

Universitatea „Babeș-Bolyai” Cluj-Napoca
Facultatea de Biologie și Geologie
Catedra de Taxonomie și Ecologie

**Studiul ecologic al comunităților de efemeroptere (Insecta:
Ephemeroptera) în unele ecosisteme din bazinul superior al
Someșului Mic**

-Rezumat al tezei de doctorat -

Coordonator științific:
M. c. al Academiei Române
C. S. I dr. **Dan Munteanu**

Doctorand:
Anca – Domnica Avram

2011

Cuprinsul tezei

Introducere	1
--------------------	----------

Partea întâi: Aspecte generale

1. Scurt istoric al cercetărilor asupra efemeropterelor pe plan internațional și național	3
2. Efemeropterele (Insecta: Ephemeroptera), caracterizare generală	5
2.1. Originea și evoluția efemeropterelor	5
2.2. Clasificarea și filogenia efemeropterelor	5
2.3. Biologia și ecologia efemeropterelor	6
2.4. Distribuția și abundența efemeropterelor	18
2.5. Importanța studierii efemeropterelor	20
2.6. Impactul uman asupra efemeropterelor	22
3. Caracterizarea fizico-geografică a bazinului hidrografic al Someșului Mic	26
3.1. Geologia și geomorfologia	26
3.2. Caracteristicile hidrologice	28
3.3. Factorii climatici și vegetația	29
3.4. Amenajările hidroenergetice	31
4. Localizarea și caracterizarea stațiilor de prelevare a probelor	33
5. Material și metode	46
5.1. Programul de colectare a probelor	46
5.2. Metode de conservare și preparare a larvelor de efemeroptere	49
5.3. Analize statistice	49
5.4. Lista de abrevieri	51

Partea a doua. Rezultate și discuții

6. Parametrii fizico-chimici ai apei	53
7. Comunitățile de nevertebrate bentonice din zona studiată	60
7.1. Frecvența, abundența numerică procentuală și densitatea grupelor de macronevertebrate bentonice, în probele analizate	60
7.2. Ephemeroptera parte integrantă a comunităților zoobentonice	72
8. Structura și diversitatea comunităților de efemeroptere din zona studiată	78
8.1. Compoziția specifică a comunităților de efemeroptere din zona studiată	78

8.2. Frecvența, abundența numerică procentuală, densitatea și dinamica lunară a larvelor de efemeroptere	85
8.3. Modele de distribuție spațială ale larvelor de efemeroptere	124
8.4. Diversitatea, echitabilitatea și similaritatea comunităților de efemeroptere din zona studiată	129
8.5. Influența factorilor abiotici asupra comunităților de efemeroptere	133
9. Driftul în comunitățile de efemeroptere	137
Concluzii	154
Bibliografie	157
Anexe	

Cuvinte cheie: ecologie acvatică, efemeroptere (Ephemeroptera), drift, Someș Mic

Introducere

Efemeropterele constituie un ordin relativ mic de insecte, din care până în prezent au fost descrise la nivel global, peste 3000 de specii, încadrate în 42 de familii și peste 400 de genuri (Barber-James și colab., 2008). Linneus, în 1758 distinge 11 specii de efemeroptere, pe care le-a încadrat într-un singur gen, *Ephemera*, în cadrul ordinului Neuroptera (după Sartori, 2001). În sec. al XIX-lea Pictet (1843) și Eaton (1883-1888) continuă cercetările asupra acestor organisme, iar în prima parte a secolului al XX-lea noi specii sunt descrise de Bengtsson, Esben-Petersen, Klapalek, Mikulski, Schoenemund și Ulmer (după Sartori, 2001). După al doilea război mondial, numărul studiilor faunistice prezintă o creștere semnificativă datorită activității lui Grandi, Jacob, Kimmins, Landa, Macan, Müller-Liebenau, Puthz, Sowa, Thomas, Edmunds, Soldán, Bauernfeind, Godunko și Klonowska-Olejnik (după Sartori, 2001).

Obiectivele tezei

- Evaluarea diversității comunităților de efemeroptere din bazinul superior al Someșului Mic
- Studiul ecologic al comunităților de efemeroptere din zona studiată corelate cu parametrul de mediu măsurați
- Studiul fenomenului de drift în comunitățile de efemeroptere

Contribuții originale ale studiului

Semnalarea a două specii de efemeroptere noi pentru fauna României.

Analiza fenomenului de drift în comunitățile de efemeroptere este abordată pentru prima dată în România.

Aspectele ecologice abordate, privind comunitățile de efemeroptere și relația acestora cu parametrul de mediu, sunt realizate pentru prima dată în bazinul superior al Someșului Mic.

Menționez că o parte din realizarea acestui studiu a fost finanțată din proiectul CNCSIS tip A, cod 199/2003 (director proiect prof. dr. Claudiu Tudorancea) și din proiectul CNCSIS tip Td, cod 243/2007 (director proiect, Anca Avram).

1. Scurt istoric al cercetărilor asupra efemeropterelor, pe plan internațional și național

Acest capitol cuprinde o scurtă sinteză bibliografică a unor lucrări publicate pe plan internațional și național, asupra studiului taxonomic și ecologic al ordinului Ephemeroptera.

2. Efemeropterele (Insecta: Ephemeroptera), caracterizare generală

În acest capitol au fost prezentate date sintetizate din literatura referitoare la originea, evoluția, clasificarea, filogenia, biologia, ecologia, distribuția, abundența, importanța ordinului Ephemeroptera și impactul uman asupra acestor insecte.

Ephemeroptera este un ordin ancestral de insecte, datând din Carboniferul târziu – începutul Permianului, de aproximativ 290 milioane de ani (Brittain și Sartori, 2003; Barber - James și colab., 2008). Se consideră că au atins diversitatea maximă în Mezozoic (Brittain și Sartori, 2003). Ele sunt considerate ca fiind cele mai vechi și mai primitive grupe de insecte existente în prezent (Edmunds și McCafferty, 1988).

Încadrarea sistematică a ordinului Ephemeroptera este următoarea (Thomas și Belfiore, 2011)

Regnul Animalia

Subregnul Eumetazoa

Încrângătura Hexapoda

Subîncrângătura Hexapoda

Clasa Insecta

Ordinul Ephemeroptera

Efemeropterele sunt insecte hemimetabole, adică morfologia larvelor (nimfe) se apropie progresiv de cea a stadiului de imago (adult), iar trecerea la stadiul imaginal se efectuează fără metamorfoză completă. (Brittain, 1982). Ciclul de viață al efemeropterelor cuprinde următoarele stadii: perioada de creștere a larvelor, cuprinzând inclusiv emergența și perioada de zbor a insectelor aripate (atât subimago, cât și imago). Ouăle și stadiile larvare sunt acvatice, iar subimago și imago sunt terestre.

Se consideră că datorită fragilității adulților și a vieții lor scurte, efemeropterele au o capacitate destul de limitată de dispersie. Ele se găsesc în aproape toate apele dulci din lume,

cu excepția Antarcticii și a unor insule oceanice (Barber - James și colab., 2008), dar au o diversitate mult mai ridicată în apele curgătoare, comparativ cu apele stagnante (Bogoescu, 1958; Brittain și Sartori, 2003; Barber - James și colab., 2008), iar unele specii pot trăi și în ecosisteme cu apă salmastră (Barber - James și colab., 2008).

Importanța deosebită a acestor insecte rezidă din aceea că acestea sunt specii cheie, prezența lor fiind considerată un indicator al gradului de troficitate în ecosistemele acvatice (Barbour și colab., 1999; Bauernfeind și Moog, 2000), ele având un rol central în sistemul saprobilor (Sowa, 1980). Efemeropterele au de asemenea și un rol trofic foarte însemnat în ecosistemele acvatice, ce rezidă din diversitatea grupelor funcționale. (Morse și colab., 1997; Barber - James și colab., 2008). De asemenea pe parcursul ciclului lor de dezvoltare, constituie hrana multor grupe de organisme (Hynes, 1970; Brittain, 1982; Brittain și Sartori, 2003).

3. Caracterizarea fizico - geografică a bazinului hidrografic al Someșului Mic

Râul Someșul Mic este situat în partea de nord-vest a Depresiunii Colinare a Transilvaniei și face parte din bazinul hidrografic Someș (Ujvari, 1972). Bazinul hidrografic al Someșului Mic ocupă o suprafață de 3773 km². Râul are o lungime de 178 km și un debit mediu multianual de 14,5 m³/s la Cluj - Napoca (Sofronie, 2000). Someșul Mic se formează din două râuri de munte: Someșul Cald și Someșul Rece. Acestea se unesc la poalele estice ale Munților Gilău, în comuna Someșul Rece. Râul Someșul Cald este considerat a fi izvorul Someșului Mic.

Someșul Cald are lungimea de 64 km, suprafața bazinului de drenaj fiind de 534 km². Acesta izvorăște de sub vârful Piatra Arsă (1550 m altitudine), din masivul central Bihor – Vlădeasa, dintr-o regiune calcaroasă (triasic - jurasică) cu fenomene carstice.

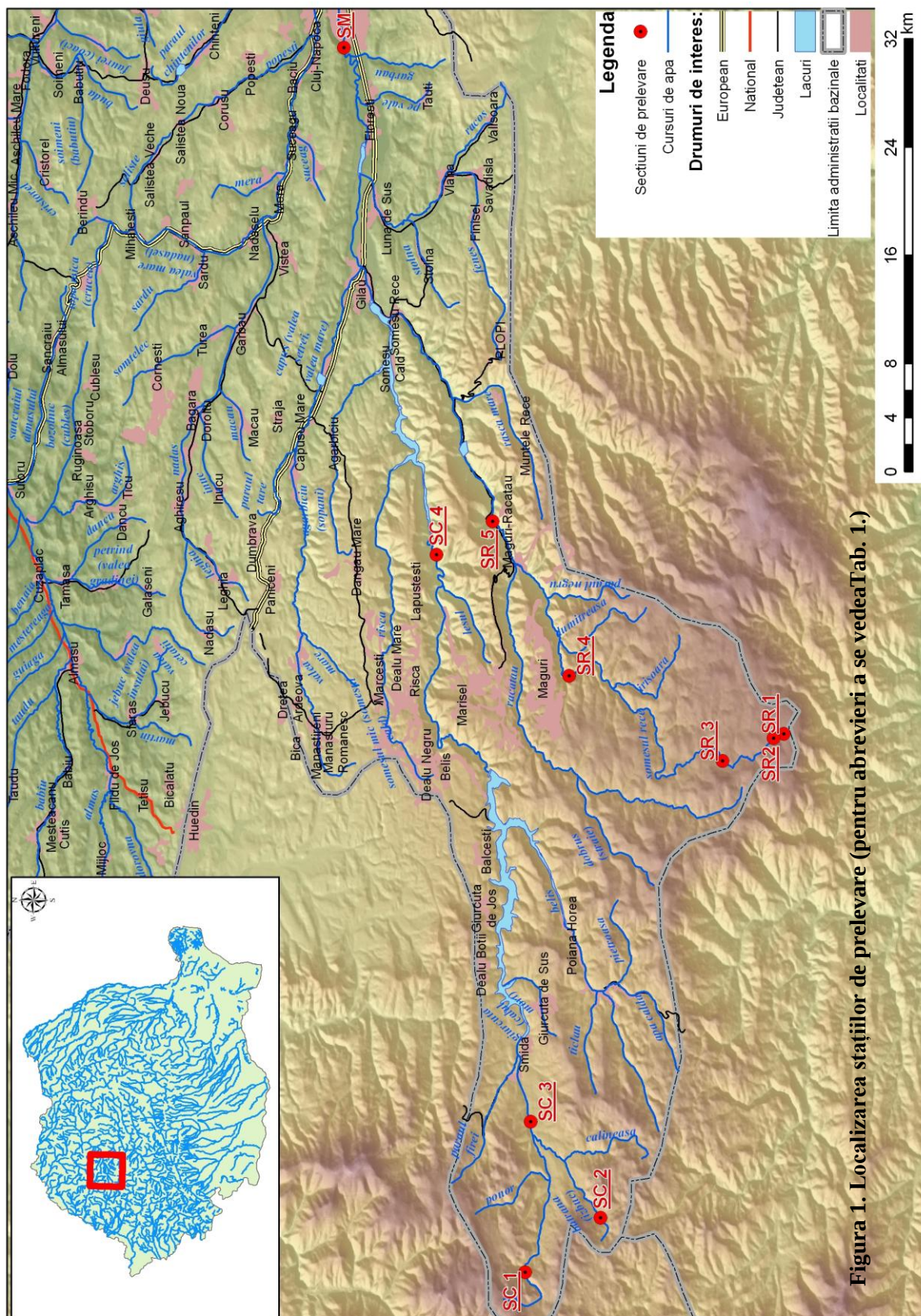
Someșul Rece are lungimea de 45 km, suprafața bazinului de drenaj fiind de 335 km². Izvorăște din Muntele Mare, de sub vârful Runcului (1609 m). Someșul Rece drenează prin afluenții săi, partea centrală a Munților Gilaului (Gîștescu, 1990).

