

**Acta Biol. Debr. Oecol. Hung 14: 231–243, 2006**

## **FAUNAKICSERÉLŐDÉS A RAJNA ÉS A DUNA VÍZRENDSZERE KÖZÖTT**

**THOMAS TITTIZER**

Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Institut für Zoologie, Poppelsdorfer Schloß, D-53115 Bonn

### **FAUNA EXCHANGE BETWEEN THE RIVER SYSTEMS OF RHINE AND DANUBE**

**T. TITTIZER**

Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Institut für Zoologie, Poppelsdorfer Schloß, D-53115 Bonn

**KIVONAT:** A nagy folyóvizek sokoldalú ember általi hasznosítása nagyon megváltoztatta a folyami ökoszisztémákat, ami sok vízi élőlény életfeltételeinek romlását hozta magával. Ezzel alapjaiban rendültek meg a szűktűrűsű „igényesebb” makro-gerinctelenek életlehetőségei. Ezek a fajok el is tűntek vizeinkből, s az életközösség már jórészt csak tágtűrűsű „igénytelen” fajokból tevődik össze. Az így létrejövő faunadeficitet gyakran neozoonok kompenzálják. Sok neozoon hazája földrajzilag igen távoli régiókban található. Ezen fajok elterjedését a folyóvizeinkben főképpen a hajózás tette lehetővé, de ugyanúgy járultak ehhez a vízimadarak és az ember is szándékos és akaratlan kihelyezésükkel. A neozoonok vizeinkben való elterjedését és elszaporodását gyakran csapásként értékeljük, mivel a folyamatok következményeit nem ismerjük. Tény, hogy a neozoonok bizonyos változásokat hoznak létre vizeink faunájának szerkezetében. Azonban az, hogy az illető életközösségben végbemenő változásokat veszteségként vagy gyarapodásként értékeljük-e, egyedül a megfigyelő szemszögétől, valamint gazdasági, vagy fajvédelmi célkitűzéseinktől függ.

**ABSTRACT:** The training and especially the impoundment of larger watercourses for improved navigability entail fundamental change in the qualitative and quantitative composition of the biocoenosis. Many indigenous species lost their livelihood, and they disappeared from the river biocoenosis. The resulting faunal deficit in the surface waters is usually filled by alien species (neozoa). These species, which often originate from biogeographically distant regions, come into our waters either by passive dispersal (transport by ships or birds), by active migration, or are introduced by man. As a result of the lacking competition in the waters, they can disperse rapidly over wide areas. People are often concerned as the consequences of this dispersal are not yet known. Whether such changes in the structure of biocoenoses are considered as a loss or a valuable addition for the respective community, depends on the point of view of the observer, on economic interests, and on the objectives pursued in nature conservation.

**Key words:** Rhine, Danube, faunal change, macroinvertebrates, alien species, neozoa

## Bevezetés

Az 1992-ben átadott Majna-Duna-csatornával új elterjedési lehetőségek nyíltak meg a Rajna és a Duna vízrendszerének makrofaunája számára. Ezzel ezek az eddig elválasztott folyamrendszerek összeköttetésbe kerültek egymással, és megszűntek a hololimnikus makrogerinctelenjeik elterjedésének természetes akadályai is. Így a Duna vízrendszerének tipikus faunaelemei a Majna-Duna-csatornán keresztül elterjedhettek a Rajna vízgyűjtő területén, mások viszont Rajnából vándorolhattak át a Dunába. Mivel ezek a fajok a számukra új vízrendszerben idegeneknek tekinthetők, a „neozoonok” csoportjába soroljuk őket.

Sok neozoon hazája gyakran földrajzilag igen távoli régiókban található, pl. Új-Zélandon, K-, vagy DK-Ázsiában, Afrika Ny-i partjain, É-Amerika atlanti partjainál, a Fekete-, és a Kaszpi-tenger területén, a Földközi-tenger térségében, vagy akár DK-, vagy DNy-Európa vizeiben. Ezen fajok „Európába-ugrását” a hajózás tette lehetővé. A hajók ballaszt-, vagy hűtővizében, de akár a hajótesten való megtapadással is a neozoonok távoli utakat voltak képesek megtenni (REINHOLD és TITTIZER 1999). Ezen kívül a vízimadarak, vagy akár a vízáramlás is hozzájárult a neozoon-fajok Közép-Európa vizeiben való megjelenéséhez. Az ember egzotikus szervezetek szándékos vagy akaratlan kihelyezésével is jelentős módon hozzájárult az új fajok elterjedéséhez. Bizonyos neozoonok, pl. a gypjas-ollós rák (*Eriocheir sinensis*) hosszú utat képesek a szárazföldön vagy a vízben áramlás ellenében megtenni (aktív elterjedés). A mai közép-európai vizekben előforduló makrogerinctelenek 10-15 %-a neozoonnak tekinthető. Idáig 41 neozoon-fajt mutattak ki, amelyek különböző taxonómiai csoportokba sorolhatók. Így a Coelenteratáknál 2, a Turbellariáknál is 2, az Annelidáknál 4 új fajt találtak. A Gastropodák 6 új fajjal „büszkélkedhetnek”, a Bivalviák között pedig 5, a Crustaceáknál 20 neozoon-faj bukkant fel. Még a Bryozoák és a Poriferák között is megjelent egy-egy neozoon (1. táblázat.).

