nedves trópusi régiójában már 1°C emelkedés is szignifikáns élettér-csökkenést jelent szinte az összes gerinces faj számára (65 vizsgált fajból 63 esetén), egy Thornton Peak-i endemikus békafaj (*Cophixalus sp*) pedig ki is hal ilyen mértékű hőmérséklet-növekedéstől. 3.5°C-os növekedésnél 30 faj kihal, a többi 35 pedig jelenlegi elterjedési területének 11,4%-án lesz megtalálható. 5°C növekedést 8 faj él túl, de ezek is az eredeti életterük mindössze 3%-án lennének megtalálhatók. Az összes faj kipusztulása 7°C hőmérsékleti emelkedésnél következik be (1. ábra) (Williams et al, 2003).



1. ábra: A globális felmelegedés hatása Ausztrália nedves trópusi régiójának emlősfajaira (Williams et al, 2003)

2.2.2 Légszennyezés

A hosszabb távon, így nehezebben észrevehetően bekövetkező változások egyike a légszennyezés egyre gyorsuló ütemű növekedése (Levegő és egészség, 2012). Ez azonban az élőlények alkalmazkodóképességéhez képest még mindig túl gyors változás, így képes ökológiai katasztrófát okozni. Az ilyen változások figyelemmel követésére jó módszer az ún. bioindikátor fajok megfigyelésén alapuló módszer. Komonyi és Baranyi (2012) felmérése során a Harangláb határán levő erdőrészen élő zuzmókat vizsgálták a kén-dioxiddal szembeni tűrőképességük szempontjából. Így a kén-dioxid által okozott savas ülepedés mértékét tudják mérni, ami az egész környezetet károsító és megbontó hatásainak megfigyelésére alkalmas.

Öt kategóriát vettek fel a Levegő Minőségi Index módszert igénybe véve. Az eredmények azt mutatták, hogy az 50 mintavételi pontból 48 a második legrosszabb kategóriába (belső küzdelmi zóna, LMI érték: 1-35), 2 pedig a középkategóriába (középső küzdelmi zóna, LMI érték: 36-55) tartozik. Ez azt jelenti, hogy a levegő kén-dioxid koncentrációja 0.07 mg/m^3 körül mozog, vagyis magas, mivel a határérték 0.05 mg/m^3 . Ez a zuzmók klorofillállományát roncsolva csökkenti a fotoszintézist, ezért a koncentráció növekedésével arányosan csökken a zuzmótelepek mérete (Komonyi & Baranyi, 2012).

2.2.3 Erdőtüzek

A növények erdőtűz utáni regenerálódása függ a domborzati viszonyoktól, a mikroklimatikus viszonyoktól (pl. széljárás), a vízviszonyoktól, a növényzet minőségétől és mennyiségétől. Az égés mértékét és intenzitását befolyásolja a területen található szerves anyag mennyisége, illetve egyes fafajok jelenléte (pl. fenyők). A területen átfutó tűz a növényegyedeket részlegesen égeti meg, ilyenkor a károsodott növények az épen maradt föld fölötti, illetve földalatti részekből sarjadnak újra. Tartós tűzben az ott lévő növényállomány föld feletti részei elégnak. Ebben az esetben a fák, cserjék, évelők a földalatti, égéssel nem károsított részeikből újulnak fel. Ilyenek lehetnek fák esetében a talajban szerteágazó gyökerek, a tuskó alsó, oldalsó 50–100 cm mélyen lévő részei, lágyszárúaknál pedig a gyökerek, gumók, hagymák, telepek. Olyan tűz, amelyben a növénynek teljesen elégnak abban az esetben keletkezik, amikor a földfelszín alatt levő tőzeg, illetve szén meggyullad, ez azonban ritkán fordul elő. Ilyenkor a magokat elsősorban a madarak hozzák vissza a területre az ürülékükkel. Az egy- és kétéves növények általában minden tüztípusnál elpusztulnak, de a környező területről könnyen vissza tudnak telepedni (Horváth et al, 2003).

2.2.4. Olajszennyezés

Mivel a vörösiszap-szennyezéshez igen közel álló, de azzal ellentétben komoly irodalmú és kidolgozott megelőzési-, illetve védekezési tervvel rendelkező ember által okozott ökológiai katasztrófa az olajszennyezés, ezért kitekintésként erről egy hosszabb, összefoglaló leírást adok.

Az olajszennyezés elsősorban a világháborúk alatt az elsüllyesztett csatahajók, manapság pedig olajszállító hajók, vagy olajfűrőtornyok sérüléséből keletkezik, így főleg a tengerek és tengerpartok élőlényeit és talaját veszélyezteti. A vízbe kerülő olaj a vízfelszínen gyorsan szétterjed, így rövid idő alatt nagyméretű vízfelület válik szennyezetté.

A szennyezés hatásai: a kőolaj nem oldódik a vízben, hanem a felszínén vékony réteget képez, így csökkenti a vízbe jutó fény és oxigén mennyiségét, emiatt az algák, a tápláléklánc alapjai pusztulásnak indulnak. Nő a szén-dioxid mennyiség, megváltozik a víz hőforgalma, mérgező anyagok oldódnak a vízbe (főleg kénvegyületek és fenolok) (Horti, 1984). Az emlősök bundájába, madarak tollára kerülve megszünteti annak vízhatlanságát, így az állatok átáznak, megfáznak, a madarak röpképtelenné válnak. A szennyeződést magukról letakarító állatok szervezetébe is sok olaj kerül, így mérgezve azokat. A halak kopolyájára lerakódott olaj az oxigénfelvételt csökkenti, így tulajdonképpen megfojtja a halat. Az olaj egy része a vízzel elkeveredve emulziót hoz létre, így a mélyebb rétegekben élő, vagy a vízből szűrőgető élőlényeket is megmérgezheti. A tápláléklánc alján álló élőlényekbe kerülő kis mennyiségű, az adott élőlényre nem halálos mennyiségű toxikus anyag is elég ahhoz, hogy a felsőbb szinteken lévő állatokban felhalmozódjon és elhullást okozzon. A kárelhárítás egyes fajtái (főleg a kémiai verziók) szintén károsítják az ökoszisztémát (Fetter, 2011).

A szennyezés visszaszorítását több tényező befolyásolja, köztük az érintett terület elhelyezkedése, izolálhatósága, a víz tulajdonságai (hőmérséklet, sótartalom, áramlatok, a szél által keltett hullámok, apály-dagály) és a part tulajdonságai (talaj összetétele, meredekség). Nagy erejű vízmozgásoknál az olajfolt hamar nagy távolságokra képes szétterjedni, viszont a koncentrációja is csökken, így az élőlényeknek nagyobb esélyük van kiküszöbölni a hatásait. Ilyen szempontból a legkedvezőbb a közepes erősségű áramlatokkal és hullámokkal rendelkező vízfelület, mivel ilyenkor még nem olyan nehéz azt izolálni és megkezdeni a szennyeződés eltakarítását, de már a nem túl magas koncentráció miatt az élőlényeknek nagyobb az esélyük a túlélésre, mint egy lokális, nagy koncentrációjú szennyezés esetén (http1, 2012).

Olajkatasztrófa esetén az EPA (Environmental Protection Agency, amerikai környezetvédelmi ügynökség) akcióterve a következő: egy koordinátort küldenek a helyszínre, aki az összes kárelhárítási munkafolyamatot ellenőrzi. Első feladata a károk felbecsülése (http2, 2012). Ekkor határozza meg a kifolyt anyag tulajdonságait, a szükséges védőfelszerelést, valamint a terület karakterisztikáját, ami később a speciális, helyi veszélyek kiküszöbölésében segít (http3, 2012).

Következő lépés a munkálatok megszervezése (http2, 2012). Előfordulhat, hogy a takarító gépeket nagy távolságról kell a helyszínre szállítani, vagy az ezeket szállító repülőgép nem tud leszállni a kisebb, helyi reptereken. Ilyenkor a szállítás igen bonyolult és költséges, tehát a lehető legátgondoltabb logisztika szükséges, mivel az idő előrehaladtával a károk is egyre emelkednek (http1, 2012).

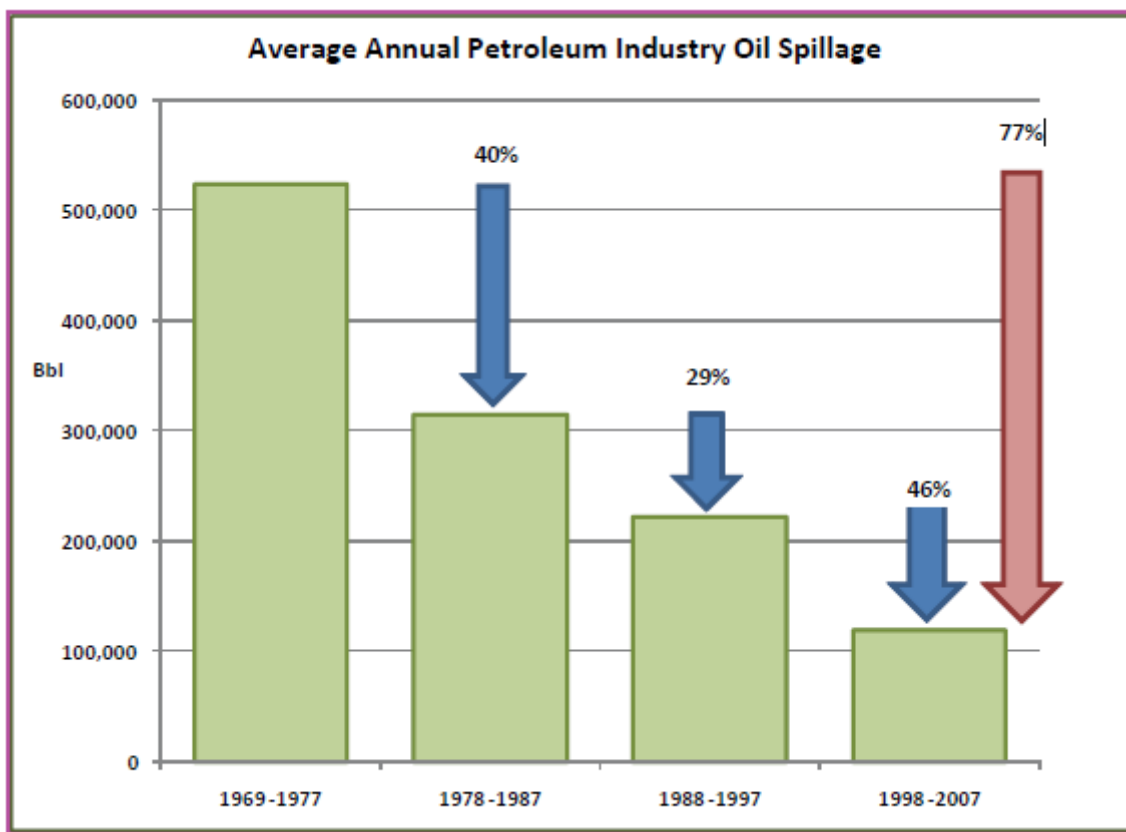
A koordinátor a munkálatok alatti folyamatos monitoringért is felelős, ennek segítségével menet közben is lehet a munkafolyamatokon változtatni, amennyiben az szükséges. Végül az ő feladata az értékelés is, ezzel is elősegítve a jövőbeni még hatékonyabb kárelhárítást (http2, 2012).

A katasztrófa elleni védekezés eszközei szintén sokrétűek. Elsőként említendő a megelőzés, a tankerek dupla fala, amelynél ütközés esetén a külső fal elnyeli az ütés erejét, így a belső tartály sértetlen marad. A hajók belseje rekeszekre osztott, így sérülés esetén nem a teljes olajrakomány, hanem csak egy-egy rekesz tartalma ömlik a vízbe (http4, 2012). A hajó manőverező képességét is a lehető legjobbra teszik extra propellerek segítségével, így elősegítve az akadály gyors kikerülését. Ezen kívül a fejlett navigációs rendszer automata ütközésselkerülővel van felszerelve, meghibásodás esetén egy második, az elsővel azonos értékű rendszer lép üzembe. A hajóskapitányok virtuális szimulációkban sajátítják el a hajók kezelését, amely annyira le van egyszerűsítve, hogy egy ember elég legyen a teljes irányításra, így kritikus helyzetben könnyű összehangolni a lépéseket (http4, 2012). Amennyiben mégis bekövetkezik a katasztrófa, először is a szivárgást kell megszüntetni, hajók esetében a maradék olaj másik hajóba szivattyúzásával, fűrótorony esetén pedig betonharangot illesztenek a sérült részre, vagy betapasztják a lyukat (Horti, 1984). A folt továbbterjedésének megakadályozása a másik elsődleges feladat, ezt úszó merülőfalakkal való körbezárással szokták végezni (http5, 2012). Ezek után következik az olaj kivonása a vízből, ezt szűréssel, például olajszedő szeparátorral (http6, 2012), vagy fölözőkkel, vegyi anyagok általi semlegesítéssel, égetéssel végzik (http7, 2012). Amennyiben az olajfolt partot ér, a partot hideg, vagy meleg vízzel átmossák, talajforgatást, vagy mechanikus eltávolítást végeznek (http8, 2012), illetve vákuumszűrőkkel távolítják el az olajat (http9, 2012). A szennyezett élőlényeket egyenként, óvatosan megtisztítják (http8, 2012).

Újabban többféle „zöld” megoldást is kitaláltak, ezek a már eleve súlyos károkat szenvedett ökoszisztéma kímélete mellett oldják meg a szennyeződés eltakarítását. Egyik módszer a norvégok által kifejlesztett úszó tözeg, ami képes az olajat felszívni. Másik megoldás az állati szőrből, illetve emberi hajból készült „szőnyeg”, ami szintén gyorsan nagy mennyiségű olajat képes magába szívni. Az átitatott szőnyegre ezután laskagomba kerül, ami kb. 3 hónap alatt megtisztítja azt a szennyeződéstől (http10, 2012). Előbbiektől némileg eltérő megoldás a biológiai módszer: olyan mikroorganizmusokat juttatnak a szennyezett vízbe, amelyek az olajban levő szénhidrogéneket szén-dioxidra és vízre bontja le. Ezeknek a mikroorganizmusoknak a hatékonysága műtrágya

hozzáadásával akár az ötszörösére is növelhető, ekkor azonban számolni kell a műtrágyákból kijutó toxikus anyagok felhalmozódására (http11, 2012). Ezek az új megoldások azonban nem minden esetben lettek még valódi méretekben letesztelve, így hatékonyságukról nincsenek adatok.

A biztonság növelésével elérték, hogy egy hordó olajból átlagosan 0.00003 hordónyi szennyezi a vizeket. Ez azonban még mindig hatalmas mennyiségű olajat jelent, mivel évente átlagosan 2.017 milliárd hordó olajat termelnek ki és 4.082 milliárd hordónyi olaj importja-exportja történik meg (Etkin, 2009). Az előbbi adatokkal számolva évente 122.460 hordónyi olaj szivárog ki, ami 19.471.140 litert jelent (2. ábra).



2. ábra: Az éves átlagos olajkiömlés 1969 és 2007 között (Etkin, 2009)

Az olajkatasztrófák közül kettő kiemelkedő, aminek bemutatása igen tanulságos:

2.2.4.1. Az Exxon Valdez balesete

Az Exxon Valdez nevű 240 ezer tonnás tankhajó 1989. március 24-én nem sokkal éjfél után az alaszakai Prince William Soundban zátonyra futott. Mire a mentőhajók a helyszínre értek kb. 250.000 hordónyi (közel 40.000.000 liter) olaj ömlött a tengerbe, majd a rakomány többi részét tartályhajókba szivattyúzták át. Így a sérült hajó elemelkedett a zátonyról és biztonságos helyre tudták vontatni (http12, 2012). Azonban a károk így is óriásiak voltak, az olaj 130-150 km²-nyi területet fedett le, amit a hullámok egy hét alatt 2600 km² felületűre hordtak szét (Fetter, 2011). A

mentési munkálatokban kb. 11.000 ember (http13, 2012), 1.000 hajó és 100 repülőgép és helikopter vett részt (http14, 2012). Elsősorban lokalizálni próbálták a szennyeződést, sikerült egyes partszakaszokat elszigetelni az olajfolttól és az így összegyűjtött olajat felgyűjtötták. Ezen kívül szűrőgépekkel a víz felszínén lévő olajat összegyűjtötték (http12, 2012), a parti sziklákat pedig nagynyomású vízzel, illetve kefével tisztították meg (Fetter, 2011). Itt próbálták ki elsőnek az olajfaló baktériumok használatát is, ehhez több mint 120 km partszakaszon nitrogén műtrágyát szórtak szét. Ez azonban hibás döntés volt, mivel a baktériumok az olaj helyett inkább a szétszórt műtrágyát fogyasztották, ráadásul még az egyéb élő szervezetekre is káros hatással voltak a baktériumokból távozó toxinok (Prince et al., 1994). Végül a megtisztíthatatlan talajrészeket kiemelték és elszállították (Fetter, 2011). A katasztrófának így is kb. negyedmillió madár, 2.800 tengeri vidra, 300 foka, 20 kardszárnyú delfin és 900 fehérfejű rétisas esett áldozatul, ezenkívül a helyi halpopulációk is jelentős károsodást szenvedtek (http14, 2012).

