



KÖRNYEZETVÉDELMI SZAKMAI NAPOK

BALATONFÖLDVÁR, 2001. FEBRUÁR 26–27.

**Kételtű átjárók hatékonyságának vizsgálata
az M1 és az M3 autópályán, valamint
a 2 sz., 2A sz., 33 sz., 1201 j. és 8518 j. úton**

dr. Puky Miklós
(MTA ÖBKI Magyar Dunakutató Állomás)

Vogel Zsolt
(D&V Kft.)

1. Bevezetés

A vonalas létesítmények összetett hatással vannak az élővilágra. Elsődleges hatásnak tekinthető a létesítés eredményeként bekövetkező élőhely eltűnés, szennyezés, zavarás és gázolás. Közvetett, de fontos, az állatfajok helyi populációinak méretét, szerkezetét megváltoztató hatás a fragmentáció, a hálózati hatások (amilyen például a süllyesztő (sink) vagy a folyosó - akadály (corridor - barrier) hatás) és a viselkedés változások.

A negatív hatások egy része műszaki megoldásokkal jelentősen csökkenthető. Ezek egyik leghatékonyabb megoldási módját az állatok számára kialakított átjárók jelentik, amelyek sikeres tervezésénél mindig figyelembe veszik a helyi fauna adottságait. Noha - néhány speciális esettől, például borzátvezető ketrecfolyosótól (1. ábra) eltekintve - az átjárókat általában több állatfaj egyedei használják, az általános "ökológiai átjáró" modell mellett (amely például utakat keresztező patakok átvezetésénél alakítandó ki) gyakran kiemelten egy-egy állatcsoport vagy állatfaj átvezetése az átjáró létesítésének elsődleges célja. Ezekben az esetekben általában emlős vagy kétéltűfajok átkelését könnyítik meg a műszaki létesítmények.

1. ábra Természetvédelmi beavatkozások európai közutakon

A Vadátjáró híd Hollandiában	B Kamionponyvából készült kétéltűterelő kerítés és vödör csapda Lengyelországban
C Borzátvezető ketrecfolyosó Hollandiában	D Q200-as polimerbeton varangyalagút utólagos beépítése Angliában

Magyarországon az 1980-as évek közepe óta létesítenek műszaki megoldásokat a közúti forgalom által legveszélyeztetettebb állatcsoport, a kétéltűek közötti pusztulásának mérséklésére. Noha ez az egyik leggyakoribb természetvédelmi beavatkozás a hazai úthálózaton, az elkészült műtárgyak összehasonlító vizsgálata korábban nem történt meg, pedig hatékony működésük fontos feltétele az utakon átkelő kétéltűpopulációk hosszú távú túlélésének.

Jelen munka eredeti célja az M1 és M3 autópályákon, a 2., 2A és 33. sz. főutakon és az 1201 és 8518 j. közúton létesített kétéltű átjárók hatékonyságának vizsgálata, konkrét és általános értékelése volt. A magyarországi teljes áttekintés eléréséhez a mintavételi területeket az időközben megépült további átjárókkal, egy ideiglenes beavatkozás helyszínével, illetve az M1 és az M3 autópályán lévő vadátjárókkal egészítettük ki, tehát az eredeti vállaláshoz képest jelentősen kibővült a vizsgálat.

2. Mintavételi időpontok, területek és módszerek

A vizsgált útszakaszok elhelyezkedését a 2. ábra mutatja. Az elmúlt másfél évtizedben létrehozott valamennyi varangyalagutat és kerítésrendszert felmértük, beleértve ebbe nemcsak a közúti igazgatóságok, autópálya felügyelőségek hanem a Fertő-Hanság Nemzeti Park Igazgatóság által finanszírozott alagútrendszert is. Mivel a szerződésben felsoroltakhoz képest időközben további átjárók létesítése is megtörtént, ezért - noha arra a megbízás természetesen nem terjedt ki - azokat is felmértük. Szintén nem tartozik a szerződés körébe az M1 és M3 autópályákon kialakított vadátjárók vizsgálata, az egységes szempontú értékelés miatt azonban ezeket is megvizsgáltuk. Az időközben a Fehér Holló Egyesület által Zalacsánynál kialakított ideiglenes műszaki megoldást szintén értékeltük.