## A neozoonok elterjedése a Rajnában és a Dunában

A Majna-Duna-csatorna sok neozoon-faj idegen vízrendszerekbe való belépését tette lehetővé. Mint a 1. táblázatból kitűnik, néhány tipikus dunai faj a Majna-Duna-csatornán át elterjedhetett a Rajna vízrendszerében. Ezek a neozoonok adják az ún. „keletről-nyugatra vándorlók” csoportját. E csoport „díszpéldányaként” a *Hypania invalida* édesvízi soksertéjű gyűrűsférget (Polychaeta) említjük meg, amelynek eredeti hazája a ponto-kaszpi térségben (Fekete-, és Kaszpi-tenger) található, és a harmadkori tengeri fauna egyik reliktum-fajának tekinthető. Kedveli az álló-, ill. lassan folyó, iszapos aljzatú vizeket, ahol függőleges lakócsöveket épít. Táplálékát holt szerves anyag (detritus) képezi. A faj igen gyakori a Duna deltájában, és a Duna alsó folyásában is. A folyón felfelé „vándorlását” először 1943-ban mutatták ki a Vaskapu környékén (941-1040 km között). 1958-ban a németországi, ill. 1959-ben ausztriai Dunában is sikerült kimutatni (D: a kachleti vízlépcső alvizében, 2229 km, A: az ypps-persenbeugi víztárolónál, 2065 km) (KOTHÉ 1968, WEBER 1964). Csak 29 évvel később mutatták ki még feljebb, a geislingi vízlépcső alvizében (2351 km) (TITTIZER et al. 1992). A Majna-Duna-csatorna megnyitása után röviddel (1996) ez a soksertéjű gyűrűsféreg már kimutatható volt a Majna, Rajna és Mosel folyókban, sőt a Mittelland-csatornában is (TITTIZER et al. 2000) (1. ábra). Elterjedéséhez lényegesen hozzájárult a hajózás.

Taxa	Rajna	Majna	MDK	német Duna	magyar Duna	alsó Duna	Neozoon hazája
<b>Coelenterata</b>							
<i>Cordylophora caspia</i>	xx (87)	xx (88)	xx (95)	xx (92)		x [67]	Pontocaspis
<i>Craspedacusta sowerbyi</i>	x [34]	x [23]	x [94]				K-Ázsia
<b>Turbellaria</b>							
<i>Dendrocoelum romanodanubiale</i>	x (97)	x (94)		x [92]		x [67]	Pontocaspis
<i>Dugesia tigrina</i>	x [32]	x [72]	x (90)	x (69)			É-Amerika
<b>Annelida</b>							
<i>Barbronia weberi</i>	x [94]			x [95]			D-Ázsia
<i>Branchiura sowerbyi</i>	x [61]	x [72]		x (93)	?		D-Ázsia
<i>Caspiobdella fadejewi</i>	x (98)	x (93)		x (93)	x [67]	x [67]	Pontocaspis
<i>Hypania invalida</i>	x [95]	x [96]	x (93)	xx (58)	x [67]	x [67]	Pontocaspis
<b>Gastropoda</b>							
<i>Ferissia wautieri</i>	xx [72]	xx [81]		x (94)	x [67]	x [67]	DK-Európa
<i>Lithoglyphus naticoides</i>	x [1895]	x [54]		x (58)	x [67]	x [67]	Pontocaspis
<i>Physella acuta</i>	x [59]	x (87)	x (88)	x (69)	x [67]	x [67]	DK-Európa
<i>Physella heterostropha</i>	x (93)			?			É-Amerika
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	x [62]	xx (85)	xx (93)	xx (89)	x [67]	x [67]	Új-Zéland
<i>Viviparus viviparus</i>	x [63]	xx (85)		x (87)		x [98]	K-Európa
<b>Bivalvia</b>							
<i>Congeria leucophaeta</i>	x [95]						?
<i>Corbicula fluminea/fluminalis</i>	xxxx (90)	xxx (92)		x (97)	x [2000]	x [2000]	É-Amerika
<i>Dreissena polymorpha</i>	xx [1836]	xx [1840]	xxx (93)	x [1868]	x [67]	x [67]	Pontocaspis
<i>Unio mancus</i>	x [72]						Földk. tenger
<b>Crustacea</b>							
<i>Atyaephyra desmaresti</i>	x [32]	x [88]	x [84]	x (97)			Földk. tenger
<i>Corophium curvispinum</i>	xxxx (87)	xxx (88)	xxx (93)	xxxx (59)	x [67]	x [67]	Pontocaspis
<i>Corophium robustum</i>	x [2002]	x [2000]		?		x [67]	Pontocaspis
<i>Crangonyx pseudogracilis</i>	x [92]	x [2002]					É-Amerika
<i>Dikerogammarus haemobaphes</i>	xx (94)	xx [93]	xx (93)	xx (76)	x [67]	x [67]	Pontocaspis
<i>Dikerogammarus villosus</i>	xx (95)	xx (95)	x (95)	x (91)	x [67]	x [67]	Pontocaspis
<i>Echinogammarus berilloni</i>	x [68]						Földk. tenger
<i>Echinogammarus ischnus</i>	xx (89)	x [97]	x (96)	x (89)		x ?	Pontocaspis
<i>Echinogammarus trichiatus</i>	x [2000]	x [2002]		x (96)		x [67]	Pontocaspis
<i>Eriocheir sinensis</i>	x [26]	x [50]			x [2003]		K-Ázsia
<i>Gammarus tigrinus</i>	xx (86)	xx (88)	xx (86)				É-Amerika
<i>Hemimysis anomala</i>	x (97)	x (98)		x (97)		x [67]	Pontocaspis
<i>Jaera sarsi</i>	x (95)	x (95)	xx (93)	xx (58)	x [67]	x [67]	Pontocaspis
<i>Limnomyia benedeni</i>	x [97]		x (98)	x [94]	x [67]	x [67]	Pontocaspis
<i>Obesogammarus obesus</i>				x (95)	x [67]	x [67]	Pontocaspis
<i>Orchestia cavimana</i>	x [37]					x [67]	Ponto-medit.
<i>Orconectes limosus</i>	xx (86)	xx (85)		xx (90)	xx [96]	x [2001]	É-Amerika
<i>Proasellus coxalis</i>	x (87)	x [92]					Földk. tenger
<i>Proasellus meridianus</i>	x [72]						Földk. tenger
<i>Rhithropanopeus harrisii</i>	x (93)						É-Amerika
<b>Porifera</b>							
<i>Eunapius carteri</i>	x [93]						Afrika
<b>Bryozoa</b>							
<i>Pectinatella magnifica</i>	x [2004]						É-Amerika

**Legenda:**

x = csökkent egyedszám  
 xx = közepes egyedszám

xxx = bő egyedszám  
 xxxx = nagyon bő egyedszám

[ ] = idegen adatok  
 ( ) = saját adatok



1. ábra. *Hypania invalida* (GRUBE) elterjedése a Duna és a Rajna vízrendszereiben