4. Localizarea și caracterizarea stațiilor de prelevare a probelor

În programul de colectare al probelor au fost incluse 10 stații de prelevare, patru dintre acestea situate în bazinul Someșului Cald (trei pe cursul principal și una pe afluentul Bătrâna), cinci pe cursul Someșului Rece și una pe râul Someșul Mic în amonte de localitatea Cluj – Napoca (Fig. 1.). În tabelul 1 sunt prezentate denumirile stațiilor, codul utilizat pentru fiecare stație, altitudinea, coordonatele GPS, adâncimea maximă și lățimea albiei.

Tabel 1. Date privind localizarea, adâncimea maximă și lățimea albiei la stațiile de prelevare studiate

Codul și denumirea stațiilor de prelevare	Altitudine (m)	Coordonate GPS	Adâncimea maximă (m)	Lățimea albiei (m)
SC 1 Someșul Cald - aval chei	1177	N 46°38'38,7'' E 22°43'38,3''	0,30	5
SC 2 afluent Bătrâna	1198	N 46°35'38,1'' E 22°45'48''	0,40	4
SC 3 Someșul Cald - amonte Doda Pili	1025	N 46°38'25,2'' E 22°49'38,1''	0,60	25
SC 4 Someșul Cald - amonte lac Tarnița	561	N 46°42'10,8'' E 23°12'15,1''	0,50	8
SR 1 Someșul Rece - izvoare	1512	N 46°28'19,9'' E 23°05'5,4''	0,40	0.5
SR2 Someșul Rece - amonte Blăjoaia	1350	N 46°28'44'' E 23°04'55,4''	0,50	4
SR 3 Someșul Rece - aval Blăjoaia	1271	N 46°30'46,1'' E 23°04'0,7''	0,40	12
SR 4 Someșul Rece - aval aducțiunea din bazinul Arieșului	1035	N 46°36'53,7'' E 23°07'25,8''	0,70	20
SR 5 Someșul Rece - aval Măguri - Răcătau	662	N 46°39'56,6'' E 23°13'34''	0,40	8
SM Someșul Mic - amonte Cluj - Napoca	354	N 46°45'51,3'' E 23°32' 28,8''	0,60	35



5. Material și metode

Probele cantitative de nevertebrate bentonice (zoobentos) au fost prelevate lunar în perioada martie - noiembrie, în anii 2003 - 2004 pe râul Someșul Cald și în perioada martie - noiembrie, în anul 2003 la stațiile de pe râul Someșul Rece și Someșul Mic. În majoritatea cazurilor au fost prelevate câte 3 probe de la fiecare stație, în total fiind analizate 264 de probe cantitative.

Pentru prelevarea probelor cantitative s-a folosit bentometrul de tip Surber cu o suprafață de 1060 cm², în anul 2003, iar în 2004 unul cu o suprafață de 900 cm² și fileul cu ochiuri de 250 μm. Probele au fost conservate pe teren cu formaldehidă 38%, fiind depozitate în bidoane de plastic.

Probele de drift au fost colectate pe durata a 24 de ore, la un interval de 3 ore, în data de 10 - 11 august 2005 cu ajutorul unui fileu confecționat dintr-o ramă metalică cu lungimea și înălțimea de un metru, prevăzut cu pânză cu ochiurile de 250 μm. Două filee au fost amplasate în albia râului, unul la distanța de 1,5 m de malul stâng, iar celălalt la 1 m de malul drept. S-au prelevat organismele care au fost colectate pe durata a 30 min la următoarele intervale orare: 9 - 9³⁰, 12 - 12³⁰, 15 - 15³⁰, 18 - 18³⁰, 21 - 21³⁰, 24 - 24³⁰, 3 - 3³⁰, 6 - 6³⁰.

Concomitent cu colectarea probelor biologice s-au măsurat și o serie de parametri fizico-chimici ai apei cu următoarele aparate portabile (Fig. 5.2): temperatura apei (T) (°C) și cantitatea de oxigen dizolvat (O₂) (mg/L) s-au măsurat cu oxigenmetrul tip YSI Model 52, conductivitatea apei (CE) (μS/cm) și salinitatea (mg/L) s-au măsurat cu aparatul portabil CONSORT Model K 911, iar pH-ul s-a măsurat cu pHmetrul portabil CONSORT Model P 902.

Trierea materialului s-a făcut în laborator la stereomicroscop Nikon SMZ645, după ce probele au fost spălate sub jet de apă pentru a îndepărta formaldehida. Organismele separate pe grupe majore au fost transferate în tubușoare cu etanol 70%, până la prelucrarea completă.

Larvele de efemeroptere, care au fost conservate inițial în formaldehidă, au fost transferate ulterior în tubușoare cu etanol 70%.

Pentru identificarea speciilor de efemeroptere s-au realizat preparate microscopice umede, iar pentru determinarea speciilor de efemeroptere (Insecta, Ephemeroptera) s-au utilizat următoarele chei de determinare: Müller - Liebenau (1969); Malzacher (1986); Studemann și colaboratorii (1992); Soldan și Landa (1999).

Efemeropterele colectate în probele de drift, au fost identificate, măsurate și distribuite în clase de mărimi cuprinse între 0,5 și 12 mm (Tab.6.). A fost luată în considerare lungimea corpului de la labrum la baza cercilor.

Pentru analiza comunitatilor de efemeroptere acvatice s-au utilizat diferiti indici statistici utilizând programului statistic PAST (PAlaeontological STatistics, ver. 0.93 (Hammer si colab., 2002)) si programul statistic XLSTAT (versiunea demo, www.xlstat.com).

În tabelele 2, 3, 4, 5 și 6 sunt sintetizate abrevierile folosite pentru denumirea taxonilor aparținând ordinului Ephemeroptera, pentru stațiile de prelevare cuprinse în programul intensiv de colectare, pentru datele de prelevare, pentru probele de drift și pentru clasele de lungime măsurate ale larvelor de efemeroptere identificate în probele de drift.

Tabel 2. Lista de abrevieri utilizate pentru taxoni

cod	gen	specie	cod	gen	specie
Bal	<i>Baetis</i>	<i>alpinus</i>	Sig	<i>Serratella</i>	<i>ignita</i>
Bdi	<i>Baetis</i>	<i>digitatus</i>	Tm	<i>Torleya</i>	<i>major</i>
Bfu	<i>Baetis</i>	<i>fuscatus</i>	Eda	<i>Ephemera</i>	<i>danica</i>
Blu	<i>Baetis</i>	<i>lutheri</i>	Plu	<i>Potamanthus</i>	<i>luteus</i>
Bme	<i>Baetis</i>	<i>melanonyx</i>	Ecsp	<i>Ecdyonurus</i>	<i>sp.</i>
Bmu	<i>Baetis</i>	<i>muticus</i>	Eas	<i>Epeorus</i>	<i>assimilis</i>
Brh	<i>Baetis</i>	<i>rhodani</i>	Rbe	<i>Rhithrogena</i>	<i>beskidensis</i>
Bsc	<i>Baetis</i>	<i>scambus</i>	Rcfca	<i>Rhithrogena</i>	<i>cf carpatoalpina</i>
Bve	<i>Baetis</i>	<i>vernus</i>	Rcfir	<i>Rhithrogena</i>	<i>cf iridina</i>
Bsp	<i>Baetis</i>	<i>sp.</i>	Rcfsa	<i>Rhithrogena</i>	<i>cf savoiensis</i>
Cl	<i>Centroptilum</i>	<i>luteolum</i>	Rse	<i>Rhithrogena</i>	<i>semicolorata</i>
Ain	<i>Ameletus</i>	<i>inopinatus</i>	Rsp1	<i>Rhithrogena</i>	<i>sp1</i>
Cbe	<i>Caenis</i>	<i>beskidensis</i>	Rsp2	<i>Rhithrogena</i>	<i>sp2</i>
Cma	<i>Caenis</i>	<i>macrura</i>	Rci	<i>Rhithrogena</i>	<i>circumtetrica</i>
Csp	<i>Caenis</i>	<i>sp.</i>	Rsp	<i>Rhithrogena</i>	<i>sp.</i>
Emu	<i>Ephemerella</i>	<i>mucronata</i>	Hc	<i>Habroleptoides</i>	<i>confusa</i>
Epsp	<i>Ephemerella</i>	<i>sp.</i>	Hl	<i>Habrophlebia</i>	<i>lauta</i>

Tabel 3. Lista de abrevieri utilizate pentru stațiile de prelevare din programul intensiv de colectare

Bazin hidrografic	Stația de prelevare	Codul stației
Someșul Cald	Someșul Cald - aval chei	SC 1
	afluent Bătrâna	SC 2
	Someșul Cald - amonte Doda Pili	SC 3
	Someșul Cald - amonte lac Tarnita	SC 4
Someșul Rece	Someșul Rece - izvoare	SR 1
	Someșul Rece - amonte Blăjoaia	SR 2
	Someșul Rece - aval Blăjoaia	SR 3
	Someșul Rece - la aducțiunea din bazinul Arieșului	SR 4
	Someșul Rece - aval Măguri - Răcătău	SR 5
Someșul Mic	Someșul Mic - amonte Cluj - Napoca	SM