A vizsgált **mintavételi területek** a következők:

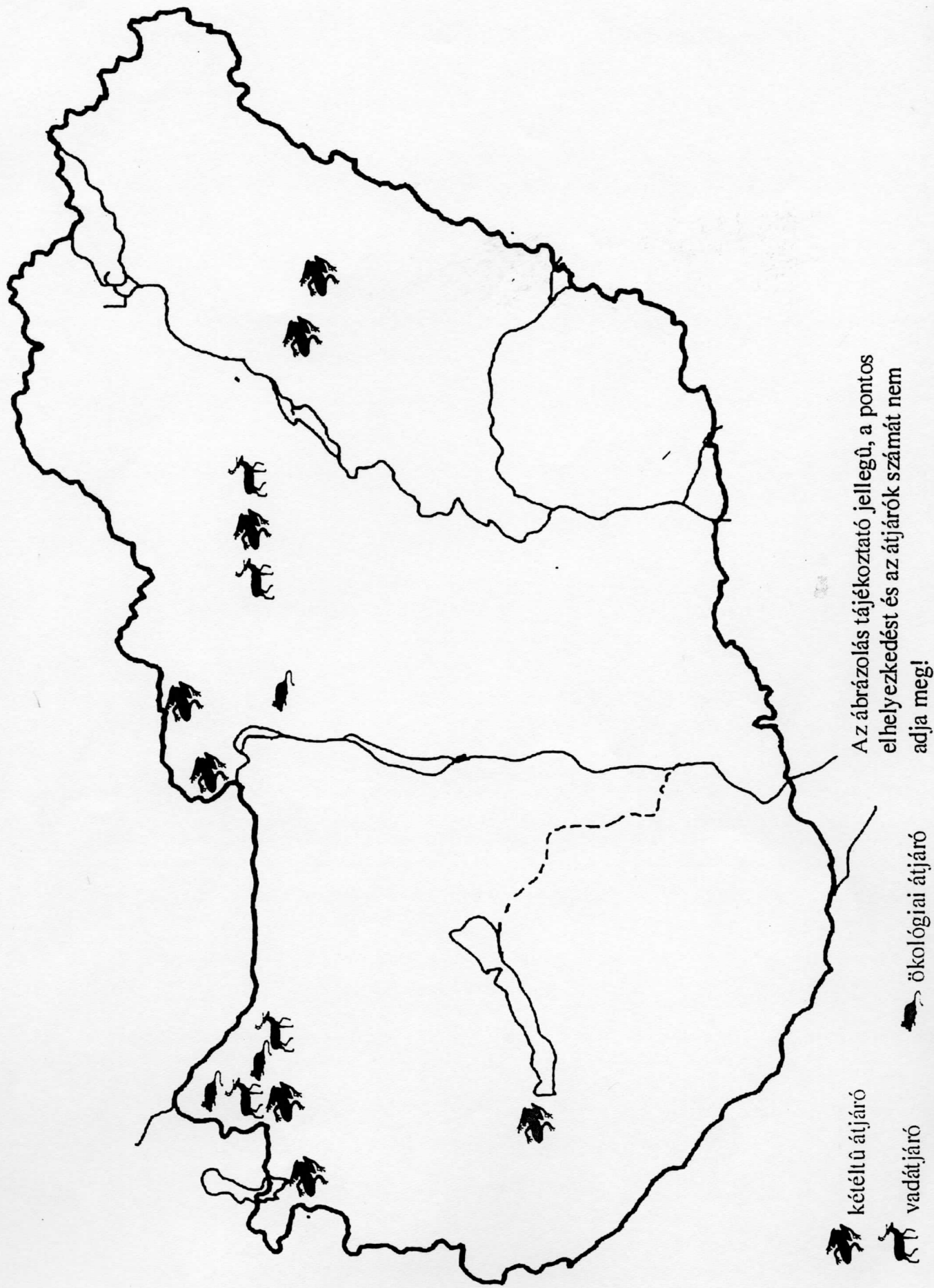
- M1: 136+805, 136+820, 136+835, 146+650 km szv.
- (a kapcsolódó) M15: 8+353 és 9+620 km szv.
- M3: 101+520 - 102+400 km szv.
- 2 sz. főút: 77+770 km szv.
- 2A főút: 33+645 km szv.
- 33 sz. főút: 60+450 km szv.
- 1201 j. út: 4+200, 4+300, 4+400, 4+500, 6+700, 6+800 km szv.
- 8518 j. út: 16+870 - 17+256 km szv.
- 33 sz. főút: 52+815, 54+418 km szv.
- 8529 j. út: 1+880, 1+900, 2+700, 3+280, 3+300 km szv.
- M1 autópálya: 130+050, 130+330, 147+514, 151+709 km szv.(vadátjárók),
- M3 autópálya: 81+020, 90+980, 110+900 km szv.(vadátjárók),
- 76 sz. főút: 30+750- 31+250 km szv. (ideiglenes műszaki megoldás).

