

**Universitatea „Babeș-Bolyai” Cluj Napoca
Facultatea de Biologie și Geologie**

**STUDIUL COMUNITĂȚILOR ACVATICE
DE MALACOSTRACEE (CRUSTACEA: MALACOSTRACA)
DIN MUNȚII ANINEI**

- rezumatul tezei de doctorat -



**Conducător științific:
Prof.Dr. Nicolae Tomescu**

**Doctorand:
Lucian Pârvulescu**

**Cluj - Napoca
2010**

Cuprins

INTRODUCERE	3
Scurtă caracterizare a Munților Aninei	5
Caracterizarea stațiilor de prelevare a probelor biologice și chimice	5
Calitatea apelor de suprafață din Munții Aninei, pe baza valorilor factorilor chimici măsurati	7
MATERIALE ȘI METODE DE LUCRU	9
Metode utilizate în capturarea decapodelor dulcicole	9
Metode de capturare și colectare pentru amfipode și izopode acvatic	10
Colectarea datelor biometrice	10
Măsurarea parametrilor de mediu	10
Cercetarea în laborator	11
Prelucrarea și interpretarea datelor	11
REZULTATE ȘI DISCUȚII	11
Lista speciilor de malacostracee acvatic identificate în bazinele hidrografice din Munții Aninei	11
Studii de biometrie la decapode	11
Distribuția speciilor de malacostracee acvatic în Munții Aninei	14
Caracteristici ecologice calitative și cantitative	17
Factori care influențează distribuția malacostraceelor acvatic în Munții Aninei	20
Factori fizici	20
Factori chimici	23
Impactul antropic	30
CONCLUZII	31
BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ	33

Cuvinte cheie: acvatic, amfipode, *Asellus*, *Astacus*, *Austropotamobius*, Bârzava, Caraș, decapode, *Gammarus*, izopode, malacostracee, Munții Aninei, Nera

Mulțumiri

Domnului Profesor Universitar Doctor Nicolae Tomescu, conducătorul științific al lucrării. Domnului Profesor Universitar Doctor Laszlo Rakosy și tuturor specialiștilor din comisiile de examinare sau de susținere a referatelor. Administrației Parcului Național Semenic – Cheile Carașului, Administrației Parcului Național Cheile Nerei – Beușnița și Agenției pentru Protecția Mediului Reșița, doamnei Carmen Hamchevici, doamnei Adriana Vizitiu, domnului inginer Gelu Lujanschi. Specialiștilor din țară Dr. Constantin Ciubuc, Dr. Iorgu Petrescu, și străinătate Dr. David Holdich, Dr. Adam Petrussek, Dr. Catherine-Souty-Grosset, Dr. Christoph Schubart, Dr. Holger Schultz, Dr. Miklos Puky și Dr. Michal Grabowski. Colegei mele Dr. Milca Petrovici și studenților de la Facultatea de Chimie, Biologie, Geografie din cadrul Universității de Vest Timișoara.

Mulțumesc CNCIS-UEFISCSU pentru proiectul de cercetare exploratorie PCE-4 nr. 1019/2008 „Racul-de-ponoare (*Austropotamobius torrentium*), distribuția în habitatele din România, ecologia și genetica populațiilor”.

Nu în ultimul rând, mulțumesc personalului de la Serviciul Doctorate, Universității Babeș-Bolyai și familiei, mamei mele Maria și tatălui meu Constantin.

INTRODUCERE

Clasa Malacostraca (Arthropoda: Crustacea) grupează crustacee de talie medie sau mare, ce au corpul bine diferențiat în cefalotorace și abdomen. Reprezentanții clasei în fauna dulcicolă din țara noastră fac parte din ordinele Decapoda, Amphipoda și Isopoda, primele doar cu reprezentanți acvatici, cel din urmă și cu reprezentanți adaptați și la viața terestră (Radu și Radu 1967).

Decapodele prezintă o morfologie foarte variată, formele dulcicole fiind reprezentate de raci, cu aspect inconfundabil (Băcescu 1967). Amfipodele sunt malacostracee de talie medie, corpul lor având aspect arcuit. Speciile de apă dulce trăiesc în izvoare, torenți, râuri, lacuri, bălți mai ales la maluri, pe sub pietre sau plante acvatice (Popescu-Marinescu și Năstăsescu 2005), dar există genuri ce preferă apele subterane freatice, fântâni, peșteri, izvoare (Cărăușu și colab. 1955). Izopodele reprezintă crustacee care s-au putut răspândi în toate mediile de viață, de la apa salină a mărilor, în medii salmastre și dulcicole, umezeala redusă a frunzarului, a mușchilor sau cea de sub diferite obiecte căzute pe sol, până la ariditatea terenurilor deschise. (Radu 1983, Radu 1985).

Din punct de vedere al importanței în conservarea ecosistemelor acvatice, doar decapodele ocupă o poziție aparte (Souty-Grosset *et al.* 2005). *Austropotamobius torrentium* și *Astacus astacus* sunt speci cărora Uniunea Internațională pentru Protecția Naturii (IUCN) le acordă atribut de *vulnerabil* (Sket 1996), aceleași specii bucurându-se și de protecție prin Convenția de la Berna. Directiva Habitate (CEE 92/45), prin Anexa 5, acordă statutul de *specie prioritară* (cod UE 1093*) decapodului *Austropotamobius torrentium*. Legislația națională prevede statut de protecție prin O.U.G 57 din 2007, fiind listată în Anexa 3 ca „*specie de animal a cărei conservare necesită desemnarea ariilor speciale de conservare*”, fiind astfel importantă în desemnarea siturilor Natura 2000, și totodată în Anexa 4A ca „*specie de interes comunitar, specie de animal care necesită o protecție strictă*”. *Astacus astacus* este o specie inclusă în O.U.G. 57 din 2007 în Anexa 5A „*specie de interes comunitar, a cărei prelevare și exploatare din natură fac obiectul măsurilor de management*”.

Datele publicate cu referire la specii de malacostracee în zona Munților Aninei sunt puține și vechi. Pentru decapode există referințe, dar multe dintre locațiile menționate nu mai corespund cu realitatea. Primele mențiuni ale speciei *Austropotamobius torrentium* în Munții Aninei sunt de pe râul Miniș, Buhui și nelocalizat în jurul Aninei (Entz 1912). În volumul Decapoda al Faunei României specia este menționată în mai multe locații (Băcescu 1967). Bănărescu și Oprescu (1971) menționează nelocalizat prezența speciei în afluenți ai Nerei din zona montană. Specia *Astacus astacus* este menționată în literatură ca fiind prezentă în Munții Aninei în lacul Buhui (în amestec cu *A. torrentium*), râul Miniș (Băcescu 1967) sau pe tot parcursul râului Nera (Bănărescu și Oprescu 1971). Nu există mențiuni referitoare la prezența în Munții Aninei a speciei *A. leptodactylus* sau a altor specii de decapode. Cea mai recentă monografie despre speciile de raci

din Europa „Atlas of crayfish in Europe” (Souty-Grosset *et al.* 2006), reflectă prin lipsa datelor recente o situație deficitară despre distribuția celor trei specii native de raci în România.

Un alt aspect important pentru conservarea biodiversității îl constituie pericolul speciilor invazive (Arbačiuskas *et al.* 2008, Grabowski *et al.* 2006, Grabowski *et al.* 2005). În Europa se cunosc la ora actuală zece specii de decapode de apă dulce introduse intenționat între secolele XIX și XX (Ahem *et al.* 2008, Chucholl și Daudey 2008, Holdich și Pöckl 2007, Janský și Kautman 2007, Souty-Grosset *et al.* 2006, Henttonen și Huner 1999). Pe de alta parte, culoarul Dunării constituie calea de răspândire înspre amonte pentru câteva specii de amfipode dinspre regiunea balcanică și ponto-caspică spre vestul și nordul Europei (Buřič *et al.* 2009, Grabowski *et al.* 2007a), astfel *Dikerogammarus villosus* a ajuns până în lacul alpin Lac du Bourget – Franța (Bacela *et al.* 2008, Grabowski *et al.* 2007b).

Aria investigată, Munții Aninei, are o geologie complexă, alcătuită în mare parte din roci calcaroase (Bleahu și Rusu 1965), iar apele din cele trei bazine hidrografice străbat și regiuni afectate de antropizare. Efectele activităților umane necorelate cu o politică de conservare generează pericole cu mare impact pentru biodiversitatea acvatică, deoarece produc modificări reversibile pentru parametri fizico-chimici ai apei, dar uneori ireversibile asupra structurii faunei acvatice (Petrovici 2009, Wang *et al.* 2007, Wang *et al.* 2006, Westman, în Alabaster 1985). Regiunea este puternic influențată de impactul antropic în diverse forme: localități, minerit, baraje artificiale, fiind acoperită de Administrațiile a două Parcuri Naționale importante: Semenic – Cheile Carașului și Cheile Nerei – Beușnița.

Directiva Cadru privind Apa, transpusă în legislația României prin Legea Apelor 107 din 1996, completată cu Ordinul Ministerului Mediului și Gospodăririi Apelor 161 din 2006, trasează reguli clare în privința limitelor admise pentru fiecare substanță chimică cu efect asupra sănătății faunei și a habitatului. Speciile acvatice tolerează în mod diferit efectele toxice (Füreder *et al.* 2003, Grandjean *et al.* 2003, Eversole și Seller 1996, Foster și Turner 1993). Pesticidele au efecte determinante în scăderea abundenței și diversității organismelor acvatice nevertebrate și vertebrate (Amy *et al.* 2008), în timp ce îngrășămintele chimice acționează în timp, determinând dezechilibre importante (Bennett *et al.* 2008, McLaughlin și Mineau 1995). Principala acțiune toxică a nitriților asupra animalelor acvatice este dată de conversia pigmentilor transportori de oxigen în forme nefuncționale, cauzând astfel hipoxie și chiar moartea (Camargo și Alonso 2006, Kozák *et al.* 2005, Jensen 2003, Jensen 1996, Tahon *et al.* 1988). Toxicitatea ionilor de nitrat dizolvați în apă este considerată irelevantă (Russo 1985, Camargo *et al.* 2005), totuși, asemănător nitriților, principala cauză a toxicității ionului de nitrat este dată de conversia pigmentilor transportori de oxigen în forme inactive (Camargo și Alonso 2006), deoarece nitrații pot fi de fapt convertiți în nitriți în interiorul corpului animalelor (Cheng și Chen 2002). Concentrația fosfaților dizolvați în apele de suprafață variază în strânsă legătură cu variația concentrației din sol (Smith *et al.* 2007).

Deficitul chimic de oxigen este un test foarte utilizat pentru măsurarea indirectă a încărcăturii organice a apelor (Eaton *et al.* 2005). Cantitatea de oxigen dizolvat din apă este esențială organismelor aerobe, scăderea ducând la hipoxie și mortalitate în masă (Camargo și Alonso 2006). Cele mai importante săruri dizolvate în apele de munte sunt cele de calciu și magneziu. Carbonatul de calciu intră în compoziția chimică a crustei la crustacee. Duritatea apei are efecte asupra toxicității metalelor grele din apă (Rathore și Khangarot 2002). Cianurile sunt compuși chimici foarte periculoși pentru că pot elibera ionul liber CN^- , extrem de toxic pentru aproape toate formele de viață (Donato *et al.* 2007). Concentrația substanțelor tensio-active din apă depinde de interacțiunea cu suprafețele și de duritate (Hu și Tuvell 1988).

Scurtă caracterizare a Munților Aninei

Munții Aninei fac parte din marea unitate montană a Munților Banatului, fiind situați în partea de vest a acestora. De-a lungul timpului acești munți au avut denumiri diferite, o parte din ei fiind atașați Munților Semenic sau constituind unități separate, cunoscute sub numele de Munții Domanului sau Munții Carașului. Cu o suprafață de aproximativ 770 km², acești munți se prezintă sub forma unei alternanțe de culmi muntoase cu platouri calcaroase, orientate pe direcție NNE-SSV, având o lungime medie de aproximativ 50 km și lățime medie de aproximativ 18 km (Sencu 1978).

Datorită geologiei foarte variate, rețeaua hidrografică în aceasta regiune este extrem de spectaculoasă. În zone calcaroase, apele de suprafață se pierd în subteran formând spectaculoase formațiuni carstice încă active (Sencu 1978). Trei cursuri de apă principale străbat această unitate geografică: Bârzava, Caraș și Nera. De asemenea, există un număr de șase lacuri de acumulare artificiale, precum și unul în construcție. Se mai cunosc și două lacuri naturale, de natură carstică.

Caracterizarea stațiilor de prelevare a probelor biologice și chimice

Stațiile de prelevare din bazinul hidrografic Bârzava

De-a lungul acestui râu au fost alese pentru studiul malacostraceelor acvatice un număr de 17 stații de prelevare (figura 1), 6 stații aflate pe cursul principal și 11 pe afluenți. Stațiile de pe cursul principal s-au desfășurat între zona de izvoare și ieșirea din aria munților, precum și amonte și aval de lacul de acumulare Văliug și Breazova dar și înainte de intrarea în orașul municipiu Reșița.

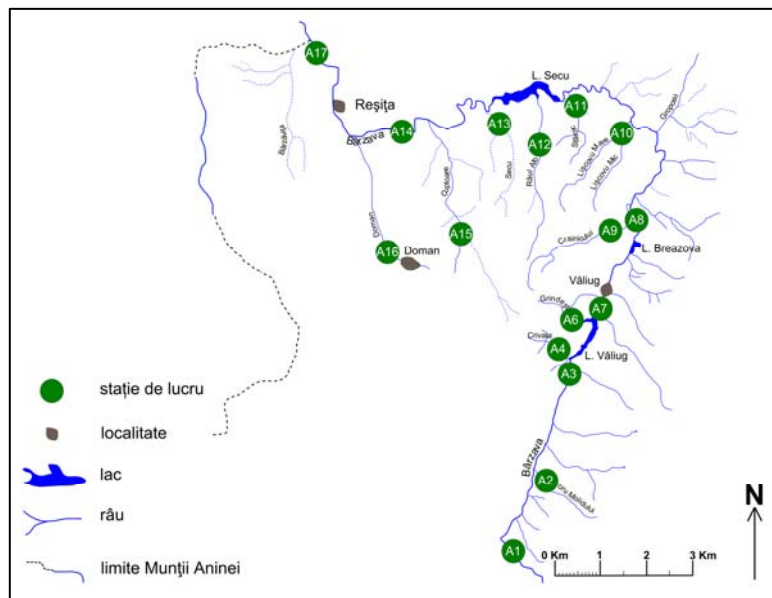


Figura 1: Stațiile de prelevare în bazinul hidrografic al râului Bârzava (desen după harta topografică 1:50.000)

Stațiile de prelevare din bazinul hidrografic Caraș

În acest bazin hidrografic au fost alocate pentru studiul malacostraceelor acvatică un număr de 22 stații de prelevare (figura 2), dintre care 2 stații aflate pe cursul principal și 20 pe afluenți. Stațiile de pe cursul principal au fost situate la izvoare și la ieșirea din zona muntoasă.

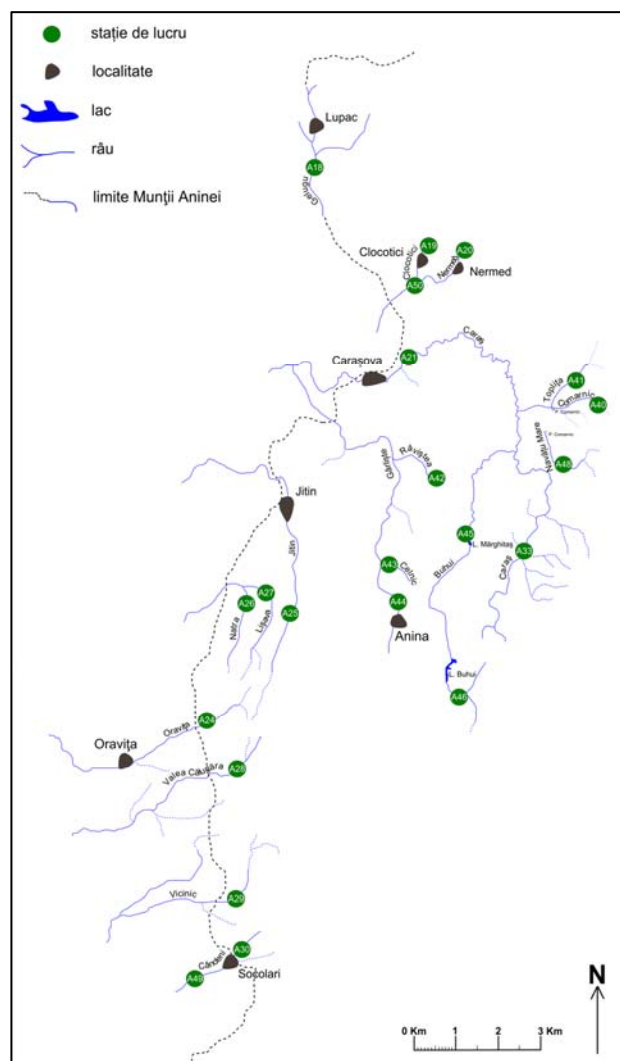


Figura 2: Stațiile de prelevare în bazinul hidrografic al râului Caraș (desen după harta topografică 1:50.000)

Stațiile de prelevare din bazinul hidrografic Nera

În acest bazin hidrografic au fost alese pentru prelevarea probelor un număr de 13 stații de prelevare (figura 3), dintre care o singură stație pe cursul principal al râului Nera, deoarece acesta străbate Munții Aninei doar pe o porțiune scurtă.