A *Dikerogammarus villosus* bolharák elterjedése még gyorsabban történt. Ez a faj is a ponto-kaszipi térségből származik, és elterjedése néhány éve még csak Oroszország és a Balkán vizeire korlátozódott. A Dunában a *D. villosus* csak az alsó-, és középszakaszon fordult elő. 1989-ben NESEMANN et al. (1995) kimutatták a fajt a Duna ausztriai szakaszán is, a németországi Dunában pedig 1991 óta ismert (TITTIZER et al. 1994). A Majna-Duna csatornán keresztül megnyílt az út a faj nyugati elterjedésére. 1995-ben már megjelent a csatornában (TITTIZER et al. 1995), a Majnában és a Rajnában is (SCHÖLL et al. 1995, BIJ DE VAATE és KLINK 1995). 1996-ban kimutatták a Mosel-ből, 1997-ben a Neckar-ból, és 1998-ban a Mittelland-csatornában és az Elba oldalcsatornájában is (TITTIZER et al. 2000). Ez a rákocská gyors elterjedését főképp nagy mobilitásának köszönheti, de szerepe van benne a hajózásnak is (REINHOLD és TITTIZER 1999). Ragadozó életmódja miatt (még fajtársait sem kíméli) a *D. villosus* sok hazai fajt is kiszorít vizeinkből.

Míg a fent leírt fajok esetében K-Ny-i irányba folyó „előretörést” figyelhettünk meg, a Rajna hidrográfiai területe felől ez fordított irányban is megtörtént. Ezek a fajok képezik az ún. „nyugatról keletre vándorlók” csoportját. Ide tartozik, pl. a *Corbicula fluminea* kagyló. Ez a faj a homokos-kavicsos aljzatot kedveli, amelyben a szerves alkotórészek aránya alacsony, így kedvelt élőhelyei a lassan folyó nagy folyók (potamal) és a tavak. Mivel eredetileg brakkvizekben élt, sótoleranciája igen magas. Rövid reprodukciós ideje miatt (3 generáció évenként) igen sűrű populációi alakulhatnak ki (akár 7000 egyed/m<sup>2</sup> is). Ez a kagylófaj a harmadkorban egész Európában jelen volt, de a negyedkor eljegesedései során a Kaszpi-tenger, Elő-Ázsia és a Nílus irányába húzódott vissza. Innen 1924-ben, valószínűleg hajók ballasztvizében hurcolták be Észak-Amerikába. *Corbicula fluminea* 1980 óta ismét előfordul Európa vizeiben is. Először Portugáliában és D-Franciaországban leltek rá, majd hamarosan a Rajna deltájában és a Weserben Brémánál is kimutatták

(HARTOG et al. 1992). Innen Németország hajózható vizeiben és csatornáiban terjed tovább (KINZELBACH 1991). 1990-ben már „meghódította” a Rajna alsó-, középső-, és felső folyását, valamint a Neckart, 1992 és 1996 között a Moselt, a Lahnt, a Mittelland-csatornát és a Majnát. A németországi Dunában először 1997-ben sikerült kimutatni (TITIZER és TAXACHER 1997) (2. ábra). 1998 az Elbából (SCHÖLL 1998), 1999-ben a magyarországi (CSÁNYI 1999) majd a romániai Dunából (BIJ DE VAATE és HULEA 2000) is leírták. A *C. fluminea* gyors elterjedéséért elsősorban a hajózás tehető felelőssé, de az ember általi direkt terjesztése sem hagyható figyelmen kívül (GRABOW 1998).

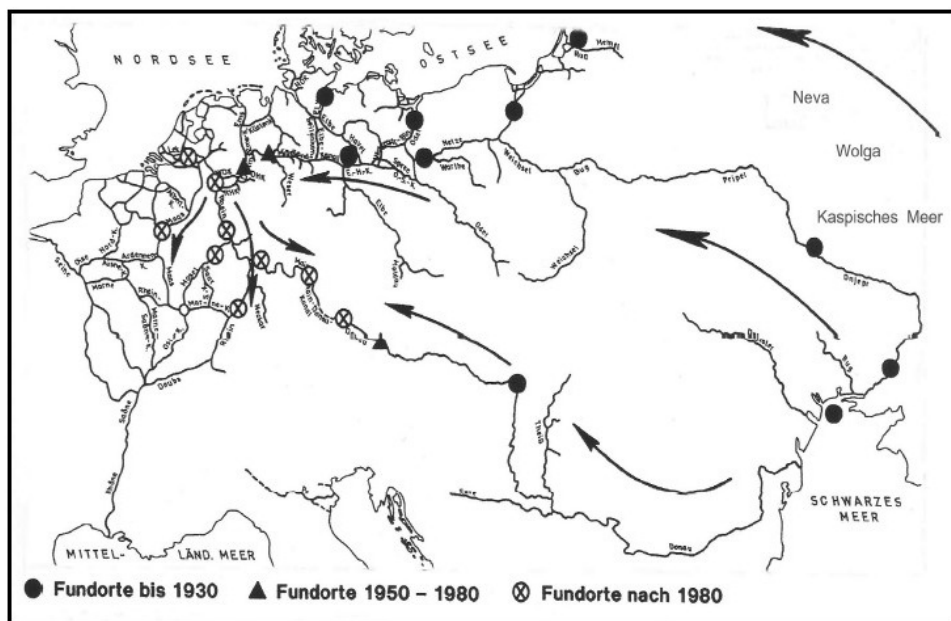


2. ábra. *Corbicula fluminea* (O.F.Müller) elterjedése a Rajna és a Duna vízrendszereiben

Egy további „nyugatról keletre vándorló” phytophil, eurytherm és euryhalin faj az *Atyaephyra desmaresti* nevű édesvízi garnéla. Kedvelt élőhelyei a vízinövényekben gazdag álló, vagy lassan folydogáló vizek, ahol táplálékát detritus és plankton képezi. Elterjedése aktív vándorlással történik, amelyhez a csatornák építése kedvező feltételeket teremt. Közép-Európában már a 19. század közepe óta ismerik. 1843-ban a Szajnában, 1888-ban Belgiumban, 1916-ban Hollandiában, 1932-ben Németországban is kimutatták (THIENEMANN 1950, DE LATTIN 1967, HEUSS et al. 1990). FRANKENBERG (1937) és GRAFF (1950) utalásai alapján ez az édesvízi garnéla előfordul a Mittelland-csatornában. BORCHERT és JUNG (1960) jelentették az *A. desmaresti* első megjelenését Berlin vizeiben. MÜLLER (1975) a faj németországi elterjedési térképét állította össze. 1984 óta a Dortmund-Ems-csatornában, 1989 a Rajna-Herne-csatornában is jelen van. A Rajnában 1932-ben, a Majnában és a Majna-Duna-csatorna északi tározójában 1988-ban mutatták ki először. 1994-ben, két évvel a Majna-Duna-csatorna megnyitás után már megtalálták a csatorna déli tározójában is. A Dunában először 1996-ban sikerült

kimutatni. Az aktív vándorlás mellett bizonyosan a hajók is hozzájárultak az édesvízi garnéla gyors elterjedéséhez.