A **mintavétel** során egyrészt a rendszerek műszaki jellegzetességeit, másrészt a környéken élő kétéltűpopulációkat mértük fel. 2000. március 26-a és augusztus 18-a között összesen 33 terepnapot töltöttünk a vizsgálattal.

A **műszaki megoldások leírásánál** a következő adatokat jegyeztük fel:

- rövid általános leírás,
- az alagút hossza,
- az alagút magassága,
- az alagút szélessége vagy keresztmetszete,
- a fej kialakítása,
- az alagút anyaga,
- a kerítés anyaga,
- a kerítés magassága,
- a kerítés hossza,
- a kerítés lyukbősége,
- a műszaki beavatkozás állapota,
- esetleges javasolt beavatkozás,
- egyéb megjegyzés.

2. ábra A vizsgált műszaki megoldások földrajzi elhelyezkedése



A bejárások alkalmával **fotódokumentációt** készítettünk. Ahol rendelkezésre állt, az átnézeti vagy helyszínrajzot csatoltuk.

A kétéltűek felmérésére **hat módszert** alkalmaztunk. Valamennyi élőhelyen elvégeztük a nedves területek **vizuális vizsgálatát**. Ahol erre módunk nyílt, ott kiegészítő módszerként mindig figyelembe vettük a **hang** alapján történt meghatározásokat is. Az **éjszakai és nappali útfelmérés** során a kemény burkolaton található élő és elütött kétéltűeket vettük számba. A vizekben tartózkodó farkos kétéltűeket éjszaka **lámpázással** nappal **hálózással** gyűjtöttük be. Az egyedszámbecslések elvégzésére a fentiek mellett **sávmódszert** is alkalmaztuk. A eredményeket **adatlapon** rögzítettük, az élőhelyekről és az egyes fajokról **fényképfelvételeket** készítettünk.

Az átjárórendszerek kétéltűekre kifejtett hatásának értékelésére **két új paramétert** vezettünk be. A **P hatékonyság** annak a mérőszáma, hogy a kérdéses rendszer milyen mértékben csökkenti az átkelő kétéltűek (vagy más állatok) pusztulását. Képzéséhez előzetes adatsorra van szükség. Képlete: $E_p = (1 - \text{aktuálisan gázolt állatok száma} / \text{korábban gázolt állatok száma}) \times 100\%$. Tehát ha eredetileg száz állatot gázoltak el, ami a műszaki beavatkozás hatására tízre mérséklődött, akkor $E_p = 90\%$ ($(1 - 10/100) \times 100\%$). Használata olyan műszaki beavatkozásoknál ad felvilágosítást, amelyek korábban megépült utakon létesülnek, de egyben fontos mérőszáma lehet a módosítások értékelésének is. Előnye, hogy közvetlen megfigyeléssel kisebb szakaszok, kerítésrészletek hatékonyságára is felvilágosítást ad. Kétéltűeknél az adatgyűjtés legegyszerűbb módja a vonulási időben gyűjtött adatok összehasonlítása, más csoportoknál nyomok illetve gázolási és populációméret adatok alapján képezhető.

Szintén fontos paraméter az a mérőszám, amely kifejezi, hogy egy adott populáció mortalitásában milyen szerepet játszik az adott közút forgalma. A **V mortalitás** egyben azt is kifejezi, hogy a populáció vándorló részét milyen arányban vezeti át az adott műszaki megoldás. Az **M_v** képzése: $(\text{gázolt állatok száma} / \text{becsült egyedszám}) \times 100\%$. Ez a mérőszám az előzőnél nehezebben, elsősorban populációméretnek részletes ismeretében becsülhető, de az előbbivel szemben átfogó képet ad a közúti forgalom biológiai hatásáról.

3.1. A műszaki létesítmények általános értékelése

Az általános értékelést három részre osztottuk fel. Először az alagutak illetve a kerítések jellegzetességeit tekintjük át, amit a Magyarországon bevezetett rendszerek értékelése, a meglévő műszaki megoldások összehasonlító értékelése és a szükséges beavatkozások fontossági sorrendjének megállapítása után a jövőre vonatkozó javaslatok összegzése követ.