Mindezek a munkálatok 4.3 milliárd dollárjába kerültek az Exxon vállalatnak, beleértve a kárelhárítás költségeit, a kompenzációt és a büntetéseket (http13, 2012).

2007-től 2010-ig a philadelphiai Temple University kutatói megvizsgálták a környező partokat, és arra jutottak, hogy az olaj jelentős része még mindig a talajban van. Ennek oka a kétrétegű talaj lehet, mely alsó rétege tömött, oxigén- és tápanyaghiányos, így az olajfaló baktériumok nem tudtak elterjedni benne. A tudósok most az elterjedés felgyorsításán dolgoznak (http15, 2012).

Az Exxon Valdez katasztrófája nem egyedülálló. Az utóbbi 45 évben 20 olyan tankhajó-baleset történt csak az amerikai vizeken, mely során jelentős mennyiségű olaj került a tengerbe (1. táblázat).

Table 27: Largest Tanker Spills in and near U.S. Waters³⁵			
Date	Tanker Name	Location	Bbl
2/29/1968	Mandoil II	Pacific Ocean, off Columbia River, Warrenton, OR	300,000
3/24/1989	Exxon Valdez	Prince William Sound, Valdez, AK	261,905
11/1/1979	Burmah Agate	Gulf of Mexico, off Galveston Bay, TX	254,762
2/8/1968	Pegasus (Pegasos)	Northwest Atlantic Ocean off U.S. east coast	228,500
3/26/1971	Texaco Oklahoma	Northwest Atlantic Ocean off U.S. east coast	225,000
11/5/1969	Keo	Northwest Atlantic Ocean, SE of Nantucket Island, MA	209,524
12/15/1976	Argo Merchant	Nantucket Shoals, off Nantucket Island, MA	183,333
4/4/1975	Spartan Lady	Northwest Atlantic Ocean off U.S. east coast	142,857
10/24/1966	Gulfstag	Gulf of Mexico	133,000
6/9/1990	Mega Borg	Gulf of Mexico, off Texas	119,048
1/31/1970	Gezina Brovig	Caribbean Sea, N of San Juan, PR	112,000
10/4/1976	LSCO Petrochem	Gulf of Mexico, off Louisiana	109,952
10/31/1984	Puerto Rican	Pacific Ocean, Bodega Bay off San Francisco, CA	100,000
7/29/1987	Blue Ridge	Gulf of Mexico, off Florida	80,000
6/1/1971	Santa Augusta	Caribbean Sea, St. Croix, U.S. Virgin Islands	78,643
7/17/1962	Argea Prima	Caribbean Sea, PR	70,000
7/30/1984	Alvenus	Calcasieu River bar channel, off Cameron, Cameron Parish, LA	66,452
1/1/1972	General M.C. Meiggs	Strait of Juan de Fuca, off Port Angeles, WA	54,762
4/7/1974	Sea Spirit	Los Angeles harbor, CA	50,024
3/3/1968	Ocean Eagle	Caribbean Sea, San Juan, PR	47,619

1. táblázat: Az utóbbi 45 év tankerbalesetei amerikai vizeken (Etkin, 2009)

2.2.4.2. Olajkatasztrófa a Mexikói-öbölben

2010. április 20-án a Deepwater Horizon egyik olajfúrótornyának Macondo 252 nevű mélytengeri kútjából feltört, majd berobbant az olaj a Mexikói-öbölben, Louisiana partjainál. A robbanásban 11 munkás meghalt, a torony pedig kigyulladt és 2 nappal később elsüllyedt ([http16, 2012](#)).

Az olajömlés megállítása az egyik legfontosabb feladat volt, azonban a kút több mint 1500 méter mélyen található, így lezárása csak speciális módon volt lehetséges, ráadásul a nagy mélységben képződő metán-hidrát kristályok miatt az olaj kiszivattyúzása is nehézkes ([http17, 2012](#)). Először távirányítású hajókkal akarták elzárni a szelepet, azonban ez nem járt sikerrel ([http18, 2012](#)). Júniusban betonharang került a szivárgó csőre, amely felfogta az olajat, amit aztán hajókba lehetett szivattyúzni. Július 15-én az első harangra egy újabb került, ekkor már sikerült a szivárgás mértékét kb. a felére csökkenteni. Majd augusztusban a sérült elosztóba cementet pumpáltak, ami így elzárta az olaj útját, ezzel megszüntetve a szivárgást ([http19, 2012](#)).

A szivárgás megszüntetése 85 napig tartott, ez alatt 4.900.000 hordó (780.000.000 liter) olaj ömlött a tengerbe ([http16, 2012](#)), közel 1500 km tengerpartot és 208.000 km² halászvizet beszennyezve. A kárelhárításon összesen 45.000 ember dolgozott, 6.000 hajóval. Égetéssel, valamint fölözéssel több, mint 152.000.000 liter olajat fel tudtak takarítani, ez a teljes kifolyt mennyiség kb. 1/5 része. Több mint 2.400 km merülőfalat telepítettek le a folt továbbterjedésének megakadályozására ([http19, 2012](#)). Szerencsés véletlen, hogy egy újonnan felfedezett mikrobafaj elkezdte az olajat „megenni” ezt onnan vették észre, amikor kora ősszel az olajfolt mérete rohamos csökkenésnek indult ([http20, 2012](#)). Így 2011 májusára a víz minősége majdnem elérte a katasztrófa előtti értéket ([http21, 2012](#)). A katasztrófa a BP-nek több mint 40 milliárd dollárjába került, beleértve az elhárítási munkálatokat és a kártalanításokat ([http22, 2012](#)).

2.2.5. Vörösiszap-katasztrófa Magyarországon

2.2.5.1. A vörösiszap jellemzői

A vörösiszap a timföldgyártás során keletkező melléktermék. Összetételét a kibányászott bauxit tulajdonságai és a kezelés során keletkező, hozzáadott, visszamaradt anyagok határozzák meg (Horváth és mtsai, 1987).

Összetétele:	Fe ₂ O ₃	32-40%
	Al ₂ O ₃	15-18%
	SiO ₂	9-14%
	Na ₂ O	7-12%
	CaO	3-8%
	TiO ₂	4-6% (Szűcs és mtsai, 2011)

A deponálásra kerülő anyag pH-ja 12-13 között mozog, tehát erősen maró hatású lúg. Az Országos Közegészségügyi Intézet 1987-es adatai szerint a vizsgált vörösiszap pH-ja 11.8 volt. Ugyanakkor a toxikus fémek koncentrációi a talaj határértéke alatt maradtak (Horváth és mtsai, 1987).

2.2.5.2. Gazdasági, egészségügyi és környezeti problémák

Mai technológiával a vörösiszap hasznosítása nem térül meg, mivel a vörösiszaptól készült termékek minősége és így ára is alacsony, a melléktermékek kivonása pedig nem gazdaságos. Így a lerakás lett a bevett szokás, azonban ennek is megvannak a maga hátrányai. Mivel évente Magyarországon 4 millió tonna vörösiszap keletkezik, ennek elhelyezéséről gondoskodni kell. A lerakóhely és a szükséges monitoring rendszer kiépítése és fenntartása is költséges, ezen kívül ezek a területek a mezőgazdasági termelésből kerülnek ki. Enyhébb problémákat okozhat az esővíz átszivárgása és a kiporzás, egy esetleges gátszakadás pedig súlyos következményekkel járhat (Szűcs et al, 2011).

A kiporzással járó légszennyezés az embereket, állatokat és növényeket egyaránt veszélyeztető tényező. Embereknél és állatoknál gyengíti a szervezet ellenálló képességét, károsítja a légzőrendszert (orr, tüdő), a káros anyagot transzportáló szerveket (szív, erek), a lerakódás helyén a sejteket. Ezzel a szennyezés intenzitásától és koncentrációjától függően akut, vagy krónikus betegségeket idézhet elő, sőt, akár genetikai károsodást is előidézhets. Állatoknál ráadásul egyes betegségek, pl. a nyálkahártya-gyulladás sokkal súlyosabb kapcsolt problémákat is felvethet. A zsákmányállatot nehezebben tudják szaglás útján megtalálni, illetve az adott faj predátorát sem

tudják így időben észlelni, ezzel jelentősen rontva az egyed túlélési valószínűségét (Barótfi, 2000). Míg az állatok az ivóvíz és a takarmány minőségét bizonyos keretek között megválogathatják, a levegő megválogatására nincs lehetőségük, mivel azt csak igen rövid ideig tudják nélkülözni. A leülepedett szennyező anyagból a belégzésen kívül elhanyagolható mennyiség kerül az állatok szervezetébe a takarmányokkal és a legelőről. A légszennyezés hatása nem azonos mértékben érvényesül mindenkinél, az érzékenyebb csoportok a szív-és tüdőbetegek, az idősebbek, illetve a fiatal korosztály (Szaktudás Kiadó Ház Zrt, 2010). A növények általánosan a legérzékenyebbek a légszennyezésre. A szilárd halmazállapotú szennyeződések a levélre telepedve annak hasznos felületét csökkentik, valamint eltömítik a légzőnyílásait (Barótfi, 2000), így a levélben túlhevülést idéz elő. A nehézfémek is felhalmozódnak a növényben, így a táplálékláncon keresztül az állatokba és emberbe is bejuthatnak (Szaktudás Kiadó Ház Zrt, 2010). Ezen kívül természetesen a környezetet is károsítják, a talajba közvetlenül, vagy savas esővel bejutva okoznak hosszú távú problémákat, valamint a talajvízbe és a felszíni vizekbe is bejutnak (Barótfi, 2000). Az üledék hatására a vizek pH-ja megváltozik, ami főleg az érzékenyebb növény- és állatfajokra gyakorol kedvezőtlen hatást (Szaktudás Kiadó Ház Zrt, 2010).

2.2.5.3. A vörösiszap lerakása

Lerakási technológiákból négyféléről beszélhetünk, ezek a száraz, a félszáraz, a nedves lerakás, valamint a manapság már nem használt módszer, a vörösiszap tengerek mélyebb rétegeibe való szivattyúzása (Barótfi, 2000).

Nedves lerakásnál a timföldgyárból kikerülő iszapot víztelenítés nélkül helyezik el a zagytározókban. Ebben az esetben kiemelt figyelmet kell fordítani a lerakó szigetelésére, hogy a talajba történő szivárgást teljes mértékben kiküszöböljék. A lerakó kialakítása többnyire védőgáttal kiemelt medence formájú depóniát jelent, ezt használják általánosan a folyékony vagy iszapszerű ipari hulladékok tárolására.

Száraz lerakás esetén a vörösiszap nedvességtartalmát lecsökkentik vákuumszűréssel, vagy nagynyomású technika alkalmazásával, majd az így kapott anyagot vékony rétegben fektetik le, megvárják a teljes száradást, ezután újabb réteget helyeznek rá. Ennek több előnye is van a nedves lerakással szemben. A víz kivonásával jelentős térfogatcsökkenést lehet elérni, vagyis kisebb méretű lerakók szükségesek. A Na-tartalom a nedvességtartalom csökkentésével együtt kisebb lesz, mivel a vörösiszap Na tartalmának java oldott fázisban található, így a talajvíz nagyobb biztonságban van. Hátránya viszont a technológiai többletköltség.

A felszáraz lerakás egyesíti a nedves és a száraz lerakás előnyeit, ráadásul a száraz lerakás magas szállítási költségét is kiküszöböli, mivel itt a hulladék egy csővezetéken keresztül jut a timföldgyárból a lerakóba.

A hulladék tengerbe szivattyúzását az 1970-es évekig használták tengerparti országokban, azonban az 1972-es Korzikán bekövetkezett katasztrófa után leálltak vele (Barótfi, 2000).

A Technology Roadmap for Bauxite Residue Treatment and Utilization (2000) című kiadvány a következő technológiákat javasolja a veszélyek csökkentésére: az ülepedés gyorsítását elősegítő módszerek, a bauxit és alumínium-tartalmú anyagok csökkentése, a kovasavtalanítási lépés elválasztása, valamint a bauxit szennyező anyagainak eltávolítása és hasznosítása gyártási célokra (Anich et al, 2000).

2.2.5.4. Az ajkai vörösiszap-katasztrófa leírása

2010. október 4-én, 12 óra 25 perckor a MAL Zrt. ajkai timföldgyárának 10-es számú tározója az északnyugati gátfala mentén beszakadt, a törés mentén 0,9-1 000 000 m³ vörösiszap jutott ki a környező területekre (Benedek et al, 2011). Az első bejelentés a gátszivárgásról 12 óra 28 perckor érkezett az Ajkai tűzoltóságra (Romhányi et al, 2011). Az iszaphullám a 8-as főút mentén végighaladva elöntötte Kolontárt, Devecsert és egész Somlóvásárhelyig eljutott, ezen kívül több kis falut is érintett. A Torna-patakba bejutva a szennyezés a Marcalon keresztül a Rábába, majd a Dunába is bekerült, így azok élővilágában is jelentős károkat okozott (Ádám et al, 2011). Mivel a szennyeződés a folyók által nagy sebességgel terjedt, ezért elsődleges szempont volt azok védelme a további szennyeződéstől, illetve a már bekerült vörösiszap eltávolítása, semlegesítése (Romhányi et al, 2011).

A katasztrófavédelem délután 2-re felállította a vörösiszappal foglalkozó stábot, egyik első intézkedésük volt a halászat és vadászat megtiltása a környéken (Ádám et al, 2011). A vörösiszap folyókon való továbbterjedésével 2010. október 4-én este 8 óra fele kezdtek foglalkozni a helyszínen Illés Zoltán környezetvédelmi államtitkár vezetésével. A megyei védelmi bizottsággal összeülve hamar átlátták, hogy a Torna-patakból az iszap a Marcalba, onnan a Rábába, míg onnan a Mosoni-Dunába juthat. Első lépésben azt kellett megállapítaniuk, hogy jelenleg hol tart a szennyezés és milyen sebességgel terjed. Ezt mérőpontok felállításával sikerült megoldani.

Eközben a továbbterjedés megakadályozásáról tartottak ötletbörzét. Első ötletük az volt, hogy a Marcalt kiterelik medréből, ám ezt hamar elvetették, mivel a környéken nem volt olyan terület, ahol ezt komolyabb károk és a falvak veszélyeztetése nélkül véghez tudták volna vinni. Emiatt a lúgos víz semlegesítését tűzték ki célul, azonban kidolgozott technológia nem állt rendelkezésükre. Első ötletük a citrom-illetve ecetsav volt, de nem volt elérhető ipari mennyiségben

egyik sem. Így végül a gipsz mellett döntöttek, számításaik szerint 1500 tonnára volt szükség. A Mátrai erőmű vezetőjét hívták, aki elmondta, hogy pont akkor rakodnak meg egy konvojnyi kamiont gipsszel. Ezt a konvojt azonnal átirányították a katasztrófa sújtotta területre. A kamionok 3 és fél óra alatt érték el Kolontárt.

Ezalatt a Péti nitrogénműveket is értesítették, ahonnan azonnal útnak indítottak 4 darab, összesen 400 köbméter folyékony kalcium-nitráttal és magnézium-nitráttal feltöltött tartálykocsit, amelyek jóval hamarabb beértek a szennyezett területre. Mivel a súlyos kamionok és tartálykocsik a patakparton elsüllyedtek volna, ezért a nagy teherbírású hidakra irányították azokat. A tartálykocsik mellé rendeltek 4-4 katonát (Romhányi et al, 2011), összesen 340 embert (Ádám et al, 2011), akiknek az volt a dolguk, hogy a csövet belógassák a víz fölé, majd azt egyenletes tempóban lóbálva a savat egyenletesen elosztva a patakba juttassák. A gipszet pedig a hidakra öntötték, majd onnan erőgépek markolókanalaiba merve, pár centire a vízfelszíntől engedték a vízbe. A Torna patakban 5-6 helyen fenékküszöböt is létrehoztak, ami részben a folyást lassította, részben pedig a vörösiszap egy részét is visszatartotta. Az intézkedések hatására mire a szennyezés a Rábába ért már csak 8,5-9-es pH-t mértek. Ez már megfelelőnek mondható, mivel a nagy hígulás miatt így már nem jelentett komoly veszélyt az élővilágra (Romhányi et al, 2011).