Tabel 4. Lista de abrevieri utilizate pentru datele de prelevare

Abreviere	Data de prelevare	Abreviere	Data de prelevare
IV03	Aprilie 2003	IV04	Aprilie 2004
V03	Mai 2003	V04	Mai 2004
VI03	Iunie 2003	VI04	Iunie 2004
VII03	Iulie 2003	VII04	Iulie 2004
VIII03	August 2003	VIII04	August 2004
IX03	Septembrie 2003	IX04	Septembrie 2004
X03	Octombrie 2003	X04	Octombrie 2004
XI03	Noiembrie 2003	XI04	Noiembrie 2004

Tabel 5. Lista de abrevieri utilizate pentru experimentul de drift

Cod	Proba colectată	Cod	Proba colectată
D9	Proba colectată în intervalul orar 9 -9 ³⁰	D24	Proba colectată în intervalul orar 24 -0 ³⁰
D12	Proba colectată în intervalul orar 12 -12 ³⁰	D3	Proba colectată în intervalul orar 3 -3 ³⁰
D15	Proba colectată în intervalul orar 15 -15 ³⁰	D6	Proba colectată în intervalul orar 6 -6 ³⁰
D18	Proba colectată în intervalul orar 18 -18 ³⁰	B (indivizi/mp)	densitatea organismelor bentonice
D21	Proba colectată în intervalul orar 21 -21 ³⁰		

Table 6. Lista de abrevieri utilizate pentru clasele de lungime

clasa de mărime	Lungimea corpului, fără cerci	clasa de mărime	Lungimea corpului, fără cerci
cls.I	L=(0,5 – 1 mm)	cls.VII	L=(6,1 – 7 mm)
cls.II	L=(1,1 – 2 mm)	cls.VIII	L=(7,1 – 8 mm)
cls.III	L=(2,1 – 3 mm)	cls.IX	L=(8,1 – 9 mm)
cls.IV	L=(3,1 – 4 mm)	cls.X	L=(9,1 – 10 mm)
cls.V	L=(4,1 – 5 mm)	cls.XI	L=(10,1 – 11 mm)
cls.VI	L=(5,1 – 6 mm)	cls.XII	L=(11,1 -12 mm)

6. Parametrii fizico-chimici ai apei

Au fost analizați următorii parametri fizico - chimici ai apei: temperatura (°C), pH-ul, oxigenul dizolvat (mg/l) și conductivitatea (μS/cm), pentru a evidenția influența acestora asupra comunităților de efemeroptere.

Valorile pH-ului apei la stațiile situate în bazinul de drenaj al râului Someșul Cald s-au situat în jur de 8,5, cu minime de 7,3 și maxime de 9,6 ceea ce reflectă caracterul alcalin al apelor din zonă, datorită substratului calcaros (Fig. 2.).

Pe râul Someșul Rece situația este diferită (Fig. 2.), la izvoare pH-ul apei înregistrând valori minime de 5,2 și medii de 6,28. Caracterul acid este datorat mlaștinei cu *Sphagnum* sp. situată în proximitatea izvoarelor. La următoarea stație valorile pH-ului sunt ușor mai ridicate, dar media înregistrărilor rămâne sub 7. La stația aval Măguri - Răcătău (SR5), pH-ul a înregistrat cele mai ridicate valori de pe cursul Someșului Rece. La stația situată pe Someșul

Mic, în amonte de Cluj - Napoca, valorile pH-ului au fost cuprinse între 7,34 și 8,9 cu o medie de 7,97.

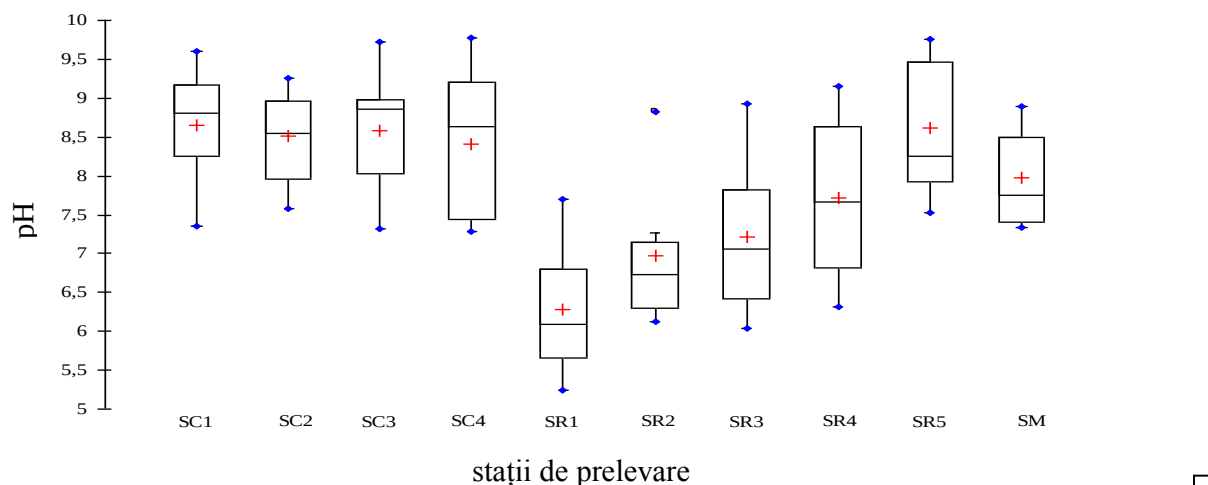


Figura 2. Valorile pH-ului apei la stațiile studiate din bazinul de drenaj al râului Someșul Mic (□ 25%-75%; + media; — mediana; I - Q1-1.5 (Q3-Q1) - limita inferioară, Q3+1.5 (Q3-Q1) - limita superioară (Q1 - percentila 25%, Q3 - percentila 75%); ° valori periferice; x valori extreme)

Diferența mare între valorile conductivității electrice este dată de substratul geologic al celor două râuri. Astfel, au fost înregistrate valori ridicate la stațiile din bazinul râului Someșul Cald (Fig. 3.) al cărui substrat geologic este constituit din roci calcaroase (Gîștescu, 1990), respectiv valori scăzute la stațiile situate pe râul Someșul Rece, al cărui substrat geologic este format din roci granitice (Gîștescu, 1990)

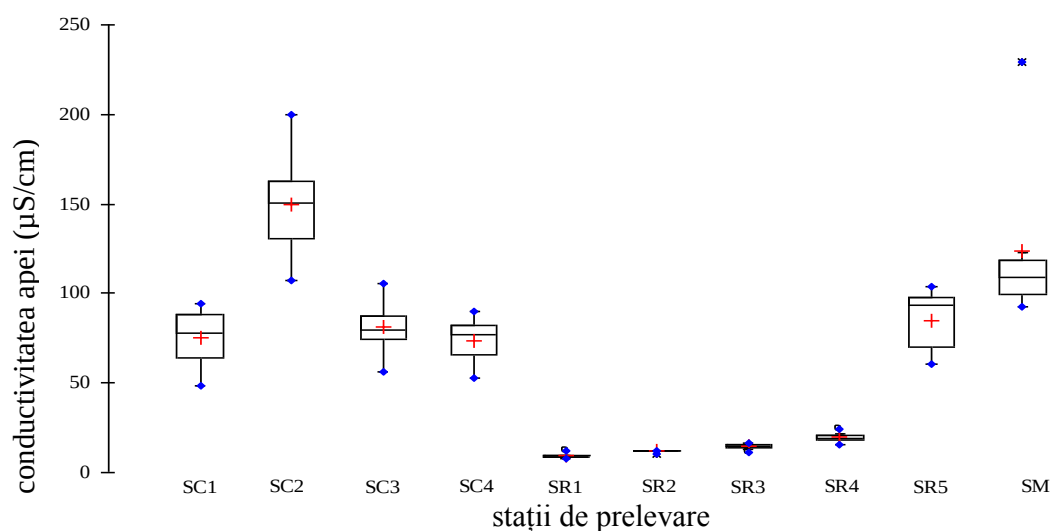


Figura 3. Valorile conductivității electrice a apei ($\mu\text{S/cm}$) la stațiile studiate din bazinul de drenaj al râului Someșul Mic (□ 25% - 75%; + media; — mediana; I - Q1 - 1.5 (Q3 - Q1) - limita inferioară, Q3 + 1.5 (Q3 - Q1) - limita superioară (Q1 - percentila 25%, Q3 - percentila 75%); ° valori periferice; x valori extreme)

7. Comunitățile de nevertebrate bentonice din zona studiată

Au fost analizate aspecte privind frecvența, abundența numerică procentuală și densitatea grupelor de macronevertebrate identificate în zona studiată.

În tabelele 7 și 8 sunt prezentate densitățile medii anuale realizate de grupele identificate, la stațiile studiate, în perioada 2003 - 2004 pentru stațiile din bazinul râului Someșul Cald, respectiv în anul 2003 la stațiile de pe râul Someșul Rece și Someșul Mic. La toate stațiile din bazinul Someșului Cald, în anul 2003, totalul densităților anuale este mai mare comparativ cu anul 2004, iar la stația SC4 acestea sunt de aproape trei ori mai mari în anul 2003 comparativ cu 2004. Cele mai mari densități se întâlnesc la stația SC2 (afluent Bătrâna) în anul 2003, când densitatea medie totală (a tuturor organismelor) depășește 20000 ind/mp. La stația situată în amonte de lacul Tarnița a fost înregistrată cea mai scăzută densitate a organismelor bentonice (6785 ind/mp în anul 2004) (Tab. 7.).

Tabel 7. Densitatea medie anuală (ind/mp) a grupelor taxonomice de nevertebrate bentonice la stațiile din bazinul Someșului Cald

Stații	SC1		SC2		SC3		SC4	
Taxon/an	2003	2004	2003	2004	2003	2004	2003	2004
Turbellaria	1,80	1,85	77,24	41,27	3,14	0,53	22,80	49,21
Nematoda	6,29	2,47	59,36	89,15	29,48	12,70	68,20	8,99
Molusca	3,59	0,62	31,25	63,49	2,36	0,00	54,64	42,59
Oligochaeta	34,14	14,20	238,60	266,93	1389,15	884,66	3154,68	485,45
Hydrachnidia	315,14	143,21	380,90	160,58	352,20	212,70	662,54	619,84
Amphipoda	4,49	3,09	20,64	5,56	0,00	1,06	3,54	1,06
Copepoda	3,14	0,00	11,01	0,00	99,45	0,00	0,98	0,53
Ostracoda	66,04	55,56	201,65	45,77	13,76	0,53	180,03	1,59
Coleoptera	24,93	24,07	733,29	308,99	452,04	149,74	452,24	421,16
Chironomidae	5082,43	6559,88	5079,60	4235,71	8474,84	8852,38	8056,41	2358,2
Alte diptere	268,87	108,64	432,98	176,19	456,37	295,77	322,52	190,21
Ephemeroptera	2755,62	1998,46	7696,53	3033,07	2377,75	961,11	2423,94	1474,07
Plecoptera	2129,16	696,30	3971,31	2722,22	1371,46	757,67	2081,76	1055,82
Trichoptera	2925,65	3266,67	1380,11	455,56	631,68	436,51	320,36	76,72
TOTAL	13621,29	12875,0	20314,5	11604,5	15653,7	12565,3	17804,6	6785,4

La stațiile de pe râul Someșul Rece și Someșul Mic au fost realizate prelevări numai la nivelul anului 2003. Cea mai mare densitate totală a fost înregistrată la stația SM (33613,8 ind/mp), fapt nemaîntâlnit la nici o stație, inclusiv comparativ cu cele de pe Someșul Cald. La stația SR4 densitatea totală a organismelor bentonice (6139 ind/mp) este comparabilă cu cea de la stația SR2 (7342 ind/mp) și cu cea întâlnită la SC4 în anul 2004 (Tab. 8.).