3.1.1. Alagutak

A kétéltűek út alatti átvezetésére épített magyarországi alagutak anyagát, hosszát, keresztmetszetét, kiegészítő berendezéseit és kialakítását **változatos műszaki**

megoldások jellemzik. **Anyagát** tekintve alapvetően három megoldási lehetőség kínálkozik, betonból, fémből, vagy a célnak megfelelő speciális anyagból (Q200-as ACO polimerbeton) készülhetnek kétéltű átjárók.

Magyarországon a **betonból** készült átjáró a leggyakoribb, amely egyrészt biológiailag elfogadható, másrészt költségtakarékos megoldást jelent. Emellett a kivitelezése (betonáteresztés készítése) sem ismeretlen az útépítők számára, ezért annak alkalmazása a jövőben is várható és ajánlható.

Fémből készült alagutak több problémát vetnek fel, alkalmazásuk csak vizek átvezetésénél vagy nagyméretű átjárók kialakításánál javasolt. A **speciális anyagokból készült átjárók** biológiailag a legkedvezőbbek, beépítésük kis munkával, és részleges forgalomkorlátozással, például félpályás útlezárással is megoldható, de a költségigényük egyelőre megakadályozza, hogy ilyen megoldások épüljenek hazánkban.

Az alagutak **hossza** a rendszer legfontosabb paraméterei közé tartozik. Minél rövidebb az alagút, annál hatékonyabban működik, ezért különösen a széles, többsávos utak és autópályák esetében kell törekednünk a lehető legrövidebb megoldás megtalálására (Akár olyan áron is, hogy az alagút bejáratát a rézsűn magasan helyezzük el. Noha mindez például a predáció elősegítésével negatív következményekkel is járhat, összességében hatékonyabb műszaki megoldást eredményez).

A magyarországi kétéltű átjárók között kör illetve négyszög **keresztmetszetű** egyaránt előfordul. Ha az egyéb paraméterek (pl. átjáróhossz, kétéltű populációméret) megfelelőek, mindkettő alkalmas a kétéltűek átvezetésére. Fontos viszont, hogy a kör alakú átjárók átmérője legalább 60, optimális esetben legalább 100 cm legyen, négyszög keresztmetszet esetén ez a minimális érték 100 cm x 60 cm. Ha az alagút hossza több, mint 20 méter, a keresztmetszetet a távolságnak megfelelően növelni kell.

A **világító akna** elhelyezése a megfelelő környezeti tényezők (hőmérséklet, páratartalom) biztosítása miatt az alagutak hatékonyságát befolyásolja, de a nem megfelelő létesítés közlekedésbiztonsági gondokat vet fel. A hazai tapasztalatok alapján hármasszoros kompromisszumos megoldás lehetséges: hosszabb (> 15 m) alagutak kialakításánál mindenképpen lényeges a világító akna megléte, autópályáknál például értelemszerűen az elválasztósávban. Keskenyebb utaknál a balesetek elkerülésére mindez a patkára kerülhet olyan módon, ahogy annak a kialakítása az 1201 j. útnál történt. Egysávos utaknál illetve meglévő áteresztés átjáróvá történő átalakításánál az alagutak világítóakna nélkül is létesíthetők. A világítóakna alakja és mérete többféle lehet, ez a hatékony működést nem befolyásolja.

Több alagútrendszerrel jelentett gondot az alagutak **bejáratának elhelyezése**. Ha a bejárat a talajszint felett van akkor az állatoknak mászniuk vagy ugraniuk kellene

ahhoz, hogy bejussanak az alagutakba, ezért gyakran elmennek a bejárat előtt. Ha a bejárat alja a talajszinten van akkor helyesen felállított kerítések mellett ennek esélye minimálisra csökken. Ha meglévő alagútnál ez a szintkülönbség fennáll, akkor annak áthidalása a legegyszerűbben felbetonozással oldható meg. Szintén nehézséget okozhat az alagutak **eltömődése**. Különösen olyan elhelyezésnél, ahol erős erózió várható, rendszeres ellenőrzésre és tisztításra van szükség.

Összefoglalóan megállapítható, hogy - ahogy azt az 1. táblázat is mutatja - **különböző műszaki paraméterek mellett is megfelelő hatékonyságúak lehetnek az alagutak, ha az általános kialakítás és elhelyezés (például a kerítések esetén) megfelelő.**

3.1.2. Kerítések

A műszaki megoldások **nélkülözhetetlen** része, amelynek kialakítása és állapota döntően befolyásolja a természetvédelmi beavatkozás sikerét (1. táblázat). A kerítés tartóssága egyben a karbantartás gyakoriságát is meghatározza, hiszen az időjárás, esetleg emberi beavatkozás a legkönnyebben ezeket károsíthatja. A magyarországi kétéltű átjárókhöz vezető kerítések **változatos** anyagúak, tartósságúak, magasságúak, rögzítésűek és kialakításúak.