Ezzel egyidőben a hadsereg és az ANTSZ radioaktivitás-vizsgálatot végzett, mindkettő a határérték alatti sugárzást mutatott ki (Ádám et al, 2011).

A továbbiakban a szennyezés forrását, a 10-es kazettát volt szükséges elzárni a külvilágtól. A szakemberek mérései szerint a gátfal folyamatosan süllyedt és kifelé dőlt, így egy ideiglenes gát megépítése mellett döntöttek. Ezt 5 nap alatt, 40 ezer tonna dolomit felhasználásával építették fel. Így az esetleges újabb gátszakadás esetén sem tudja a vörösiszap előnteni a falvakat, vagy a Torna-patakot beszennyezni.

Természetesen a szennyeződést nem csak a folyókból, hanem a szárazföldi területekről is szükséges minél hamarabb eltüntetni, több okból is. Ennek oka részben az volt, hogy megelőzzék annak mélyebb talajrétegekbe szivárgását, részben, hogy ne legyen az iszapnak ideje kiszáradni, mivel a szálló port a szél a szennyezett területektől messze viheti, így új részeket beszennyezve. Harmadik ok pedig az, hogy a termőterületeket minél hamarabb újra művelésbe tudják állítani. A helyreállítás előfeltétele a károk felmérése, amit az Erdészeti Tudományos Intézet, az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet, a Károly Róbert Főiskola, a Nyugat-magyarországi Egyetem és a Szent István Egyetem munkatársai konzorciumba tömörülve végeztek (Romhányi et al, 2011).

A felmérések eredményei a következők: kb 1000 hektár területet öntött el a vörösiszap, az iszapréteg a talajfelszínen maradt, csak a helyenként előforduló repedésekbe hatolt be, így a termőtalajjal nem keveredett. A talajok felszíni szennyezettségét befolyásoló legfőbb tényezők a

növényborítottság, a lejtésszög, a kiömlés helyszínétől való távolság és az iszap sebessége voltak (Gyuricza, 2011a).

A növénymentes, megművelt felszínen az iszap alig 1-2 cm vastagságban maradt a területen, a mélyebb rétegekbe pedig egyáltalán nem került be. A talaj nehézfém-tartalma nem érte el a határértéket, a kémhatás sem növekedett meg számottevően, így ezek a területek (a teljes terület 40-45%-a) a vörösiszap eltávolítása nélkül is újra művelésbe vonhatók lennének (Gyuricza et al, 2011) (2. táblázat).

Növényzet	Mélység (cm)	Arzén (mg/kg)	Kadmium (mg/kg)	Króm (mg/kg)	Réz (mg/kg)	Higany (mg/kg)	Nikkel (mg/kg)	Ólom (mg/kg)	Cink (mg/kg)
Kukorica	0-20	9,8	<0,02	28,9	12,4	<0,05	28,2	7,5	63,1
	20-40	20,2	<0,02	36	14,1	<0,05	36,6	7,2	78
Lucerna	0-30	8,3	<0,02	25,5	10,5	<0,05	26,3	8,5	59,1
	30-60	8,9	0,087	26,9	10,8	<0,05	27,8	5,4	57,8
	60-90	9,9	<0,02	29	9,9	<0,05	27,8	3,8	55,5
Szántott felszín	0-30	8,8	0,039	25,9	8,5	<0,05	23,9	6,5	50,4
	30-60	12,8	<0,02	41,2	12,3	<0,05	37,7	4,8	77,1
	60-90	6,1	<0,02	14,8	6,5	<0,05	19,2	3,8	39,7
*Szennyezettségi határérték		15	1	75	75	0,5	40	100	200

Megjegyzés: *10/2000.(VI. 2.) KÖM-EÜM-FVM-KHVM együttes rendelet értelmében

2. táblázat: Kioldható toxikus elemtartalom vizsgálat eredményei a vörösiszap-katasztrófa sújtotta szántóterületről vett talajminták alapján (Kolontár, 2010. október 16.) (Gyuricza és mtsai, 2011)

A növényekkel borított területeken rosszabb volt a helyzet, mivel a növényzet lelassította és részben megfogta az iszapáradatot. Itt akár 10-20 cm-es iszapréteg is leülepedett, így itt szükséges volt az iszap és a felső talajréteg néhány cm-ének elszállítása. Legnagyobb károk ezen belül is a kiömlés helyszínétől távolabbi területeket érték, mivel itt az iszap már kis sebességgel folyt (Gyuricza, 2010).

Összességében megállapították, hogy a károk kisebbek, mint azt az első tudósításokban mondták, a terület 1-2 éven belül élelmiszer-előállításra is alkalmas lehet. Azonban a tájhasználati mód megváltoztatása elkerülhetetlen, elsősorban piaci és lélektani okokból, mivel a területről származó alapanyagból készült élelmiszert az emberek a káros hatásoktól való félelmükben nem vennék meg (Gyuricza, 2011a). Így alternatív megoldásként az energianövények kerültek képbe, mivel azok néhány év alatt a maradék szennyeződést is kivonják a talajból, miközben a vásárlókat nem befolyásolja, hogy honnan származik az alapanyag (Gyuricza, 2011b).

2.2.5.5. A tájrehabilitáció lépései

Az adott faj kiválasztásához figyelembe kell venni a terület környezeti adottságait, a felhasználhatóságot, az új munkahelyek létesítésére gyakorolt hatásokat. Ez alapján legmegfelelőbbek a fűz, nyár és akácfajok, amit letermelés után a közeli erőművek hajlandóak is felvásárolni. Lehetséges lágyszárú fajokkal is elérni ugyanazt a célt, azonban ekkor nagyobb a kockázat. Lehetséges lágyszárúak a bioüzemanyag-előállításra megfelelő fajok (kukorica, repce, napraforgó), azonban mivel ezek élelmiszer-alapanyagként is termesztethetők, ezért a piacok megnyugtatására jobb, ha termesztésüket mellőzzük. Biogáz előállítására alkalmas növények is szóba kerültek, azonban ezekre kicsi a kereslet, az energiafü pedig ökológiai és felhasználási problémák miatt kerülendő. Ezenkívül a kender és a len termesztése lehet megfelelő ezeken a részeken, egyetlen problémájuk, hogy olyan vetésforgóba illeszkednek bele, amelyben élelmiszer, vagy takarmány célú növények is szerepelnek (Gyuricza et al, 2011). Ezzel párhuzamosan egy olyan brikettáló és/vagy pelletáló modellüzem létesítését is javasolták, ahol nagy hozzáadott értékű, a térségen kívüli piacokon is értékesíthető termék kerülhet előállításra (Gyuricza, 2010).

2011. március 31-én Illés Zoltán, a VM környezetügyi államtitkára elfogadta a javaslatot energianövények telepítésére, így ez az irányvonal a terület használatára (Gyuricza 2011a).

A gyakorlatban először kísérleti területen, kis részen kezdték a hatások vizsgálatát. Ez kiemelten szükséges lépés volt, mivel korábban ilyen jellegű probléma sehol nem lépett fel, így a vörösiszap semlegesítésére, az elárasztott területek rehabilitációjára semmiféle kipróbált módszer nem állt rendelkezésre. 2011 márciusáig 3 területen, összesen 9 hektáron kezdték meg a kísérletezést (Gyuricza 2011, szóbeli közlés).

Három lépcsőben szeretnék helyreállítani a területet: a nagymennyiségű iszap elszállítása után, illetve a kisebb mennyiséget kapott területeken speciális talajjavító és terméshozó terméket (komposzt-tőzeg keverék) juttatnak ki trágyaszóróval 200 m³/ha mennyiségben, majd ezt 10 cm mélyen betárcsázzák. Ez megakadályozza a vörösiszap száradása utáni kiporzást is, csökkenti a pH értéket, ellenállóbbá teszi az ide telepítendő növényeket és növeli a talaj biológiai aktivitását.

Második lépésben gyorsan növvő, igénytelen kalászos gabonát (rozs, tritikálé) vetnek a területre, így megoldják a gyors talajborítást és tápanyag-utánpótlást, mivel ezt a növényt megnövése után szárazúzózzák a takarás miatt.

Harmadik lépésben 1,5-2 méteres karódugványokat telepítenek, 40-50 cm mélységbe ültetve. Ebben a mélységben már nagyon jó minőségű talaj található, így a dugványok hamar fejlődésnek indulnak. 2 év után a növényzetet betakarítják, majd ezt a lépést további 10-16 évig ismétlik (Gyuricza et al, 2011).

Az egész terület szempontjából szükséges minél hamarabb területhasználati jogszabály létrehozása és a teljes terület használatba vétele, mivel e nélkül súlyos problémákkal kell

szembenézni. A kiporzás miatti szálló port a szél akár több 10 km-re is elhordja, így az iszapömlés által közvetlenül nem érintett területek is szennyeződnek. A parlagterületeken a parlagfű már megkezdte terjeszkedését, ami humán egészségügyi okokból veszélyes. A helyi gazdák támogatást nem kapnak, így féltő, hogy előbb-utóbb bevetik a parcelláikat, ami az egész ország élelmiszerpiacának nagy csapás lenne (Gyuricza 2011, szóbeli közlés).

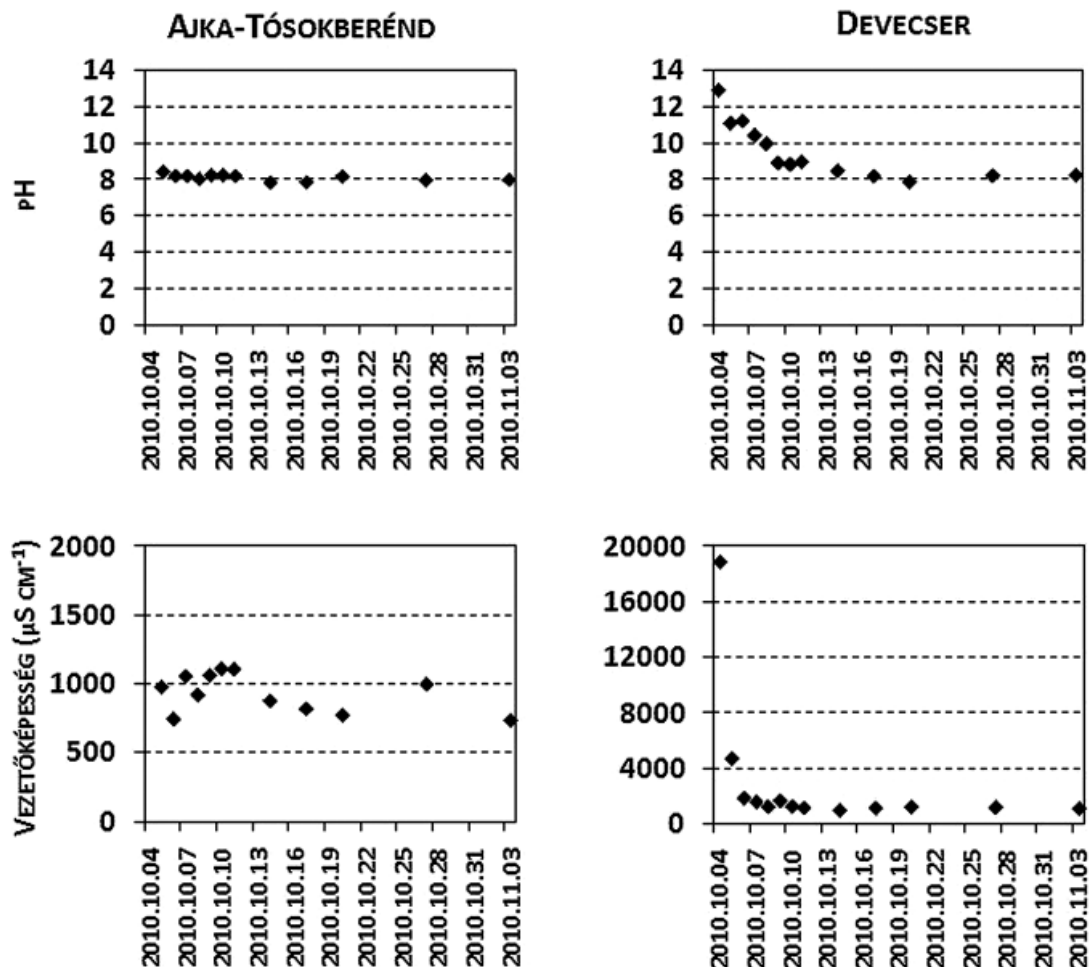
2.2.5.6 A Marcalt és a Torna patakot ért hatások

2.2.5.6.1 A vörösiszap hatásai

A vörösiszap katasztrófa négyféle módon károsította a helyi folyóvizeket, ezek a következők voltak: Akut lúghatás, a kémiai ártalmatlanítás mellékhatásai, az ipari területek kémiai ártalmatlanítása és a települési hatások. Az akut lúghatás a 12,87-es pH-val rendelkező vörösiszap Tornába és Marcalba kerülése során következett be, ami a legtöbb élőlényt kipusztította a mederből és a part mentén. A kémiai ártalmatlanítás során nagy mennyiségű gipszet szórtak a patakba. Ez hibás döntésnek bizonyult, mivel laborkísérletekben 1 m³ vörösiszapos szuszpenzió pH-jának 12,8-ről 11,8-re csökkentéséhez (ami még mindig letális az élővilágra nézve), 300 kg gipsz felhasználására volt szükség, tehát érdemi pH csökkentést nem értek el vele. Mellékhatásként azonban a gipsz lefedte a vörösiszap réteget, ami így kevésbé képes hígulni és kimosódni a területről. Az ipari területről hónapokon át jelentős mennyiségű lúgos anyagot szivattyúztak a Tornába annak tömény ipari sósavval történő semlegesítésével együtt, szakaszosan. Tehát a Tornába hol erősen savas, hol erősen lúgos anyag került, ami a patak felső részéből érkező migránsokkal szemben erős barriert alkotott. Végül a települések kármentesítése során jelentős mennyiségű anyag mosódott a Torna patakba, ezzel jelentős zavarást okozott (Üveges et al, 2011).