Tabel 8. Densitatea medie anuală (ind/mp) a grupelor taxonomice de nevertebrate bentonice la stațiile de pe râul Someșul Rece și Someșul Mic

Stații	SR1	SR2	SR3	SR4	SR5	SM
Taxon/an	2003	2003	2003	2003	2003	2003
Turbellaria	7,2	4,7	200,1	33,0	43,6	0,4
Nematoda	234,1	18,1	85,7	32,8	116,8	214,2
Molusca	2,2	0,0	41,3	5,8	160,4	1722,7
Oligochaeta	1073,0	1096,7	1330,6	284,4	3157,2	10989,8
Hydrachnidia	194,7	27,5	244,5	54,8	599,3	131,1
Amphipoda	24,9	12,6	0,4	0,9	9,4	1766,3
Copepoda	1446,5	11,0	143,1	38,4	32,3	16,1
Ostracoda	643,1	246,9	324,7	34,1	25,2	5,5
Coleoptera	8,3	777,5	1706,4	254,3	606,9	90,0
Chironomidae	2450,8	1275,9	4227,6	1021,1	6602,0	11089,0
Alte diptere	281,4	412,2	524,0	156,3	432,2	831,0
Ephemeroptera	0,0	1416,7	2579,0	2167,8	5641,5	2898,6
Plecoptera	4280,5	1581,0	968,6	954,2	182,8	0,0
Trichoptera	216,8	461,5	3609,7	1155,2	1500,0	3857,5
TOTAL	10863,7	7342,2	15985,5	6193,6	19109,6	33613,8

La stațiile studiate, efemeropterele au realizat frecvență de 100 % cu excepția stației Someșul Rece - izvoare unde nu au fost întâlnite, lucru explicabil datorită sensibilității lor ridicate la aciditate (Guerold și colab., 1991, 1993; McClurg și colab., 2007).

Abundența numerică procentuală a acestui grup în cadrul comunităților acvatice la stațiile de prelevare de pe râul Someșul Cald a fost cuprinsă între 2% (SC1, noiembrie 2004) și 64% (SC1, iunie 2004). În perioada 2003 - 2004, la majoritatea stațiilor, efemeropterele au avut abundențe mai scăzute primăvara devreme, ridicate în lunile de primăvară - vară (mai, iunie, iulie, august) scăzând ușor înspre toamnă (Fig. 4.).

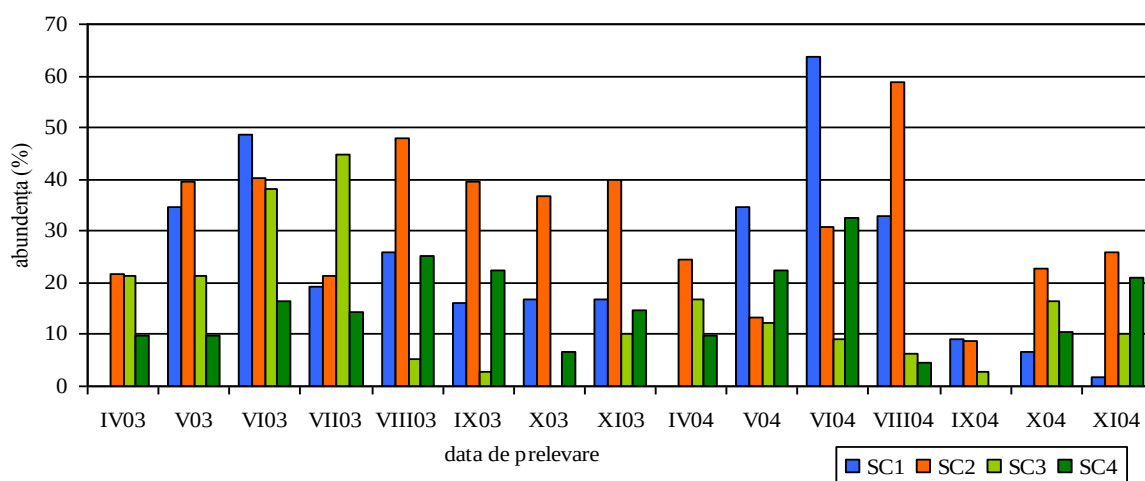


Figura 4. Abundența numerică procentuală (%) a efemeropterelor în cadrul comunității de nevertebrate bentonice, în bazinul Someșului Cald, la datele de prelevare, în anii 2003 - 2004

Pe râul Someșul Rece și Someșul Mic, în anul 2003, în general, se respectă același tipar, cu excepția SR3, unde abundența efemeropterelor este mai ridicată în luna aprilie și

scăzută în mai (Fig. 5.). La stația SM, deși efemeropterele sunt prezente în toate probele prelevate, abundența lor în cadrul comunităților bentonice este mai redusă, nedepășind 20%.

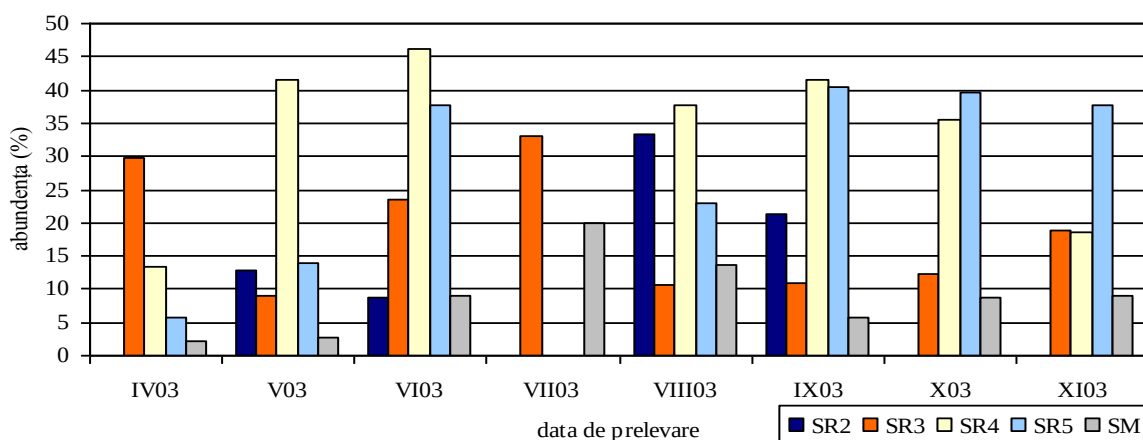


Figura 5. Abundența numerică procentuală (%) a efemeropterelor în cadrul comunității de nevertebrate bentonice, pe râurile Someșul Rece și Someșul Mic, la datele de prelevare, în anul 2003

În total au fost analizați un număr de 76784 indivizi aparținând ordinului Ephemeroptera, prezenți în 244 de probe. Dintre aceștia pe râul Someșul Cald au fost 44500 indivizi (33405 în anul 2003 respectiv 11095 în anul 2004). Pe râul Someșul Rece și Someșul Mic au fost analizați 32287 indivizi colectați în anul 2003

Din analiza densităților medii anuale (Fig. 6.) se observă că pe râul Someșul Cald acestea sunt mai mari la toate stațiile de prelevare, iar la stația SC2 și SC3 acestea sunt mai mult decât duble în anul 2003 comparativ cu anul 2004. Densitatea maximă a fost înregistrată în ambii ani la stația SC2 (afluent Bătrâna). Pe râul Someșul Rece în urma analizei probelor colectate în anul 2003, se remarcă faptul că densitățile cele mai mari sunt înregistrate la stația SR5, cu o medie anuală a acestora ce depășește 5500 ind/mp. La stațiile SR3, SR4 și SM efemeropterele au densități cu valori apropiate, cuprinse între 2100 și 2900 ind/mp, la stația SR2 densitatea medie anuală a acestora nu depășește 1500 ind/mp (Fig. 6.).

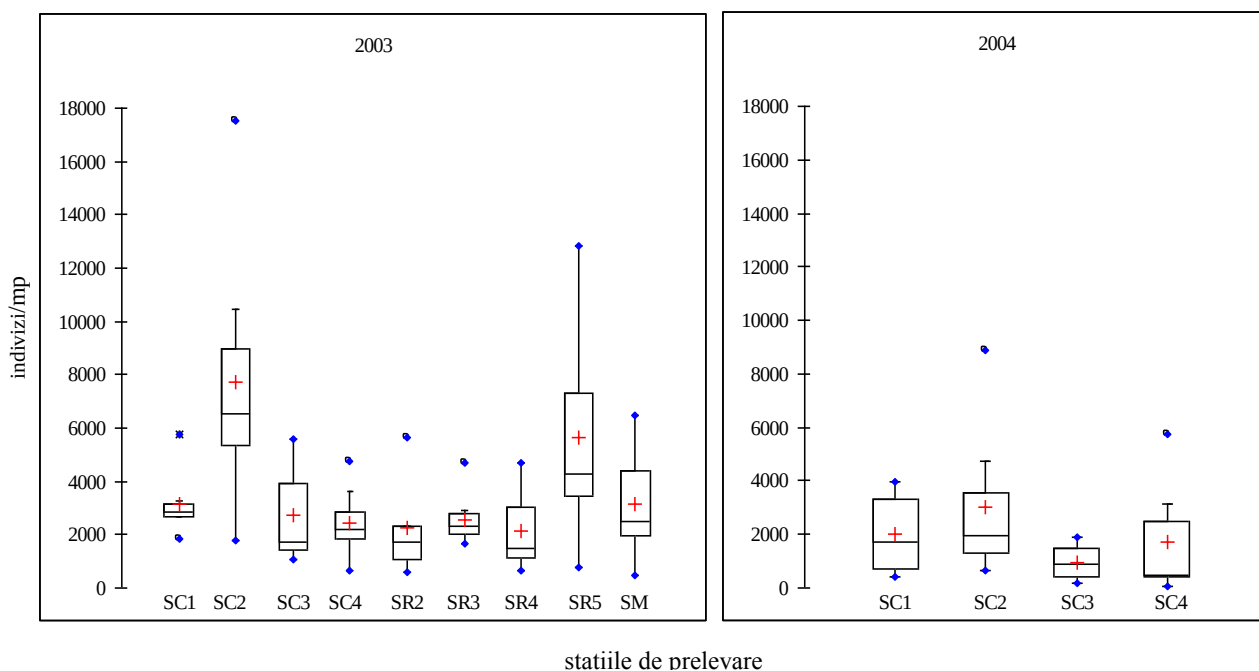


Figura 6. Valorile densităților medii anuale ale efemeropterelor la stațiile de prelevare studiate, în anul 2003 (stânga) și 2004 (dreapta) ($\square$ 25% - 75%; + media; — mediana; I - Q1 - 1.5 (Q3 - Q1) - limita inferioară, Q3 + 1.5 (Q3 - Q1) - limita superioară (Q1 - percentila 25%, Q3 - percentila 75%); ° valori periferice; x valori extreme)

8. Structura și diversitatea comunităților de efemeroptere din zona studiată

Au fost prezentate aspecte privind frecvența, abundența numerică procentuală, densitatea, dinamica lunară și distribuția spațială a larvelor de efemeroptere la fiecare stație analizată.