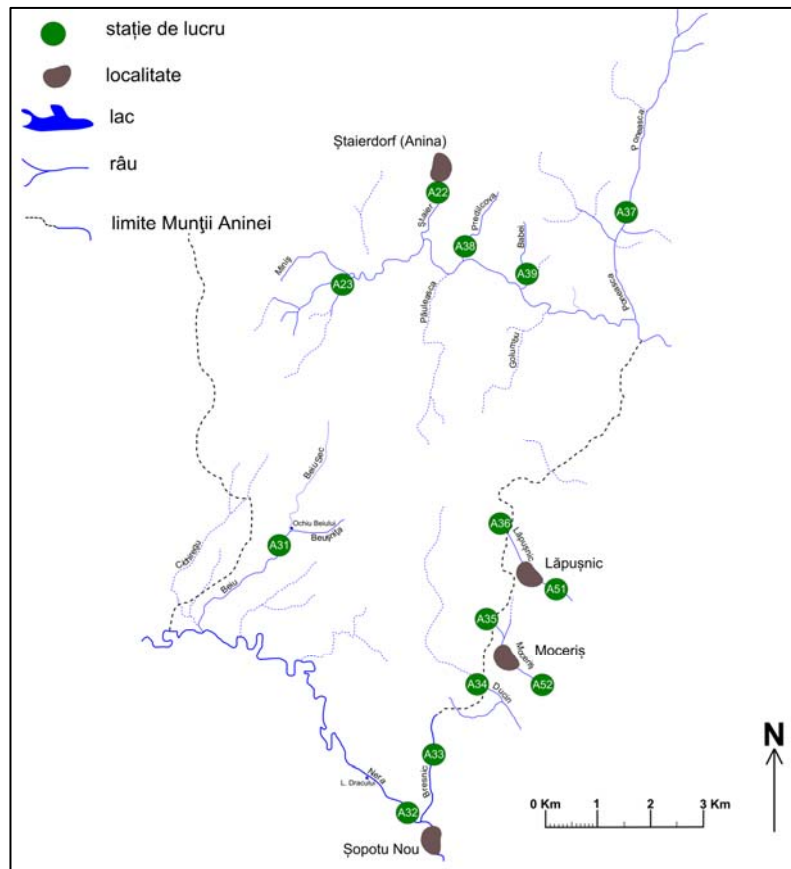


Figura 3: Stațiile de prelevare în bazinul hidrografic al râului Nera (desen după harta topografică 1:50.000)

Calitatea apelor de suprafață din Munții Aninei, pe baza valorilor factorilor chimici măsurați

Pe baza analizelor efectuate în apele curgătoare de suprafață din Munții Aninei în perioada de vară a anilor 2008 și 2009, au fost stabilite clasele de apă interpretate prin prisma regimului nutrienților, oxigenului și altor indicatori chimici relevanți, în conformitate cu Ordinul Ministerului Mediului și Gospodăririi Apelor nr. 161 din 2006.

Clase de apă în bazinul hidrografic Bârzava

Pentru bazinul hidrografic Bârzava, datele măsurate sunt reprezentate pe clase, în figura 4. Valorile reprezintă media pentru cei doi ani de studiu (2008 și 2009).

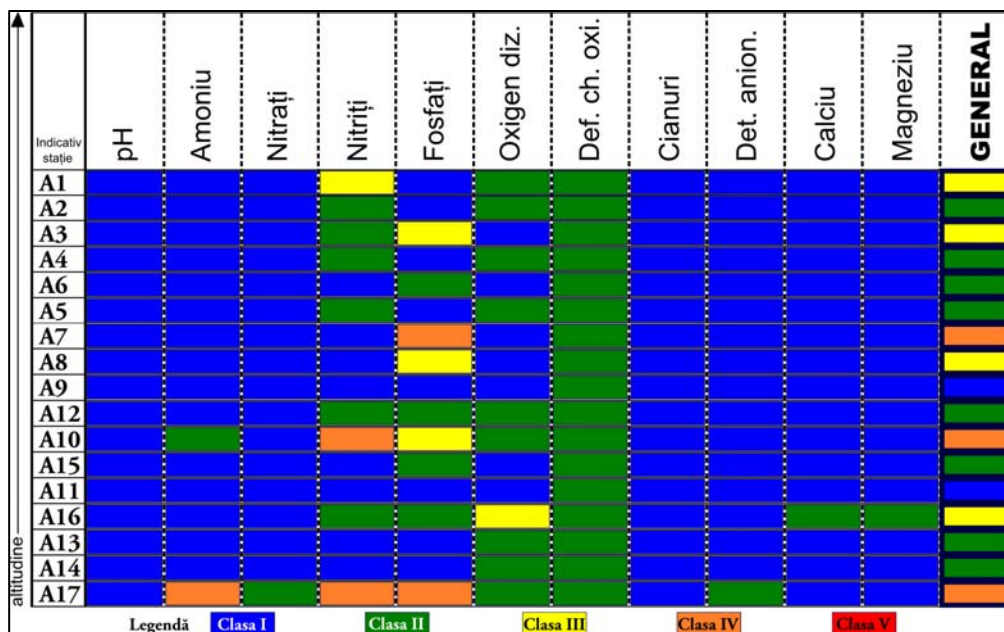


Figura 4: Clasele de apă în bazinul hidrografic Bârzava în conformitate cu sistemul național de clasificare al apelor de suprafață (O.M.M.G.A. 161/2006)

Coduri pentru stațiile de prelevare: A1 – Bârzava izvoare, A2 – Molidului, A3 – Bârzava amonte, A4 – Crivaia, A5 – Văliug, A6 – Grindești, A7 – Bârzava aval, A8 – Bârzava aval, A9 – Crainicului, A10 – Liscov, A11 – Stârnicești, A12 – Râul Alb, A13 – Secu, A14 – Bârzava amonte, A15 – Cuptoare, A16 – Doman, A17 – Bârzava aval

Clase de apă în bazinul hidrografic Caraș

Pentru bazinul hidrografic Caraș, au fost investigate 22 de stații, datele fiind sistematizate în figura 5. Valorile reprezintă media pentru cei doi ani de studiu (2008 și 2009).

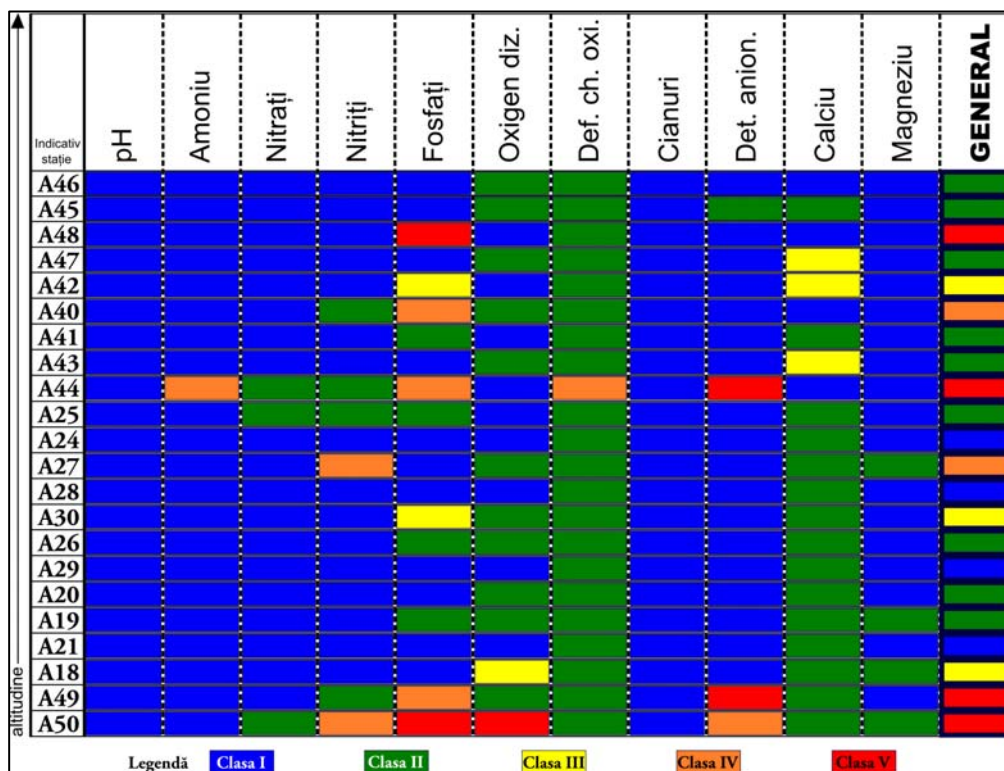


Figura 5: Clasele de apă în bazinul hidrografic Caraș în conformitate cu sistemul național de clasificare al apelor de suprafață (O.M.M.G.A. 161/2006)

Coduri pentru stațiile de prelevare: A18 – Gelugu, A19 – Clocotici amonte, A20 – Nermed, A21 – Caraș, A24 – Oravița, A25 – Jitin, A26 – Natra, A27 – Lișava, A28 – Călugăra, A29 – Vicinic, A30 – Căndeni amonte, A40 – Comarnic, A41 – Toplița, A42 – Răviștea, A43 – Celnicu Mare, A44 – Gârliște, A45 – Buhui, A46 – Buhui, A47 – Caraș izvoare, A48 – Navățu Mare, A49 – Căndeni aval, A50 – Clocotici aval

Clase de apă în bazinul hidrografic Nera

Au fost investigate 11 de stații pe afluenții râului Nera și două pe cursul principal, datele fiind sistematizate în figura 6. Valorile din tabele reprezintă media celor doi ani de studiu (2008 și 2009).

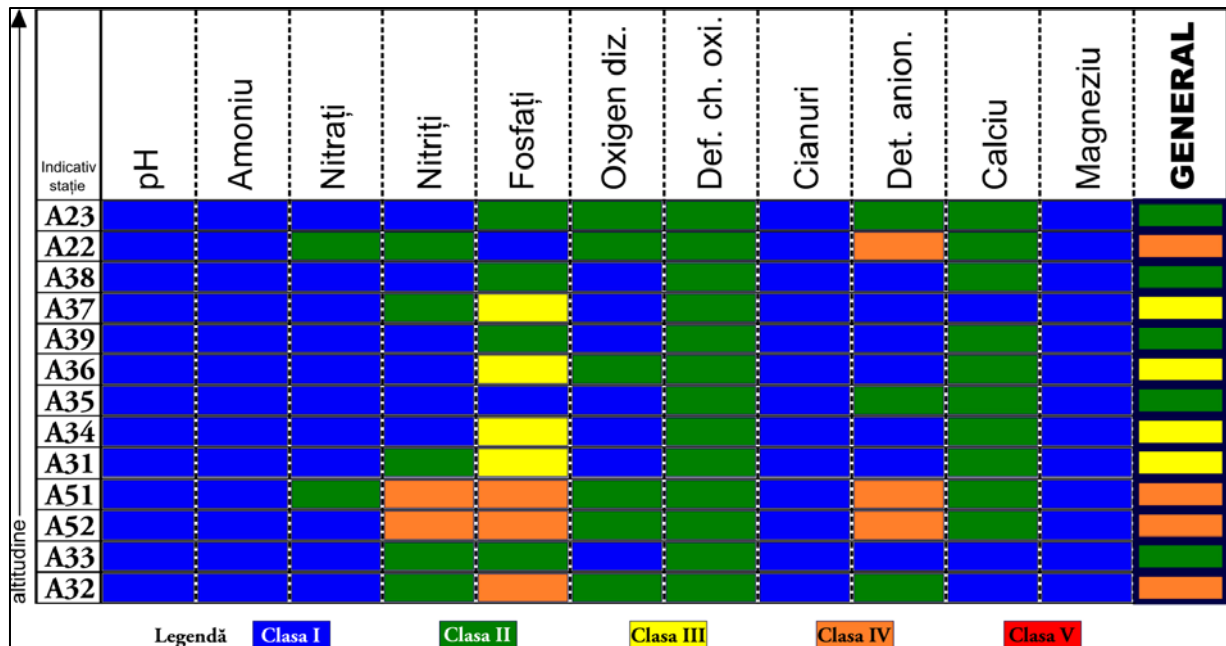


Figura 6: Clasele de apă în bazinul hidrografic Nera în conformitate cu sistemul național de clasificare al apelor de suprafață (O.M.M.G.A. 161/2006)

Coduri pentru stațiile de prelevare: A22 - Ștaier, A23 – Miniș, A31 – Beiu, ANera, A33 – Bresnic, A34 – Ducin, A35 – Moceriiș amonte, A36 – Lăpușnic amonte, A37 – Poneasca, A38 – Predilcova, A39 – Babii, A51 – Lăpușnic aval, A52 – Moceriiș aval

MATERIALE ȘI METODE DE LUCRU

Metode utilizate în capturarea decapodelor dulcicole

În cazul decapodelor dulcicole, studiul presupune lucrul cu animalele vii. Vorbim în acest caz doar de metode de capturare, nu și de colectare sau preparare (Holdich *et al.* 2002, Trouilhe *et al.* 2003, Holdich și Pöckl 2005). Capturarea poate fi activă sau pasivă (Dorn *et al.* 2005).

Metodele utilizate de noi în cercetare au fost:

- capturarea directă cu mâna, au fost capturate un număr de 115 specimene adulte aparținând speciei *Austropotamobius torrentium*, și 73 specimene adulte aparținând speciei *Astacus astacus*;
- capturarea cu capcane, a fost utilizată în acest studiu pentru capturarile care au dus la evidențierea speciei invazive *Orconectes limosus*.

Colectarea decapodelor dulcicole este interzisă prin lege. După capturare, toate specimenele au fost eliberate în habitatul lor natural. Singurele specimene colectate au fost cele 93 de specimene găsite moarte în pârâul Cândeni, ca urmare a unor deversări în albie (Pârvulescu 2009).

Metode de capturare și colectare pentru amfipode și izopode acvatice

Fiind vorba de specii a căror identificare în teren este imposibilă și datorită faptului că aceste grupe nu au reprezentanți protejați prin lege, studiul acestora permite atât capturarea cât și colectarea speciilor pentru transportul în laborator. Am aplicat atât metode calitative cât și cantitative. Pentru metoda calitativă am folosit fileul bentonic, inspectând cât mai multe microhabitate la locul de prelevare. Specimenele au fost conservate în alcool 70% sau formaldehidă 4%, în recipiente cu capac ermetic. În metoda cantitativă am folosit bentometrul Surber cu o suprafață de 1060 cm² dotat cu sită având ochiurile de 250 μm. Probele astfel prelevate și spălate au fost conservate în formaldehidă 4%.

Colectarea datelor biometrice

S-a utilizat un șubler digital. Măsurătorile se aplică evitându-se juvenili, limita inferioară convenită pentru lungimea totală fiind de 50 mm (Papadopol și Diaconu 1986). Părțile corpului supuse măsurătorilor de biometrie sunt acelea care permit poziționarea fermă a aparatului de măsurat: lungimea totală, lungimea cefalotoracelui, lungimea rostrului, lățimea telsonului, lățimea maximă toracală, lățimea segmentului II abdominal, lungimea propoditului, lungimea dactilopoditului, lățimea chelei. Au fost efectuate măsurători la 115 specimene aparținând speciei *Austropotamobius torrentium* și 73 specimene aparținând speciei *Astacus astacus*.

Măsurarea parametrilor de mediu

Date care pot fi culese prin observare, cu minim de consum de energie și echipamente:

- aprecierea dimensiunilor corpului de apă;
- aprecierea tipului de curgere;
- aprecierea tipului de substrat;
- aprecierea calitativă a vegetației ripariene (până la nivel de gen) și a gradului de umbră al albiei majoră (în procente);
- aprecierea habitatului din preajma corpului de apă;
- descrierea microhabitatului de capturare pentru fiecare specie sau grup de interes;
- aprecierea condițiilor meteorologice din ziua prelevării probei și înainte;

De importanță majoră sunt analizele fizico-chimice ale apei. Metodele și protocoalele de lucru folosite au fost cele specifice tipului de analiză și mărcii aparatelor (tabel 1).

Tabel 1: Principalele caracteristici tehnice pentru parametrii măsurăți în evaluarea calității apelor de suprafață ale Munților Aninei

Indicator	Unitate măsură	Interval de măsurare	Instrument	Metodă
pH	-	1 – 14	HQ 40d	Gel electrolit
Oxigen dizolvat	mg.l-	0.00 – 20.00	HQ 40d	LDO
Temperatura apei	°C	-10 – +110	HQ 40d	senzor
Conductivitate	μS.cm.l-	0,01 – 400	HQ 40d	4 pini grafit
Duritate totală Ca + Mg	°dH	1 – 20	DR 2800	Metalftaleină
Deficit chimic de oxigen	mg.l-	0 – 40	DR 2800	Acid cromosulfuric

Nitrați (N-NO ₃ ⁻)	mg.l-	0.1 – 30.0	DR 2800	Cadmiu reducție
Nitriți (N-NO ₂ ⁻)	mg.l-	0.002 – 0.300	DR 2800	Diazotizare
Fosfați (P-PO ₄ ³⁻)	mg.l-	0.006 – 0.820	DR 2800	Acid ascorbic
Amoniu (N-NH ₄ ⁺)	mg.l-	0.015 – 2	DR 2800	Albastru indofenol
Detergenți anionici	mg.l-	0,2 – 2	DR 2800	MBA
Cianuri	mg.l-	0,001 – 0,240	DR 2800	Piridin-pirazolină

Cercetarea în laborator

Implică identificarea speciilor prin detalii de morfologie, un rol important avându-l piesele bucale și apendicele corpului. În paralel am studiat forma generală a corpului, ornamentațiile urosomului și a plăcilor epimerale. Este recomandată efectuarea de imagini digitale ce vor servi apoi și ca suport în realizarea de desene.

Prelucrarea și interpretarea datelor

Doar analizele statistice pot conduce la o serie de concluzii pertinente (Shrestha și Kazama 2007, Ouyang *et al.* 2006, Simeonov *et al.* 2003, Payne 1986). Au fost evidențiate: valorile extreme (minime și maxime), media aritmetică, deviația standard, precum și diverse analize avansate între șiruri de date: analiza dendrogramelor, analiza discriminantă, analiza varianței (ANOVA). Aceste calcule complexe au fost realizate cu ajutorul unor programe software: STATISTICA, PAST și EXCEL.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Lista speciilor de malacostracee acvatice identificate în bazinele hidrografice din Munții Aninei

Clasa Malacostraca Latreille 1802	
Ordinul Decapoda Latreille 1802	<i>Austropotamobius torrentium</i> (Schrank 1803)
	<i>Astacus astacus</i> (Linnaeus 1758)
	* <i>Orconectes limosus</i> (Rafinesque 1817)
Ordinul Amphipoda Latreille 1816	<i>Gammarus balcanicus</i> Schäferna 1922
	<i>Gammarus fossarum</i> Koch, în Panzer 1835
	<i>Gammarus roeseli</i> Gervais 1835
Ordinul Isopoda Latreille 1817	<i>Asellus aquaticus</i> (Linnaeus 1758)

*specie invazivă, identificată doar la vărsarea râului Nera în Dunăre, cu posibilitate de extindere.