Anyagukat tekintve a kétéltűterelő kerítések három típusba sorolhatók. A **betonból** épített kerítések előnye a tartósságuk és az, hogy a legkevésbé karbantartásigényesek. Nehézséget jelent viszont, hogy a fajok nagyrésze felmászhathat az elemeken. A különböző jellemzőkkel bíró **műanyag hálóból** készült kerítések köztes tartósságúak, azaz közepes gyakoriságú karbantartást igényelnek. A legkevésbé tartós, egy vonulási szezon alatt elhasználódó megoldást a **fóliakerítések** jelentik.

A kétéltűterelő kerítések optimális **magassága** legalább 45-60 cm. Fontos, hogy a kerítések függőlegesen helyezkedjenek el. Az esetleg felkapaszkodó állatok védelmére műanyagkerítésnél a kerítés tetején a kerítésanyagot vissza kell hajtani. Az alulról történő átjutást a kerítésanyag talajba süllyesztésével illetve az alsó 10 cm beásásával kerülhetjük el.

A műanyag hálóból vagy fóliából készült kerítések **rögzítésére** oszlopokat alkalmazunk. Ezek elvileg különböző anyagúak lehetnek, Magyarországon fából készült, általában impregnált oszlopokat alkalmaznak. Gondot jelent, hogy a háló illetve a fólia gyakran elválhat az oszloptól, ezért azok kapcsolatát rendszeresen ellenőrizni kell.

1. táblázat A felmért műszaki megoldások kialakításának értékelése*

Műszaki megoldás helye	Átjáró kialakítása	Kerítés kialakítása	Alagút - kerítés kapcsolat	Összesített metrikus értékelés (1-5)
M1 ökológiai átjárók	jó	jó	rossz	2
M 15 ökológiai átjárók	jó	hiányzik illetve jó	rossz illetve jó	1 illetve 4
M3 kételtű átjárórendszer	jó	nagyon jó	nagyon jó	5
2 sz. út	jó	rossz illetve hiányzik	részben megfelelő	1
2A sz. út	jó	jó	rossz	2
33 sz. út (valamennyi átjáró)	jó	jó	jó	4
1201 j. út	jó	nagyon jó	jó	4
8518 j. út	jó	közepes**	jó	4
8529 j. út	jó	hiányzik	nincs	1
M1 vadátjárók	jó	hiányzik	nincs	1
M3 vadátjárók	jó	hiányzik	nincs	1
76 sz. út		közepes	nincs	3

* az értékelést nem általános szempontok, hanem a kételtűek speciális igényei szerint végeztük el

** jó kerítéselhelyezés mellett annak anyagából fakadó érték

A műanyag hálóból vagy fóliából készült kerítés egyik előnye, hogy a kerítés végét hegyesszögben az úttól kifelé hajlítva az állatokat ismét az alagutak felé tereljük. Ezzel megakadályozhatjuk, hogy azok a kerítéssel nem védett területen az úttestre kerüljenek. A kialakítás javasolt módját a 3. ábra mutatja.

A kétéltűterelő kerítések leggyakoribb problémáit és azok megoldását a 2. táblázatban tüntettük fel.

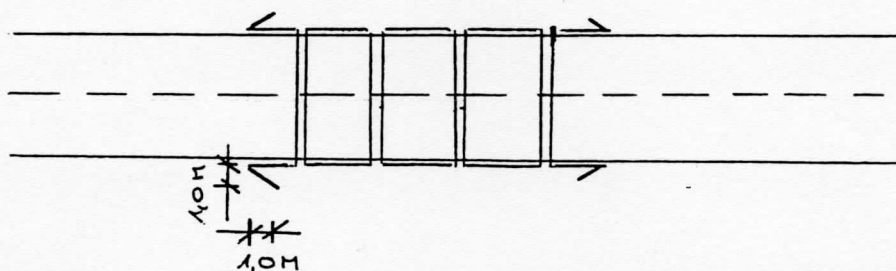
2. táblázat Kétéltűterelő kerítések gyakori problémái és azok megoldása