A neozoonok harmadik csoportját az ún. „nyugat-kelet / kelet-nyugat vándorok” képezik. Ide azok a fajok tartoznak, amelyek úgy a Rajna, mint a Duna vízgyűjtő területén előfordulnak, és vándorlásaik során a Majna-Duna csatornában „találkoznak”. E csoport „díszpéldányaként” a *Corophium curvispinum* rákocskát (Amphipoda) említjük meg. Ez a ponto-kaszipi térségből származó bolharák rendszerint lassú folyású vizekben és tavakban fordul elő, de magas sótoleranciájának köszönhetően a folyótorkolatokban is megtelepszik. A vizek finom fenéküledékekkel borított részeit kedveli, ahol azonban lakócsöveit szilárd alapokra (kövek, fa, vízinövények, szivacsok, kagylók) építi fel. A *Corophium curvispinum* táplálékát aktív filtrálással nyeri, és életterében a legfontosabb haltáplálékok közé sorolják. Manapság ez a rákfaj az egész közép-európai térségben előfordul. Elterjedését a hajózásnak, a csatornák építésének, és erős mobilitásának (aktív vándorlás) köszönheti. Mint a 3. ábrából kitűnik, a faj Ny-Európát a Dnyeper, Pripjet, Bug, Weichsel, Netze, Warthe és Odera útjain érhetette el (THIENEMANN 1950), de a Ponto-Kaszipi térségből is jöhetett a Volga, Marien-csatorna-rendszer, Néva és Keleti-tenger útvonalon. További nyugati előrenyomulása az észak-németországi csatornákon keresztül folytatódott (BOETTGER 1953, GENNERICH és KNÖPP 1956, HERHAUS 1978, HABERS et al. 1988) és 1987-re elérte a Rajnát is (TITTIZER et al. 1990). Az ezt követő években a *C. curvispinum* szinte robbanásszerű elszaporodását figyelhettük meg a Rajna alsó szakaszán. Míg 1988-ban még csak néhány száz egyed élt  $m^2$ -ként, addig 1989 és 1990-ben már több tízezer, helyenként akár 100000-et lehetett  $m^2$ -ként találni (SCHÖLL 1990, 1992). Ezután azonban a populáció mérte évről-évre csökkent, és néhány tízezer egyed/ $m^2$ -nél állapotodott meg. 1988 és 1991 között a *C. curvispinum* a Majna folyó egész hosszában is elterjedt (TITTIZER 1996).



3. ábra. *Corophium curvispinum* (SARS) elterjedése Közép-Európa folyóvízeiben



A *C. curvispinum* nyugati irányba való terjedésének másik útja a Duna vize. A fajt a Duna németországi szakaszából első ízben 1959-ben mutatták ki, majd tovább vándorolt a folyás ellenében felfelé, és 1992-re elérte Kelheim térségét (TITTIZER et al. 1993). Már röviddel a Majna-Duna-csatorna megnyitása után megjelent a csatornában, ahol az 1993-95 közötti években sűrű állományokat képezett. Ugyanebben az időszakban azonban a Majnából érkező *Corophium*-törzs is elérte a csatornát (TITTIZER 1997a). Az állományok dunai vagy rajnai származását csak géntechnikai módszerekkel lehetne megállapítani.

### **Mi tesz egy neozoont ilyen sikeressé?**

Sok más makrogerinctelennel szemben a neozoonok közé sorolt fajok rendelkeznek bizonyos tulajdonságokkal, amelyek sikeressé teszik őket a fajok közötti küzdelemben. Az ún. „euryökök” fajok toleránsabbak a környezet minőségével szemben, így az „eurytherm”-ek a víz hőmérséklete, az „euryhalin”-ok a víz sótartalma iránt kevésbé érzékenyek. Ezzel szemben az ún. „stenökök” fajok jobban ragaszkodnak a környezet bizonyos szempontból stabilabbnak tekinthető minőségéhez, így pl. kedvelik a melegebb vizet (thermophil fajok), vagy a magasabb sótartalmat (halophil fajok), az áramló vizet (rheophil fajok), a köves (lithophil fajok) vagy iszapos aljzatot (pelophil fajok), avagy a vízínövényekben gazdag környezetet (phytophil fajok). A neozoonok legtöbbje „klasszikus r-stratégia”, azaz magas születési arány és rövid egyedfejlődési idő jellemzi őket, és évenként több generációjuk lehet. További jellemzőjük lehet az erős mobilitás, és különleges szaporodási módok megjelenése (szabad lárvastádium, elevenszülés, hímnősség, váltivarúság vagy szűznemzés).

Csatornák építésével, folyószabályozásokkal, vízszennyezéssel és hajózással, vagy éppen az idegen állatok akaratlagos vagy nem szándékos kihelyezésével az ember maga is hozzájárult a neozoon-fajok sikeres elterjesztéséhez.

### **A neozoon-fajok megtelepedése és következményei**

Az új fajok bevándorlása és elterjedése valamilyen másik folyami ökoszisztémában nem különleges esemény. Ez a folyamat bizonyos természeti jelenségek (jegesedés, földcsuszamlás, vulkánkitörés) következményeként már ősidők óta zajlik. Így a folyami ökoszisztémákban is állandóan léteznek bizonyos lehetőségek, amelyek lehetővé teszik ún. „pionírfajok” (ide sorolhatjuk a neozoonokat is) megtelepedését és elterjedését. Azonban a vizek sokoldalú ember általi hasznosítása (folyószabályozás, szennyezés, a hűtővíz által okozott felmelegedés, só-koncentrációk emelése, stb.) Közép-Európában nagyon megváltoztatta a folyami ökoszisztémákat, ami sok vízi élőlény életfeltételeinek romlását hozta magával. Ezzel alapjaiban rendült meg sok szűktűrésű „igényesebb” makrogerinctelen életlehetősége. Ezek a fajok el is tűntek vizeinkből, s az életközösség már jórészt a tágtűrésű „igénytelen” fajokból tevődik össze. Az így létrejövő *faunadeficitet* gyakran neozoonok kompenzálják.