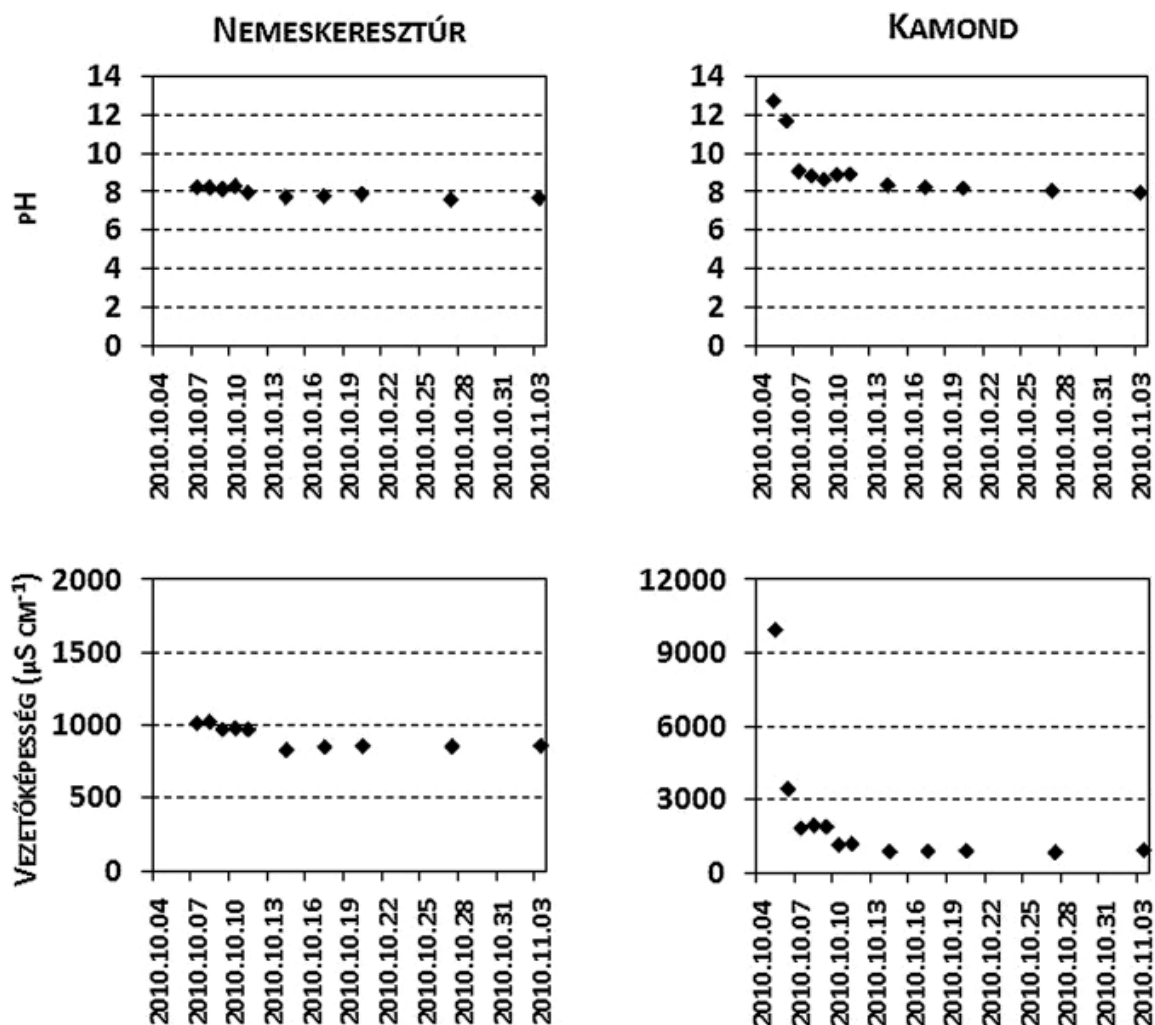
2.2.5.6.2. Bekövetkezett károk és a vízviszonyok normalizálódása

A Pannon Egyetem Limnológia Intézeti Tanszéke már a katasztrófa napján engedélyt kapott a mintavételhez, és munkatársaik mintát vettek a devecseri mintavételi helyen a Torna-patakból. A helyszínen mérték a pH-t, vezetőképességet, oldott oxigén tartalmat és oxigén telítettséget. Az oldott oxigén koncentrációban és telítettségben nem mutattak ki szignifikáns eltérést, azonban a pH és vezetőképesség a korábbi mért eredményekhez képest szignifikánsan megnövekedett. A pH 12,87, míg a vezetőképesség 18 860 $\mu\text{S cm}^{-1}$ volt, és több órán keresztül ilyen magasak maradtak az értékek. Október 14-re az eredetihez közelire álltak vissza az értékek (3. ábra).



3. ábra: A pH és vezetőképesség ($\mu\text{S cm}^{-1}$) alakulása a vörösiszap katasztrófát követően a Tornapatak Ajka- Tósokberénden kijelölt (kontroll) és devecseri mintavételi helyein 2010. október 4. és 2010. november 3. között (Üveges et al, 2011)

Ugyanez megfigyelhető volt a Marcal folyó esetében is, itt 2010. október 5-én is 12,7 volt a pH érték és 9960 volt a vezetőképesség. Október 14.-re az eredeti állapothoz és a referenciához hasonló értékekre csökkent a pH és vezetőképesség (4. ábra).



4. ábra. :A pH és vezetőképesség ($\mu\text{S cm}^{-1}$) alakulása a vörösiszap katasztrófát követően a Marcal folyó nemeskeresztúri (kontroll) és kamondi mintavételi helyein 2010. október 4. és 2010. november 3. között (Üveges et al, 2011)

Ezen kívül a víz Na^+ és K^+ ion koncentrációja p- és m-lúgossága is jelentősen, akár a 30-szorosára növekedett (p-lúgossága eredetileg se a Torna-pataknak, se a Marcalnak nincs, ez Devecsernél október 4-én $112,8 \text{ mg ee L}^{-1}$ értéket mértek, mely október 9-re visszaállt az eredeti 0 értékre. A Marcalban pedig Kamondon 2010. október 5-én a p-lúgosság $57,2 \text{ mg ee L}^{-1}$ volt, mely 2010. október 8-ra visszaállt az eredeti értékre. Szintén a vörösiszap miatt a víz lebegőanyag tartalma is megnövekedett. A pH növekedése mellett az élővilágra a megnövekedett lebegőanyag tartalom is káros hatással volt, hiszen a sűrű, folyékony massa ledörzsölte a bevonatokat a felületekről. Devecserben az október 4-i minta lebegőanyag tartalma $14\,721 \text{ mg L}^{-1}$ volt, ez igen magas érték, tekintve, hogy a Torna-patak referencia helyén mért lebegőanyag tartalom átlagosan 70 mg L^{-1} körül mozog. A vörösiszap szuszpenzió elsodorta a kialakult, változatos mikroélőhelyi

feltörek, így az élőhelyek homogenizálódtak, a táplálék pedig elsodródott, a nagyon kevés életben maradt szervezet pedig éhen pusztult (Üveges et al, 2011).

2.2.5.6.3. Regeneráció

A folyóvizekre általánosan jellemző a szennyezések utáni gyors regeneráció, ezért azt alapvetően az élőhelyek kialakulási lehetőségei határozzák meg. A Marcal és a Torna-patak regenerációja 2011-ben minden mért változó (vízi makrogerinctelenek, gombák, algák) alapján megindult, de különböző mértékben. Az érintett folyóvíz-szakaszok feletti mederrészekben, illetve a befolyókban jelen vannak azok a fajok, melyek benépesíthetik a sérült élőhelyeket. Az élőhelymódosulások miatt (megváltozott mederbeli viszonyok, lerakódott vörösiszap és gipsz) a normálistól eltérő fajok betelepülése (pl. a gipszen megtelepedett fonalas algák) is megtörtént, ezért a mederrendezés során törekedni kell az eredetit (a hidromorfológiai módosítás előtti állapot) minél jobban megközelítő viszonyok kialakítására. Ezzel elérhető lenne akár a katasztrófa előttinél jobb ökológiai állapot is (Üveges et al, 2011).

2.2.5.7 Humán egészségügyi vonatkozások

Az általános bizonytalanságot tetézte, hogy a vörösiszap emberi szervezetre gyakorolt hatásairól egymásnak tökéletesen ellentmondó cikkek születtek. Ennek szemléltetésére az alábbiakban két cikk humán egészségügyi vonatkozású részleteit foglalom össze. Először lássuk a C-press hírügynökség Kalocsai Kingával, a Zöld baloldal alelnökével készített interjút:

A Transform Europe felajánlásával lehetővé vált, hogy laborvizsgálatokon vegyenek részt azok az emberek, akik a vörösiszapos térségben élnek, vagy a katasztrófa kapcsán sok időt töltöttek ott. A labor a króm-, a nikkel-, a kadmium-, a higany- és az arzénszintet mérte fel, emellett a Gamma GT-szintet is vizsgálták, ami a májfunkciókat mutatja. 2011. január 13-án Bécsben nyolc emberen végezték el a teszteket. Az eredmények a következők lettek: kadmiumból mind a nyolc, krómból pedig négy embernek mutattak ki a kelleténél magasabb értéket. Emellett szintén négy embernek volt magas a Gamma GT szintje, közülük háromnak jóval magasabb a határértéknél. Egy embernek az arzénszintje is rendkívül magas volt, neki a lúgos portól a tüdeje is megégett. Kalocsai Kinga a C-press az anyagok által a szervezetre gyakorolt hatásokról szóló kérdésére a következőt válaszolta: „Ezek a nehézfémek elvileg kitisztulnak előbb-utóbb a szervezetből. Viszont ha továbbra is ott élnek az érintettek, akkor ezek az értékek stagnálnak vagy növekszenek, ami például az arzén esetén hosszútávon akár halált, a króm és a kadmium esetén pedig idegrendszeri megbetegedéseket okozhat. A légúti megbetegedések és az asztma sajnos már most elterjedt a lakosság körében, és félok, hogy ez akár a tüdőrák kialakulásáig fajulhat, ha nem tesznek semmilyen óvintézkedéseket.

Ráadásul ha most ilyen rossz eredményeket kaptunk a téli időszak után, amikor nyilván nem volt olyan nagy a por, mint például tavasszal, a helyzet a száraz idő beköszöntével ennél rosszabbra is fordulhat.” Az üggyel kapcsolatban a Zöld Baloldal nyílt levelet is írt Orbán Viktor miniszterelnöknek (<http23>, 2011).

Ezzel szemben a katasztrófavédelem honlapján a következő, az MTA által összeállított összefoglaló található:

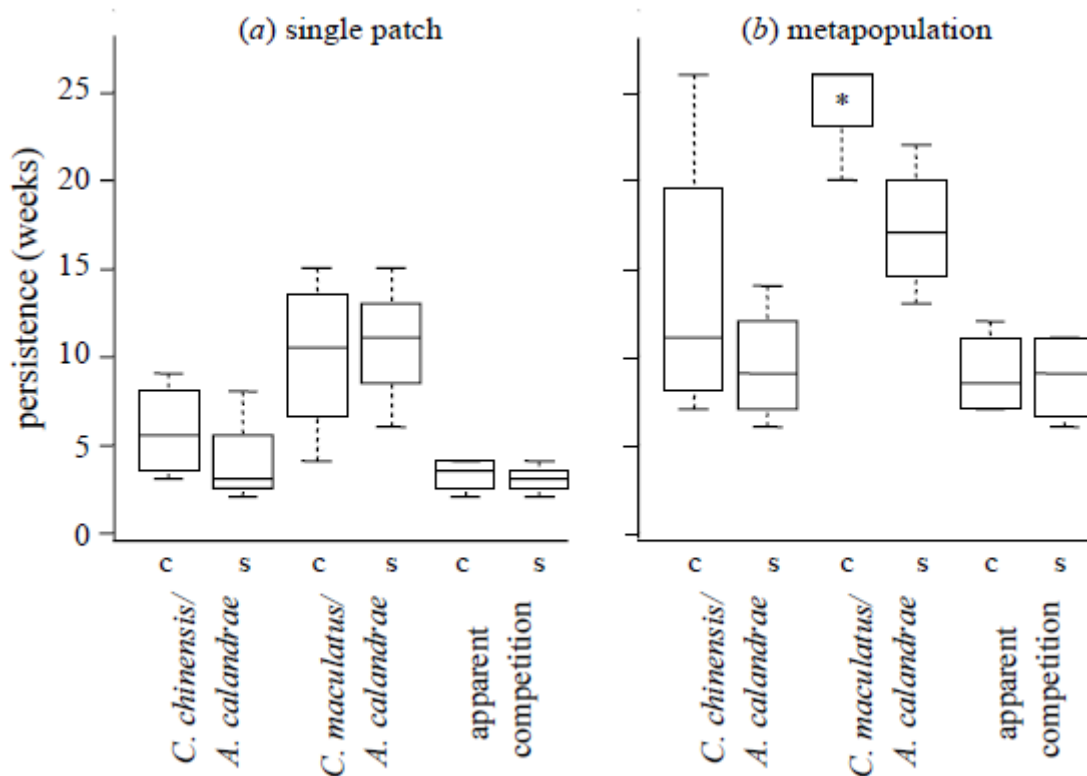
„A vörösiszap nem mérgező, de a benne levő maradék nátronlúgtartalom miatt veszélyes anyag. A veszélyes jelleget a feldolgozás során belekerülő nátrium-hidroxid (nátronlúg) okozza. Az Ajkán tárolt vörösiszapok jellemzően 5-8% nátronlúgot tartalmaznak. A nátrium-hidroxid erősen lúgos anyag, amit a papír-és textiliparban, a szappan- és mosószer-gyártásban, valamint a vegyiparban, így a bauxit-feldolgozásban is széles körben és nagy mennyiségben használnak fel. Tény, hogy a megszáradt vörösiszap – mivel nagyon finom por – a légutakba kerülve mint por irritálja a légutakat, illetve a lúgos kémhatása miatt ez a hatás még erősebb mint a közönséges porok esetében.” Ezen kívül kitér arra, hogy a nátronlúg tömény oldatával való hosszabb távú érintkezés égési sérüléseket okozhat, ezért a vörösiszappal való érintkezés esetén azt azonnal bő vízzel le kell mosni az érintett testfelületekről, illetve amennyiben égésre utaló jelek vannak, azonnal orvoshoz kell fordulni. Megelőzőként javasolják védőszemüveg viselését. A kiszáradt vörösiszap porának belélegzése pusztán irritációt okoz ugyanúgy, mint bármely más por belélegzése (<http24>, 2010).

2.3 Ökológiai katasztrófa vadgazdálkodásra gyakorolt hatásai: károkozás és regeneráció

A katasztrófákra jellemző, hogy egyes fajokra végzetes, másokra közömbös, sőt akár hasznos is lehet bizonyos csoportok számára. Ennek oka az élőlények közti dinamikus kölcsönhatásokban keresendő (Horti, 1984). A következő leírás konkrétan az erdőtüzek hatását írja le, azonban helytálló a többi katasztrófa esetén is. A katasztrófa az erdő állatvilágára két formában hat: A direkt hatás, azaz a szervezet elpusztításának valószínűségét a faj rendszertani helyzete befolyásolja leginkább, a nagy termetű, nagy mozgáskörzetű, mozgékony gerincesek általában sikerrel elmenekülnek, akár a tűz terjedési irányával szembe is. Ezért ezeknél a fajoknál főleg a fiatalabb és a gyengébb egyedek esnek áldozatul. A kisebb, lassú, vagy kis mozgáskörzetű fajoknál azonban jóval magasabb a mortalitás.

Az indirekt hatás, az állatok élőhelyeinek eltűnése sokkal tartósabb változásokat okoz az állatvilágban. Az állatfajok élőhelyükkel szembeni igénye általában szoros kapcsolatban áll a növényzet összetételével. A vegetáció megváltozása ezért a terület érintettsége, a növények

regenerációjának sebessége és az állatok niche-ének és alkalmazkodási képességének függvényében 1-2 évtől akár 10-20 évig is elhúzódhat (Horváth et al, 2003). A visszatelepülést befolyásolja a populáció mérete és szabdaltsága is, metapopulációk esetében a területről való kihalási idő a többszörösére növekszik (Bull et al, 2007) (5. ábra).



5. ábra: Egységes populáció, illetve 4 metapopulációból álló populáció kihalási ideje katasztrófa esetén (Bull et al, 2007)

A fentebb leírtakat jól példázza a 2010-es, extrém magas csapadékmennyiségű év. Az elsődlegesen érintett vadfajok ebben az esetben is a mezei nyúl és a fácán voltak. Csak Borsod-Abaúj-Zemplén megyében 6-7.000 fácán és 2.000-2.500 mezei nyúl árvíz és belvíz miatti elhullását becsülték meg (http25, 2012). Összehasonlításképp, a 2010. évi tavaszi állománybecslésnél 34.441 fácánt és 16.882 mezei nyulat becsülték (Csányi et al, 2010), 2011-ben ezek az adatok 25.753 fácán és 13.518 mezei nyúl, a 2010-es teríték pedig 6.922 fácán és 1.841 mezei nyúl volt (Csányi et al, 2011).

Ezen kívül a vadgazdálkodókat további károk sújtják, a vad elmenekül az érintett területekről, a vadászati bevételek erőteljesen csökkennek, részben a törzsállomány megóvása (kieső vadászati- és vadhúseladási bevétel), részben az adott terület rossz híre miatt (http26, 2012); valamint a vadgazdálkodási berendezésekben (etetők, szók, magaslesek) is károk keletkezhetnek (http27, 2012).