Probléma	Hazai előfordulása	Megoldás
A kerítés részben vagy teljesen hiányzik.	M 15 autópálya, 2 sz. út, 8529 j. út	A kerítést pótolni kell.
A kerítések nem kapcsolódnak az alagut(ak)hoz.	2A sz. út	A kerítéseket össze kell kötni az átjárókkal.
A kerítések megdőltek, nem függőlegesen állnak.	2 sz. út	A kerítéselemeket meg kell igazítani vagy ki kell cserélni.
A kerítések hiányosak.	M3 és M15 autópálya, 1201 j. út	A hiányzó elemeket pótolni kell.
A kerítéselemek állapota rossz (pl. szakadozott).	M3 és M15 autópálya, 2A sz. út, 1201 j. út, 8518 j. út, 76 sz. út	A karbantartás során megfelelő módon ki kell javítani a hibát.
A kerítést a növényzet benövi.	2A sz. út, 2A sz. út, 33 sz. út, 1201 j. út	A kerítéseket meg kell tisztítani.

**3. ábra Kétéltűterelő kerítés végződésének kialakítása különböző
úttengely - kerítéstengely szögek esetén**

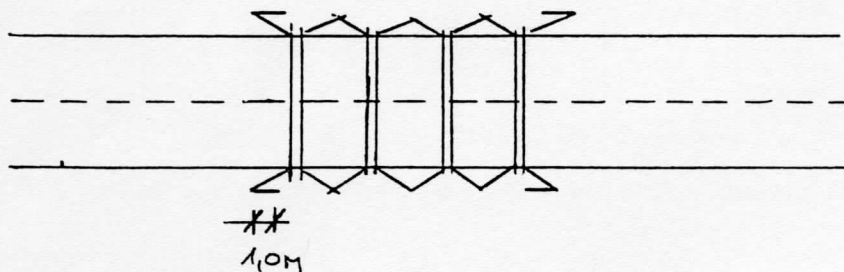
A

Úttengellyel párhuzamos kerítéskialakítás esetén



B

Úttengellyel nem párhuzamos kerítéskialakítás esetén



3.1.3. Rendszerek

A magyarországi kétéltűátjáró rendszerek mérete, kialakítása, az egyes elemek közötti kapcsolat rendkívül változatos. **Nem működnek azok a rendszerek, ahol a kerítés hiányzik, vagy a kialakítása nem megfelelő** (1. táblázat).

Fontos kérdés a **kerítés - alagút kapcsolat** két vonatkozása. Egyrészt, hogy a kerítések **milyen szögben** közelítik meg az alagutakat (törekedni kell az úttengellyel 45° -os szöget bezáró kerítéshelyezés elérésére, ami bevezeti az állatokat az alagútba, míg párhuzamos elhelyezés esetén esetleg elmennek az alagút bejárata előtt). A másik lényeges kérdés, hogy **milyen tartós rögzítés** alakítja ki a megfelelő kapcsolatot.

Az **alagutak sűrűsége** szintén fontos jellemzője az adott természetvédelmi rendszernek. Általánosságban ez az állatok vándorlási sugarának függvénye, tehát ha kis mozgásképeségű fajt akarunk átvezetni az út alatt, akkor kisebb térközönként kell az alagutakat elhelyeznünk. Kétéltűek esetében ez a biológiai jellemző átlagban 0,3-2,2 km között mozog az egyes fajoknál, ezért az általános optimális alagúttávolság 80 - 100 m.

Az a tény, hogy a kétéltűek különböző műszaki paraméterekkel bíró mőtárgyakon is sikeresen átkelnek egyben azt is jelenti, hogy - **kerítésekkel kiegészítve** - a **már meglévő mőtárgyak is funkcionálhatnak varangyalagútként**.

3.2. A vizsgált kétéltű átjáróknál javasolt beavatkozások fontossági sorrendje

Az országos felmérés lehetővé tette, hogy meghatározzuk a meglévő kétéltűátjárókkal kapcsolatos beavatkozások fontossági sorrendjét (3. táblázat). Ennek kialakításában az alábbi szempontok játszottak szerepet:

- a vonuló állomány mérete,
- a közúti forgalom intenzitása,
- a ráfordítás költségigénye.

Mivel a felmérés során nemcsak az eredetileg vállalt helyszíneket mértük fel, illetve további területek védelme (M1) is felmerült, ezeket szintén értékeljük.