Példaként említsük meg a Rajna életközösségének fejlődését a 20. század során. Míg a 20. század elején a folyó hajózható szakaszán (152-870 km) még 165 makrogerinctelen faj volt található, addig a szennyezés, felmelegedés, sókoncentráció növekedés, folyószabályozás, árvízvédelem és energianyerés,

halászat és emberi szabadidő-tevékenység következtében 1971-re ez a szám összesen 27-re csökkent (TITTIZER et al. 1991). A nyolcvanas és kilencvenes években neozoonok jelentek meg a térségben és elfoglalták a szabaddá váló ökológiai "niche"-ket. Ezzel a rajnai folyami életközösség is átstrukturálódott. Habár a makro-gerinctelenek fajsza ma mára ismét bőven elérte a „bűvös” 165-ös számot, a Rajnában a 100 évvel előttihez képest egészen más életközösséggel találkozunk (TITTIZER et al. 1991).

### „Létért való küzdelem”, vagy „békés együttélés”?

Vizeinkben a konkurencia és az ellenségek hiánya általában a neozoon-fajok gyors megtelepedéséhez és elterjedéséhez vezet. Az új faj kezdeti, robbanásszerű elszaporodása után azonban populációja sűrűsége előbb vagy utóbb alacsonyabb szintre kerül vissza, és meg is marad ennek közelében. Más, hazai fajok populációs sűrűségének csökkenése ugyanakkor szükségszerűen a biocönotikus szerkezet megváltozásához vezet (TITTIZER 1997b).

A következőkben, a Rajnában néhány neozoon elterjedését, és az ezzel kapcsolatos problematikát mutatjuk be.

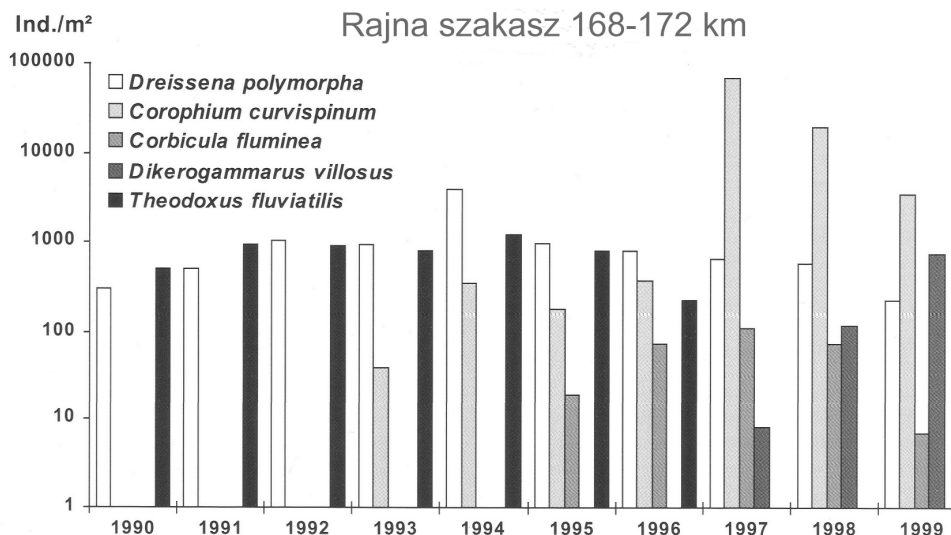
A Rajna 168-172 km-es szakaszán, Bázeli városa tágabb térségében a *Dreissena polymorpha* (vándorkagyló) populációjának alakulását követtük (4. ábra). Ez a faj a harmadkorban egész Európában elterjedt volt. A jégkorszakok idején teljesen eltűnt ebből a térségből, csupán maradvány populációi maradtak fenn a Fekete-, és a Kaszpi-tenger térségében. Onnan terjedt el lassan ismét Ny felé, amelyben segítségére volt a csatornák építése, a hidrográfiai területek hálózatos összeköttetése, és minden bizonnyal az egyre élénkebbé váló hajóforgalom is. 1824-ben egyidejűleg fedezték fel a Keleti-tengerben és a londoni dokkokban, 1826-ban a Rajna torkolatában is (THIENEMANN 1950). A következő 40 évben az egész Rajnában megtelepedett, és azóta is szilárd pozícióval rendelkezik a folyó biocönózisában. A Rajna felső részeinek duzzasztásai, valamint a folyó eutrofizálódása hatására a *D. polymorpha* populáció-sűrűsége drasztikusan megemelkedett, ami a Bodeni-tóból nyerhető ivóvíz kitermelésében is növekvő problémákat okozott. A nyolcvanas évek közepétől a Rajna egész hajózható szakaszán stabil, 100 és 5000 egyed/m<sup>2</sup> közötti állományokat képez. 1994-ben a 168. és a 172. km közötti szakaszon 1300 egyed/m<sup>2</sup> méretű állományt állapítottunk meg.

A *Dreissena polymorpha* ugyanis konkurens társra lelt a *Corophium curvispinum* neozoon személyében. Mivel úgy a *D. polymorpha* kagyló, mint a *C. curvispinum* rákocskája is szűrő életmódot folytat, és mindketten szilárd aljzatra települnek, ádáz konkurenciaharc tört ki közöttük a táplálék és az élőhely birtoklásáért. Ebben a harcban a *C. curvispinum* előnyére szolgál, hogy a faj tipikus „r-stratégia”, pl. évente 3 generációt hoz létre. Egyedei sok helyen szó szerint ellepték a *Dreissena polymorpha* telepeit. Míg 1997-ben a *C. curvispinum* populáció-sűrűsége a Rajna 168. és 172. km-e között 60000 egyed/m<sup>2</sup>-re emelkedett, addig a *D. polymorpha* egyedszáma ugyanitt 600 egyed/m<sup>2</sup>-re csökkent. További 2 év elteltével a *D. polymorpha* populációja 110 egyed/m<sup>2</sup>-re csökkent. Így az a benyomásunk támadt, hogy a vándorkagyló néhány év múlva teljesen el fog tűnni a Rajnából.