Studii de biometrie la decapodele investigate în Munții Aninei

Asupra exemplarelor aparținând decapodelor au fost efectuate studii de biometrie. Raportul dintre sexe la indivizii capturați (sex-ratio) este în favoarea femelelor la specia *Austropotamobius torrentium*, un mascul la 1,017 femele, în timp ce pentru specia *Astacus astacus* raportul este în favoarea exemplarelor de sex masculin, un mascul la 0,871 femele.

Analiza discriminantă arată diferențele cele mai evidente între cele două sexe. Acestea sunt dimensiunile chelelor, similar cu rezultatele obținute în 1987 de Papadopol și Diaconu, pe un eșantion de 27 de exemplare.

Dimensiunea maximă a speciilor aparținând speciei *Austropotamobius torrentium* în privința lungimii totale (LT) variază între limite similare atât la masculi cât și la femele, cel mai mare mascul având lungimea totală a corpului de 94,00 mm, în timp ce cea mai mare femelă a fost măsurată cu lungimea totală de 93,34 mm. În cazul lățimii segmentului II abdominal (L2A) valoarea medie este mai mare în favoarea femelelor. Dimensiunea maximă a lungimii totale (LT) la *Astacus astacus* este mai mare în favoarea masculilor, cel mai mare exemplar mascul având 127,34 mm, în timp ce cea mai mare femelă a fost măsurată la valoarea de 108,80 mm. Toate valorile medii măsurate sunt mai mari în favoarea masculilor, comparativ cu femelele.

Pentru a compara populațiile din cele trei bazine hidrografice ale Munților Aninei, am recurs la testul de analiza varianței (ANOVA). Întrucât distribuția speciilor nu a fost una uniformă în toate cele trei bazine hidrografice, am folosit date provenite doar de la speciile capturate în stații cu un număr reprezentativ. În cazul speciei *A. torrentium* cel mai puternic caracter discriminant îl au grupele de valori lungime propodit – lungime dactilopodit (LP-LD), lungime propodit – lățime chelă (LP-LC) și lungime dactilopodit – lățime chelă (LD-LC). Pentru *A. astacus* cel mai puternic caracter discriminant îl au aceleași grupe de valori ca și în cazul speciei precedente, pe lângă acestea și perechea de parametri lungime totală – lungime cefalotorace (LT-LCt). În urma analizei varianței rezultatele pentru grupurile de femele de *A. torrentium* din cele trei bazine investigate nu satisfac limita de încredere ($p \leq 0,05$) pentru niciunul din cele trei rapoarte calculate. Totuși, se poate observa o ușoară asemănare între populațiile din bazinele Nera și Bârzava. Masculii arată diferențe statistice semnificative ($p \leq 0,05$) în cazul raportului LP/LC (figura 7).

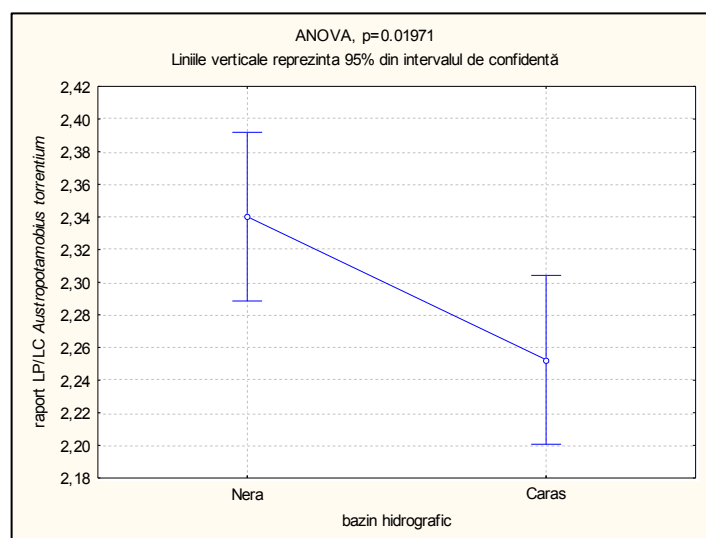


Figura 7: Testul ANOVA pentru exemplarele masculine de *A. torrentium* din bazinele hidrografice Nera și Caraș, pentru raportul LP/LC

În ceea ce privește specia *A. astacus*, putem observa că grupurile de femele din cele două bazine investigate sunt semnificativ diferite în privința rapoartelor dintre lungimea propoditului și lățimera chelei, precum și dintre lungimea dactilopoditului și lățimera chelei (figura 8 și 9).

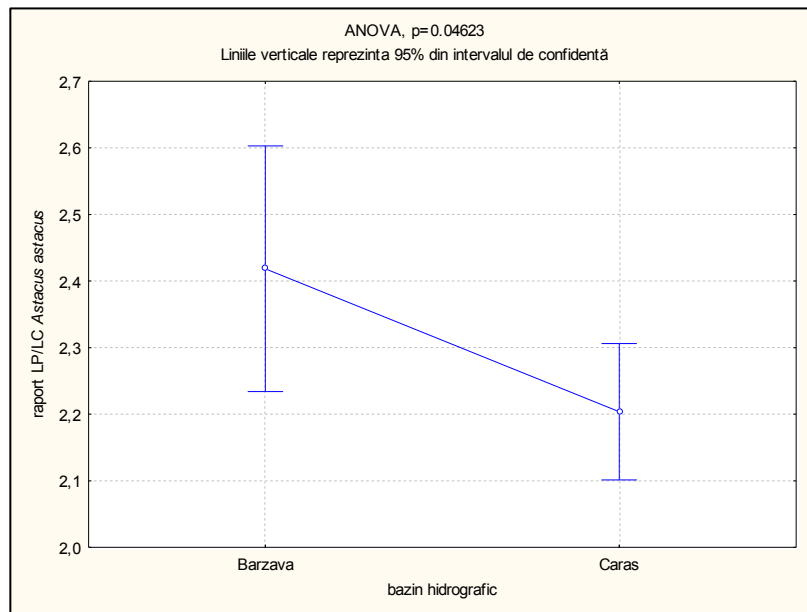


Figura 8: Testul ANOVA pentru speciile femele de *A. astacus* din bazinele hidrografice Bârza și Caraș, pentru raportul LP/LC

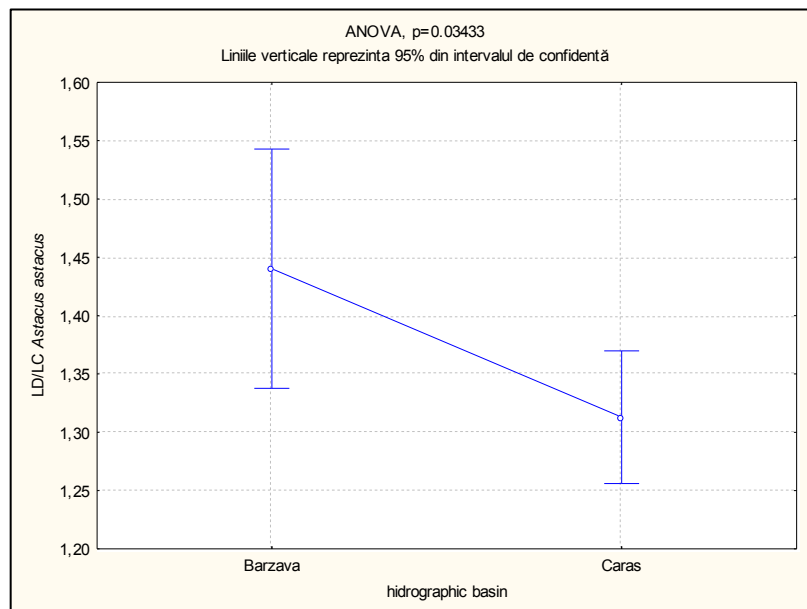
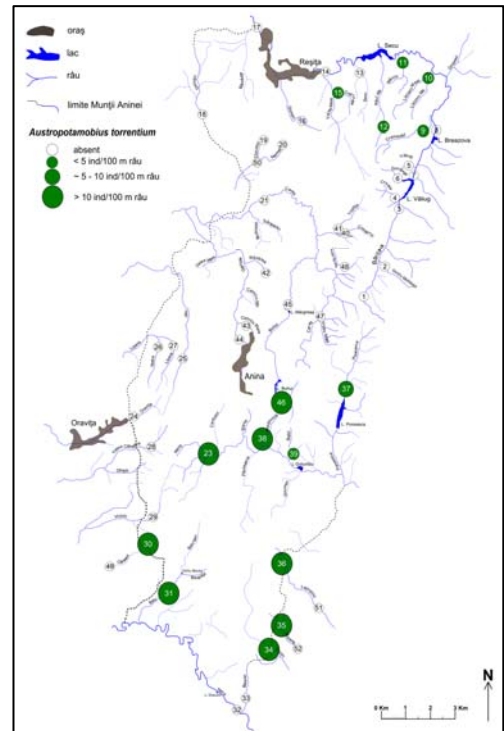


Figura 9: Testul ANOVA pentru speciile femele de *A. astacus* din bazinele hidrografice Bârza și Caraș, pentru raportul LD/LC

Distribuția speciilor de malacostracee acvatice în Munții Aninei

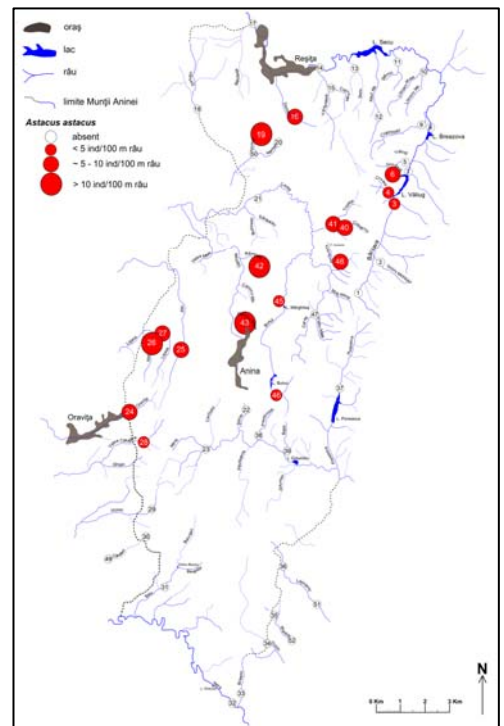
Austropotamobius torrentium (Schrank 1803)

A fost găsit în toate cele trei bazine hidrografice investigate, cel mai bine reprezentat fiind însă la nivelul bazinului hidrografic al râului Nera. În bazinul hidrografic al râului Nera. În bazinul Bârzava, specia a fost întâlnită doar pe afluenții situați în aval de lacurile de acumulare Văliug și Breazova. La toate aceste stații, abundența relativă a acestei specii a fost sub valoarea de 5 indivizi la 100 de metri de râu investigat. Bazinul hidrografic al râului Caraș este slab reprezentat de acest decapod, fiind înlocuit de specia *Astacus astacus*. Totuși, am întâlnit specia în două locații situate în porțiunea superioară. Ca singura specie de decapod, bazinul Nerei este foarte bine reprezentat de această specie. În numeroase pâraie au fost întâlnite populații cu abundența numerică de peste 10 indivizi/100 m de râu.



Astacus astacus (Linnaeus 1758)

Specia a fost identificată în două din cele trei bazine hidrografice: Bârzava și Caraș, cel mai bine reprezentată fiind în bazinul râului Caraș. În bazinul hidrografic al râului Bârzava, specia *A. astacus* a fost capturată doar în apropierea lacului de acumulare Văliug și în afluentul Doman. Pentru bazinul hidrografic al râului Caraș, am constatat că această specie este bine reprezentată, populații cu abundență numerică mare fiind înregistrate în numeroase pâraie. La stația Buhui izvoare specia a fost găsită coabitând cu decapodul *Austropotamobius torrentium*, acesta fiind și specia dominantă.



Orconectes limosus (Rafinesque 1817)

Investigațiile noastre efectuate în imediata apropiere a Munților Aninei au arătat prezența speciei invazive *Orconectes limosus* la gura de vărsare a râului Nera în Dunăre, respectiv Balta Nera. Extinzând apoi investigațiile prin activități de monitorizare a Dunării în aval de Baziaș, specia invazivă a fost găsită prezentă până în zona Berzasca, la kilometrul 1018 față de vărsarea Dunării în Marea Neagră (figura 10).

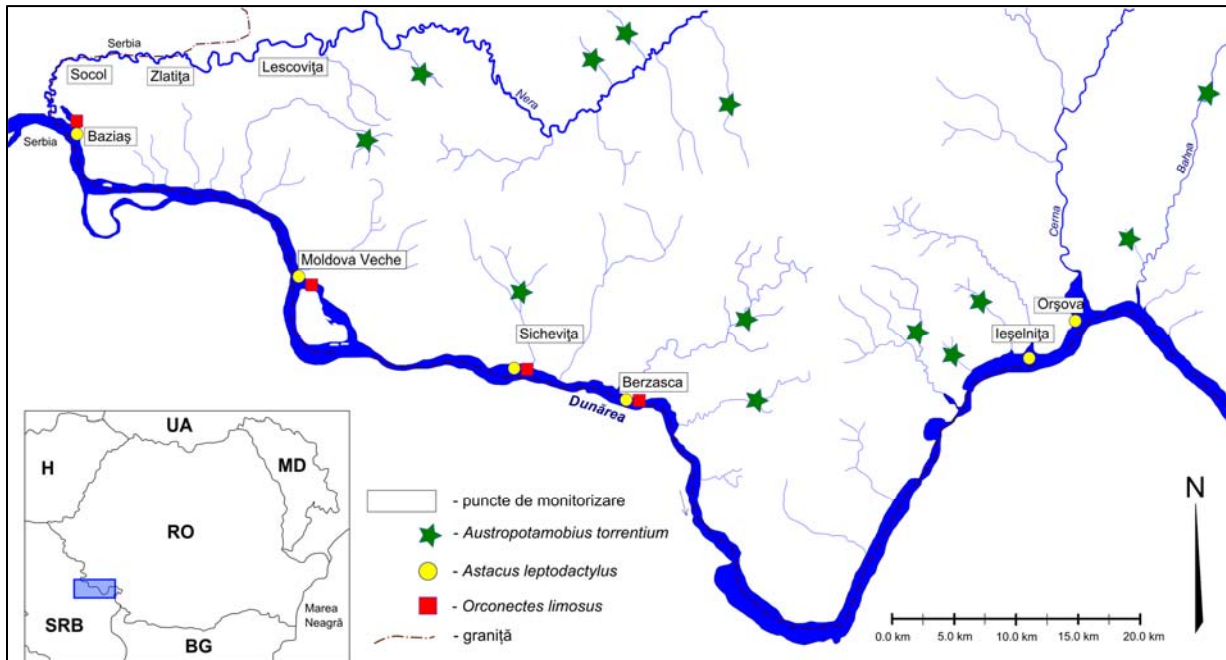
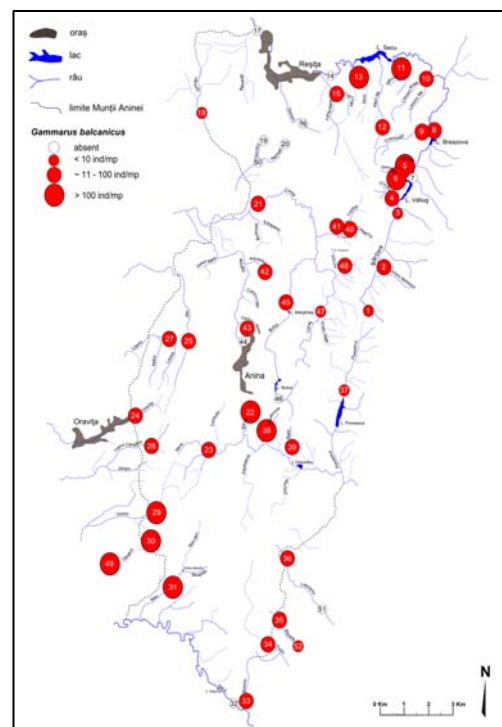


Figura 10: Punctele de monitorizare și prezența a speciei invazive *Orconectes limosus* (Pârvolescu *et al.* 2009)

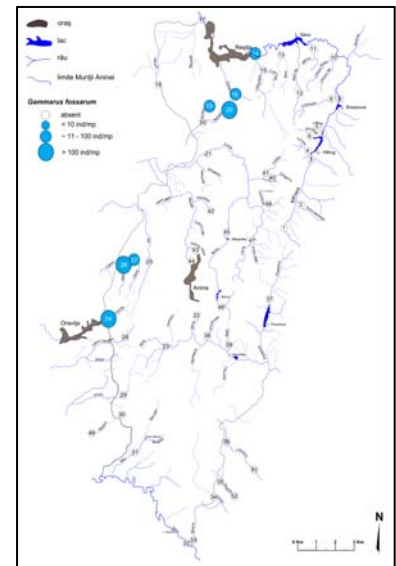
Gammarus balcanicus Schäferna 1922

În urma investigațiilor efectuate în habitatele acvatice lotice din Munții Aninei, se poate afirma că aceasta este cea mai comună specie dintre toate malacostraceele acvatice din această regiune, frecvența cu care a fost observată în stațiile din Munții Aninei ajungând la valoarea de 75% din totalul celor 52 de stații. În bazinul hidrografic al râului Bârzava, specia *Gammarus balcanicus* a fost găsită în numeroase stații situate pe cursul principal în porțiunea superioară, precum și pe afluenți. Pentru bazinul hidrografic al râului Caraș, distribuția acestei specii arată prezența în stații situate atât pe cursul principal, cât și pe afluenți. Exceptând cursul principal al Nerei, specia a fost găsită în toate celelalte stații.