3.3. A hatékony kétéltű átjárórendszer kialakítása és karbantartása

A felmérések alapján az alábbi szempontok figyelembe vétele fontos a kétéltű átjárórendszerek kialakításánál és karbantartásánál:

1. Az átjárórendszer a vándorlási útvonalak középpontjában helyezkedik el.
2. Az alagutak átmérője legalább 100 cm illetve 100 cm x 60 cm, keresztmetszete kör alakú vagy négyszögletes is lehet.
3. Az alagutak a mértékadó talajvízszint felett vannak, azokat a víz nem önti el, bennük a víz nem áll meg.
4. Az alagutakba könnyen bejuthatnak az állatok, mert az alagút alja nincs a talajszint felett.
5. Az alagutak anyaga beton vagy polimerbeton.
6. Az alagutakban világítóakna segíti a megfelelő páratartalom és hőmérséklet kialakulását.

3. táblázat A javasolt beavatkozások fontossági sorrendje

Műszaki megoldás	Átkelő kételtű állomány nagysága	Közúti forgalom nagysága	Meglévő műszaki megoldás jelenlegi hatékonysága	Költségigény	Beavatkozás, korrekció fontossága
M1 ökológiai átjárók	közepes	nagy	kicsi	kicsi	közepes
M 15 ökológiai átjárók	kicsi	nagy	kicsi ill. nagy	kicsi	kicsi
M3 kételtű átjárórendszer	közepes	nagy	nagy	kicsi	közepes
2 sz. út	nagy	nagy	rendkívül kicsi	közepes	kiemelkedően nagy
2A sz. út	közepes	nagy	rendkívül kicsi	kicsi	közepes
33 sz. út (valamennyi átjáró)*	nagyon nagy	nagy	nagy	nagy	kiemelkedően nagy
1201 j. út	nagy	közepes	közepes	kicsi	nagy
8518 j. út	nagyon nagy	közepes	nagy	közepes	nagy
8529 j. út	kicsi	kicsi	rendkívül kicsi	közepes	kicsi
M1 vadátjárók	közepes	nagy	rendkívül kicsi	közepes	közepes
M3 vadátjárók	kicsi - közepes	nagy	rendkívül kicsi	közepes	kicsi
76 sz. út	nagy	nagy	közepes	nagy	nagy

* a rendszer továbbfejlesztése, új átjárók építése mindenképpen szükséges, a költségigény értékelése erre a feladatra vonatkozik

7. Az alagutak sűrűsége összhangban van a vonuló fajok vándorlási sugarával, optimális esetben ez 80 - 100 méter.
8. Az alagutakhoz kerítések kapcsolódnak.
9. A kerítések az út mindkét oldalán megvannak.
10. A kerítések magassága 50-60 cm, szakadások vagy hiányok nincsenek.
11. A kerítések alja a talajban van, alatta az állatok nem jutnak át.
12. A kerítés teteje visszahajlított, ami megakadályozza a kerítésen felmászó állatok útrajutását.
13. A kerítés vége visszahajlított, a visszahajlítás szögét az út tengelyével bezárt szög határozza meg.
14. A műanyagkerítés lyukbősége 4 mm alatt van.
15. Alacsonyabbrendű úton a vándorlási időben az esetleg az útra feljutó állatokat ideiglenesen kihelyezett táblák védik.
16. Az átjárót évente tisztítani kell.
17. Az átjárótisztítás legmegfelelőbb időpontja általában március eleje, enyhe tél és korai tavasz esetén február vége.
17. A kerítések állapotát rendszeresen ellenőrizni kell.
18. A kerítésre hajló növényzetet el kell távolítani.
19. A kerítések esetleges hiányait évközben még akkor is pótolni kell, ha a tavaszi kétéltűvándorlás már lezajlott.

3.4. Nemzetközi kitekintés

A felmérés eredményei, a **közúti kétéltűgázolás csökkentése, elkerülése regionális szinten is aktuális probléma**, hiszen Magyarországhoz hasonlóan a térség többi országában is kiemelt feladat a közúti közlekedés gyors fejlesztése. A beruházások modern, környezetbarát módon történő megoldása alapvető követelmény (a jelenleg épülő délnyugat-lengyelországi autópálya beruházási költségének 30%-a környezetvédelmi beruházások, elsősorban vadátjárók kivitelezéséhez szükséges) de mivel kevés helyi tapasztalat áll rendelkezésre, a nyugat-európai példák pedig nem minden esetben vehetőek át automatikusan például az eltérő élővilág miatt, ezért az elkészült szakanyag és képes adatbázis a **nemzetközi összehasonlításban is egyedülálló, fontos összegzést jelent.**

A felmérés ideje alatt zajló dán - lengyel szemináriumok hallgatósága (amelyen az említett országok képviselőin túl észt, litván, fehérorosz és holland szakértők is résztvettek) nagy érdeklődéssel fordult a magyar tapasztalatok felé. Mindkét rendezvényen kiemelt szerepet kapott a hazai eredmények értékelése annál is inkább, mert eddig kevés hasonló megoldást építettek a régióban, ezért a különböző megoldások hatékonyságának vizsgálata, a hiányosságok és erősségek elemzése mások számára is tanulságos volt.