1995-ben azonban *C. curvispinum* maga is konkurenciára lelt egy idegen fajban, a fentebb említett *Corbicula fluminea* kagylóban, amely hajók potyautasaként került É-Amerika keleti partjairól Európába. A *D. polymorpha*-val szemben a *C.*



*curvispinum* finom szemcséjű, homokos-kavicsos szubsztrátumra telepszik, de a köves területeken is előfordul. A másik két neozoon-fajtól eltérő aljzat-preferenciája miatt *C. fluminea* csak feltételesen jelent szubsztrát-konkurenciát a számukra. Mivel azonban mindhárom neozoon szűrő életmódot folytat, egyértelmű táplálék-konkurencia áll fenn közöttük. A *C. fluminea* populációjának fejlődése a *Corophium*éhoz hasonlóan folyt le. Az első 3 évben a kagyló 100 példány/m<sup>2</sup>-es sűrűséget ért el. A 4. és 5. évben a populáció sűrűsége csökkent, és kb. 8 egyed/m<sup>2</sup>-re állt be.



4. ábra. *Dreissena polymorpha*, *Corophium curvispinum*, *Corbicula fluminea*, *Dikerogammarus villosus* és *Theodoxus fluviatilis* populációjának fejlődése 1990 és 1999 között a Rajna felső szakaszán

Az 1997-es évtől a Rajna ugyanezen a szakaszán a *Dikerogammarus villosus* rákocská robbanásszerű elszaporodása is megfigyelhető, amelynek egyedsűrűsége 1999-re már elérte a 900 egyed/m<sup>2</sup> értéket.

A fentebb leírt fajok elterjedést megfigyelve világossá válik az interspecifikus konkurencia szerepe, amely kölcsönös populáció-szabályozáshoz vezet. Így tehát megfigyelhető volt a *Dreissena*, *Corophium* és *Corbicula*-populációk sűrűségének erős csökkenése, de az állományok megsemmisülése mégsem következett be. A „létért való küzdelem”, vagy „békés együttélés”? kérdésére a válasz következőképpen hangozhat: „A kezdeti létért való küzdelem után a fajok a békés együttélésre rendezkedtek be”.

A *Theodoxus fluviatilis* csiga (Prosobranchiata) története a Rajna ezen szakaszán másképp zajlott le. Ez a csiga a Rajna eredeti faunájának tagja, de a legnagyobb szennyezések idején a folyó középső és alsó szakaszából eltűnt. A hetvenes évek végére, ill. a nyolcvanas évek elejére csökkent a folyó terhelése, javult az oxigénellátása, és a *Theodoxus fluviatilis* is visszatért. A folyó alsó szakaszán 1987 és a középső szakaszán pedig 1989 óta, ismét rendszeresen megtalálható volt. Azután 1995 óta ismét eltűnt. A bázeli szakaszon (168. és 172. km között) 1997 óta már egy példányt sem találtunk. Feltűnő volt, hogy a *T. fluviatilis*

azokon a helyeken ritkult meg különösen, ahol *C. curvispinum* egyedsűrűsége 10000 példány/m<sup>2</sup> fölé emelkedett. Ha utóbbi faj egyedsűrűsége 25000/m<sup>2</sup> fölé emelkedik, a *T. fluviatilis* eltűnik az életközösségből. Azt kell feltételeznünk, hogy a *C. curvispinum* (puszta jelenlétével) elfoglalja a legelésző életmódot folytató *T. fluviatilis* alga-„legelőit”. A Rajna felső szakaszán, ahol a *Corophium* egyedsűrűsége nem lépi túl az 50 és 500 egyed/m<sup>2</sup> közötti értékeket, ott a *T. fluviatilis* állományai elérik a kb. 200 egyed/m<sup>2</sup> értékeket. Mindezt összegezve kijelenthetjük, hogy a *Corophium curvispinum* ellen „vívott” konkurenciaharcban a *T. fluviatilis* vesztesként kerül ki, azaz azokon a helyeken, ahol a rákocska igen sűrű állományokat képes alkotni, ott a *Theodoxus*-állományok kipusztulnak. A csiga elvesztett területeit nagy valószínűséggel csak akkor képes „visszahódítani”, ha a *Corophium* egyedsűrűsége a táplálék hiányában lecsökken. Ez csak akkor következik be, ha az eutrofizációt okozó tápanyagok (N-, és P-vegyületek) mennyisége komoly mértékben lecsökken.

## Következtetések

A neozoonok vizeinkben való robbanásszerű elszaporodását és elterjedését gyakran csapásként értékeljük. A jelenség egyben félelmet is kelt bennünk, mivel a folyamatok következményeit nem ismerjük. Gyakran hibás következtetésekre jutunk, pl. hogy „a neozoonok az őshonos állatfajokat örökre kiszorították vizeinkből”. Tény, hogy a neozoonok bizonyos változásokat hoznak létre vizeink faunájának szerkezetében. Azonban az, hogy az illető életközösségben végbemenő változásokat veszteségként vagy gyarapodásként értékeljük-e, egyedül a megfigyelő szemszögétől, valamint gazdasági, vagy fajvédelmi célkitűzéseinktől függ. Egyet azonban megállapíthatunk: az utóbbi 500 évben rengeteg új növény-, és állatfajt (neophitonokat és neozoonokat) hoztunk be tenyésztési, vagy kedvtelési célból, vagy egyszerűen potyautasként, amelyeket manapság már a „mieinknek” tekintünk, és nem is tudjuk, hogy távoli kontinensekről származnak. Pedig ezen fajok nélkül nem csupán étrendünk lenne sokkal szegényebb, de nélkülük a mai kultúrtáj se lenne elképzelhető.