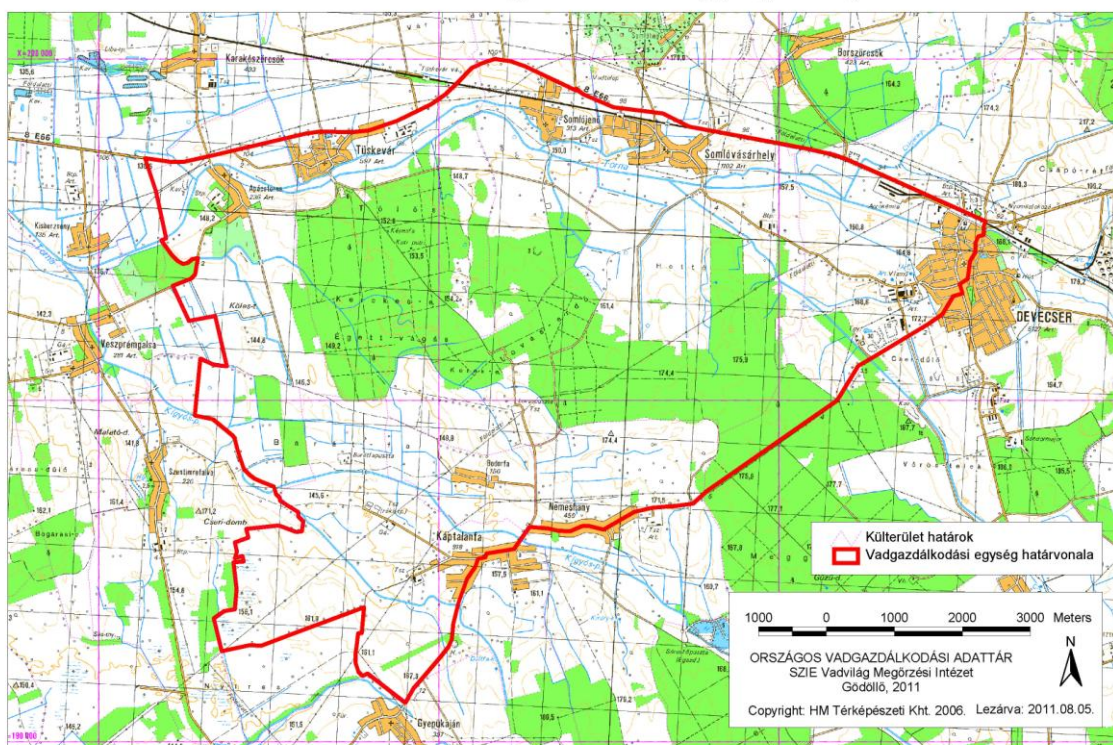
3. Anyag és módszer

3.1. A vizsgálati terület bemutatása

Kutatási területnek a vörösiszap katasztrófával érintett négy vadgazdálkodási terület közül volt lehetőségem választani. Első ötletem az volt, hogy mind a négy területen felméréseket végzek, így a teljes hatást fel tudom térképezni, azonban a négy vadásztársaságból három többszöri megkeresésemre sem válaszolt. A Képesfa Vadásztársaság (302710-es kódszámú vadgazdálkodási egység, 1. kép) viszont egyből szívesen rendelkezésemre állt és lehetővé tette a felmérések elvégzését. Szerencsém volt, mivel ez a terület a legérintettebb, így a lehetséges hatások itt jelentkezhetnek a leginkább.

A Képesfa Vadásztársaság Veszprém megyében található, szomszédai a Somlótája Vadásztársaság, a Noszlopi Vadásztársaság, a Bakonyerdő Zrt., a Fehérkő Sümeg Vadásztársaság, valamint a Sümegi Kinizsi Vadásztársaság. Mai formája a 2007-es föld-újraosztáskor alakult ki. Jelenleg 6290 ha területet foglal el, ebből kb. 2500 ha erdősült, a többit pedig mezőgazdasági területek, parlagok és bozótos vegetáció alkotja. Két hivatásos vadásza és 30 tagja van, köztük Tüskevár polgármestere.

A 302710 kódszámú vadgazdálkodási egység térképe



1. kép: A Képesfa Vadásztársaság térképe (OVA, 2011)

A vörösiszap katasztrófa a vadászterület északi részét érintette, a 8-as út és a Torna patak mentén végighaladva öntötte el a vadásztársaság területeinek kb. 5%-át (2. kép). Ezen kívül a kormányhivatal határozata alapján tilos volt vadászni az iszapömlés 1km-es körzetében egészen 2011. június 8-ig, ez a vadászterület további 10-15%-át foglalja magában.



2. kép: A terület térképe az iszapömléssel és az általam bejárt útvonalakkal (Google Earth, 2011)

3.2. Terepi adatgyűjtés

Előzetes terveim szerint a területet 6 részre osztottam fel: érintett, átmeneti és érintetlen erdő- és gyepterületek. Az érintett zóna a vörösiszappal elöntött területeket foglalja magában, az átmeneti zónát pedig a Veszprém Megyei Kormányhivatal határozata alapján az iszapömlés 1 km-es zónájában vettem fel. Ezeken a részeken legalább 5-5 vonalon végighaladva végeztem a területen megtalálható vadállományok lokális előfordulásának becslését. Mivel a katasztrófa erdőterületet nem érintett, ezért végül a maradék 5 kategóriában vettem fel 1 km hosszú útvonalakat úgy, hogy minél nagyobb területet fedjenek le. A felmérést a mintavételi útvonalakon végighaladva végeztem, mivel így a lehetőségekhez képest leghalkabban tudtam végigjárni a területet. Így kevesebb állatot riasztottam el látótávon kívülről, tehát a lehető legtöbb állatot figyelhettem meg. Felméréseimet nappal végeztem, szintén amiatt, hogy a lehető legtöbb vadat észlelhessem és így megfelelő megbízhatóságú adatokat kapjak. Felméréseket egy év alatt háromszor, három különböző időszakban végeztem, négyhavonta ismételve. A gyakorlatban ez október 20-21-re, március 1-2-re és július 2-3-ra esett.

A kezdőpontokat térkép segítségével kerestem fel, majd az utakon GPS-sel, távcsővel, fényképezőgéppel és jegyzetfüzettel felszerelve gyalog haladtam végig. Gyepterületen 100 méter távolságig, erdei területen pedig a látótávolságig, átlagosan 50 méterig jegyeztem fel a területen található vadfajok egyedeit. Harmadik (nyári) felvételezésemnél a vegetáció miatt a látótávolságokat elfelezttem, így nyílt területen 50 méterig, erdőterületen pedig 25 méterig számoltam az egyedeket. Adatokkal így a következő fajokról rendelkezem: gímszarvas, őz, mezei nyúl, róka, fácán, tőkés réce, balkáni gerle, szarka, szajkó, vetési varjú, dolmányos varjú, egerészölyv. A területről és lehetőség szerint a megfigyelt egyedekről fényképeket készítettem. A megtett távot GPS-sel ellenőriztem, amint elértem az 1 km-t a megfigyelést felfüggesztettem és a következő vonal kiindulópontja felé indultam.

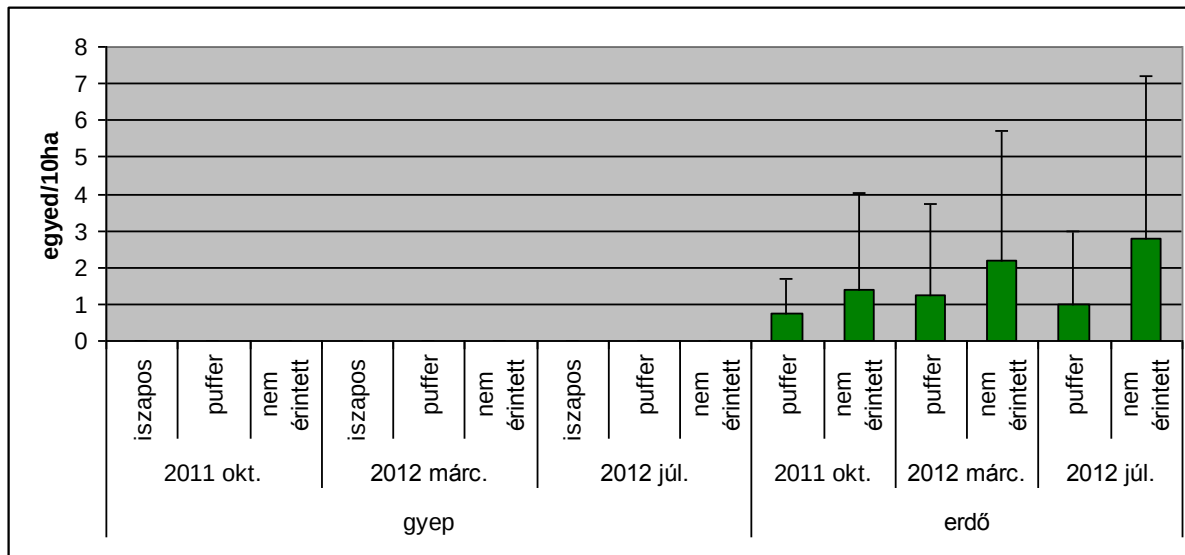
Ezenkívül 2012. április 26-27-én, esőzés után nyombecslést is végeztem. Ebben az esetben a korábbi vonalak középső 200 méterén haladva számoltam meg, hogy hány állat nyomát látom, ezenkívül a vaddisznó túsásait és a váltókat is feljegyeztem. Ezzel a módszerrel az egyedek eltérő területhasználati ideje és meglátási valószínűsége kiküszöbölhető, azonban leginkább csak a nagyobb testű vadfajokra alkalmazható a nyom minősége miatt.

3.3. Adatfeldolgozás

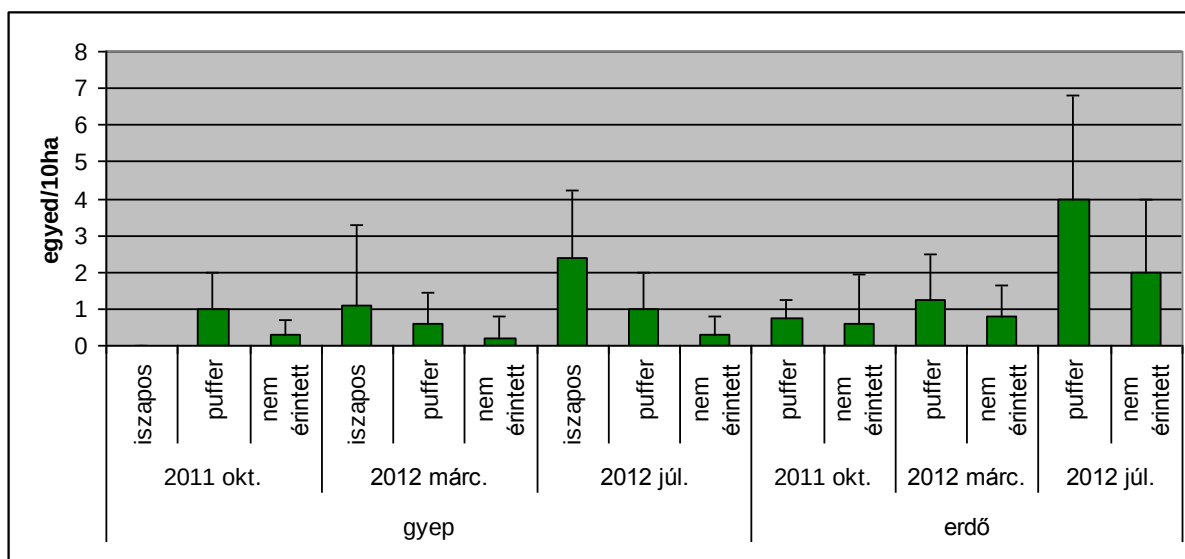
A felmérések alatt kapott adatokat Microsoft Excel programban rendszereztem, a diagramokat is ezzel a programmal készítettem el. A szükséges statisztikákat GraphPad InStat program segítségével számoltam ki a következő módszerrel: a gyepterületek 3-3 zónájánál a normál eloszlás függvényében egyutas ANOVA, illetve Kruskal-Wallis tesztet használtam, az erdő két kategóriája esetében pedig t-teszttel, vagy Mann-Whitney U-teszttel elemeztem a területek közötti eltéréseket. A zónákon belüli időbeli összehasonlításnál szintén az ANOVA, vagy a Kruskal-Wallis tesztet alkalmaztam (Lőkös, 2007). A bejárt területek térképét a MapSource és a Google Earth programok segítségével készítettem el.

4. Eredmények

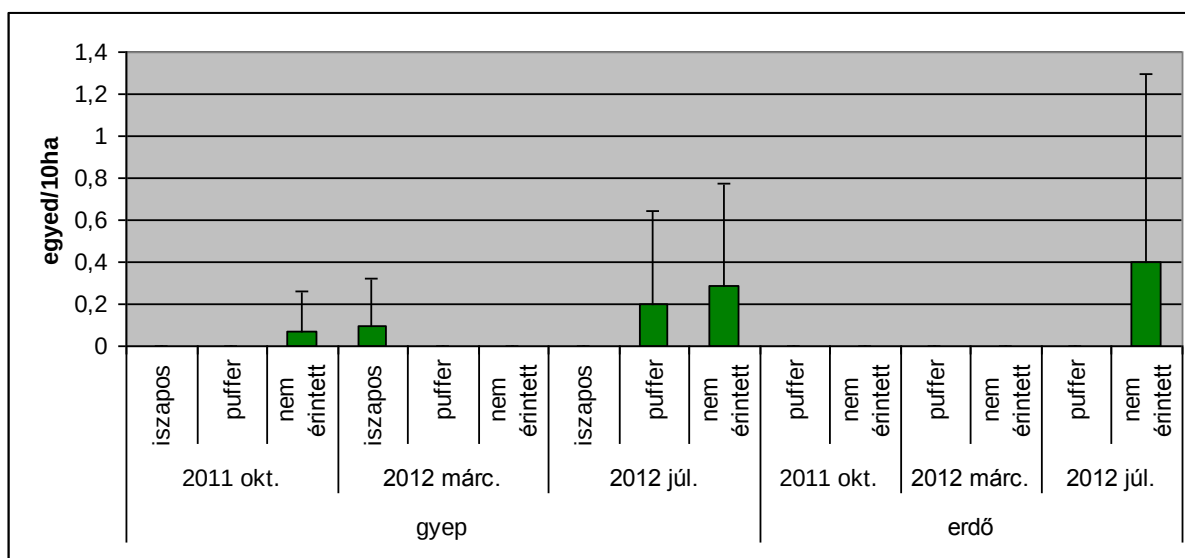
4.1. Emlős vadfajok



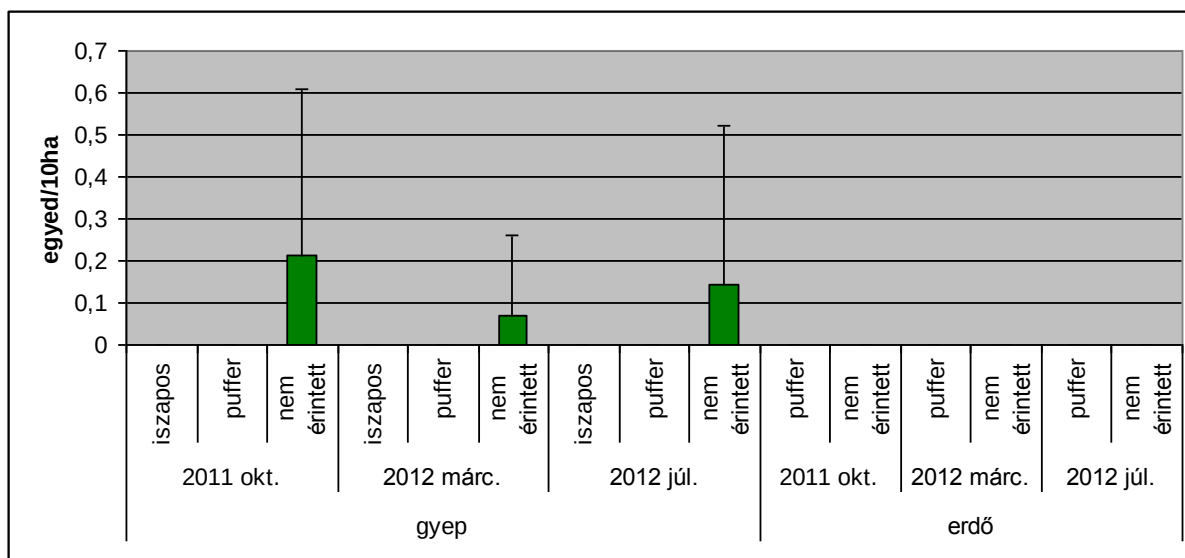
6. ábra: Gímszarvas egyedsűrűsége a különböző területeken különböző időszakokban