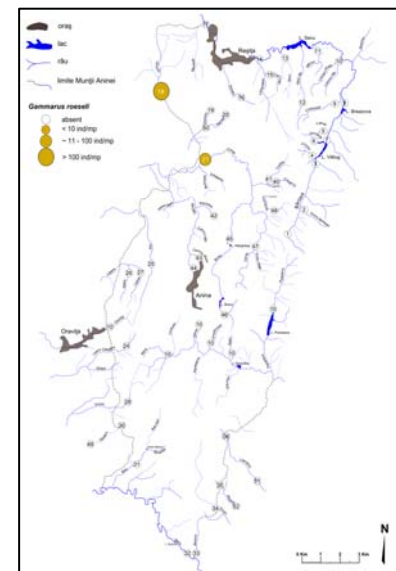
Gammarus fossarum Koch, in Panzer 1835

Observațiile noastre arată prezența acestei specii de amfipod în partea de vest și nord-vest a Munților Aninei, în bazinul hidrografic al râurilor Bârzava și Caraș. Pentru bazinul hidrografic al râului Bârzava, specia a fost identificată doar în probele colectate a două stații: Bârzava amonte de intrarea în orașul Reșița și Doman. Mai bine reprezentat este însă bazinul hidrografic al râului Caraș. La două din locațiile investigate (Oravița și Lișava) această specie coabitează cu o altă specie de amfipod, și anume cu *Gammarus balcanicus*.



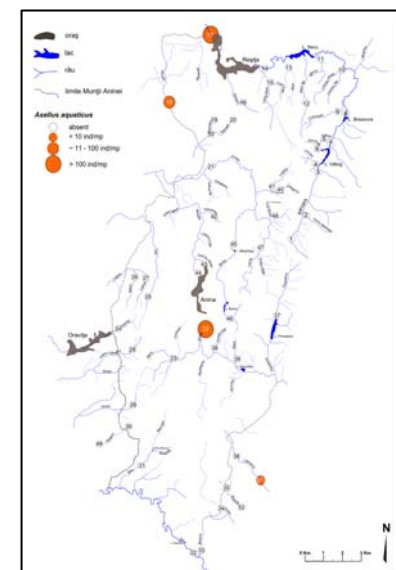
Gammarus roseli Gervais 1835

Observațiile noastre arată că această specie trăiește în două pâraie aflate în bazinul hidrografic al râului Caraș, pâraul Gelugu și râul Caraș aval de chei (figura 78). La ambele stații, specia coabitează cu *Gammarus balcanicus*, aceasta fiind însă mult mai slab reprezentată numeric.



Asellus aquaticus (Linnaeus 1758)

Specia a fost identificată în toate cele trei bazine hidrografice, dar cu o frecvență foarte mică (figura 78). Pentru bazinul hidrografic al râului Bârzava, semnalăm prezența acestei specii doar la stația situată aval de orașul Reșița, locație la care densitatea acestei specii depășește 100 indivizi pe metrul pătrat. Tot la o singură stație a fost găsită specia și în bazinul hidrografic al râului Caraș, stația de pe pâraul Gelugu. În bazinul hidrografic al râului Nera, specia a fost găsită la două din cele 13 stații.



Caracteristicile ecologice calitative și cantitative

Frecvența

Ambele specii de decapode identificate au fost întâlnite cu frecvență sub 35% din totalul celor 52 de stații investigate în Munții Aninei. Specia *Austropotamobius torrentium* (prezentă în toate cele trei bazine) a fost găsită cu frecvența cea mai mare în bazinul hidrografic al râului Nera. Specia *Astacus astacus* a fost găsit cu frecvență mare în bazinul râului Caraș, în timp ce lipsește din apele bazinului Nera. În ceea ce privește amfipodele, specia cea mai frecvent întâlnită în stațiile din Munții Aninei este *Gammarus balcanicus*. Celelalte două specii, *Gammarus fossarum* și *Gammarus roeseli*, au fost găsite la nivelul întregului masiv, cu o frecvență mai mică (figura 11).

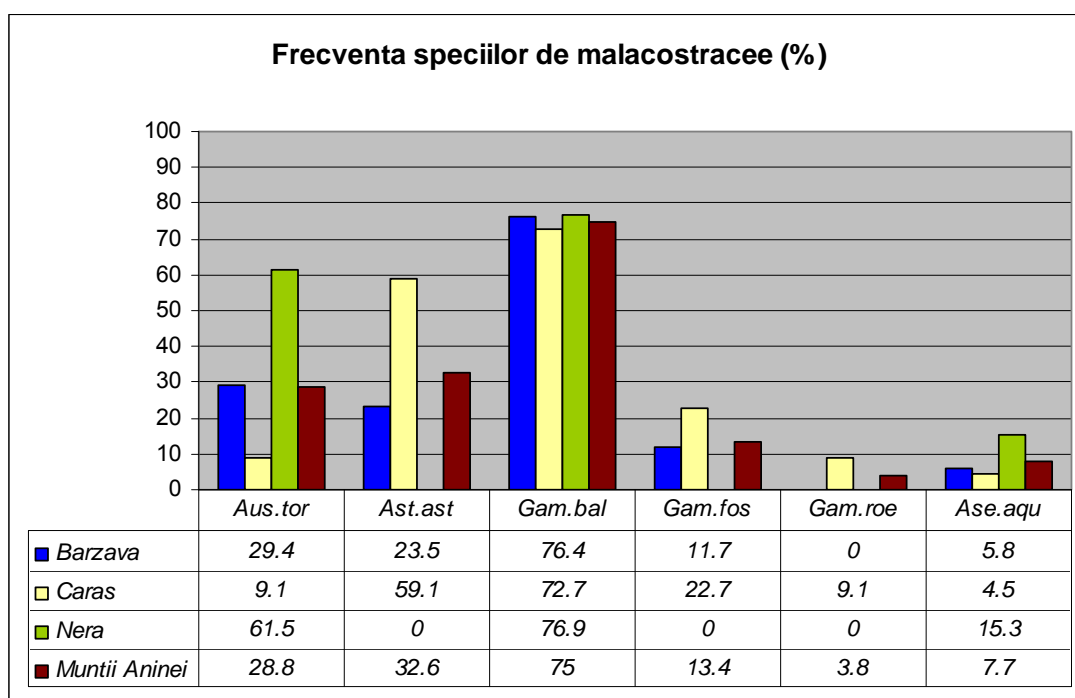


Figura 11: Frecvența speciilor de malacostracee, pe cele trei bazine hidrografice și întreg masivul
 Abrevieri: *Aus.tor* = *Austropotamobius torrentium*; *Ast.ast* = *Astacus astacus*; *Gam.bal* = *Gammarus balcanicus*;
Gam.fos = *G. fossarum*; *Gam.roe* = *G. roeseli*; *Ase.aqu* = *Asellus aquaticus*

Densitatea speciilor de amfipode și izopode

Gammarus balcanicus este cea mai bine reprezentată specie din această regiune. În bazinul hidrografic al râului Bârzava, populații cu densitate de peste 100 indivizi pe metrul pătrat au fost găsite pe afluenții: Văliug, Grindești, Stârnici și Secu. Pentru bazinul hidrografic al râului Caraș, populații cu peste 100 de indivizi pe metrul pătrat au fost găsite în zona de sud a acestui bazin, în afluenții Cândeni și Vicinic. În bazinul hidrografic al râului Nera specia a fost găsită în populații cu densitate mare la stațiile: Ștaier, Beiu și Predilcova. *Gammarus fossarum* este o specie de amfipod care a fost găsită în partea de vest și nord-vest a Munților Aninei, în bazinul hidrografic al râurilor Bârzava și Caraș. În bazinul hidrografic al râului Bârzava, densitatea indivizilor pe metrul

pătrat a fost sub 100 de indivizi, la ambele stații unde a fost identificat. Populații foarte bine reprezentate au fost identificate în bazinul hidrografic al râului Caraș, în afluenții Nermed, Oravița și Natra. În bazinul hidrografic al râului Bârzava, la singura stație densitatea speciei *Asellus aquaticus* a fost calculată la 125,12 ind/m². Tot la o singură stație specia a fost găsită și în bazinul hidrografic al râului Caraș, la stația Gelugu, însă cu densitate mai mică. În bazinul hidrografic al râului Nera, specia a fost găsită la două stații. La stația de pe pârâul Ștaier s-au înregistrat valori ridicate ale densității populației, calculată la 146,93 ind/m².

Abundența numerică

Decapodul *Austropotamobius torrentium* în bazinul Bârzava a fost găsit în general cu abundență numerică mică, cea mai bine reprezentată cu exemplare fiind stația Stârnice, cu 1,94 indivizi/100 m de râu. Cea mai slabă abundență numerică a fost calculată pentru stația Liscov, cu 0,5 indivizi/100 m de râu. În cele două stații din bazinul Caraș, abundența numerică a fost foarte mare pentru această specie, la stația Căndeni fiind capturați în medie 32,08, iar la stația Buhui izvoare 12,5 indivizi/100 m de râu. Cel mai bine reprezentate populații pentru această specie au fost găsite în bazinul hidrografic al râului Nera, la stația Lăpușnic, amonte de sat, cu 63,33 indivizi/100 m de râu. Decapodul *Astacus astacus* prezintă populații bine reprezentate în bazinul râului Bârzava, la stațiile Crivaia și Grindești, fiind calculată abundența numerică în jur de 11 indivizi/100 m de râu. În bazinul râului Caraș, populații cu abundența numerică peste 20 indivizi/100 m de râu au fost găsite în pârâul Clocotici, amonte de satul Clocotici, Răviștea și Natra. Abundență numerică scăzută a fost calculată pentru pâraiele Valea Călugăra și Buhui izvoare, cu aproximativ 1 individ/100 m de râu.

Dominanța numerică a malacostraceelor mari

În cazul decapodelor, în zona montană și submontană a Munților Aninei populațiile au fost reprezentate de o singură specie pe un curs de apă. Cele două specii coexistă în același pârâu doar la stația Buhui izvoare, în amonte de lacul Buhui. Specia dominantă fiind *Austropotamobius torrentium* cu 94,69% din totalul speciilor capturate la această stație.

Dominanța numerică a malacostracelor mici

Malacostraceele mici (amfipodele, izopodele) au fost găsite coabitând în 5 stații aflate în toate cele trei bazine studiate. Stația cu cea mai mare diversitate de specii a fost stația Gelugu, din bazinul râului Caraș, unde s-au identificat trei specii, două de amfipode: *Gammarus balcanicus* și *Gammarus roeseli*, și izopodul *Asellus aquaticus* (figura 12).

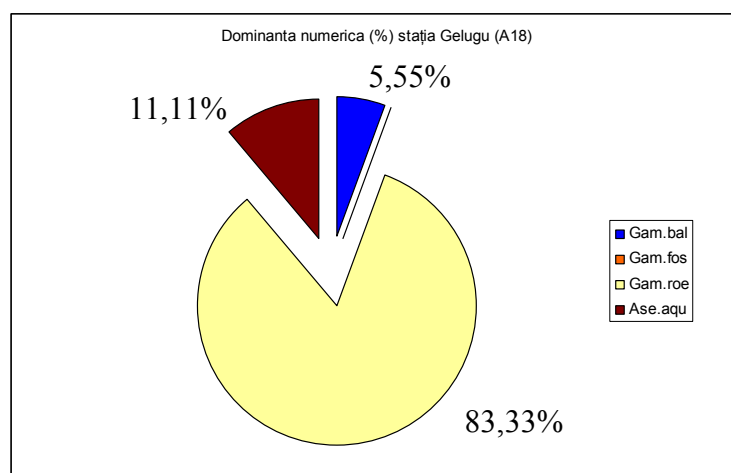


Figura 12: Dominanța numerică a speciilor de malacostracee mici, colectate la stația Gelugu (pentru abrevieri vezi figura 11)

O altă stație unde coabitează specii de malacostracee mici este stația de pe râul Caraș, aval de Cheile Carașului, aici fiind întâlnite amfipodele *Gammarus balcanicus* și *Gammarus roeseli* (figura 13). Tot în bazinul Carașului, la două stații, au fost găsite coabitând speciile *Gammarus balcanicus* și *Gammarus fossarum* (figura 13).

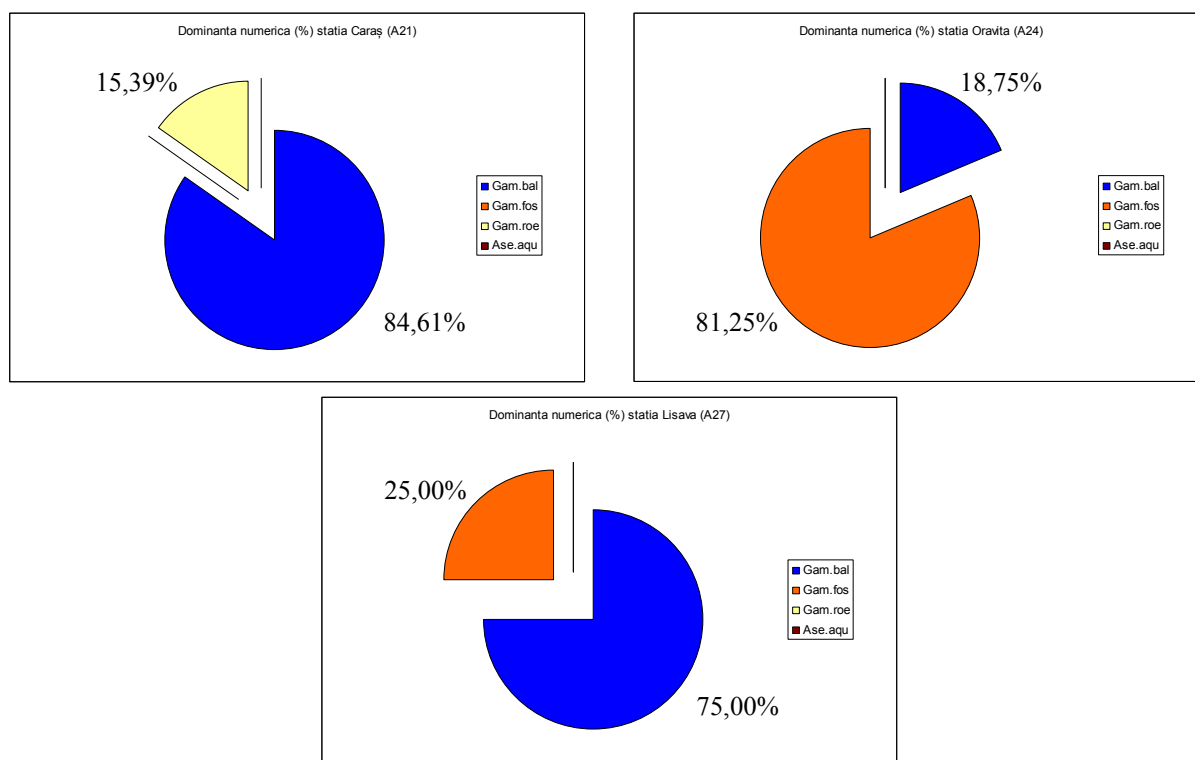


Figura 13: Dominanța numerică a speciilor de malacostracee mici, colectate la stația Caraș - stânga, stația Oravița - dreapta, stația Lișava - centru (pentru abrevieri vezi figura 11)

În bazinul Nera, o singură locație a fost găsită cu specii de malacostracee mici care coabitează, stația Ștaier, cu specia *Gammarus balcanicus* și *Asellus aquaticus* (figura 14).

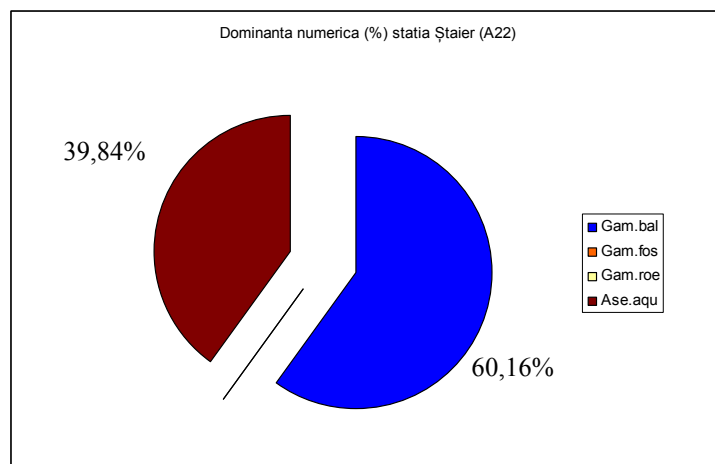


Figura 14: Dominanța numerică a speciilor de malacostracee mici, colectate la stația Ștaier (pentru abrevieri vezi figura 11)

Factori care influențează distribuția malacostraceelor acvatică în Munții Aninei

Distribuția speciilor este influențată de anumiți factori din mediu (Hudina *et al.* 2008, Naura și Robinosn 1998). Astfel, valorile parametrilor fizici și chimici măsurați în teren au fost subiectul analizelor și calculelor statistice, separat pe fiecare specie, evidențiind astfel preferința pentru habitatele la care specia analizată a fost prezentă. Pentru aceasta, vom discuta separat factorii fizici, factorii chimici, precum și impactul antropic în regiunea studiată.

Factori fizici

Altitudinea pentru speciile aparținând decapodelor are un caracter important doar în distribuția speciei *A. astacus*, intervalul în care această specie a fost găsită fiind cuprins între 360 și 480 m, interval semnificativ diferit față de intervalul înregistrat la stațiile unde specia nu a fost prezentă (figura 15 - stânga). În cazul speciei *A. torrentium* am constatat că altitudinea nu este un factor limitativ al distribuției în apele din Munții Aninei (figura 16 – dreapta).