## Irodalom

- BERNERTH, H. – STEIN, S. (2003): *Crangonyx pseudogracilis* und *Corophium robustum* (Amphipoda), zwei neue Einwanderer im Hessischen Main sowie Erstnachweis für Deutschland von *C. robustum*. – *Lauterbornia* 48: 57-60.
- BERNERTH, H. – TOBIAS, W. – STEIN, S. (2005): Faunenwandel im Main zwischen 1997 und 2002 am Beispiel des Makrozoobenthos. In: HESSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE: Faunistisch-ökologische Untersuchungen des Forschungsinstitutes Senckenberg im hessischen Main, Wiesbaden: 15-88.
- BIJ DE VAATE, A. – HULEA, O. (2000) : Range extension of the Asiatic clam *Corbicula fluminea* (Müller 1774) in the river Danube: first record from Romania.- *Lauterbornia*, 38:23-26.
- BIJ DE VAATE, A. – KLINK, A. G. (1995): *Dikerogammarus villosus* Sowinsky (Crustacea: Gammaridae) a new immigrant in the Dutch part of the Lower Rhine. – *Lauterbornia*, 20: 51-54.
- BOETTGER, C. R. (1953): Weiteres Vordringen des nordamerikanischen Flusskrebsses *Cambarus limosus* (Raf.) im Mittellandkanal Nordwestdeutschlands. – *Zool. Anzeiger*, 150: 322-323.

- BORCHERT, H. M. – JUNG, D. (1960): Mitteilung über den Erstfund einer *Atyaephyra desmaresti* in den Berliner Gewässern. – Universität Berlin, 2 S.
- CSÁNYI, B. (1999): Spreading invaders along the Danubian highway: first record of *Corbicula fluminea* (O.F.Müller 1774) and *Corbicula fluminalis* (O.F.Müller 1774) (Mollusca: Bivalvia) in Hungary. - Folia Historico Naturalia Musei Matraensis, 23: 343-345.
- DUDICH, E. (1967): Systematisches Verzeichnis der Tierwelt der Donau mit einer zusammenfassenden Erläuterung. In: LIEPOLT, R.: Limnologie der Donau, Schweizerbart 5: 4-69.
- FRANKENBERG, V. G. (1937): Neuer Fundort der Süßwassergarnele *Atyaephyra desmaresti* (Millet) in Deutschland. – Internat. Revue der gesamten Hydrobiologie u. Hydrographie, 35: 243-245.
- GENNERICH, J. – KNÖPP, H. (1956): Beiträge zur Chemie und Biologie des Mittellandkanals (vorläufige Mitteilung). – Mitt. BfG, 80/1: 11.
- GRABOW, K. (1998): *Corbicula „fluminalis“* in der Havel bei Berlin.–Lauterbornia, 32: 15-16.
- GRAFF, O. (1950): Über das Vorkommen der Süßwassergarnele *Atyaephyra desmaresti* Millet in Mittellandkanal (Nordwestdeutschland). – Arch. Für Hydrobiologie, 43: 241-246.
- GUGEL, J. (1995): Erstnachweis von *Eunapius carteri* (Bowerbank, 1863) (Porifera: Spongillidae) für Mitteleuropa. – Lauterbornia 20: 103-109.
- HARBERS, P. – HINZ, W. – GERSS, W. (1988): Fauna und Siedlungsdichten – insbesondere der Mollusken – auf der Sohle des Rhein-Herne-Kanals. – Decheniana, 141: 241-270.
- HARTOG, DEN, C. – BRINK, VAN DEN, F. W. B. – VELDE, VAN DER, G. (1992): Why was the invasion of the river Rhine by *Corophium curvispinum* and *Corbicula* species so succesful? – J. Nat. Hist., 26: 1121-1129.
- HERHAUS, K. F. (1978): Die ersten Nachweise von *Corophium curvispinum* Sars, (Crustacea: Amphipoda) in Dortmund-Ems-Kanal. – Natur und Heimat: 99-102.
- HEUSS, K. - SCHMIDT, W.-D. – SCHÖDEL, H. (1990): Die Verbreitung von *Atyaephyra desmaresti* (Millet) (Crustacea: Decapoda) in Bayern. - Lauterbornia, 6: 85-88.
- KCHARTCHENKO, T. A. (2000): Macrozoobenthos of the Ukrainian part of the lower Danube. INTAS-Project 96-1745, Final Report, Annex 5: 1-29.
- KINZELBACH, R. (1991): Die Körbchenmuschel *Corbicula fluminakia*, *Corbicula fluminea* und *Corbicula fluviatilis* in Europa (Bivalvia: Corbiculidae).- Mainzer Naturwiss.Archiv, 29: 215-228.
- KOTHÉ, P. (1968): *Hypania invalida* (Polychaete: Sedentaria) und *Jaera sarsi* (Isopoda) erstmals in der deutschen Donau. – Arch. für Hydrobiologie, Suppl. Donauforschung 3, 34: 88-114.
- LATTIN, DE, G. (1967) : Grundriss der Zoogeographie, G. Fischer Verlag, Stuttgart, 386 pp.
- MOOG, O. – BRUNNER, S. – HUMPECH, U. H. – SCHMIDT-KLOIBER, A. (2000): The distribution of benthic invertebrates along the Austrian stretch of the River Danube and its relevance as an indicator of zoogeographical and water quality patterns- Part 2. Large Rivers, 11: 473-509.
- MOOG, O. – KONAR, M. – HUMPECH, U. H. (1994): The macrozoobenthos of the River Danube in Austria. – Lauterbornia 15: 25-51.
- MAUCH, E. (1963): Untersuchungen über das Benthos der deutschen Mosel unter besonderer Berücksichtigung der Wassergüte. – Mitt. des Zoologischen Museums Berlin, 39: 3-172.