În bazinul superior al Someșului Mic, la stațiile de prelevare cuprinse în acest studiu, au fost identificați un număr de 30 de taxoni, încadrați sistematic în 8 familii și 14 genuri. Nu au fost făcute identificările speciilor genului *Ecdyonurus* și două specii ale genului *Rhithrogena* nu au putut fi determinate.

Două specii au fost semnalate pentru prima dată în România: *Baetis digitatus* și *Rhithrogena circumtetrica* (Avram și Cîmpean, 2011).

Specia *Baetis digitatus* Bengtsson, 1912, este o specie reofilă, întâlnită în râuri de diferite categorii, cu un curent de apă puternic sau moderat, în locuri mai protejate, cu vegetație acvatică, rogozuri și mușchi (Müller - Liebenau, 1969; Sowa, 1975; Savolainen și Saaristo, 1980). Până în prezent această specie a fost semnalată în: Lituania, Polonia, Cehia, Austria, Germania, Franța, Italia, Spania, Marea Britanie, Olanda, Danemarca, Suedia, Norvegia, Finlanda, Rusia, arhipelagul Dodecanez și unele insule din nordul Mării Egee

(Thomas și Belfiore, 2011). Locația la care am identificat această specie este situată la 1271 m altitudine, substratul este format din bolovani, pietriș și nisip grosier, acoperit în proporție de aproximativ 15% de vegetație acvatică, formată din biodermă și mușchi.

Rhithrogena circumtatica Sowa și Soldan, 1986, este o specie reobiontă, întâlnită în râuri montane la altitudini medii și mari (Sowa și Soldán, 1986; Zahradková și colab., 2009). Până în prezent această specie a mai fost semnalată în: Austria, Germania, Polonia și Slovenia (Thomas și Belfiore, 2011). Stația la care am identificat această specie este situată pe râul Someșul Cald, la o altitudine de 1177 m, substratul fiind constituit preponderent din bolovăniș și pietriș.

La stațiile de pe râul Someșul Cald, unde s-au efectuat prelevări în ambii ani, numărul taxonilor identificați în anul 2003 este mai mare la toate stațiile comparativ cu anul 2004 (juvenilii nu au fost luați în considerare) (Fig. 7). La stația SC4 este cea mai mare diferență între numărul taxonilor identificați în cei doi ani de prelevări, respectiv din cei 18 identificați în 2003, în 2004 se regăsesc numai 13. Comparativ Someșul Rece–Someșul Cald în anul 2003, când au fost efectuate prelevări din ambele râuri, se constată că la stațiile de pe râul Someșul Rece numărul taxonilor identificați a fost mai scăzut. (Fig. 7). Pe ambele râuri, numărul de taxoni este mai scăzut la prima stație. Acest fapt se poate explica datorită altitudinii mai ridicate de la aceste stații (Fig. 7), motivul fiind că la altitudini mari perioada în care râurile nu sunt înghețate este mai scurtă, resursele de hrană sunt mai limitate, iar condițiile fizico - geografice sunt extreme (Landolt și Sartori, 2001).

La stația de pe râul Someșul Mic numărul taxonilor a fost cel mai redus (9 taxoni) comparativ cu toate stațiile investigate (Fig. 7), fapt ce se datorează cel mai probabil modificărilor hidromorfologice și prezenței localităților din amonte.

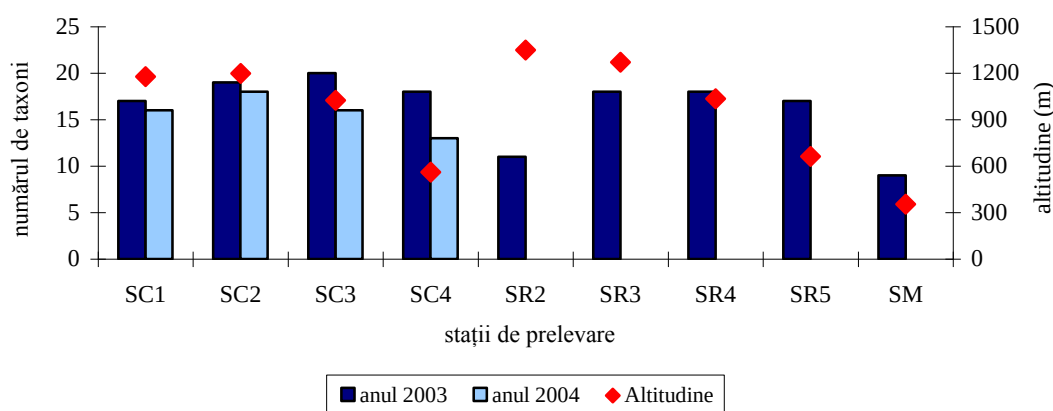


Figura 7. Altitudinea și numărul taxonilor de efemeroptere din probele cantitative, comparativ anii 2003 - 2004 pentru stațiile din bazinul Someșului Cald și în anul 2003 pentru stațiile de pe râul Someșul Rece și stația de pe Someșul Mic – amonte Cluj - Napoca.

La stațiile de pe râul Someșul Rece au fost identificați 24 de taxoni, dintre care 23 au fost prezenți și la stațiile din bazinul Someșului Cald. În amonte de localitatea Cluj – Napoca au fost întâlniți 9 taxoni dintre care 2 au fost prezenți numai la această locație (Tab. 9).

Tabel 9. Distribuția taxonilor aparținând ordinului Ephemeroptera, identificați în bazinul superior al râului Someșul Mic

Taxon \ Stație	SC1	SC2	SC3	SC4	SR2	SR3	SR4	SR5	SM
<i>Baetis alpinus</i>									
<i>Baetis digitatus</i>									
<i>Baetis fuscatus</i>									
<i>Baetis lutheri</i>									
<i>Baetis melanonyx</i>									
<i>Baetis muticus</i>									
<i>Baetis rhodani</i>									
<i>Baetis scambus</i>									
<i>Baetis vernus</i>									
<i>Centroptilum luteolum</i>									
<i>Ameletus inopinatus</i>									
<i>Caenis beskidensis</i>									
<i>Caenis macrura</i>									
<i>Ephemerella mucronata</i>									
<i>Serratella ignita</i>									
<i>Torleya major</i>									
<i>Ephemerella danica</i>									
<i>Potamanthus luteus</i>									
<i>Ecdyonurus</i> sp.									
<i>Epeorus assimilis</i>									
<i>Rhithrogena beskidensis</i>									
<i>Rhithrogena</i> cf. <i>carpatolpina</i>									
<i>Rhithrogena</i> cf. <i>iridina</i>									
<i>Rhithrogena</i> cf. <i>savoiensis</i>									
<i>Rhithrogena semicolorata</i>									
<i>Rhithrogena</i> sp1									
<i>Rhithrogena</i> sp2									
<i>Rhithrogena circumatrica</i>									
<i>Habroleptoides confusa</i>									
<i>Habrophlebia lauta</i>									

Diversitatea, echitabilitatea și similaritatea comunităților de efemeroptere din zona studiată

Din analiza comparativă a diversității comunităților de efemeroptere la stațiile de pe râul Someșul Cald în anii 2003 - 2004 se observă că la primele două stații aceasta este mai ridicată în cel de al doilea an de prelevări, deși atât densitatea cât și numărul de taxoni a fost mai redus în anul 2004, însă în timp ce densitățile s-au redus la jumătate numărul de taxoni în 2004 a

fost cu unul mai puțin comparativ cu 2003, așa încât echitabilitatea a fost mai ridicată (Fig. 8). La stațiile SC3 și SC4, în anul 2004 atât echitabilitatea cât și diversitatea sunt mai reduse (Fig. 8). Diversitatea cea mai scăzută dintre stațiile de prelevare de pe râul Someșul Cald, comparativ cu cele de pe râul Someșul Rece, este la stația situată amonte Blăjoaia, fapt datorat sensibilității efemeropterelor la valorile pH-ului, dar și altitudinii ridicate la care este situată această stație. Stația de pe râul Someșul Mic, are cea mai scăzută diversitate, fapt care subliniază încă o dată sensibilitatea efemeropterelor la calitatea parametrilor de mediu. În studiul realizat de Avram și colaboratorii (2009) s-a evaluat calitatea apei râurilor Someșul Cald, Someșul Rece și Someșul Mic, aplicând o serie de indici biotici. Conform acestui studiu, clasele de calitate a apei au fost mai scăzute la locațiile unde diversitatea efemeropterelor este mai redusă. Astfel în zona izvoarelor râului Someșul Rece calitatea apei a fost încadrată în clasele 2 - 3 de calitate, la stația situată pe râul Someșul Cald - aval chei calitatea apei a fost încadrată în clasele 1 - 2 de calitate iar la stația SM (Someș Mic - amonte Cluj Napoca) calitatea apei a fost încadrată în clasele 3 - 4.