4. Összefoglalás

2000 folyamán **megtörtént a kétéltűekkel kapcsolatos közúti beavatkozások értékelése.** A felmérések a beruházás műszaki paramétereire és a környezetükben élő kétéltű állományok összetételére, méretére terjedt ki. A munka **célja egyrészt a meglévő ismeretek összegyűjtése, általános, adatbázisszerű hasznosítása, másrészt**

a konkrét beruházások esetén szükséges esetleges beavatkozásra teendő javaslatok összeállítása volt.

Összesen huszonnégy útszakaszon végeztünk felmérést. Az előzetesen vállalt felmérés mellett sor került időközben épített kétéltűátjárók, a zalacsányi időleges, vödör csapdás megoldás és az ismert vadátjárók hatékonyságának értékelésére is.

Az értékelésnél **két új értékelési indexet**, a **Ep hatékonysági** és az **Mv mortalitási** mutatókat vezettük be.

A műszaki megoldásokat részletesen értékeltük.

Az összehasonlító vizsgálatok rámutattak a **kerítések és az alagút - kerítés kapcsolatok fontosságára**, a legtöbb probléma ezek helytelen elhelyezésével vagy elégtelen karbantartásával függ össze.

A meglévő létesítmények esetében **beavatkozásokra van szükség**. A műszaki megoldások jelenlegi hatékonysága és a kétéltűállományok mérete miatt ez különösen fontos a 2 és a 33 sz. úton.

Vizsgálatainkból az eredmények értékelése fejezetben tárgyalt részletes megállapítások közül a meglévő rendszerek hatékony működéséhez kapcsolódó következő **általános következtetéseket** emeljük ki:

1. Ha műszakilag megoldható, akkor az autópályákhoz kapcsolódó természetvédelmi műtárgyakat teljes terjedelmükkel a vadvédő kerítéseken belül kell elhelyezni. Ez a karbantartásukat, felügyeletüket és vizsgálatukat is egyszerűbbé és hatékonyabbá teszi és az esetleges vandalizmus esélyét is csökkenti.
2. A kétéltűek út alatt történő átvezetésére kialakított alagútrendszerek és a csatlakozó kerítések ellenőrzést és karbantartást igényelnek. A rendszeres éves karbantartás - alagúttisztítás és kerítéshiánypótlás - legmegfelelőbb időpontja általában március eleje, enyhe tél és korai tavasz esetén február vége, amikor a napi minimumhőmérséklet még fagypont körül van (A kétéltűek tömeges vándorlása 3°C hőmérsékleten, esőben várható).
3. A létesítmények állapotellenőrzésének javasolt optimális gyakorisága: február közepe - április közepe: két hetente, május - október: havonta.
4. A kerítések esetleges hiányait évközben még akkor is pótolni kell, ha a tavaszi kétéltűvándorlás lezajlott. Egyrészt kisebb mértékben az év további részében is átkelnek a kétéltűek az utakon, másrészt más állatok, például kismamák is egész évben használhatják a létesítményeket.
5. Célszerű lenne az útellenőröknek egy tanfolyam megszervezése, amelyen a környezetvédelmi műszaki megoldásoknál ellenőrizendő paramétereket részletesen megismerhetnék.

A kétéltűek átvezetésére kialakított hazai műszaki megoldásokat sokszínűség jellemzi. Igaz ez a felhasznált (például kerítés) anyagokra, a létrehozott kapcsolatok módjára és az alagutak jellemzőire egyaránt. A rendszerek néhány hibája mellett ez egyben a megoldással kapcsolatos egyik legfontosabb erősségre is rávilágít. Az ország különböző területein dolgozó mérnökök egymástól függetlenül olcsó hazai alapanyagot felhasználva költségtakarékos megoldásokat fejlesztettek ki. Ha mindez megfelelő szakmai konzultációval párosul, akkor ez az innovatív alkotókészség a problémakör sikeres hazai megoldásának egyik fontos eleme lehet a jövőben is.