- MÜLLER, P. (1975): Erfassung der westpalaearktischen Tiergruppen in der Bundesrepublik Deutschland. – Decheniana, 130: 229-253.
- NESEMAN, H. – PÖCKEL, M. – WITTMANN, K. J. (1995): Distribution of epigean Malacostraca in the middle and upper Danube (Hungary, Austria, Germany). – Miscellanea Zoologica Hungarica, 10: 49-68.
- NOSEK, J. N. (2000): Macroinvertebrate Studies at the Hungarian Danube Section, 2 Spatial Pattern of Microinvertebrate Communities in 1998. – IAD-Konf. Osijek: 263
- OERTEL, N. (2000): Macroinvertebrate Studies at the Hungarian Danube Section, 1. Fundamental and Methodological Questions of Biomonitoring. – IAD-Konf. Osijek: 271
- OERTEL, N. – NOSEK, J. – ANDRIKOVICS, S. (2005): A magyar Duna-szakasz litorális zónájának makroszkopikus gerinctelen faunája (1998-2000). Acta. Biol. Debr. Hung., 13: 159-185.
- PODRAZA, P. T. – EHLERT, T. – ROOS, P. (2001): First record of *Echinogammarus trichiatus* (Crustacea: Amphipoda) in the river Rhein (Germany). – Lauterbornia 41: 261-266.
- POTEL, S. – GEISEN, H.-P. – DOHMEN, G.P. (1998): Erste Nachweise von *Barbronia weberi* (Blanchard 1897) (Hirudinea: Salifidae) im deutschen Rheingebiet. – Lauterbornia 33: 1-4.
- REINHOLD, M. – TITTIZER, T. (1999): Verschleppung von Makrozoen durch Kühlwasserfilter eines Schiffes. – Wasser und Boden, 51/1+2:61-66.
- REY, P. – ORTLEPP, J. – KÜRY, D. (2004): Wirbellose Neozoen im Hochrhein.- BUWAL, Schriftenreihe Umwelt Nr. 380: 88 pp.
- SCHÖLL, F. (1990): Zur Bestandssituation von *Corophium curvispinum* Sars im Rheingebiet. – Lauterbornia, 5: 67-70.
- SCHÖLL, F. (1992): Der Schlickkrebs (*Corophium curvispinum*) und die Augustfliege (*Ephoron virgo*): Zwei Arten mit rezenter Massenentwicklung im Rhein. – In: Die Biozönose des Rheins im Wandel, Lachs 2000?. Advanced Biology Verlagsges.mbh: 89-93.
- SCHÖLL, F. (1998): Bemerkenswerte Makrozoobenthosfunde in der Elbe: Erstnachweis von *Corbicula fluminea* (O.F.Müller 1774) bei Krümmel sowie Massenvorkommen von *Oligoneuriella rhenana* (Imhoff 1852) in der Oberelbe. – Lauterbornia, 33: 23-24.
- SCHÖLL, F. – BECKER, C. – TITTIZER, T. (1995): Das Makrozoobenthos des schiffbaren Rheins von Basel bis Emmerich 1986-1995. – Lauterbornia, 12: 115-137.
- THIENEMANN, A. (1950): Verbreitungsgeschichte der Süßwassertierwelt Europas. – In: THIENEMANN, A.: Die Binnengewässer 18. Schweizerbart, Stuttgart: 809 pp.
- TITTIZER, T. (1996): Vorkommen und Ausbreitung aquatischer Neozoen (Makrozoobenthos) in den Bundeswasserstraßen.- In: GEBHARD, S. – KINZELBACH, R. – SCHMIDT-FISCHER, H.: Gebietsfremde Tierarten - Auswirkungen auf einheimische Arten, Lebensgemeinschaften und Biotope. Situationsanalyse, Ecomed, Landsberg: 49-86.
- TITTIZER, T. (1997a): Ausbreitung aquatischer Neozoen in den europäischen Wasserstraßen erläutert am Beispiel des Main-Donau-Kanals. In: KAVKA, G: Güteentwicklung der Donau – Rückblick und Perspektiven. Schriftenreihe des Bundesamtes für Wasserwirtschaft 4, Wien: 113-134.
- TITTIZER, T. (1997b): Existenzkampf oder friedliche Koexistenz – wie berechtigt ist unsere Angst vor den Neozoen? – BfG-Jahresbericht 1997: 72-75.

- TITTIZER, T. (2001): Neozoen in mitteleuropäischen Gewässern. - Rundgespräche der Kommission für Ökologie, Bd. 22. „Gebietsfremde Arten, die Ökologie und der Naturschutz“ München: 59-74.
- TITTIZER, T. – TAXACHER, M. (1997): Erstnachweis von *Corbicula fluminea/fluminalis* (Müller 1774) (Mollusca: Corbiculidae) in der Donau. – *Lauterbornia*, 31: 103-107.
- TITTIZER, T. – SCHÖLL, F. – SCHLEUTER, M. (1990): Beitrag zur Struktur und Entwicklungsdynamik der Benthalfauna des Rheins von Basel bis Düsseldorf in den Jahren 1986/87. – *Limnologie aktuell*, 1: 293-323.
- TITTIZER, T. – SCHÖLL, F. – DOMMERMUTH, M. – BÄTJE, J. – ZIMMER, M. (1991): Zur Bestandsentwicklung des Zoobenthos des Rheins im Verlauf der letzten 9 Jahrzehnte. – *Wasser und Abwasser*, 35: 125-166.
- TITTIZER, T. – LEUCHS, H. – BANNING, M. (1992): Beitrag zur Struktur und Entwicklungsdynamik der Benthalfauna der Donau zwischen Kelheim und Jochenstein. – XVI. Konferenz der Donauländer, Kelheim: 424-428.
- TITTIZER, T. – BANNING, M. – LEUCHS, H. – SCHLEUTER, M. – SCHÖLL, F. (1993): Faunenaustausch Rhein/Main-Altmain/Donau. DGL-Jahrestagung, Coburg: 383-387.
- TITTIZER, T. – BANNING, M. – PÖTEL, S. (1995): Die Makroinvertebratenbesiedlung des Main-Donau-Kanals. – BfG-Bericht, Koblenz: 72-75.
- TITTIZER, T. – LEUCHS, H. – BANNING, M. (1994): Das Makrozoobenthos der Donau im Abschnitt Kelheim-Jochenstein (Donau-km 2414-2202). – *Limnologie aktuell*, 2: 173-188.
- TITTIZER, T. – SCHÖLL, F. – BANNING, M. – HAYBACH, A. – SCHLEUTER, M. (2000): Aquatische Neozoen im Makrozoobenthos der Binnenwasserstraßen Deutschlands. – *Lauterbornia*, 39: 1-72.
- WEBER, E. (1964): Süßwasserpolyphen in der österreichischen Donau. – *Arch. für Hydrobiologie, Suppl.* 27: 381-385.
- WENDLING, K. (1993): Gewässergüte gestern und heute im rheinland-pfälzischen Rheinabschnitt. In: MINISTERIUM FÜR UMWELT RHEINLAND-PFALZ: Die Biozönose des Rheins im Wandel. Lachs 2000: 77-87.