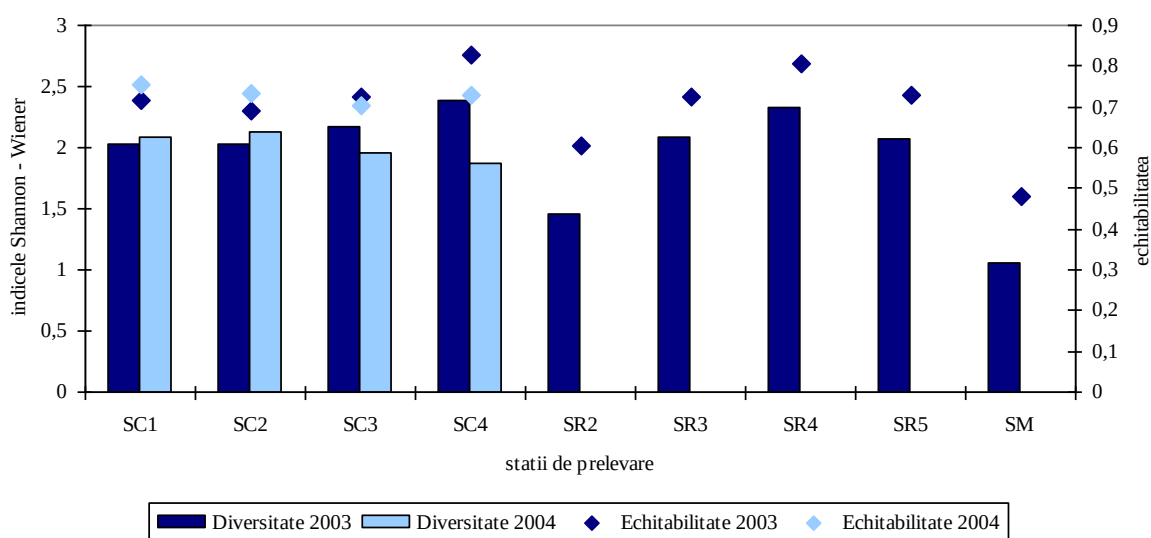


Figura 8. Valorile indicilor de diversitate Shannon - Wiener, și de echitabilitate calculați pe baza comunităților de efemeroptere, la stațiile de pe râul Someșul Cald, în perioada 2003 - 2004 și pe râul Someșul Rece și Someșul Mic, în anul 2003

Indexul B:H, exprimă raportul dintre familiile Baetidae:Heptageniidae și permite evaluarea caracteristicilor cursului de apă (Deván și Mucina, 1986). Rezultatele indicelui Baetidae: Heptageniidae (Tab. 10) nu concordă cu majoritatea datelor din literatură, conform cărora, acest raport ar trebui să se reducă odată cu altitudinea sau/și cu creșterea gradului de perturbare (Bauernfreund și Moog, 2000), considerând Baetidaele ca fiind indicatoare de curent puternic al apei, iar Heptageniidaele ca preferând zonele mai ferite din albie (Deván și

Mucina, 1986). O astfel de situație a mai fost semnalată și de alți autori (Ward și Berner, 1980), iar faptul că din cadrul familiei Haptageniidae, în această situație au dominat genurile reobionte *Rhithrogena* și *Epeorus*, explică rezultatul la care am ajuns.

Tabel 10. Raportul dintre densitățile realizate de reprezentanții familiilor Baetiae: Heptageniidae la stațiile de prelevare, în anul 2003

	SC1	SC2	SC3	SC4	SR2	SR3	SR4	SR5	SM
Altitudine	1159	1113	1029	550	1350	1271	1035	662	354
B:H	0,269	1,897	2,247	1,886	4,401	3,503	2,163	6,028	48,09

Analiza de similaritate Jaccard, pe baza compoziției comunităților de efemeroptere la stațiile investigate a reliefat, în special, diferențele dintre comunitățile de efemeroptere la stațiile cu un anumit grad de perturbare SM și SR2 (Fig. 9). Astfel, stația SM (Someș Mic - amonte Cluj - Napoca) prezintă o comunitate cu totul diferită de toate celelalte stații investigate. Aici, așa cum am precizat, se resimte puternic influența antropică, speciile reobionte au dispărut cu totul, iar dintre cele prezente și la locațiile din amonte întâlnim doar speciile *Baetis rhodani* și *Habroleptoides confusa* și genul *Ecyonurus*. Stația de pe râul Someșul Rece la care au fost întâlnite efemeroptere (SR2), este puternic influențată de pH-ul ușor acid, așa încât diversitatea este redusă, la un nivel comparabil cu cea întâlnită la SM .

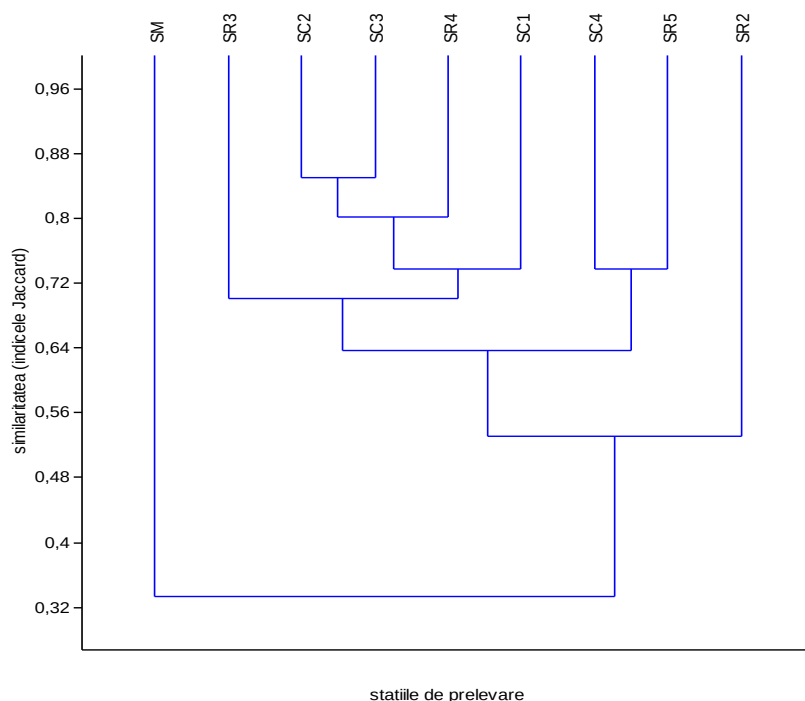


Fig. 9 Similaritatea dintre stațiile de prelevare, pe baza comunităților de efemeroptere calculată utilizând indicele Jaccard

Influența factorilor abiotici asupra comunităților de efemeroptere

Pentru a vizualiza tendința de distribuție a stațiilor în funcție de parametrii de mediu a fost utilizată analiza în componente principale (PCA). În analiză au fost introduse date cu privire la localizarea stațiilor de prelevare, caracteristicile acestora (altitudinea, panta râului (‰), utilizarea terenului în amonte de stația de prelevare) și mediile anuale ale parametrilor fizico - chimici ai apei mășurați la stațiile de prelevare în anul 2003 (CE, T, pH, O₂). Primele două axe explică 78,05% din varianță. Parametrii care influențează cel mai puternic ordonarea stațiilor sunt categoriile de utilizare a terenului, altitudinea, panta râului, temperatura, conductivitatea și pH-ul. Cantitatea de oxigen dizolvat influențează gruparea stațiilor la un nivel scăzut de semnificație statistică (Fig. 10). Prima axă F1 (43,07%) este corelată pozitiv cu altitudinea, temperatura apei, și categoriile de folosință a terenului urban și agricol. Axa F2 (34,98%) este corelată pozitiv cu panta, pH-ul, conductivitatea electrică, cantitatea de oxigen dizolvat și categoriile de folosință a terenului: pășuni naturale și păduri. Se remarcă trei grupări ale stațiilor (Fig. 10): prima formată din SR2, SR3 și SR4, caracterizate prin valori scăzute ale pH-ului și conductivității, situate la altitudini ridicate (peste 1000 m). Ca mod de utilizare a terenului pajiștile naturale și pădurile sunt singurele categorii întâlnite. A doua grupare include stațiile SC4, SR5 și SM caracterizate prin altitudine joasă (sub 650 m) și temperaturi ale apei ridicate (media anuală fiind de peste 10 °C). Acestea sunt, de asemenea, influențate și de categoriile de utilizare a terenului urban și agricol. A treia grupare, cea a stațiilor SC1, SC2 și SC3 este influențată de valorile ridicate ale conductivității și pH-ului precum și de altitudine, panta râului și de categoria de utilizare a terenului, care este împădurit în proporție de peste 90%.

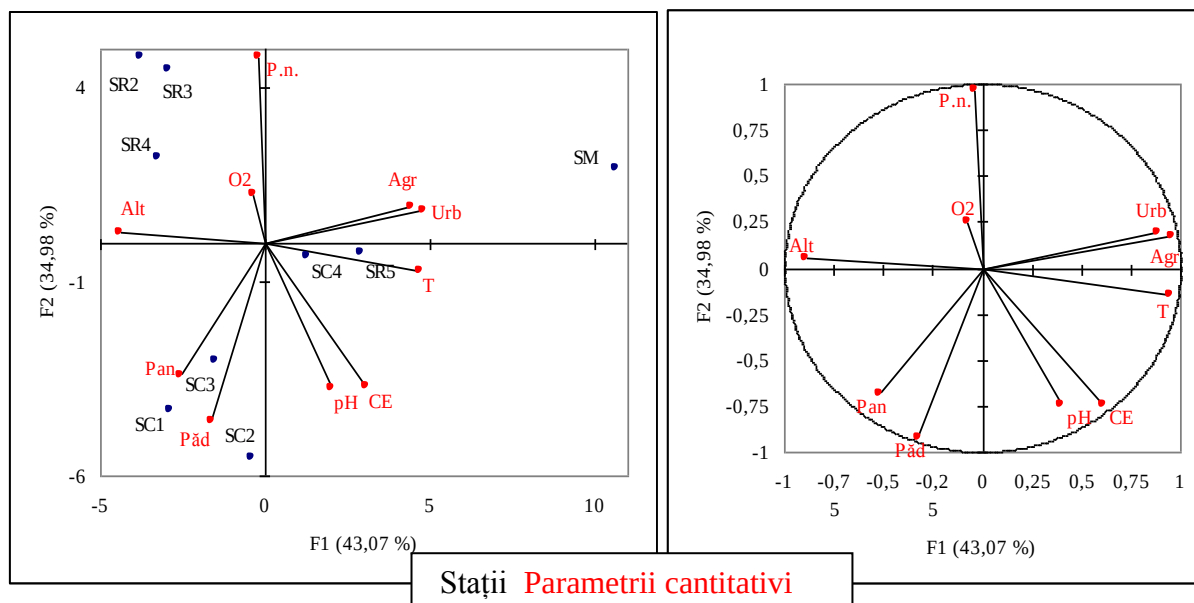
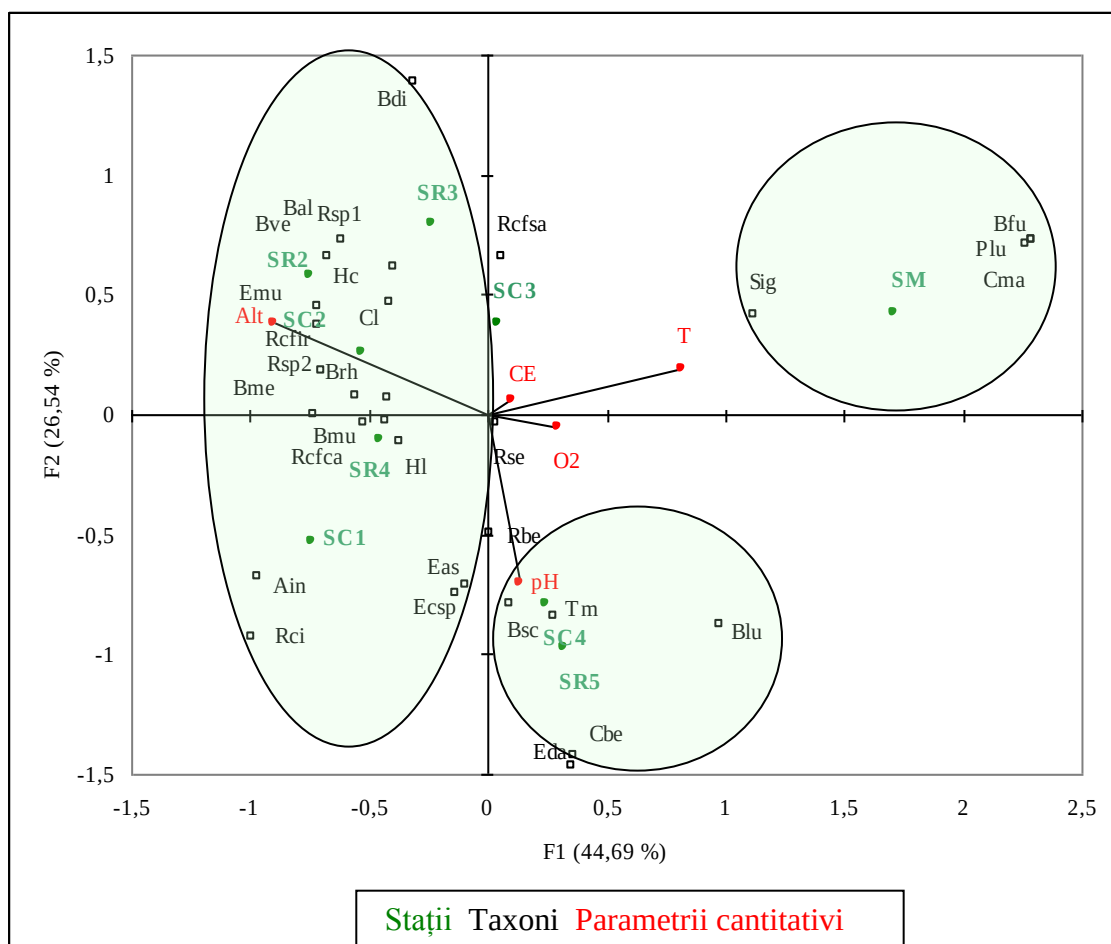