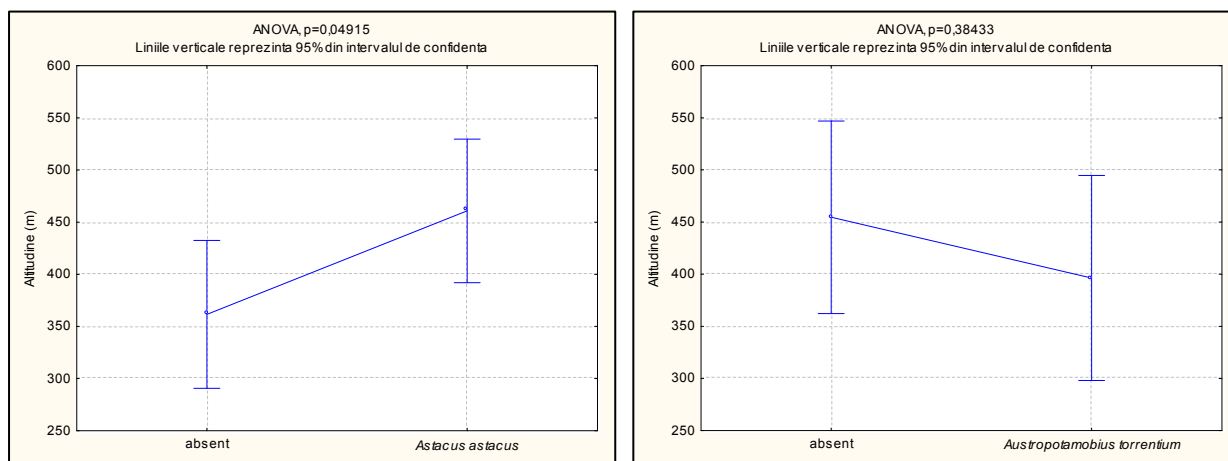


Figura 16: Testele ANOVA pentru altitudine (m), *Astacus astacus* - stânga; *Austropotamobius torrentium* – dreapta

Analiza statistică a datelor despre altitudine pentru speciile de amfipode, arată că foarte aproape de limita de confidență sunt rezultatele pentru *G. balcanicus* și *G. fossarum*. Altitudinea medie la care *G. balcanicus* a fost colectat este de 425 m. Pentru *G. fossarum* media altitudinii se află în jurul valorii de 300 m, iar în cazul speciei *G. roeseli*, datorită numărului mic de stații (două) la care specia a fost prezentă considerăm ne semnificativ rezultatul testului statistic, situație similară și pentru izopodului *Asellus aquaticus*.

Viteza de curgere a apei pentru *Astacus astacus* arată o preferință ridicată față de habitatele cu o curgere rapidă (figura 17). Aceeași tendință de a ocupa habitate cu apă bine oxigenată se constată și în cazul speciei *Austropotamobius torrentium*, (figura 17). Preferințele în cazul speciei *Gammarus balcanicus* sunt mai puțin legate de un anumit tip de curgere (figura 17). În cazul speciilor *Gammarus fossarum* și *G. roeseli*, preferințele se îndreaptă spre ape cu o curgere mai lentă, situație întâlnită și în cazul speciei de izopod *Asellus aquaticus* (figura 17).

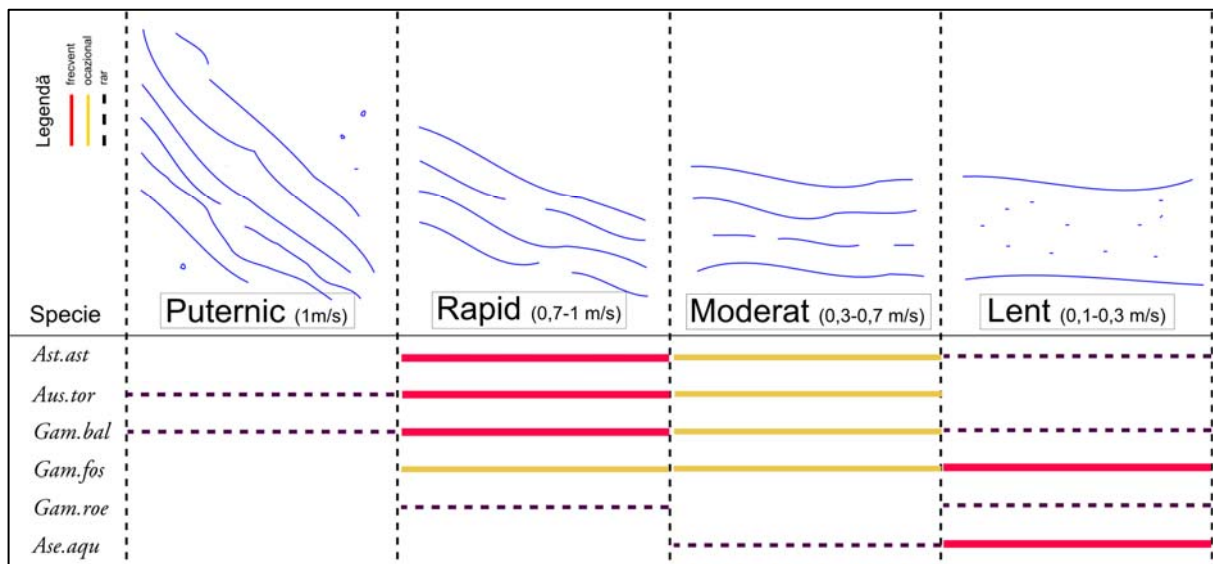


Figura 17: Distribuția speciilor de malacostracee în relație cu viteza de curgere a apei. Marcajele reprezintă frecvența: roșu – peste 50%, galben – 10-50 %, linie întreruptă – sub 10%. (pentru abrevieri vezi figura 11)

Lățimea albiei minore. Analizând datele cu lățimea medie a albiei minore a apelor studiate, constatăm că majoritatea speciilor de *A. astacus* au fost capturate în porțiuni cu albia între 1 și 4,5 m, în timp ce la *A. torrentium* majoritatea speciilor au fost găsite în zone cu valori între 1 și 2 m lățime, media tuturor stațiilor din Munții Aninei aflându-se în jurul valorii de 3 m. Aceste rezultate se explică prin faptul că *A. torrentium* preferă habitate de tip pârâu mic, mai puțin expuse viiturilor de primăvară (Vlach *et al.* 2009).

Substratul albiei minore. Așa cum reiese din figura 18, majoritatea speciilor de malacostracee din Munții Aninei au fost întâlnite pe substrat alcătuit preponderent din pietre și pietriș, substrat ce permite găsirea refugiilor pentru aceste nevertebrate.

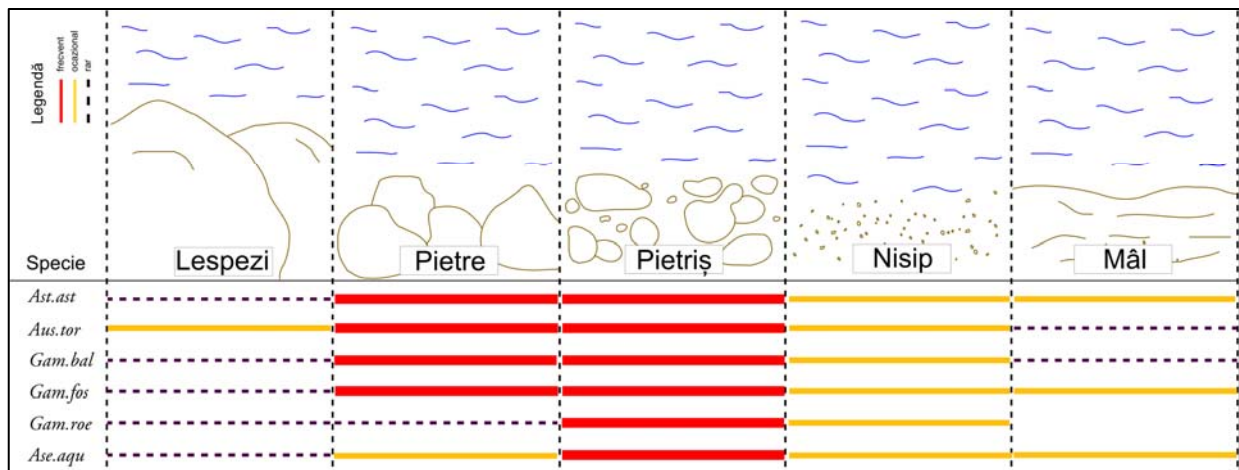


Figura 18: Distribuția speciilor de malacostracee în relație cu granulația substratului (pentru abrevieri vezi figura 17)

Gradul de umbrire al albiei majore. Analizând datele cu privire la gradul de acoperire al albiei cu vegetație perenă, observăm că speciile de malacostracee înregistrează o tendință spre habitate cu un grad mare de umbrire, în cele mai multe din cazuri fiind întâlnite la o acoperire mai mare de 70% (figura 19).

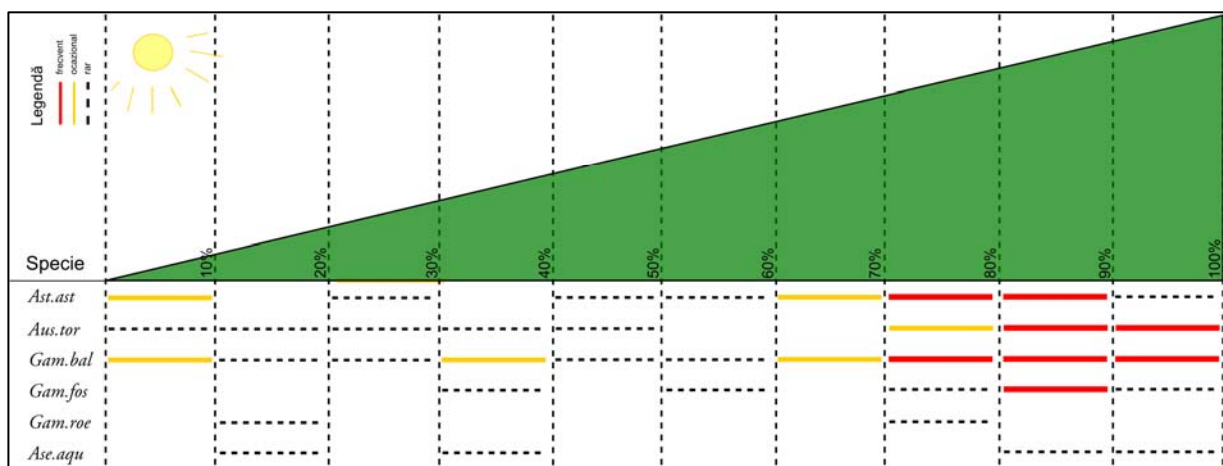


Figura 19: Distribuția speciilor de malacostracee în relație cu gradul de umbrire a albiei (pentru abrevieri vezi figura 17)

Tipul de habitat din preajma albiei majore. Din punct de vedere al distribuției speciilor în conformitate cu habitatul din preajma stațiilor de prelevare putem observa că etajul pădurilor de amestec și de foioase este preferat de toate speciile de malacostracee identificate în Munții Aninei (figura 20).

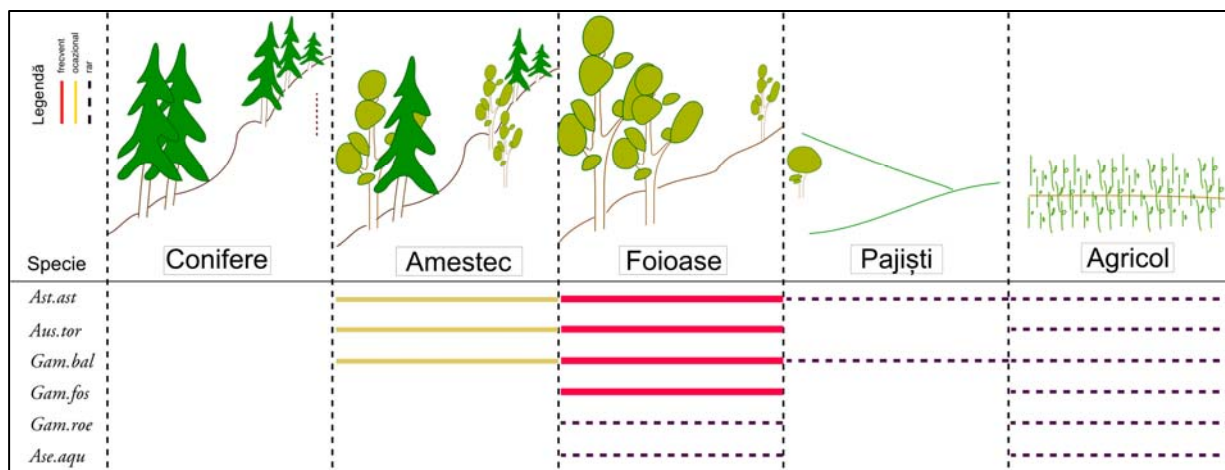


Figura 20: Distribuția speciilor de malacostracee în relație cu tipul de habitat preajmă (pentru abrevieri vezi figura 17)

Factori chimici

În încercarea de a stabili care dintre parametrii chimici ai apei, analizați la cele 52 de stații, au un anumit efect asupra distribuției speciilor de malacostracee, vom discuta în continuare datele calitative pentru fiecare specie prin testul analizei de varianță (ANOVA) comparând lotul de date pentru fiecare parametru la stațiile unde specia a fost prezentă cu lotul de date la care specia lipsește (Muxik *et al.* 2007).

Relația dintre chimismul apei și speciile de decapode

Pentru *Astacus astacus* testul ANOVA nu arată rezultate semnificative la niciunul dintre parametri măsurați, aproape însă de limita de confidență aflându-se valorile pentru nitriți, deficit chimic de oxigen și detergenți anionici activi (figura 21-23).

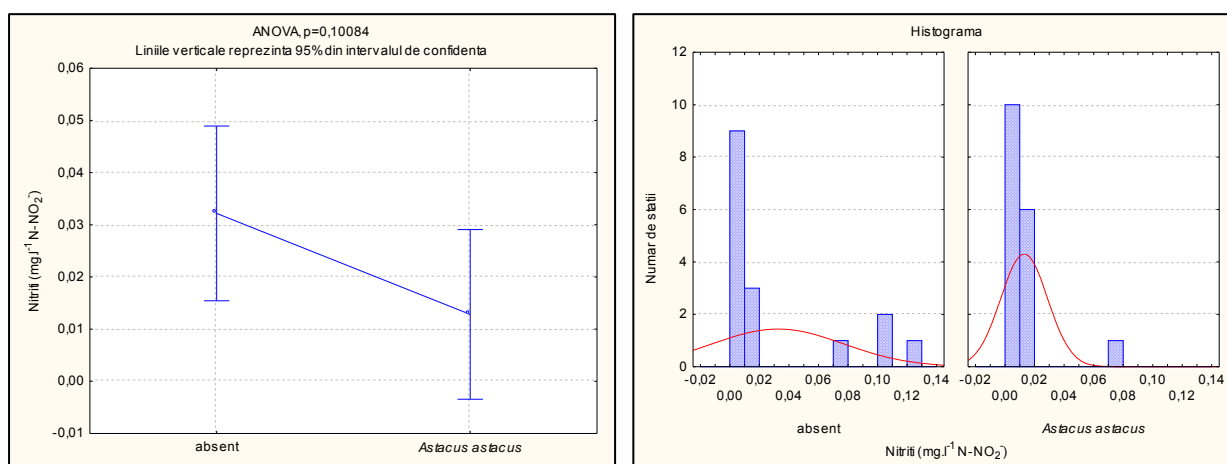


Figura 21: Testul ANOVA (stânga) și histogramele (dreapta) pentru absența/prezența speciei *A. astacus*, pentru nitriți

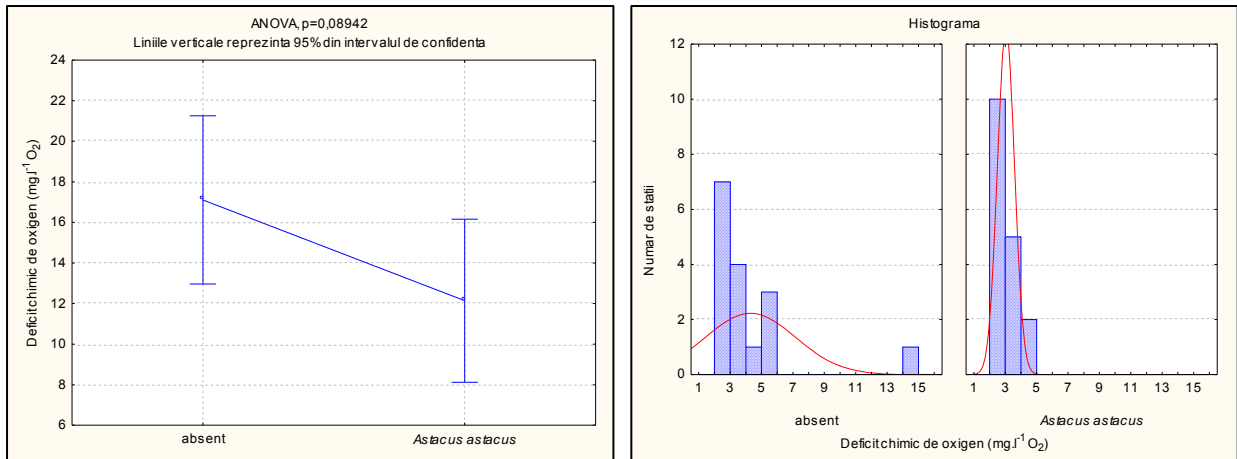


Figura 22: Testul ANOVA (stânga) și histogramele (dreapta) pentru absența/prezența speciei *A. astacus*, pentru deficit chimic de oxigen

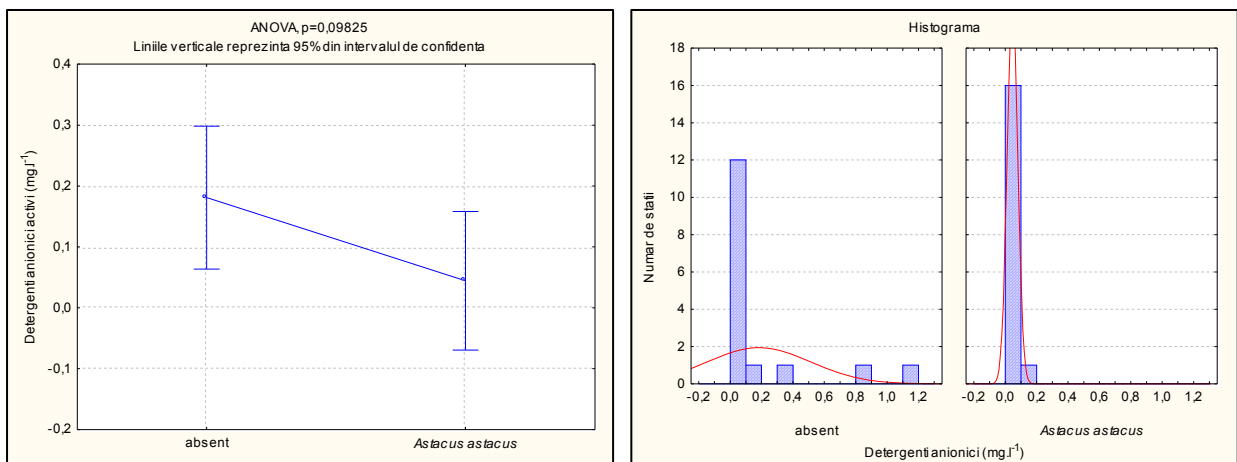


Figura 23: Testul ANOVA (stânga) și histogramele (dreapta) pentru absența/prezența speciei *A. astacus*, pentru detergenți anionici activi

În cazul speciei *Austropotamobius torrentium*, testul ANOVA arată diferențe semnificative pentru setul de valori ale pH-ului și nitraților (figura 24, 25).