7. ábra: Őz egyedsűrűsége a különböző területeken különböző időszakokban



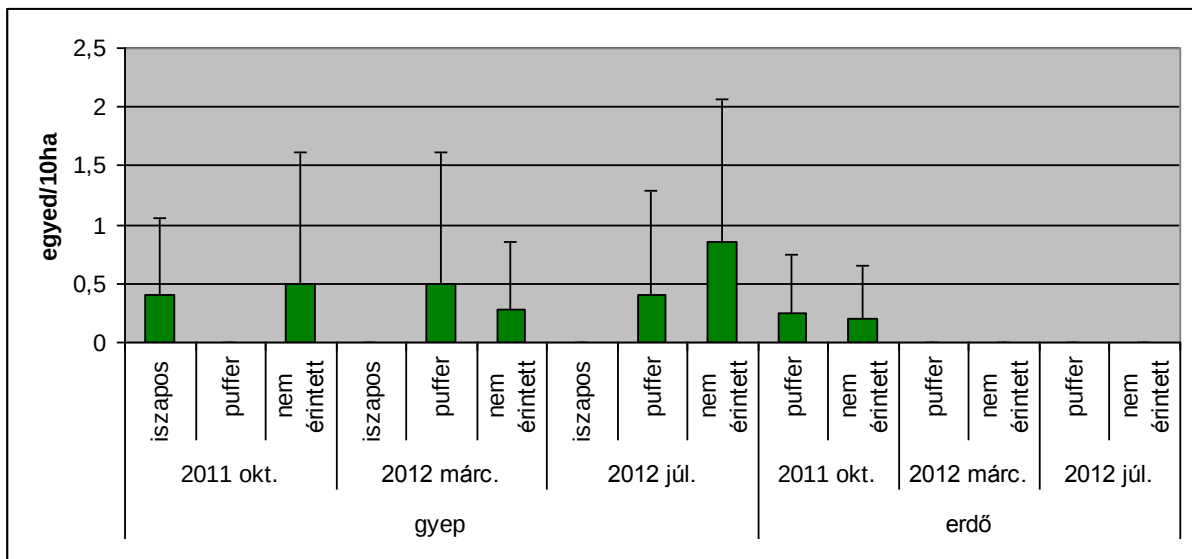
8. ábra: Mezei nyúl egyedsűrűsége a különböző területeken különböző időszakokban



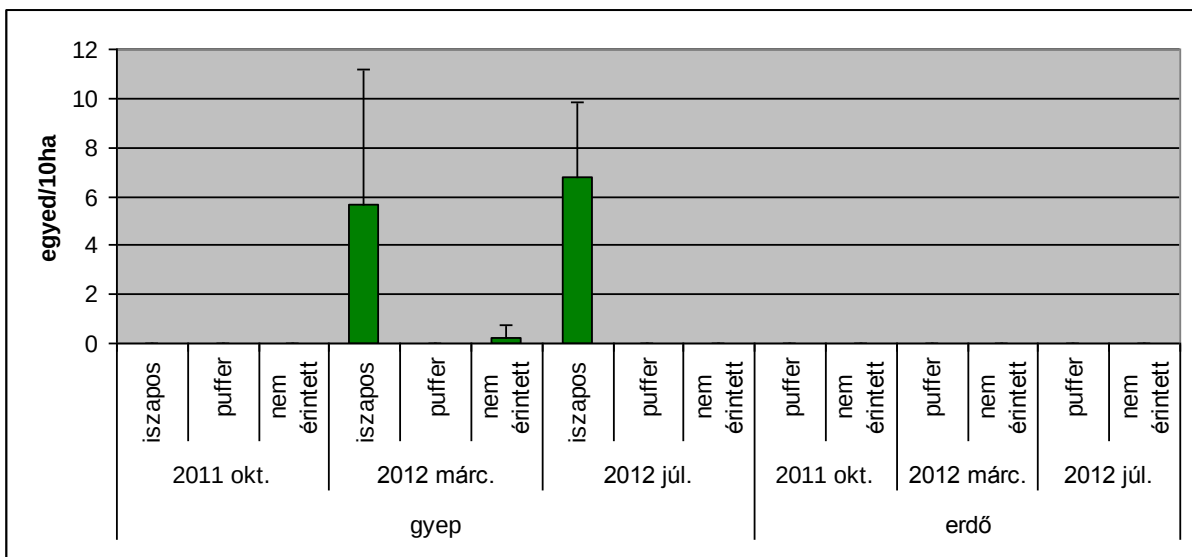
9. ábra: Róka egyedsűrűsége a különböző területeken különböző időszakokban

A statisztikákat elvégezve öz esetében a felmérések időpontjai között a puffer erdőterületen találtam szignifikáns eltérést (Kruskal-Wallis teszt: $KW=6,385$, $p=0,04$, Dunn-féle post-hoc teszt: 2011 október kisebb, mint 2012 július: $p<0,05$). A területek között pedig a 2011 októberi felmérésben szintén öznél a gyepterületek között (egyutas ANOVA: $F(2;14)=7,618$, $p=0,048$, Tukey-Kramer-féle post hoc teszt: iszapos kisebb, mint puffer terület: $p<0,05$), illetve a 2012 júliusi felmérésben ugyancsak öznél szintén a gyepterületek között (egyutas ANOVA: $F(2;14)=4,936$, $p=0,02$, -Kramer-féle post hoc teszt: iszapos nagyobb, mint nem érintett terület: $p<0,05$) találtam szignifikáns különbséget.

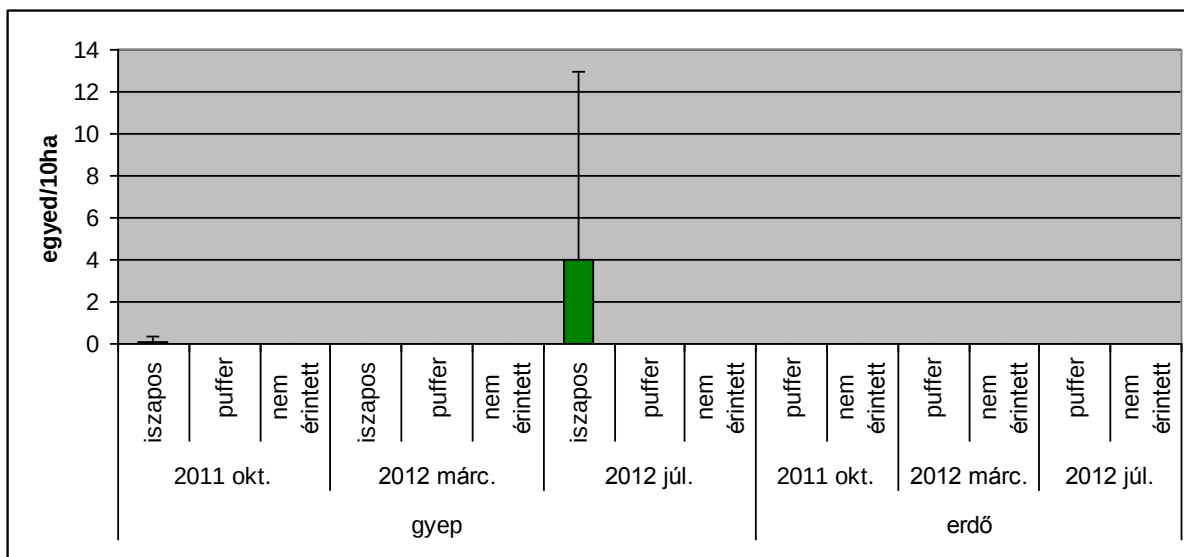
4.2. Vad madarak



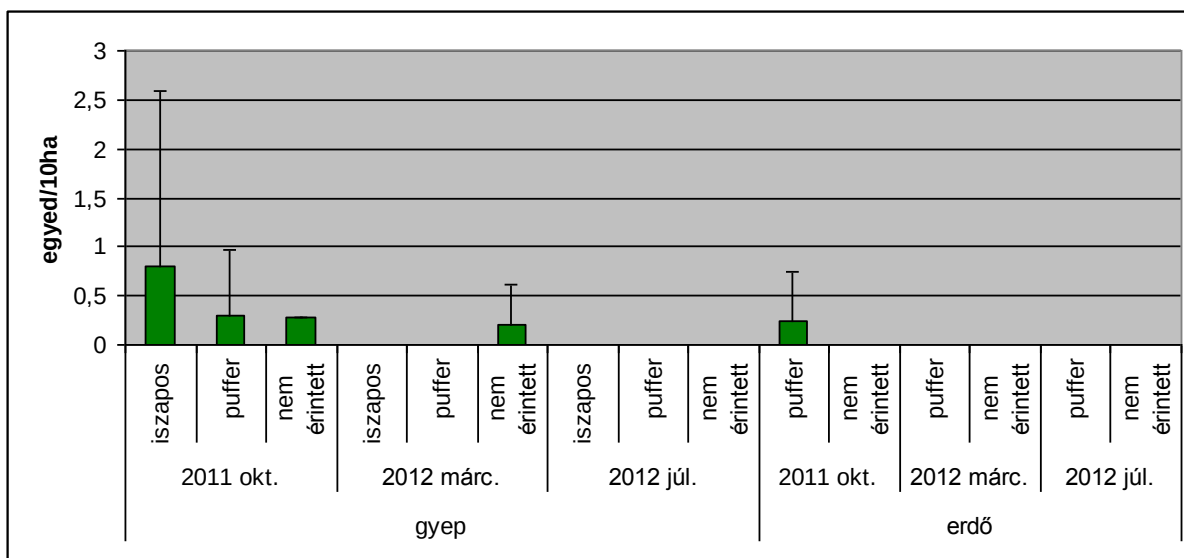
10. ábra: Fácán egyedsűrűsége a különböző területeken különböző időszakokban



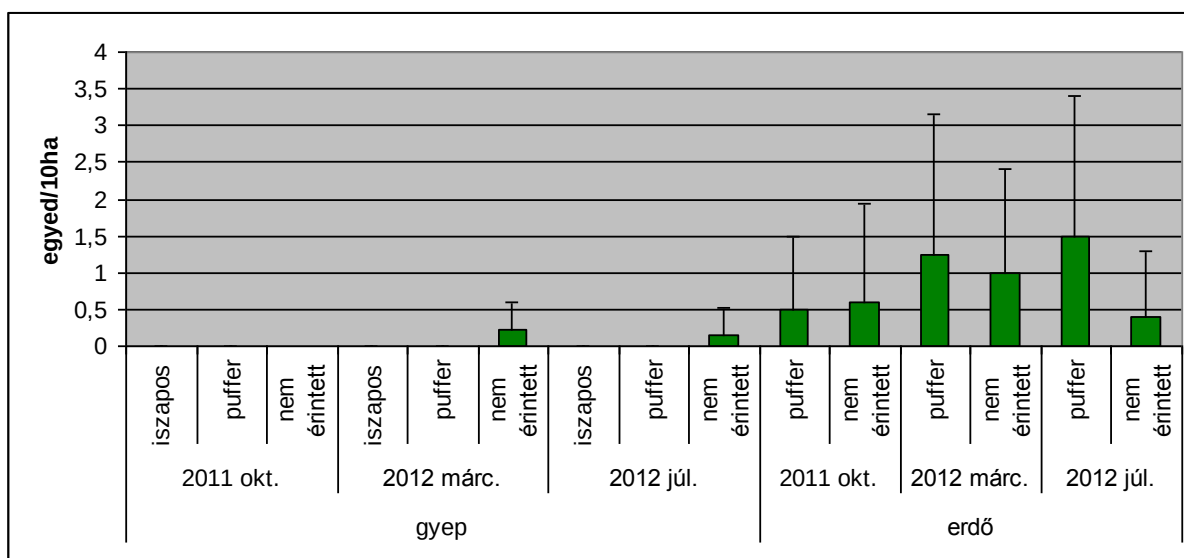
11. ábra: Tókes réce egyedsűrűsége a különböző területeken különböző időszakokban



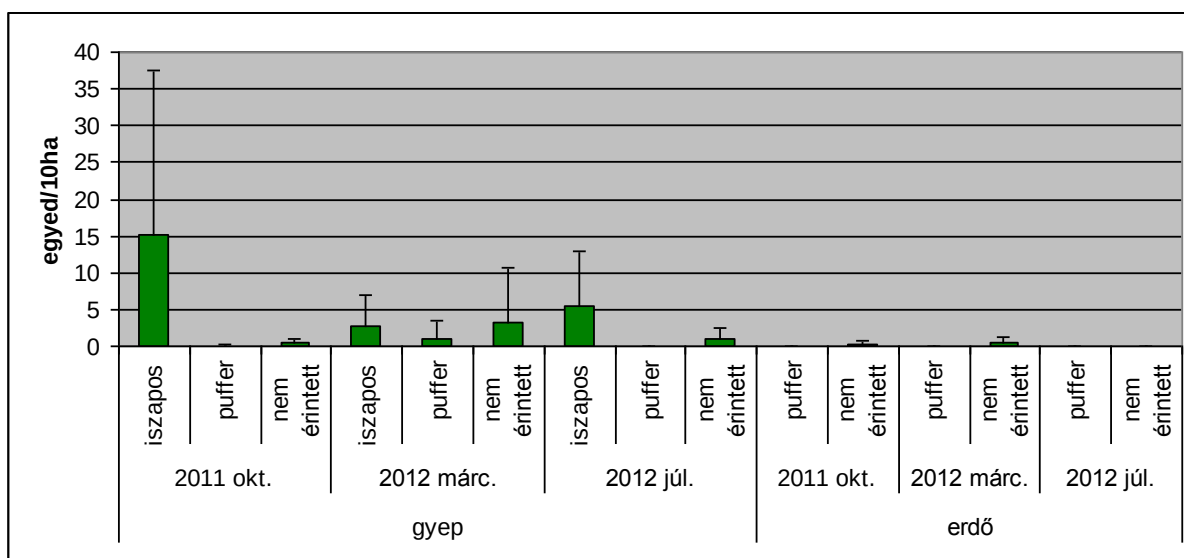
12. ábra: Balkáni gerle egyedsűrűsége a különböző területeken különböző időszakokban



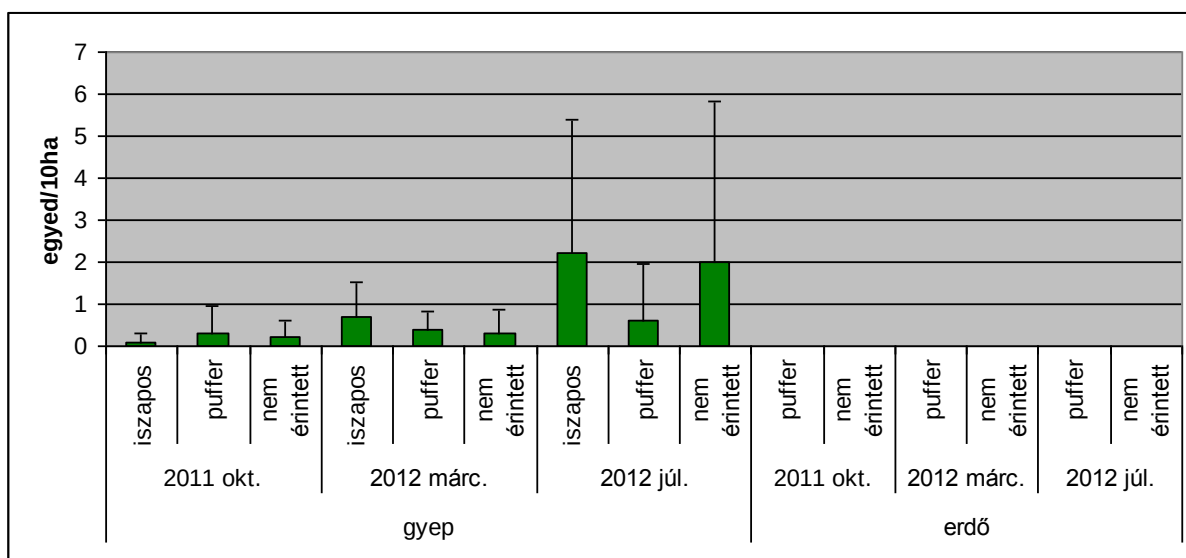
13. ábra: Szarka egyedsűrűsége a különböző területeken különböző időszakokban