Figura 10. Analiza în componente principale (PCA) între parametrii fizico - chimici ai apei la stațiile de colectare a probelor în bazinul hidrografic al Someșului Mic (O₂- oxigenul dizolvat (mg/L), CE – conductivitatea electrică (μS/cm), T – temperatura apei (°C) pH – valorile pH-ului apei) și caracteristicile acestora (P.n - pajiști naturale, Päd - păduri; Urb - urban; Agr - agricol; Alt - altitudinea, Pan - panta râului) (pentru restul abrevierilor vezi subcapitolul 5.4.)

Relația dintre comunitățile de efemeroptere și parametrii de mediu a fost descrisă prin analiza de corespondență canonică (CCA) (Fig. 11). Din analiză au fost excluși juveniile genurilor *Baetis*, *Caenis*, *Ephemerella*, și *Rhithrogena*, iar dintre Heptageniidae, *Ecdyonurus* a fost determinat numai la nivel de gen. Parametrii luați în considerare au fost altitudinea, cantitatea de oxigen dizolvat (mg/L), conductivitatea apei (μS/cm), temperatura apei (°C) și valorile pH-ului apei. Primele două axe, F1 și F2, explică 71,23% din varianță. Prima axă F1 (44,69%) este corelată negativ cu conductivitatea electrică. Axa F2 (26,54%) este corelată pozitiv cu altitudinea, temperatura și cantitatea de oxigen dizolvat și negativ cu pH-ul apei. Se remarcă trei grupări ale speciilor: prima formată din speciile reofile *Serratella ignita*, *Potamanthus luteus*, *Caenis macrura* și *Baetis fuscatus*, întâlnite la stația de pe râul Someșul Mic (amonte localitatea Cluj - Napoca), stație caracterizată de valori ridicate ale temperaturii și conductivității și de altitudine scăzută. Cea de a doua grupare este formată de specia reobiontă *Rhithrogena beskidensis* alături de speciile reofile *Torleya major*, *Caenis beskidensis*, *Baetis lutheri*, *Baetis scambus* și *Ephemerella danica*, întâlnite în special la stațiile SC4 și SR5. La aceste stații putem afirma că se face tranziția între speciile reobionte dominante la stațiile din amonte și speciile reofile întâlnite la stația din aval. Cea de a treia grupare include toate stațiile caracterizate de altitudini de peste 1000 m și temperaturi mai scăzute ale apei. În această grupare întâlnim, în general, specii montane și submontane, majoritatea reobionte, ce preferă temperaturi mai reduse ale apei și curent puternic

(majoritatea speciilor de Heptageniidae și unele Baetidae), dar și specii fără valențe ecologice stricte cum sunt spre exemplu *Baetis rhodani*, *Baetis vernus* (Găldean, 1992 a). În această grupare sunt incluse și speciile *Ameletus inopinatus*, *Habrolptoides confusa*, *Habrophlebia luata*, *Centroptilum luteolum* care preferă zonele cu un curent mai slab din malul râurilor, dar totuși cu un caracter alpin (Deván și Mucina, 1986; Zahradková și colab., 2009).



9. Driftul în comunitățile de efemeroptere

Una din definițiile cele mai simple ale driftului este: “transportul în aval al organismelor acvatice, datorită curentului apei” Waters (1972). Majoritatea studiilor referitoare la drift s-au focalizat asupra macronevertebratelor acvatice, însă driftul este important și pentru alte categorii de organisme acvatice din meiofaună, pentru unele alge, larve de pești (alevini), precum și pentru mormolocii de broaște (Hieber și colab., 2003).

În prezent, se consideră că există trei tipuri de drift: constant, catastrofic și comportamental (Waters, 1972). Driftul nevertebratelor bentonice are un rol cheie în distribuția spațială a organismelor bentonice (Allan, 1995) și este considerat ca fiind unul dintre cele mai importante mecanisme de dispersie pentru acestea (Mackay, 1992; Allan, 1995).

Analizând numărul total de organisme care s-au regăsit în probele de drift (Fig. 12), se remarcă faptul că numărul cel mai ridicat a fost în proba de la ora 21, prelevată imediat după apusul soarelui, care a avut loc la ora 20 și 48 de minute. Faptul că numărul maxim de organisme care se găsesc în drift se înregistrează imediat după asfințitul soarelui a fost descris în numeroase lucrări (Elliott, 1967; Allan, 1995). Numărul cel mai scăzut de organisme a fost înregistrat la ora 9 dimineața (sub 1000 de ind/probă).

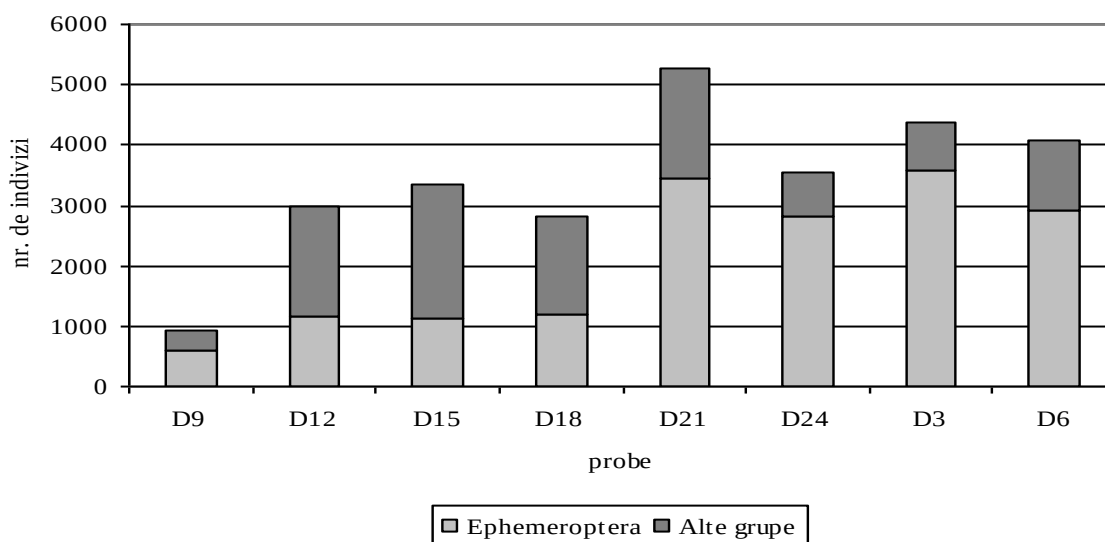


Figura 12. Numărul total de indivizi din toate grupele de nevertebrate acvatice în probele de drift

Din punct de vedere al abundențelor realizate (Fig. 13), efemeropterele, alături de chironomide, reprezintă grupele de organisme dominante atât în probele de drift, cât și în cele de bentos. Efemeropterele domină în toate probele prelevate, cu excepția celor de la orele 12 și 15, când chironomidele sunt mai abundente cu un maxim de 48% la ora 15. Pe toată

perioada nopții, efemeropterele au abundențe ce depășesc 70%, cu maxima de 83% în proba de la ora 3. Plecopterele sunt mai puțin abundente în drift, cu maxima abundenței procentuale de 15,5% la ora 18, iar în bentos au o abundență de 18%. Categoria “alte grupe” cuprinde următoarele grupe taxonomice: Oligochaeta, Turbellaria, Nematoda, Hydrachnidia, Amphipoda, Copepoda, Ostracoda, Coleoptera, alte diptere și Trichoptera, care împreună realizează abundențe cuprinse între 11% în proba prelevată la ora 9 și 4% în proba prelevată la ora 3 dimineța. În probele de bentos, dintre grupele menționate mai sus în categoria “alte grupe” se regăsesc numai: Oligochaeta, Hydrachnidia, alte diptere și Trichoptera, care împreună au abundența sub 8%.

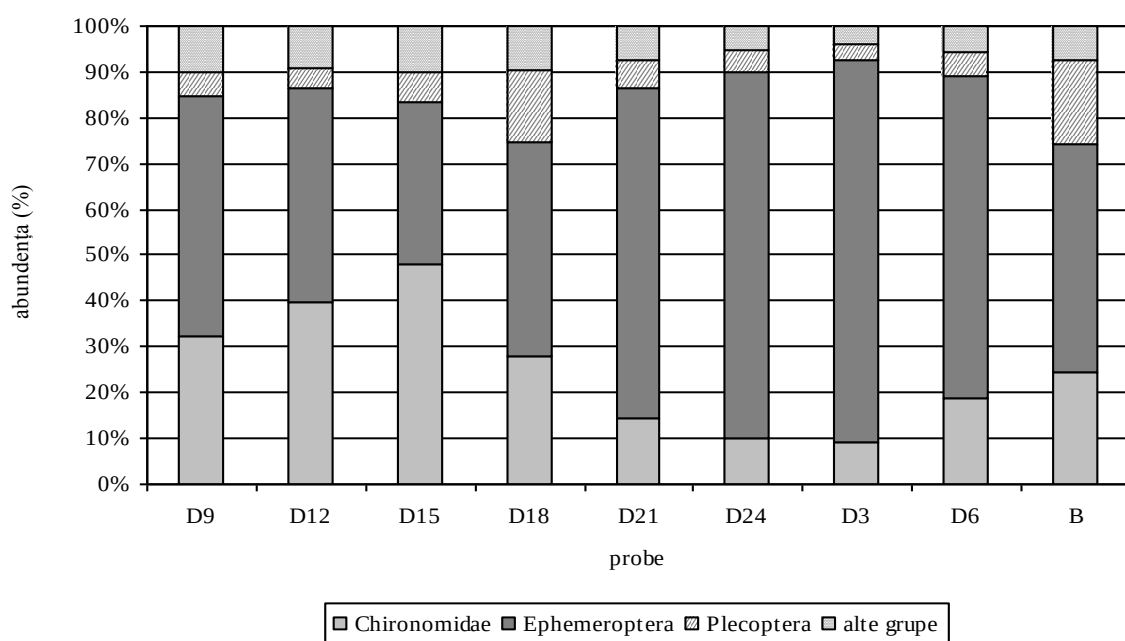


Figura 13. Abundența numerică procentuală (A (%)) a principalelor grupe de nevertebrate bentonice în probele de drift și bentos

În probele de bentos prelevate (Fig. 14), densitatea cea mai ridicată o realizează efemeropterele cu 1363 ind/mp, urmate de chironomide (667 ind/mp). Cea mai mică densitate o au oligochetele, 4 ind/mp. Grupele: Turbellaria, Nematoda, Amphipoda, Copepoda, Ostracoda și Coleoptera nu au fost prezente în probele de bentos, deși în cele de drift au fost întâlnite, însă cu efective foarte scăzute.