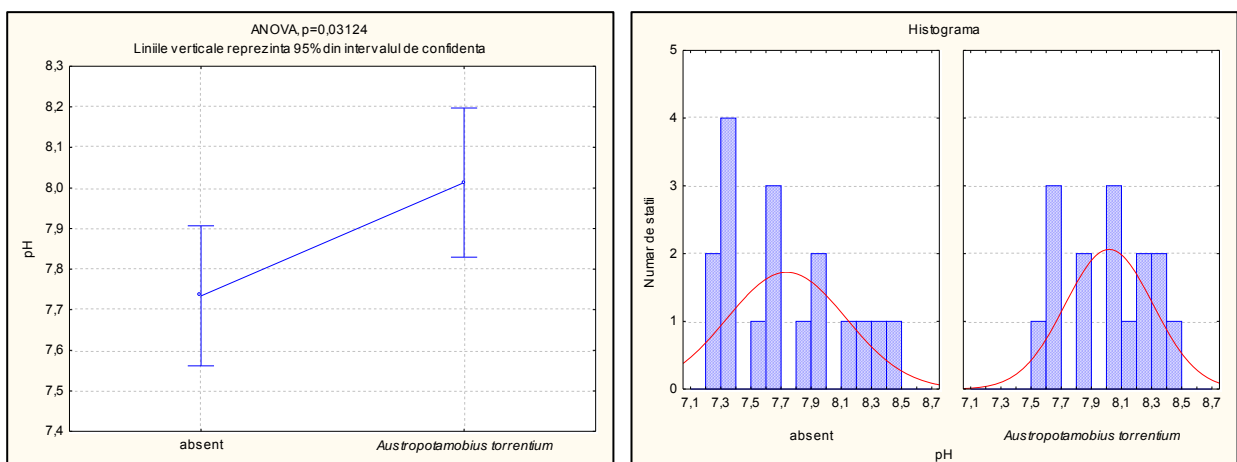


Figura 24: Testul ANOVA (stânga) și histogramele (dreapta) pentru absența/prezența speciei *A. torrentium*, pentru pH

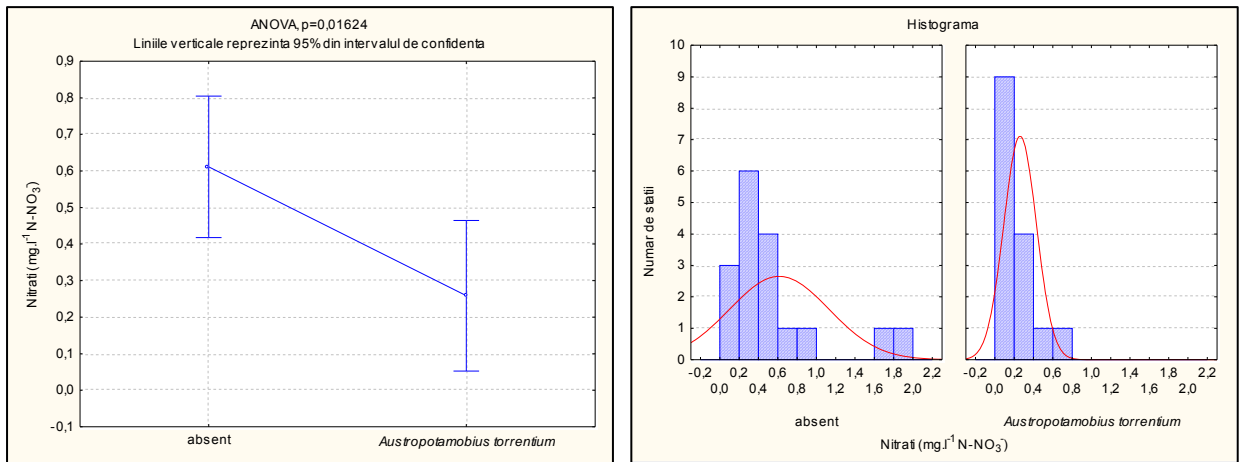


Figura 25: Testul ANOVA (stânga) și histogramele (dreapta) pentru absența/prezența speciei *A. torrentium*, pentru nitrați

Valori apropiate de limita de confidență s-au înregistrat și pentru nitriți și oxigen dizolvat (figura 26, 27).

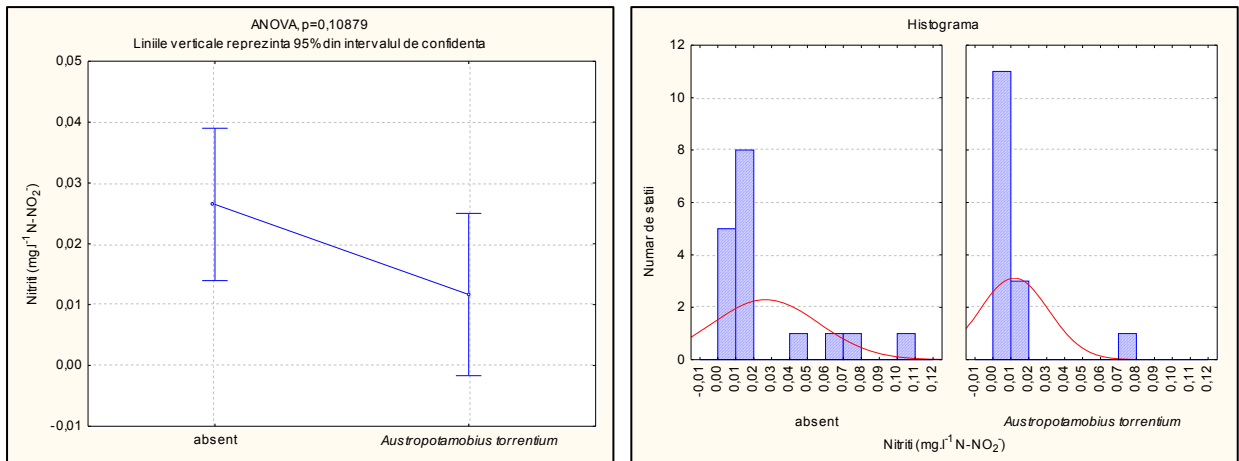


Figura 26: Testul ANOVA (stânga) și histogramele (dreapta) pentru absența/prezența speciei *A. torrentium*, pentru nitriți

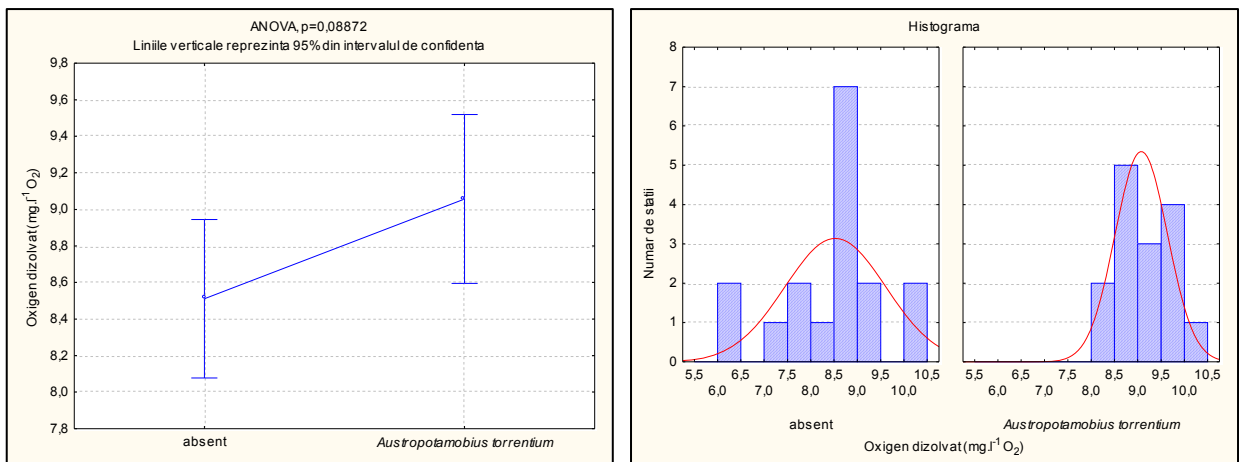


Figura 27: Testul ANOVA (stânga) și histogramele (dreapta) pentru absența/prezența speciei *A. torrentium*, pentru oxigen dizolvat

O comparație între cele două specii, prin prisma lotului de date măsurate la locațiile în care trăiesc, arată o diferență foarte aproape de limita de relevanță doar pentru nitrați, specia *A. torrentium* fiind mai puțin tolerantă (figura 28).

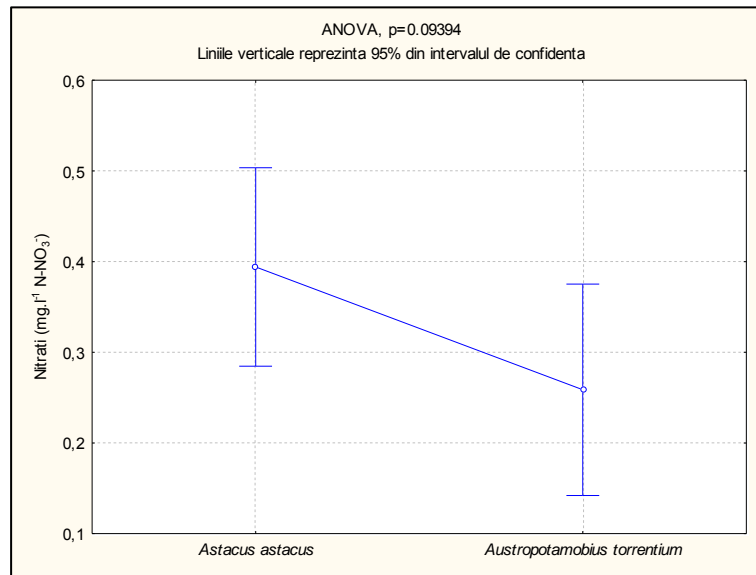


Figura 28: Testul ANOVA pentru nitrați, între stațiile cu *A. astacus* și stațiile cu *A. torrentium*

În ciuda rezultatelor obținute, alături de rezultatele altor autori (Laurent 1985, Foster și Turner 1993, Troschel 1997, Broquet *et al.* 2002, Trouilhe *et al.* 2002), nu poate fi demonstrată cauza pentru care speciile de decapode lipsesc în unele stații la care calitatea apei este foarte bună. O posibilă explicație ar putea fi proasta calitate a apei cursurilor principale, această situație făcând imposibilă migrarea naturală spre noi teritorii.

Relația dintre chimismul apei și speciile de amfipode

Pentru *Gammarus balcanicus* testul arată rezultate semnificative pentru nitriți, fosfați, oxigen dizolvat, deficit chimic de oxigen, magneziu (figura 29-33) precum și rezultate apropiate de limita de confidență.

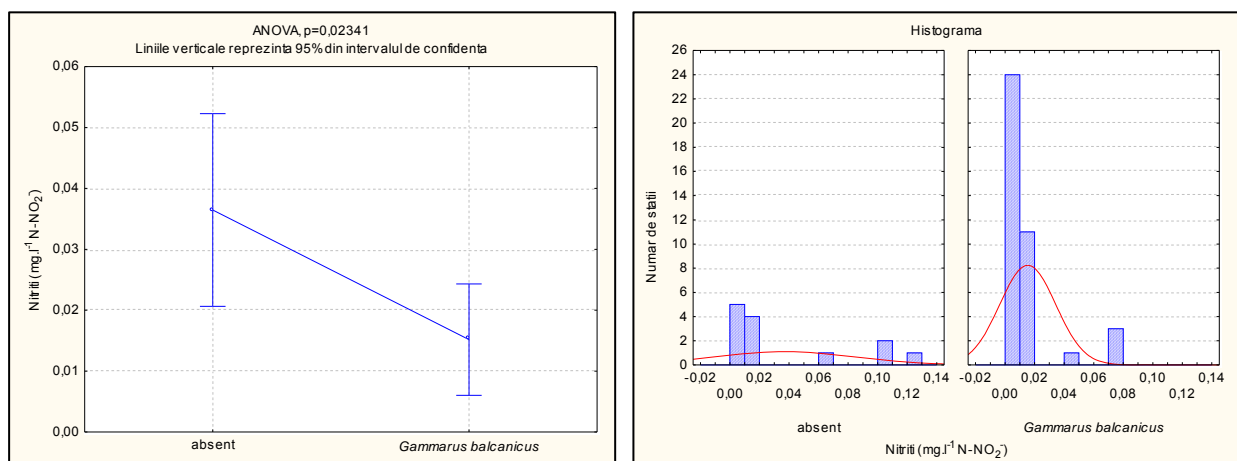


Figura 29: Testul ANOVA (stânga) și histogramele (dreapta) pentru absența/prezența speciei *G. balcanicus*, pentru nitriți

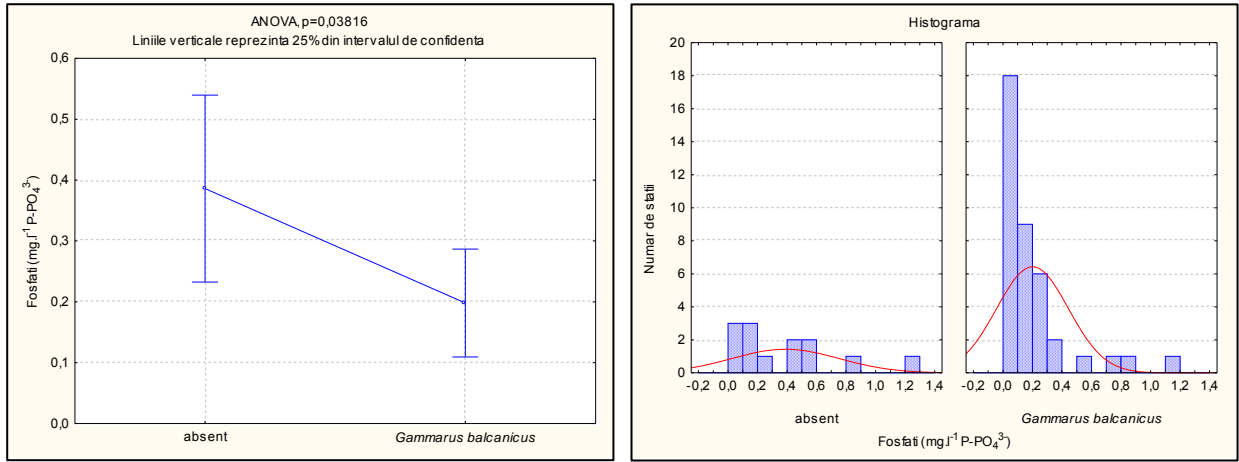


Figura 30: Testul ANOVA (stânga) și histogramele (dreapta) pentru absența/prezența speciei *G. balcanicus*, pentru fosfați

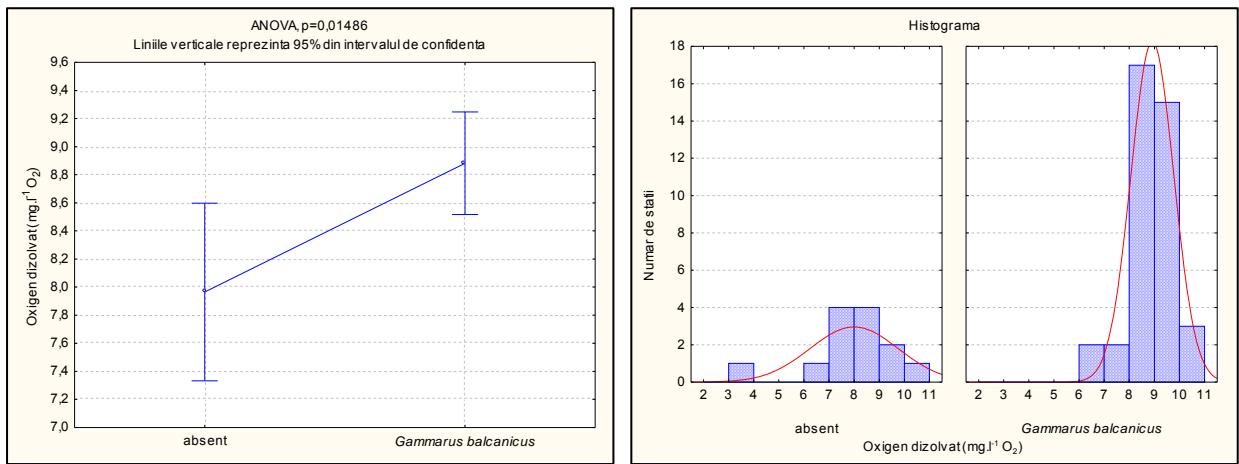


Figura 31: Testul ANOVA (stânga) și histogramele (dreapta) pentru absența/prezența speciei *G. balcanicus*, pentru oxigen dizolvat

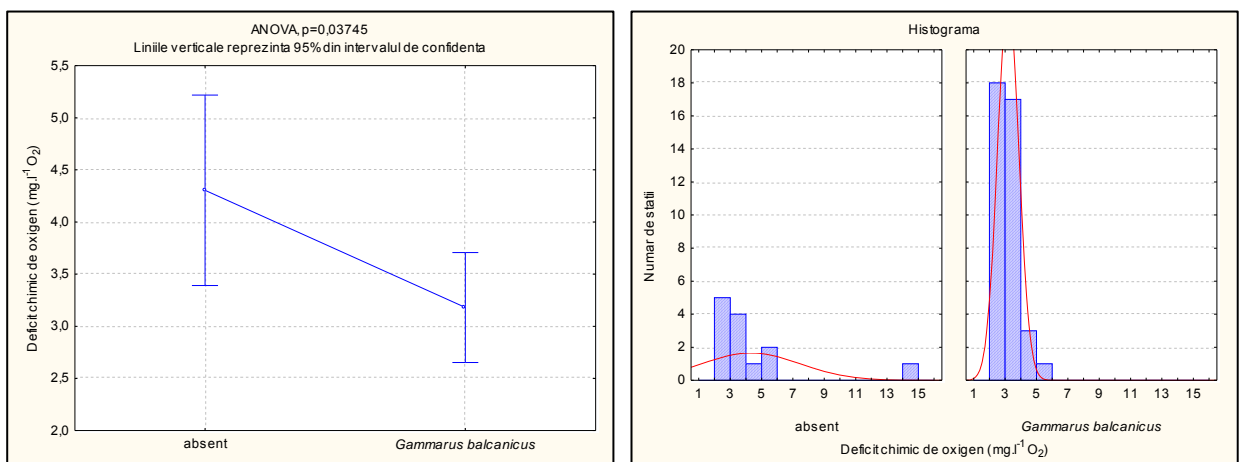


Figura 32: Testul ANOVA (stânga) și histogramele (dreapta) pentru absența/prezența speciei *G. balcanicus*, pentru deficit chimic de oxigen (CCO-Cr)