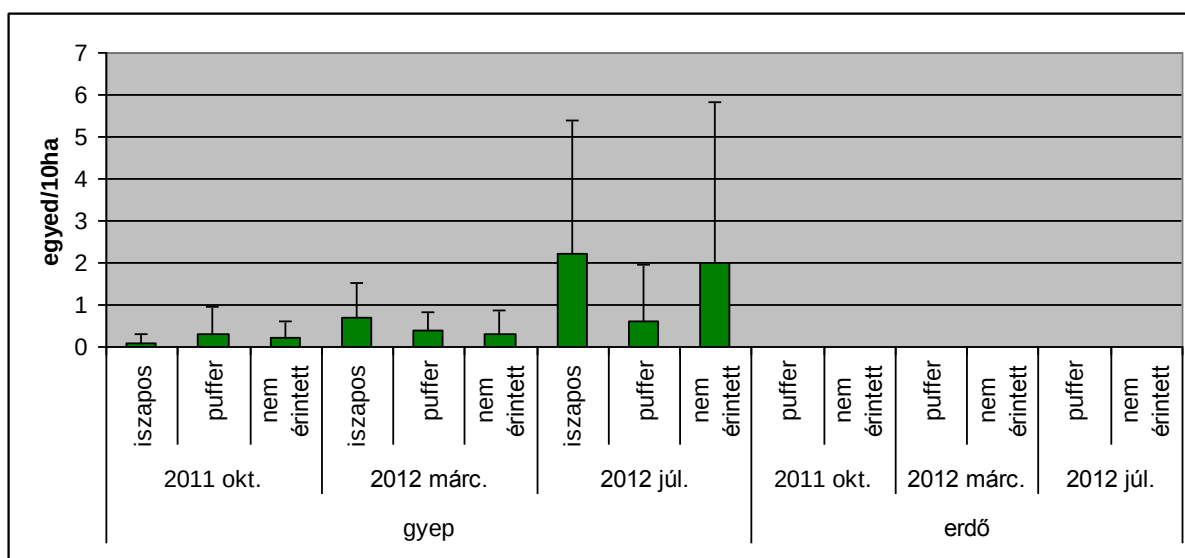
14. ábra: Szajkó egyedsűrűsége a különböző területeken különböző időszakokban



15. ábra: Vetési varjú egyedsűrűsége a különböző területeken különböző időszakokban



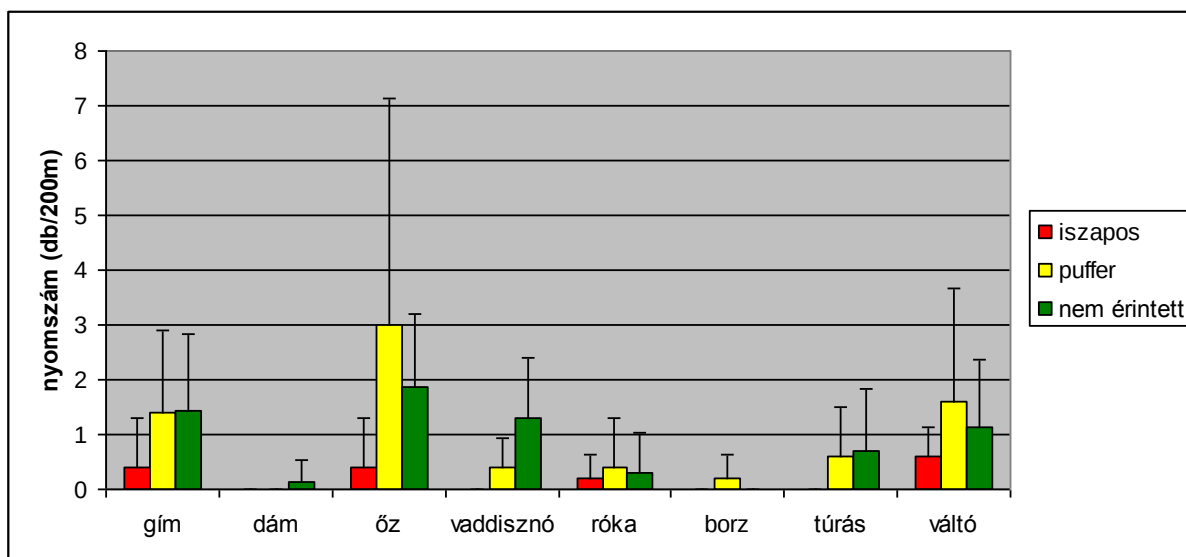
16. ábra: Dolmányos varjú egyedsűrűsége a különböző területeken különböző időszakokban



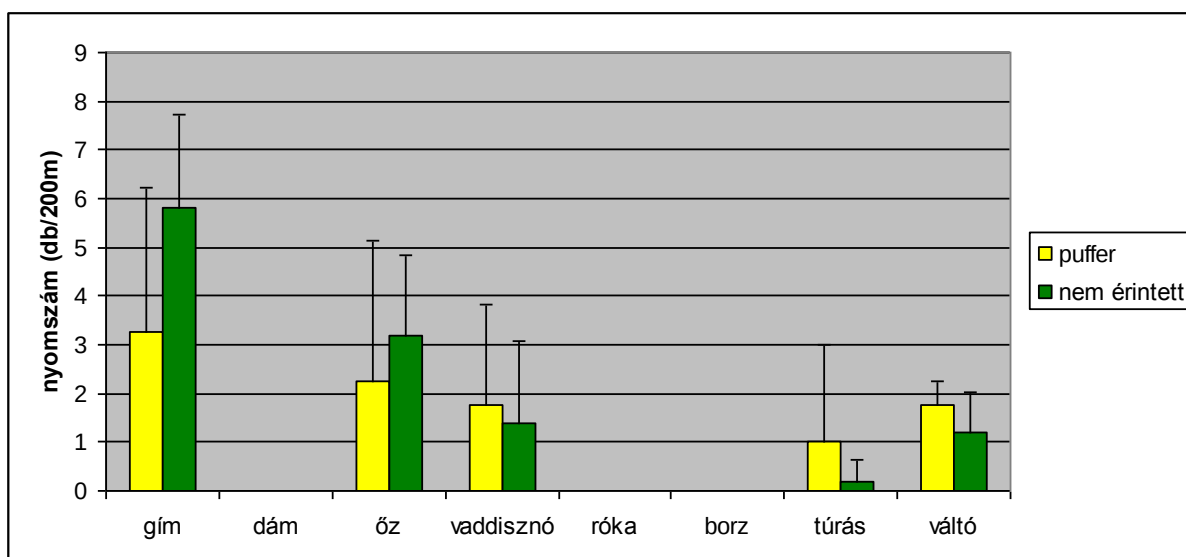
17. ábra: Egerészölyv egyedsűrűsége a különböző területeken különböző időszakokban

A statisztikákat elvégezve tőkés réce esetében a felmérések időpontjai között iszapos gyepterületen mutattam ki különbséget (egyutas ANOVA: $F(2;12)=5,138$, $p=0,02$, Tukey-Kramer-féle post hoc teszt: 2011 október kisebb, mint 2012 július: $p<0,05$). A területek között pedig a 2012 márciusi felmérésben szintén tőkés récenél gyepterületek között mutattam ki szignifikáns eltérést (egyutas ANOVA: $F(2;14)=6,368$, $p=0,01$, Tukey-Kramer-féle post hoc teszt: iszapos nagyobb, mint a puffer és a nem érintett: $p<0,05$), ezenkívül a 2012 júliusi felmérésben ugyancsak a tőkés réce esetén gyepterületek között extrém szignifikáns eltérést mutattam ki (egyutas ANOVA: $F(2;14)=31,043$, $p<0,0001$, Tukey-Kramer-féle post hoc teszt: iszapos nagyobb, mint a puffer és a nem érintett: $p<0,05$).

4.3. Nyombeclés



18. ábra: Gyepterületen talált nyomsűrűségek átlagai és szórásai

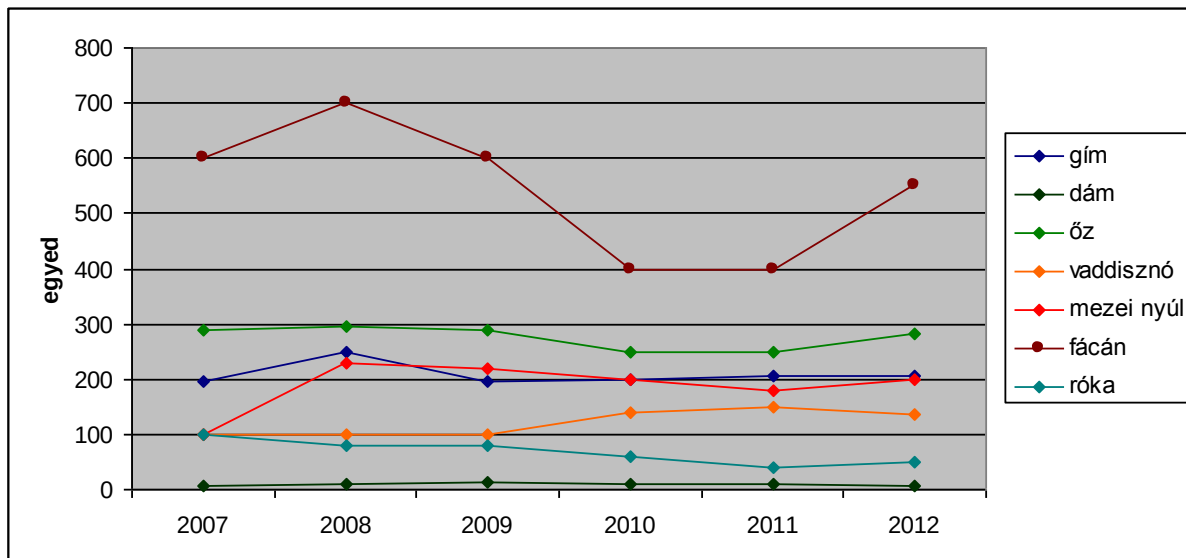


19. ábra: Erdőterületen talált nyomsűrűségek átlagai és szórásai

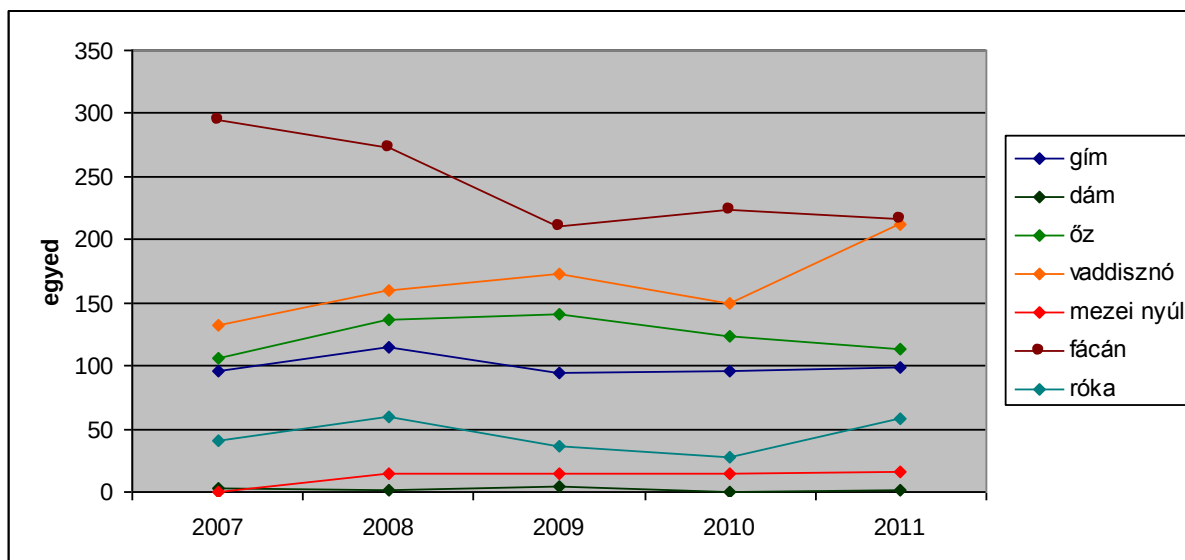
A statisztikákat elvégezve a vaddisznó területhasználatában a gyepen mutattam ki különbséget (egyutas ANOVA: $F(2;14)=4,262$, $p=0,04$, Tukey-Kramer-féle post hoc teszt: iszapos kisebb, mint érintetlen: $p<0,05$).

4.4. Állománybecslés és terítékek

A következő ábrákon a Képesfa Vadásztársaság becslés-, illetve terítékadatait ábrázoltam annak kiderítésére, hogy a vörösiszap-katasztrófa után látható-e kiugró méretű csökkenés a becsült állományokban, illetve a terítékekben (20. és 21. ábra).



20. ábra: Becsült állományok a vadgazdálkodási egység területén 2007 óta (adatok: Országos Vadgazdálkodási Adattár)



21. ábra: Terítékadatok a vadgazdálkodási egység területén 2007 óta (adatok: Országos Vadgazdálkodási Adattár)

5. Értékelés, következtetések

5.1. Területhasználat

5.1.1. Emlős vadfajok

Emlős vadfajoknál összességében azt az eredményt kaptam, hogy a nem érintett területet némileg jobban használják a többi zónánál, azonban ez a különbség nagyon kicsi. Szignifikáns eltérést sávos becslés alapján csak az őz esetében, azon belül is csak két alkalommal kaptam. Ráadásul egyik esetben az őzek pont az iszappal elöntött területet használták szignifikánsan erősebben, mint az érintetlen területet. Nyombecslés alapján pedig a vaddisznó használja kevésbé az iszapos gyept, mint az érintetlen gyepterületeket. Ennek alapján úgy gondolom, hogy emlős vadjaink szempontjából nézve komoly, hosszú távú következményei nincsenek a katasztrófának. A kapott eltérések okai a következők lehetnek:

5.1.1.1. Őz, 2011. október, gyepterületek használata közti különbség

2011 októberében az iszapos gyepterületen szignifikánsan kevesebb őz volt található (szám szerint 0), mint a puffer területen. Ennek oka valószínűleg a következő: 2011 októberében a felmérésem alatt még javában tartottak a földcserélési munkálatok, így táplálék és búvóhely szinte semmi nem volt az őz számára, zavarás viszont annál nagyobb, az őzek pedig az iszapos területről vélhetően áthúzódtak a pufferzónába.

5.1.1.2. Őz, 2012. július, gyepterületek használata közti különbség

2012 júliusában az iszapos gyepterületen szignifikánsan több őz volt található, mint az érintetlen területen. Ez némileg meglepő eredmény, főleg az előző év októberihez képest, amikor az iszapos területen még egyáltalán nem találtam őzet. Az ok ez esetben a következő lehet: 2011 vége felé befejeződtek a földcserélési munkálatok, a földek nagyjából be lett vetve. 2012 márciusára már láthatóan elkezd visszatelepülni az őz az érintett területre, júliusra pedig a sok táplálék, a megfelelő mennyiségű búvóhely és a kevés konkurens miatt az őz erőteljes intenzitással tud visszatelepülni a területre és akár utódokat is képes ott nevelni.

5.1.1.3. Vaddisznó, gyepterületek használata közti különbség (nyombecslés alapján)

A vaddisznó, mint egyik legrejtőzködőbb nagyvadfajunk valószínűleg nem szívesen merészkedik ki a kis borítottságú, búvóktól mentes területre, ahol ráadásul a kedvenc táplálékai, a makk és a kukorica se található meg.

5.1.2. Vad madarak

A madarak területhasználatára számomra meglepő eredmény született: összességében erősebben használják az iszapos gyepterületeket, mint a többi területet, azonban szignifikáns eltérést csak tőkés récénél kaptam. Ennek okai a következők lehetnek: a madarak jobban hozzá vannak szokva a zavaráshoz, így hamarabb visszatérnek a földcserével és az iszap elhordásával intenzíven zavart területre, ahol a friss, felszántott földben rovarokat és magvakat keresgélnek. A tőkés récék 2012 márciusában és 2012 júliusában az iszapos gyepterületet használták szignifikánsan erősebben, mint a másik két területet. A magyarázat ebben az esetben igen egyszerű: az előntött területen folyik keresztül a Torna patak, míg a puffer és az érintetlen területen nem található nagyobb kiterjedésű vízfelület, így a récék azokat a részeket elkerülik.

5.2. Visszatelepülés

Vadfajaink, még a kisebb termetű mezei nyúl is mozgékony annyira és rendelkezik akkora mozgáskörzettel, ami már lehetővé tette, hogy az iszapos területekről elhúzódjon, majd lassan visszafoglalja a katasztrófával érintett regenerálódó élőhelyi foltokat. Esetemben az őz és a tőkés réce állománynövekedését figyelhettem meg az iszapos területeken, azonban ez nem feltétlenül a terület regenerálódásának jele, az egyéb lehetséges okokat a továbbiakban, fajokra lebontva részletezem.

5.2.1. Őz, puffer erdőben időbeli különbség

Őzből 2012 júliusában szignifikánsan nagyobb mennyiséget számoltam, mint 2011 októberében. Az időbeli különbség oka lehet az iszapkatasztrófa miatt az erdei pufferzónából kiszorult őzek visszatelepülése, ám én úgy gondolom, hogy ebben az esetben nem erről van szó. Ugyanis sehol máshol nem kaptam azt az eredményt, hogy a puffer erdőt kevésbé használták volna, mint az érintetlen helyeket, a felméréseim alatt sem vettem észre jelentős minőségbeli különbséget. Inkább a júliusban már meglévő szaporulat, vagy a bakok territóriumba szorultsága lehet a valódi ok. A szezonális befolyásoló hatását megerősítheti, hogy érintetlen területen is jóval több őzet láttam 2012 júliusban, mint 2011 októberben.