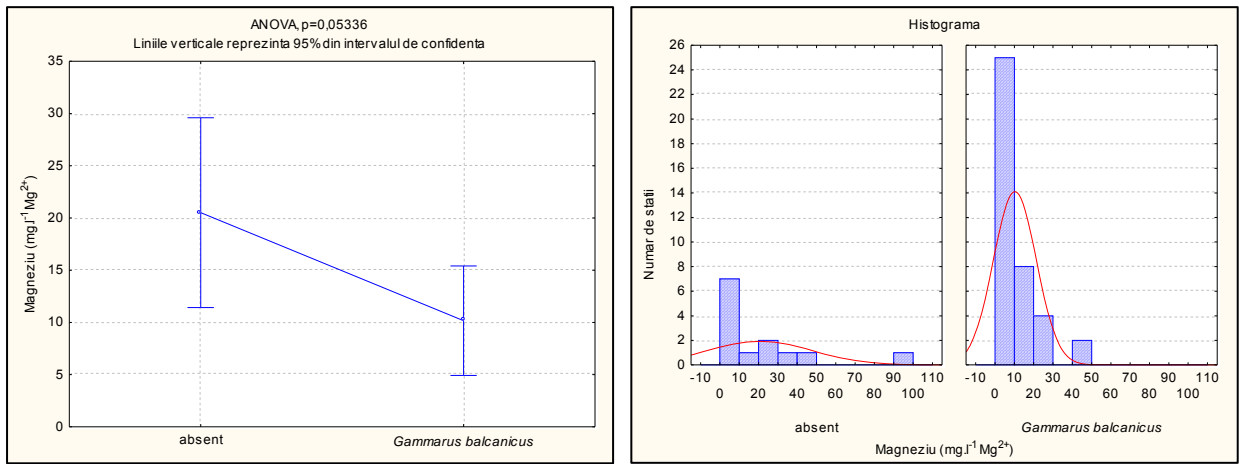


Figura 33: Testul ANOVA (stânga) și histogramele (dreapta) pentru absența/prezența speciei *G. balcanicus*, pentru magneziu

Foarte aproape de limita de confidență se află și rezultatele pentru amoniu și detergenți anionici activi (figura 34, 35).

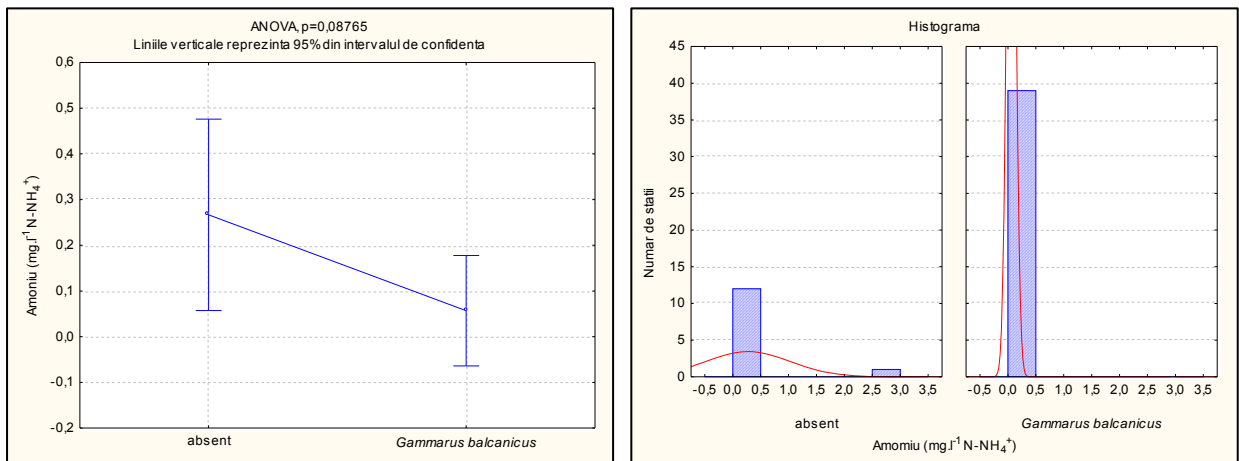


Figura 34: Testul ANOVA (stânga) și histogramele (dreapta) pentru absența/prezența speciei *G. balcanicus*, pentru amoniu

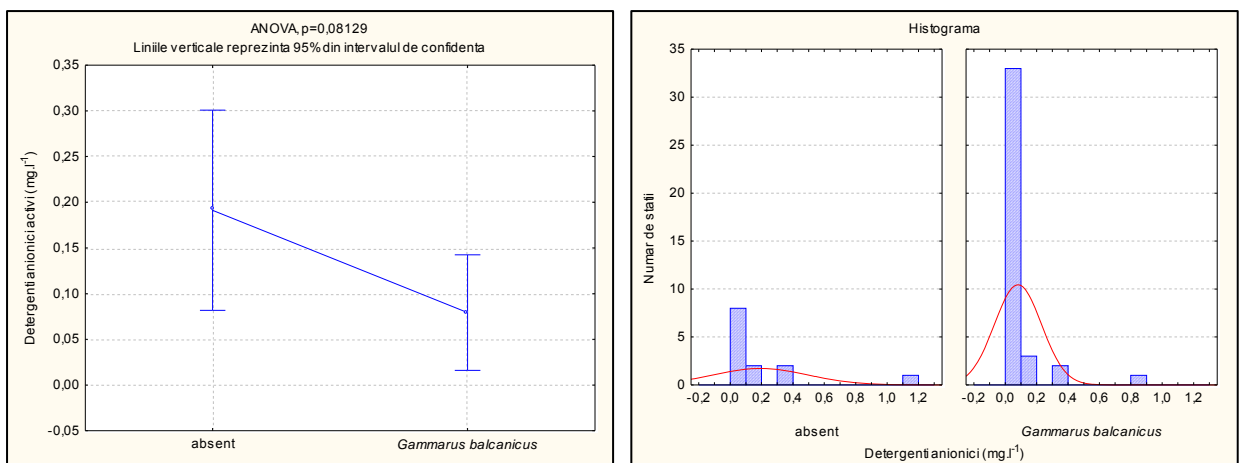


Figura 35: Testul ANOVA (stânga) și histogramele (dreapta) pentru absența/prezența speciei *G. balcanicus*, pentru detergenți anionici activi

În cazul speciei de amfipod *Gammarus fossarum* rezultatele statistice nu au trecut pragul de încredere pentru niciunul din parametri măsurați. Valori apropiate se remarcă în cazul durtății totale. Numărul mic de stații la care această specie a fost identificată face ca testul să aibă un nivel slab de relevanță.

Relația dintre chimismul apei și specia de izopod *Asellus aquaticus*

Această specie preferă habitate acvatice cu o calitate mai slabă de cât celelalte malacostracee întâlnite în Munții Aninei (Pashkova și Korotneva 2000, Hargeby 1990, Økland 1978). Testele statistice au depășit pragul de încredere pentru 4 dintre parametrii măsurați: amoniu, nitrați și nitriți (figura 36-38).

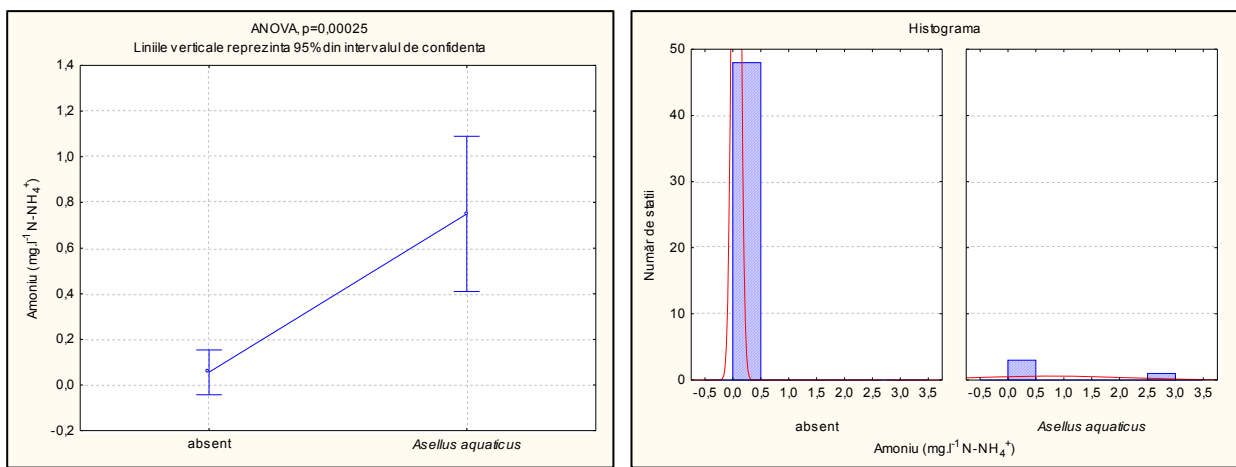


Figura 36: Testul ANOVA (stânga) și histogramele (dreapta) pentru absența/prezența speciei *A. aquaticus*, pentru amoniu

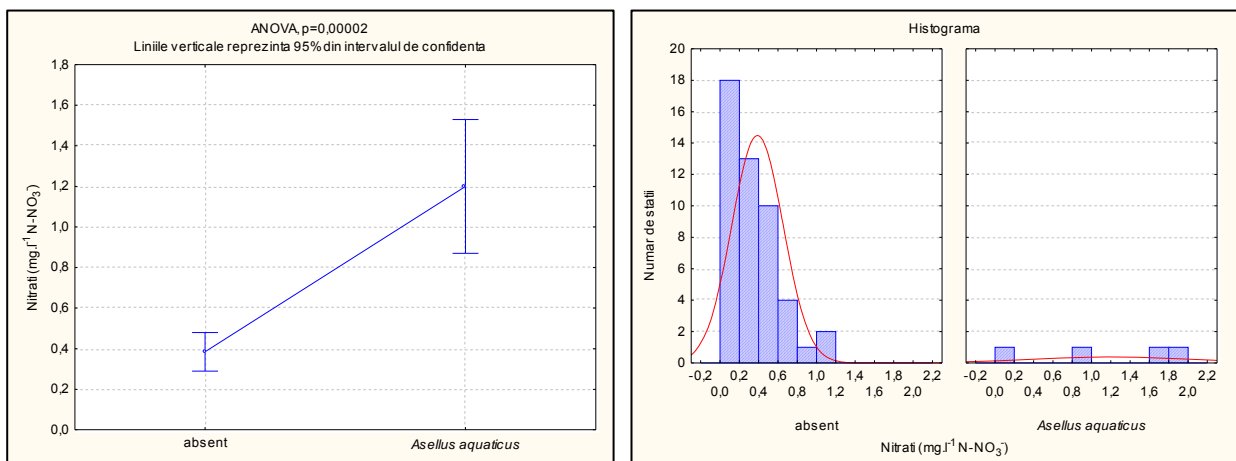


Figura 37: Testul ANOVA (stânga) și histogramele (dreapta) pentru absența/prezența speciei *A. aquaticus*, pentru nitrați

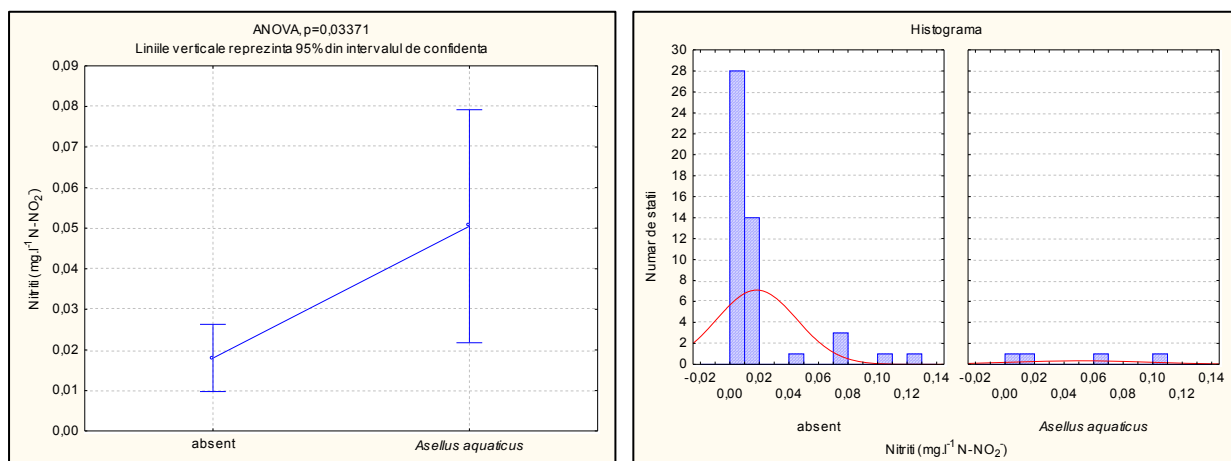


Figura 38: Testul ANOVA (stânga) și histogramele (dreapta) pentru absența/prezența speciei *A. aquaticus*, pentru nitriți

De asemenea, testele statistice arată că preferințele acestei specii de izopod pentru oxigenul dizolvat în apă nu sunt foarte ridicate (figura 39).

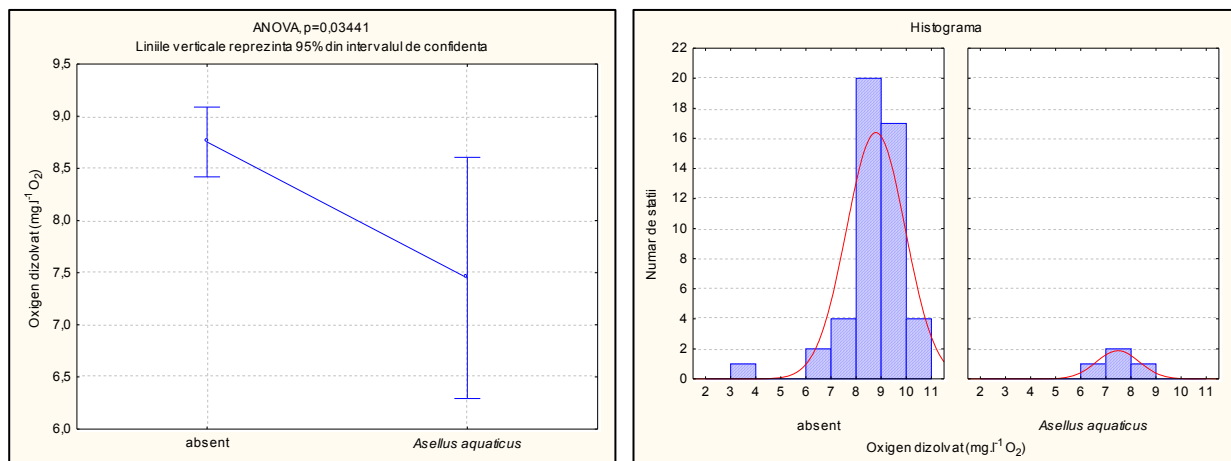


Figura 39: Testul ANOVA (stânga) și histogramele (dreapta) pentru absența/prezența speciei *A. aquaticus*, pentru oxigen dizolvat

Impactul antropic

Principalele zone cu un impact negativ asupra calității apei o constituie localitățile aflate pe curs de apă. Calitatea apei cade de obicei în clase mult inferioare clasei din amonte. Cel mai puternic impact îl au orașele Reșița și Anina asupra râurilor Bârzava și respectiv Gârliște. Tot orașul Anina influențează și calitatea pârâului Ștaier, însă într-o măsură mai mică prin cartierul Ștaierdorf. Efecte negative asupra apelor curgătoare cauzează și localitățile rurale, apa pârâielor Clocotici și Cândeni fiind atât de mult poluată, încât trece din clasa II în clasa V, iar în cazul Lăpușnic și Mocerîș calitatea apei coboară în clasa IV. Pe cursul principal al râului Nera apa este detereiorată de localitățile din amonte. La niciuna din aceste stații nu au fost găsite specii de decapode, specia întâlnită la aceste stații fiind izopodul *Asellus aquaticus*.

O situație aparte a fost întâlnită în cazul pârâului Căndeni, pârâu ce traversează satul Socolari, unde cu ocazia investigațiilor am surprins mortalitate în masă la specia *A. torrentium*, cel mai probabil spălătoriei tradiționale încă în uz. În urma observațiilor din teren am mai constatat o creștere a concentrației de fosfați la stația Beiu, la câteva zeci de metri aval de zona de campare Canton Beiu, intens frecventată de turiști în perioada de vară, faptă a reprezenta o amenințare pe termen lung asupra faunei acvatice.

Efecte de scădere a calității apei au fost constatate și acolo unde, în amonte, se executau lucrări de exploatare forestieră, efecte manifestate în special prin creșterea concentrației de fosfați. La stația Liscov exploatarea era în plină desfășurare, calitatea apei încadrându-se clasei IV datorită nitriților și în clasa III datorită fosfaților. Exploatare forestieră activă a mai fost observată în zona din amonte a pârâului Comarnic, unde apa se încadrează clasei IV datorită fosfaților. Totuși, calitatea apei acestor stații nu deteriorează semnificativ fauna de malacostracee, însă transportul acestui compus în aval poate determina eutrofizarea lacurilor de acumulare (DePinto *et al.* 1981, Sharpley 1993).

Efecte negative în privința scăderii calității apei se înregistrează și după trecerea pârâielor prin barajele artificiale de acumulare, o situație relevantă fiind Lacul Văliug. Aici apa Bârzavei cade din clasa III în clasa IV de calitate, ne mai prezentând în fauna bentonică nicio specie de malacostraceu, revenind la clasa III în aval. În cazul lacurilor mai mici se constată că apa nu-și modifică semnificativ parametrii de calitate. Un efect negativ asupra calității apei s-a înregistrat și în zona din amonte a pârâului Poneasca, zonă în care se executau lucrări pentru construcția barajului de acumulare.

CONCLUZII

Ca urmare a cercetărilor efectuate asupra malacostraceelor acvatice în habitatele lotice ale Munților Aninei, se desprind principalele concluzii.

► Au fost identificate două specii aparținând decapodelor: racul-de-râu – *Astacus astacus* (Linnaeus 1758) și racul-de-ponoare – *Austropotamobius torrentium* (Schrank 1803); trei specii de amfipode: *Gammarus balcanicus* Schäferna 1922, *Gammarus fossarum* Koch, în Panzer 1835 și *Gammarus roeseli* Gervais 1835; una de izopode acvatice *Asellus aquaticus* (Linnaeus 1758). Nu au fost identificate specii de malacostracee invazive în apele din Munții Aninei.

► Decapodul *Austropotamobius torrentium* poate fi întâlnit în toate cele trei bazine hidrografice, însă frecvența cea mai mare s-a dovedit a fi în bazinul hidrografic Nera. Decapodul *Astacus astacus* trăiește doar în bazinele Bârzava și Caraș, cel mai frecvent fiind întâlnit în stațiile aflate în bazinul râului Caraș.

► Cea mai frecventă specie de amfipod este *Gammarus balcanicus*, întâlnită în apele celor trei bazine investigate. *Gammarus fossarum* lipsește din apele bazinului hidrografic al râului Nera. Specia *Gammarus roeseli* a fost găsită doar în probele colectate din bazinul Caraș, cu o frecvență mai mică de cât a celorlalte specii de amfipode.

► Izopodul *Asellus aquaticus* a fost găsit cu frecvență scăzută, în probele provenite din toate cele trei bazine investigate.

► Cel mai frecvent au fost găsite malacostracee în ape cu tip de curgere rapidă sau moderată. În ceea ce privește preferința pentru granulația substratului, pietrele și pietrișul s-au dovedit a fi cele mai frecventate de specii. Habitatele din preajma apelor au fost predominant reprezentate de păduri de foioase și amestec, asigurând astfel un grad de umbrire ridicat. Altitudinea are un caracter important în distribuție pentru *Astacus astacus*, *Gammarus balcanicus* și *Gammarus fossarum*.

► Prelucrarea statistică a datelor de distribuție a speciilor, în corelație cu valorile parametrilor chimici măsurați la fiecare din cele 52 de stații investigate în Munții Aninei, scoate în evidență nivelul optim pentru fiecare specie.

- Intoleranța față de amoniu se manifestă doar în cazul amfipodului *Gammarus balcanicus* în timp ce pentru izopodul *Asellus aquaticus* rezultatele arată că specia tolerează bine valori foarte ridicate.
- Nitrații au un efect negativ asupra prezenței speciilor în cazul decapodului *Austropotamobius torrentium*, dar în același timp specia *Asellus aquaticus* manifestă toleranță pentru valori ridicate.
- Prezența nitriților în apă este slab tolerată de către ambele specii de decapode, precum și de amfipodul *Gammarus balcanicus*, în timp ce izopodul *Asellus aquaticus* manifestă o toleranță ridicată și în cazul acestui parametru.
- Fosfații nu influențează semnificativ distribuția decapodelor, însă amfipodul *Gammarus balcanicus* evită stațiile cu concentrații mari, deși a fost întâlnit și la valori apropiate de limita maximă.
- Cantitatea de oxigen dizolvat s-a dovedit a fi un factor determinant pentru distribuția decapodului *Austropotamobius torrentium* și amfipodul *Gammarus balcanicus*, aceste specii preferând valori ridicate.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. **Ahem D., England J., Ellis E.** (2008): The virile crayfish, *Orconectes virilis* (Hagen, 1870) (Crustacea: Decapoda: Cambaridae), identified in the UK. *Aquatic Invasions* 3 (1): 102-104
2. **Amy L., Downing Kristen M., DeVanna C., Rubeck-Schurtz N., Tuhela L., Grunkemeyer H.** (2008): Community and ecosystem responses to a pulsed pesticide disturbance in freshwater ecosystems. *Ecotoxicology* 17 (6): 539-548
3. **Arbačiuskas K., Semenchenko V., Grabowski M., Leuven R.S.E.V., Paunović M., Son M.O., Csányi B., Gumuliauskaitė S., Konopacka A., Nehring S., Velde G., Vezhnovetz V., Panov V.** (2008) Assessment of biocontamination of benthic macroinvertebrate communities in European inland waterways, *Aquatic Invasions*, 3 (2): 211-230
4. **Bacela K., Grabowski M., Konopacka A.** (2008): *Dikerogammarus villosus* (Sowinsky, 1894) (Crustacea, Amphipoda) enters Vistula – the biggest river in the Baltic basin. *Aquatic Invasions*, 3 (1): 95-98
5. **Băcescu M.C.** (1967): Fauna Republicii Socialiste România - Crustacea, Decapoda, Editura Academiei Republicii Socialiste România, București, 4
6. **Bănărescu P., Oprescu T.** (1971): Ihtiofauna Râului Nera și ocrotirea ei, Ocrotirea Naturii, București, 15 (2): 139-148
7. **Bennet E., Carpenter S.R., Caraco N.F.** (2008): Human Impact on Erodable Phosphorus and Eutrophication: A Global Perspective Increasing accumulation of phosphorus in soil threatens rivers, lakes, and coastal oceans with eutrophication. *BioScience*, 51 (3): 227–234
8. **Bleahu M., Rusu T.** (1965): Carstul din România. O scurtă privire de ansamblu, *Lucrările Institutului de Speologie „Emil Racoviță”*, 4
9. **Broquet T., Thibault M., Neveu A.** (2002): Distribution and habitat requirements of the white-clawed crayfish, *Austropotamobius pallipes*, in a stream from the Pays de Loire region, France: an experimental and descriptive study. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 367: 717-728.
10. **Burba A., Vaitkute N., Kaminskienė B.** (1999): Morphometrics of crayfish species and relationship to the trophic level of waterbodies. *Freshwater Crayfish* 12: 98-106
11. **Buřič M., Koči L., Petrusek A., Kouba A., Kozák P.** (2009): Invaders eating invaders: potential trophic interactions between the amphipod *Dikerogammarus villosus* and juvenile crayfish *Orconectes limosus*. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 394-395

12. **Camargo J.A., Alonso A.** (2006): Ecological and toxicological effects of inorganic nitrogen pollution in aquatic ecosystems: A global assessment. *Environmental International* 32: 831-849.
13. **Camargo J.A., Alonso A., Salamanca A.** (2005): Nitrate toxicity to aquatic animals: a review with new data for freshwater invertebrates. *Chemosphere* 58: 1255–1267.
14. **Cărăușu S., Dobreanu E., Manolache C.** (1955): Fauna Republicii Populare Române, Crustaceea, Amphipoda, forme salmastre și de apă dulce, Academia Republicii Populare Române, București, 4 (4)
15. **Cheng S.Y., Chen J.C.** (2002): Study on the oxyhemocyanin, deoxyhemocyanin, oxygen affinity and acid–base balance of *Marsupenaeus japonicus* following exposure to combined elevated nitrite and nitrate. *Aquatic Toxicology* 61: 181–93
16. **Chucholl C., Daudey T.** (2008): First record of *Orconectes juvenilis* (Hagen, 1870) in eastern France: update to the species identity of a recently introduced orconectid crayfish (Crustacea: Astacida). *Aquatic Invasions* 3 (1): 105-107
17. **Convenția de la Berna** (1979): Bern Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats, and all further recommendation and resolutions
18. **DePinto J.V., Young T.C., Martin S.C.** (1981): Algal-available phosphorus in suspended sediments from lower Great Lakes tributaries. *Journal of Great Lakes Research*, 7 (3): 311-325
19. **Donato D.B., Nichols O., Possingham H., Moore M., Ricci P.F., Noller B.N.** (2007): A critical review of the effects of gold cyanide-bearing tailings solutions on wildlife. *Environment international* 33: 974-984
20. **Dorn N., Urgelles R., Trexler C.** (2005): Evaluating active and passive sampling methods to quantify crayfish density in a freshwater wetland, *Journal of the North American Benthological Society*, 24 (2): 346-356
21. **Eaton A.D., Clesceri L.S., Rice E.W., Greenberg A.E., Franson M.A.H.** (2005): Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater: Centennial Edition (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater). American Public Health Association
22. **Entz G.** (1912): Uber die Flußkrebse Ungarns. *Mathematischen Naturwissenschaftlichen Berichte aus Ungarn*, 30 (2): 67-125
23. **European Communities** (1992): Council Directive (92/43/EEC) on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. The Council of European Communities
24. **Eversole A.G., Seller B.** (1996): Comparison of relative crayfish toxicity values. *Freshwater Crayfish*, 11: 274-285

25. **Foster J., Turner C.** (1993): Toxicity of field simulated farm waste episodes to the crayfish *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet): elevated ammonia and reduced dissolved oxygen concentrations. *Freshwater crayfish* 9: 249-258
26. **Füreder L., Oberkofler B., Hanel R., Leiter J., Thaler B.** (2003): The freshwater crayfish *Austropotamobius pallipes* in South Tyrol: heritage species and bioindicator. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 370/371: 79-95
27. **Grabowski M., Jazdzewski K., Konopacka A.** (2005): Alien Crustacea in Polish water – Introduction and Decapoda. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 34 (1): 43-61
28. **Grabowski M., Konopacka A., Jazdzewski K., Janowska E.** (2006): Invasions of alien gammarid species and retreat of natives in the Vistula Lagoon (Baltic Sea, Poland). *Helgoland Marine Research*, 60: 90-97
29. **Grandjean F., Momon J., Bramard M.** (2003): Biological water quality assessment of the white-clawed crayfish habitat based on macroinvertebrate communities: usefulness for its conservation. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 370/371: 115-125
30. **Hargeby A.** (1990): Effects of pH, humic substances and animal interactions on survival and physiological status of *Asellus aquaticus* L. and *Gammarus pulex* (L.). *Oecologia*, 82 (3): 348-354
31. **Henttonen P., Huner J.V.** (1999): The introduction of alien species of crayfish in Europe: A historical introduction, În: **Gherardi F., Holdich D.M.** (Editori) *Crayfish in Europe as alien species. How to make the best of a bad situation?* *Crustacean Issues* 11, A.A. Balkema, Rotterdam: 13-22
32. **Holdich D.M.** (2002): Present distribution of crayfish in Europe and some adjoining countries. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 367 (4): 611-650
33. **Holdich D.M., Black J.** (2007): The spiny-cheek crayfish *Orconectes limosus* (Rafinesque, 1917) [Crustacea: Decapoda: Cambaridae], digs into the UK. *Aquatic Invasions*, 2 (1): 1-15
34. **Holdich D.M., Pöckl M.** (2007): Invasive crustaceans in European inland waters, În: **Gherardi F.** (Editor) *Freshwater bioinvaders: profiles, distribution, and threats*, Springer: 29-75
35. **Hu P.C., Tuvell M.C.** (1988): Effect of water hardness ions on the solution properties of an anionic surfactant. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 65 (8), 1340-1345
36. **Hudina S., Maguire I., Klobučar G.I.V.** (2008): Spatial dynamics of the noble crayfish (*Astacus astacus*, L.) in the Paklenica National Park. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 388, 1-12
37. **Janský V., Kautman V.** (2007): Americký rak *Orconectes limosus* (Crustacea: Decapoda: Cambaridae) už aj na Slovensku. *Acta Rer. Natur. Mus. Nat. Slov*, 53: 21-25

38. **Jensen F.B.** (1996): Uptake, elimination and effects of nitrite and nitrate in freshwater crayfish (*Astacus astacus*). *Aquatic Toxicology*, 34: 95-104
39. **Jensen F.B.** (2003): Nitrite disrupts multiple physiological functions in aquatic animals. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 135A: 9-24
40. **Kozák P., Máchová J., Polícar T.** (2005): The effect of chloride content in water on the toxicity of sodium nitrite for spiny-cheek crayfish (*Orconectes limosus* Raf.). *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 376/377: 705-714
41. **Laurent P.J.** (1985): Une station d'écrevisses à pieds blancs: *Austropotamobius pallipes* Lere. (Decapoda-Astacidae) en zone périurbaine. *Bulletin de la société linnéenne de Lyon* 3: 77-88
42. **McLaughlin A., Mineau P.** (1995): The impact of agricultural practices on biodiversity. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 55 (3): 201-212
43. **Muxika I., Borja A., Bald J.** (2007): Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin*, 55: 16–29
44. **Naura M., Robinosn M.** (1998): Principles of using River Habitat Survey to predict the distribution of aquatic species: an example applied to the native white-clawed crayfish *Austropotamobius pallipes*. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 8: 515–527
45. **Økland K.A.** (1978): Life history and growth of *Asellus aquaticus* (L.) in relation to environment in a eutrophic lake in Norway. *Hydrobiologia*, 59 (3): 243-259
46. **Ouyang Y., Nkedi-Kizza P., Wu Q.T., Shinde D., Huang C.H.** (2006): Assessment of seasonal variations in surface water quality. *Water Research*, 40: 3800 – 3810
47. **Papadopol N., Diaconu G.** (1987): Contributions to the knowledge of the morphology of the astacid crayfishes from Romania. *Travaux du Muséum d'Histoire Naturelle "Grigore Antipa"*, 29: 55-62
48. **Pashkova I.M., Korotneva N.V.** (2000): Effects of Elevated Temperature on Sex Ratio in a Population of Hog Slaters (*Asellus aquaticus* L.). *Biology Bulletin*, 27 (6): 642-645
49. **Payne J.F.** (1986): Factors influencing patterns of crayfish distribution. *Freshwater Crayfish* 6: 100-110
50. **Pârvulescu L.** (2009): Traditional laundry becomes crayfish killer (Cândeni case study). *Crayfish news* 31 (1): 5-6
51. **Pârvulescu L., Paloş C., Molnar P.** (2009): First record of the spiny-cheek crayfish *Orconectes limosus* (Rafinesque, 1817) (Crustacea: Decapoda: Cambaridae) in Romania. *North-Western Journal of Zoology* 5 (2): 424-428

52. **Petrovici M.** (2009): Evaluarea calității râului Crișul Repede, utilizând larvele de efemeroptere (Insecta: Ephemeroptera) ca bioindicatori. Editura Universității din Oradea: 272 pp
53. **Radu V.Gh.** (1983): Fauna Republicii Socialiste România, Crustacea – Isopoda: Oniscoidea, Oniscoidee inferioare, Volumul IV, Fascicula 13. Editura Academiei Republicii Socialiste România, 168 pp
54. **Radu V.Gh.** (1985): Fauna Republicii Socialiste România, Crustacea – Isopoda: Subordinul Oniscoidea, Familia Crinochaeta, Volumul IV, Fascicula 14. Editura Academiei Republicii Socialiste România, 158 pp
55. **Rathore R.S., Khangarot B.S.** (2002): Effects of water hardness and metal concentration on a freshwater *Tubifex tubifex* Muller. *Water, Air & Soil Pollution* 142 (1-4): 341-356
56. **Russo R.C.** (1985): Ammonia, nitrite and nitrate. În: **Rand G.M., Petrocelli S.R.** (Editori) *Fundamentals of aquatic toxicology*. Hemisphere Publishing Corporation, Washington DC: 455–471
57. **Shrestha S., Kazama F.** (2007): Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: A case study of the Fuji river basin, Japan. *Environmental Modelling & Software*, 22: 464-475
58. **Sencu V.** (1978): Munții Aninei, Editura Sport-Turism, București
59. **Sharpley A.N.** (1993): An innovative approach to estimate bioavailable phosphorus in agricultural runoff using iron oxide-impregnated paper. *Journal of environmental quality*, 22 (3): 597-601
60. **Simeonov V., Stratis J.A., Samara C., Zachariadis G., Voutsas D., Anthemidis A., Sofoniou M., Kouimtzis Th.** (2003): Assessment of the surface water quality in Northern Greece. *Water Research*, 37: 4119–4124
61. **Sket B.** (1996a): *Austropotamobius torrentium* In: IUCN 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.2. <www.iucnredlist.org>. accesat în 15 februarie 2010
62. **Sket B.** (1996b): *Astacus astacus* In: IUCN 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.2. <www.iucnredlist.org>. accesat în 15 februarie 2010
63. **Smith R.V., Lennox S.D., Jordan C., Foy R.H., McHale E.** (2007): Increase in soluble phosphorus transported in drainflow from a grassland catchment in response to soil phosphorus accumulation. *Soil Use and Management*, 11 (4): 204-209
64. **Souty-Grosset C., Schultz R., Madec J.** (2005): Roundtable 1 Crayfish protection programmes in Europe. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 376/377: 797-607

65. **Souty-Grosset C., Holdich D.M., Noël P.Y., Reynolds J.D., Haffner P.** (Editori). (2006): Atlas of Crayfish in Europe. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, (Patrimoines naturels, 64)
66. **Tahon J.P., Van Hoof D., Vinckier C., Witters R., DeLey M., Lontie R.** (1988): The reaction of nitrite with the haemocyanin of *Astacus leptodactylus*. *Biochemical Journal* 249: 891–896
67. **Troschel H.J.** (1997): Distribution and ecology of *Austropotamobius pallipes* in Germany. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 347: 639-647
68. **Vlach P., Fischer D., Hulec L.** (2009): Microhabitat preferences of the stone crayfish *Austropotamobius torrentium* (Schrank, 1803). *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 394/395: 13 pp
69. **Wang X., Lu Y., Han J., He G., Wang T.** (2006): Identification of anthropogenic influences on water quality of rivers in Taihu watershed. *Journal of Environmental Sciences*, 19: 475–481
70. **Wang X., Lu Y., He G., Han J., Wang T.** (2007): Exploration of relationships between phytoplankton biomass and related environmental variables using multivariate statistic analysis in a eutrophic shallow lake: A 5-year study. *Journal of Environmental Sciences*, 19: 920–927
71. **Westman K.** (1985): Effect of habitat modification on freshwater crayfish. In: **Alabaster J.S.** (Editor): *Habitat modification and freshwater fisheries*: 245-255