5.2.2. Tőkés réce iszapos gyepterületen időbeli különbség

Iszapos gyepterületen 2012 júliusában szignifikánsan nagyobb sűrűségben volt jelen a tőkés réce, mint 2011. októberben. Ennek oka valószínűleg a récék vonulásában rejlik, vagyis 2011 októberében már nem volt tőkés réce a területen, viszont 2012 márciusra már visszaérkeztek, a júliusi felméréskor pedig az éves szaporulat miatt még többet számoltam.

5.3. Állománybecslések és terítékek

Amennyiben a katasztrófa komoly károkat okoz a vadállományban, úgy az lenne az elvárható, hogy a következő évben jóval kevesebb egyedet becsüljenek, illetve hozzanak terítékre az adott fajból. Így az adatsorokban 2011-re nagymértékű letörést kéne tapasztalni. Azonban egyik esetben, egyik fajnál sincs akkora állomány- illetve terítécsökkenés, amekkora a korábbi években ne fordult volna elő katasztrófa esemény nélkül is. Mindezekből az adatokból arra következtetnek, hogy a vörösiszap katasztrófa annak viszonylag kis kiterjedése miatt nem okozott komoly károsodást a helyi ökoszisztémára nézve.

5.4. Javaslatok

Mivel egy ökológiai katasztrófa bekövetkezése mindig váratlan, ezért legfontosabbnak tartom a megelőzést, valamint az esetleges katasztrófa bekövetkezésekor szükséges válaszlépésekből álló forgatókönyvet, ami magában foglalja a védekezési tervet, illetve a gyors és megbízható riadóláncot az illetékes szervekhez. Amennyiben lehetséges, a lehető leggyorsabban lokalizálni kell a problémát, így a környező területek érintetlenek maradnak, ahonnan ráadásul a sérült rész is könnyebben regenerálódni tud majd. A sérült területről pedig a szennyeződések a lehető leghamarabb, az élőlények lehető legkisebb további károsításával szükséges eltüntetni (elhordani, vagy semlegesíteni). Ezenkívül, amennyiben szükséges, a vadászati-halászati tilalom bevezetése is jó megoldás, mivel így a lecsökkent létszámú, erős stresszhatásnak kitett állományok nyugodtabban tudnak regenerálódni. Az ajkai vörösiszap-katasztrófa esetében úgy hiszem, hogy megfelelően, sőt kissé túl óvatosan jártak el az illetékes szervek, az egyetlen komolyabb hiba a folyóvizek gipszezése volt, mivel így a leülepedett vörösiszap nem tudott kimosódni a mederből.

A helyi vadásztársaságoknak a katasztrófával kapcsolatban nem voltak különösebb teendői, mivel a teljes kárelhárítást a katasztrófavédelem koordinálta és végezte el. A földcsere miatt a korábban elöntött részeket is művelésbe vonták, a terület regenerálódása és újraterelődése így magától végbe tud menni.

6. Összefoglalás

A gazdasági tevékenységek intenzív hatásokat gyakorolnak környezetünkre, melyek szélsőséges megnyilvánulásai az ökológiai katasztrófák. Vizsgálati célom az volt, hogy a vörösiszap-katasztrófa vadgazdálkodásra gyakorolt hatásait felmérjem. Választ kerestem arra, hogy a környező vadászterületeken három érintettségi kategória között (iszap által elöntött-, puffter-, illetve nem érintett zóna) kimutatható-e szignifikáns különbség a vadfajok jelenlétében, illetve megfigyelhető-e a fajok eltűnése majd visszatelepülése az érintett területekre.

Felmérésemet a Veszprém megyében található Képesfa Vadásztársaságnál végeztem. A társaság 6290 hektár területű, ebből kb. 2500 ha erdővel borított, a maradék 3790 ha-t pedig mezőgazdasági területek, parlagok és bozótos vegetáció alkotja.

A területen mintavételi útvonalak szezonális bejárásával a vadfajok (gímszarvas, őz, mezei nyúl, róka, fűcán, tőkés réce, balkáni gerle, szarka, szajkó, vetési varjú, dolmányos varjú, ill. az egerészölyv) egyedeinek előfordulási valószínűségét vizsgáltam. Az adatok felvételezéséhez sávos becslést alkalmaztam. Egy éves periódusban háromszor, azonos időközönként végeztem felméréseket a következő kategóriákban: iszapos gyepterület, átmeneti gyepterület, nem érintett gyepterület, átmeneti erdő, nem érintett erdő. A kijelölt útvonalakon 1 km-t haladva figyeltem meg a vadfajok egyedeit.

Adataim szerint a különböző mértékben érintett területek használtsága és a három felmérés ideje közt is szignifikáns eltérést őz és tőkés réce esetén kaptam.

Őznél puffter erdőterületen 2011. októberben nagyobb sűrűséget számoltam, mint 2012. júliusban. A 2011. októberi felmérésben puffter gyepterületen volt nagyobb sűrűség, mint iszapos területen, a 2012. júliusi felmérésben pedig iszapos gyepterületen találtam több őzet, mint a nem érintett zónában.

Tőkés récéknél iszapos gyepterületen 2012. júliusban több egyedet láttam az iszapos zónában, mint 2011. októberben. A 2012. márciusi és júliusi felmérésben pedig egyaránt az iszapos és puffter, ill. az iszapos és nem érintett gyepterületek között mutattam ki szignifikáns eltérést, mindkét esetben az iszapos terület használtsága volt nagyobb.

Nyombecslésem eredménye alapján a vaddisznó az iszapos gyepterületet szignifikánsan kevésbé használta, mint a nem érintett gyepterületet.

A Képesfa Vadásztársaság becslés-, illetve terítékadataiból jól látszik, hogy a 2010 óta esetleg megfigyelhető visszaesés egyik vadfaj esetében sem haladta meg a katasztrófa előtti állománycsökkenéseket, sőt, több faj esetén 2010 óta növekedés is látható.

Összegzésként elmondható, hogy a vörösiszap-katasztrófa szárnyasvadnál nem okozott érzékelhető állománycsökkenést, míg az emlősöknél az elöntött terület kis fedettsége és nagy zavarása miatt némi különbség mutatkozik a területek használatára alapján, azonban szignifikáns állománycsökkenés itt sem tapasztalható.

7. Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném megköszönni:

Konzulensemnek, Dr. Katona Krisztiánnak a dolgozat megírásában nyújtott segítségét, javaslatait, tanácsait, az egész dolgozat felügyeletét és egyengetését.

Szabó László tanszéki mérnöknek a GPS-hez kapcsolódó feladatokban nyújtott segítségét.

Gulyásné Dr. Sonkoly Krisztinának, hogy rendelkezésemre bocsátotta a szakdolgozat megírásához szükséges térképeket és adatokat az Országos Vadgazdálkodási Adattárból.

Tanai Zsoltnak és Mádl Tamásnak, a Képesfa Vadásztársaság két hivatásos vadászának, hogy lehetővé tették a terepi munkámat és segítettek a helyi eligazodásban, valamint a szíves vendéglátást.

8. Irodalomjegyzék

- Ádám J., Bánvölgyi Gy., Dura Gy., Gerenczy Gy., Gubek N., Gutper I., Simon G., Szegfalvi Zs., Székács A., Szépvölgyi J. & Ujlaky Eszter (2011): The Kolontár report - Budapest
- Anich, I., Bagshaw, T., Margolis, N. & Skillingberg, M. (2000): The alumina technology roadmap "B" Tételű modul - Fenntartható mezőgazdasági rendszerek és környezettechnológia Szaktudás Kiadó Ház Zrt. (2010)
- Barótfi I. (2000): Környezettechnika - Mezőgazda Kiadó
- Bartha S. (2004): Paradigmaváltás és módszertani forradalom a vegetáció vizsgálatában - Magyar Tudomány 2004/1: 12. pp.
- Bull, J.C., Pickup, N.J., Pickett, B., Hassell, M.P. & Bonsall, M.B. (2007): Metapopulation extinction risk is increased by environmental stochasticity and assemblage complexity - Proceedings of the Royal Society B 274: 87-96. pp
- Csányi S., Lehoczki R. & Gulyásné Sonkoly K. (2010): A 2009/2010. vadászati év vadgazdálkodási eredményei valamint a 2010. tavaszi vadállomány becslési adatok és vadgazdálkodási tervek
- Csányi S., Lehoczki R., Gulyásné Sonkoly K., Szakály A. & Török G. (2011): A 2010/2011. vadászati év vadgazdálkodási eredményei valamint a 2011. tavaszi vadállomány becslési adatok és vadgazdálkodási tervek
- Diamond, J (2005): Collapse: How societies chose to fail or succeed - Viking press
- Etkin, D.S (2009): Analysis of U.S. Oil Spillage - API publication 356
- Fetter É. (2011): A BME Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszék powerpoint előadása, letöltve: 2011 augusztus 7
- Gyuricza Cs. (2010): A tájrehabilitációs konzorcium javaslata az államnak - Gödöllő, 2010 december 22
- Gyuricza Cs. (2011a): Vörösiszappal elárasztott mezőgazdasági területek hasznosítása - Agrárium 2011 április: 56-57. pp
- Gyuricza Cs. (2011b): Javaslat kísérleti ültetvények létesítésére a vörösiszap-katasztrófa sújtotta térségben - A tájrehabilitációs konzorcium javaslata az államnak, Gödöllő
- Gyuricza Cs, László P. & Aleksza L. (2011): Vörösiszappal elárasztott szántóterületek hasznosítása energianövényekkel - Agrofórum 2011 január: 100-104. pp
- Horti J. (1984): Katasztrófák a természetben - Natura kiadó
- Horváth B, Kocsó M, Mészáros K, Traser Gy (2003): Az erdei tűzkárok elleni védekezés fejlesztése - Erdészeti lapok 2003 január: 14-17. pp.

- Horváth A., Szabados M., Pápai D., Virágh Z.& Schiefner K. (1987): A legfontosabb ipari szennyező források jellege Ajkán és Pápán - Egészségtudomány 31: 111-122. pp.
- Komonyi É. & Baranyi J. (2012): A környezetben bekövetkezett változások észlelése bioindikáció segítségével - Acta Academiae Beregsasiensis 2012/1: 101-108. pp
- Levegő és egészség (2012): A Szegedi Tudományegyetem Éghajlati és Tájföldrajzi Tanszékének Éghajlattan kurzus tananyaga, letöltve: 2012 szeptember 29
- Magyar közlöny 2011/113. szám
- Prince, R.C, Clark, J.R. & Lee, K. (1994): Bioremediation effectiveness: removing hydrocarbons while minimizing environmental impact - Nature 368, 413-418. pp
- Romhányi T., Cseri P.& Boda A. (2011): Iszap - Mediprint kiadó Budapest
- Szücs E., Budai I.& Matkó A. (2011): Környezetmenedzsment - Pannon Egyetem - Környezetmérnöki Intézet
- Tóthné Lőkös K (2007): Matematikai statisztika – GIK kiadó, Gödöllő
- Üveges V., Andirkó V., Ács A., Bíró R., Drávecz E., Hajnal É., Havasi M., Hubai K. E., Kacsala I., Kovács K., Kovács N., Kucserka T., Lengyel E., Matulka A., Selmeczy. G. B., Stenger-Kovács Cs., Szabó B., Teke G., Törő N., Vass M. & Padisák J. (2011): A vörösiszap katasztrófa hatása a Torna patak és a Marcal élővilágára, a regeneráció első időszaka – Economica IV/12, 95-139. pp.
- Walsh, K. J. E. & Ryan, B. F. (2000): Tropical cyclone intensity increase near Australia as a result of climate change. - J. Climate 13, 3029–3036. pp.
- Williams, S.E., Bolitho, E.E. & Fox, S. (2003): Climate change in Australian tropical rainforests: an impending environmental catastrophe - Proceedings of the Royal Society B 270: 1887-1892. pp
- Zseni A. (2012): A Széchenyi István Egyetem Környezetmérnöki Tanszékének Vízügyi kurzusára készült powerpoint előadása, letöltve: 2012 szeptember 27
- http1: <http://www.epa.gov/emergencies/content/learning/location.htm>,
letöltve: 2012 augusztus 5.
- http2: <http://www.epa.gov/emergencies/content/nrs/nrsosc.htm>, letöltve: 2012 augusztus 5.
- http3: <http://www.epa.gov/emergencies/content/hazsubs/insites.htm>,
letöltve: 2012 augusztus 5.
- http4: <http://www.oilspillinfo.org/prevention/oil-tanker.html>, letöltve: 2012 augusztus 3.
- http5: <http://www.pleso.hu/optimax.html>, letöltve: 2012 augusztus 3.
- http6: <http://www.pleso.hu/skimmer.html>, letöltve: 2012 augusztus 3.
- http7: <http://www.oilspillinfo.org/response-and-restoration/open-sea.html>,
letöltve: 2012 augusztus 3.

http8: <http://www.oilspillinfo.org/response-and-restoration/shorelines-and-marinas.html>, letöltve: 2012 augusztus 3.

http9: <http://www.elastec.com/vacuums/>, letöltve: 2012 augusztus 4.

http10: <http://inhabitat.com/cleaning-up-an-oil-spill-with-hair-and-mushrooms/>, letöltve: 2012 augusztus 4.

http11: <http://www.malatechwater.com/termekek/bioclean-termekcsalad/>, letöltve: 2012 augusztus 4.

http12: <http://www.epa.gov/oem/content/learning/exxon.htm>, letöltve: 2012 augusztus 7.

http13: http://www.exxonmobil.com/Corporate/about_issues_valdez.aspx, letöltve: 2012 augusztus 7.

http14: <http://oceana.org/en/our-work/stop-ocean-pollution/oil-pollution/learn-act/exxon-valdez-oil-spill-facts>, letöltve: 2012 augusztus 7.

http15: http://index.hu/tudomany/kornyezet/2010/01/20/21_ev_utan_is_szennyez_az_exxon_valdez_olaja/ letöltve: 2012 augusztus 7.

http16: <http://response.restoration.noaa.gov/multimedia/images/oil-spills-and-ship-groundings/deepwater-horizonbp-oil-spill.html>, letöltve: 2012 augusztus 10.

http17: http://www.ng.hu/Root/Sites/NationalGeographic/Fold/2010/05/Meg_evekig_szivaroghat_az_olaj_a_Mexikoi_obolben, letöltve: 2012 augusztus 10.

http18: http://index.hu/tudomany/2010/04/29/otszor_tobb_olaj_szivarog_a_mexikoi-obolben/, letöltve: 2012 augusztus 10.

http19: <http://www.epa.gov/BPSpill/>, letöltve: 2012 augusztus 10.

http20: http://www.msnbc.msn.com/id/38834330/ns/disaster_in_the_gulf/t/new-microbe-discovered-eating-gulf-oil-spill/, letöltve: 2012 augusztus 10.

http21: http://index.hu/tudomany/2011/07/15/magahoz_tert_a_mexikoi-obol/, letöltve: 2012 augusztus 10.

http22: <http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2010/11/02/AR2010110200474.html>, letöltve: 2012 augusztus 10.

http23: <http://c-press.hu/201102177963/belfold/kimutattak-a-mergezest-az-iszaposok-szervezeteben.html>, letöltve: 2011 március 25.

http24: http://www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=lakossag_kolontar_vorosiszap_hatasai, letöltve: 2010 október 16.

http25: http://www.borsodivadasz.hu/attachments/2010_arviz.pdf, letöltve: 2012 október 7.

http26: http://huntingpress.eu/?url=a_belviz_helyzetet_targyalo_szakmai_konferencia_zaronyilatkozata, letöltve: 2012 október 7.

http27: http://www.gemenczrt.hu/index.php?apps=content&c_id=85, letöltve: 2012 október 7.

9. Nyilatkozat

Alulírott ...MIHALIK BENDEGÚZ....., a Szent István Egyetem Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar ...VADGAZDA MÉRNÖK....Szak nappali/levelező tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a Tudományos Diákköri Dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy Tudományos Diákköri Dolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön a Kar / Intézet / Szak honlapjára.

A Tudományos Diákköri Dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem.

Gödöllő, 2012.október.....hó.....nap

.....
hallgató aláírása

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a Tudományos Diákköri Dolgozatot áttekintettem, a felhasznált irodalmat a hallgató korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezelte.

A Tudományos Diákköri Dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem.

Gödöllő, 2012.október.....hó.....nap

.....
témavezető aláírása