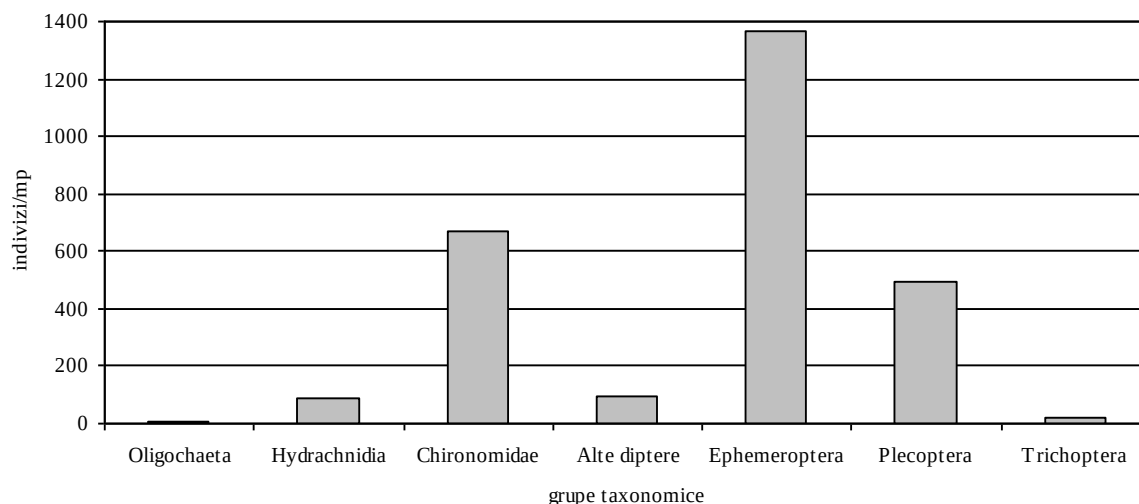


Figura 14. Densitatea grupelor de nevertebrate prezente în probele de bentos

Dinamica, frecvența, abundența numerică procentuală și compoziția specifică a comunităților de efemeroptere în probele de drift

În probele de drift au fost identificați 13 taxoni aparținând ordinului Ephemeroptera care au realizat următoarele frecvențe: *Baetis melanonyx* și stadiile tinere ale genurilor *Baetis* (*Baetis* sp.) și *Rhithrogena* (*Rhithrogena* sp.) au frecvența de 100%; frecvențe ce depășesc 60% realizează speciile: *Baetis rhodani*, *Baetis vernus*, *Serratella ignita*, *Ecdyonurus* sp., *Rhithrogena circumtatica*, *Rhithrogena* cf. *iridina*, *Habroleptoides confusa* și stadiile de subimago (Fig. 15). Speciile *Baetis muticus*, *Epeorus assimilis* și *Rhithrogena* cf. *carpatoalpina* au frecvențe sub 40%.

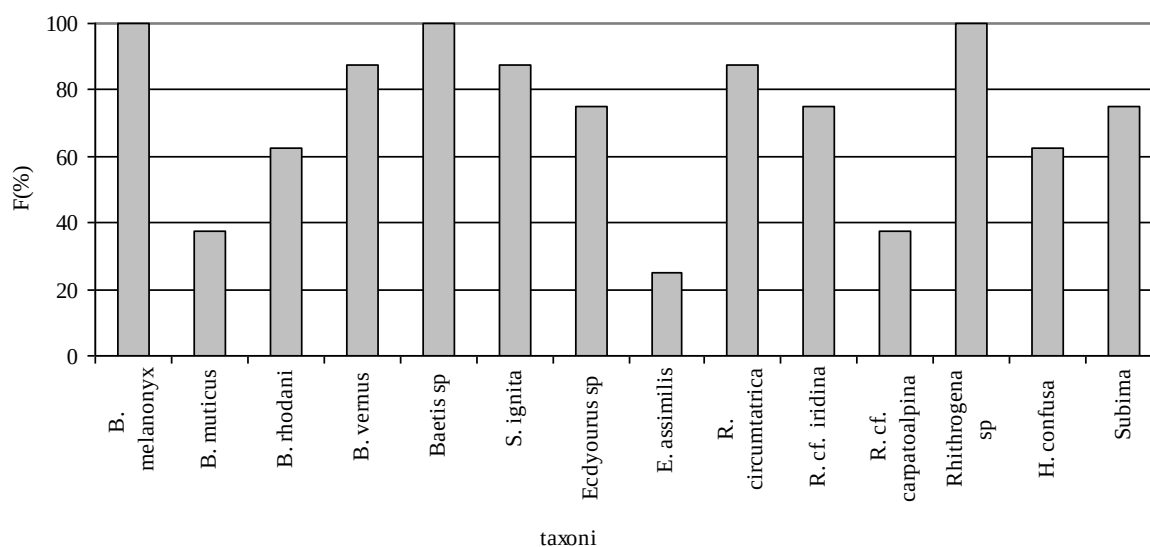


Figura 15. Frecvența (%) taxonilor aparținând ordinului Ephemeroptera identificați în probele de drift

Baetis muticus, *Baetis rhodani*, *Epeorus assimilis*, *Rhithrogena* cf. *carpatoalpina* și *Habroleptoides confusa* sunt prezente numai în probele de drift, lipsind în cele de bentos, însă și în drift acestea prezintă abundențe foarte reduse (sub 0,3%) comparativ cu alte specii prezente (Tab. 11). Indivizii în stadiul de subimago, au fost prezenți numai în probele de drift (cu abundențe sub 0,4%), fapt explicabil deoarece majoritatea larvelor de efemeroptere, în cursul procesului de emergență, se desprind de substrat plutind la suprafața apei unde se transformă în subimago (Studemann și colab., 1992). *Baetis melanonyx* realizează abundențe de peste 20% atât în probele de bentos cât și în cele de drift.

Tabel 11. Abundența numerică procentuală realizată de speciile de efemeroptere în probele de drift, comparativ cu cele de bentos (D - probe de drift; B - probe de bentos)

Taxoni	<i>B. melanonyx</i>	<i>B. muticus</i>	<i>B. rhodani</i>	<i>B. vernus</i>	<i>Baetis</i> sp.	<i>S. ignita</i>	<i>Ecdyonurus</i> sp.	<i>E. assimilis</i>	<i>R. circumtetrica</i>	<i>R. cf. iridina</i>	<i>R. cf. carpatoalpina</i>	<i>Rhithrogena</i> sp	<i>H. confusa</i>	Subimago
D	24,46	0,02	0,31	0,33	71,46	0,46	0,17	0,02	0,30	1,08	0,02	0,96	0,04	0,37
B	20,62	0,00	0,00	0,29	63,39	1,61	0,81	0,00	4,62	1,91	0,00	6,75	0,00	0,00

Speciile de efemeroptere au fost măsurate și distribuite în clase de mărime, având dimensiuni cuprinse între 0,5 și 12 mm (Tab. 12). Dimensiunea maximă a fost măsurată la un individ în stadiul de subimago. Indivizii cu o lungime de până la 2 mm, aparținând genului *Baetis*, sunt cei mai numeroși atât în probele de drift cât și în cele de bentos. Numărul mare al indivizilor în stadii tinere de dezvoltare prezenți în drift (12114 indivizi cu dimensiuni de maxim 2 mm din totalul de 16842 capturați în drift) vine în sprijinul ipotezei potrivit căreia marea majoritate a organismelor din drift este formată din indivizi aparținând primelor stadii de dezvoltare (Waters, 1972).

Tabel 12. Taxonii de efemeroptere și numărul acestora capturați în probele de drift și densitatea lor în probele de bentos, repartizați pe clase de dimensiuni

Taxoni	Drift	Clase de mărime												
	Bentos	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Total
<i>Baetis melanonyx</i>	nr. ind.	0	0	1301	367	833	1053	461	101	3	0	0	0	4119
	ind./mp	0	0	115	19	41	41	44	22	0	0	0	0	281
<i>Baetis muticus</i>	nr. ind.	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3
	ind./mp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Baetis rhodani</i>	nr. ind.	0	0	17	1	4	7	6	13	5	0	0	0	53
	ind./mp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Baetis vernus</i>	nr. ind.	0	0	1	6	22	17	9	0	0	0	0	0	55
	ind./mp	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4
<i>Baetis sp.</i>	nr. ind.	4858	7115	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12036
	ind./mp	481	378	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	864
<i>Serratella ignita</i>	nr. ind.	22	47	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	77
	ind./ mp	4	11	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
<i>Ecdyonurus sp.</i>	nr. ind.	3	9	2	1	3	3	3	1	3	0	0	0	28
	ind./mp	0	0	7	0	0	4	0	0	0	0	0	0	11
<i>Epeorus assimilis</i>	nr. ind.	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	4
	ind./mp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rhithrogena circumtatica</i>	nr. ind.	0	0	40	10	0	0	1	0	0	0	0	0	51
	ind./mp	0	0	33	26	4	0	0	0	0	0	0	0	63
<i>Rhithrogena cf. iridina</i>	nr. ind.	0	0	1	2	3	24	73	56	19	4	0	0	182
	ind./mp	0	0	0	0	0	4	11	11	0	0	0	0	26
<i>Rhithrogena cf. carpatoalpina</i>	nr. ind.	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	4
	ind./mp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rhithrogena sp.</i>	nr. ind.	17	43	98	2	0	0	0	0	0	0	1	0	161
	ind./mp	33	11	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92
<i>Habroleptoides confusa</i>	nr. ind.	0	0	0	4	2	1	0	0	0	0	0	0	7
	ind./mp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subimago	nr. ind.	0	0	0	0	0	6	34	13	4	4	0	1	62
	ind./mp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

În probele colectate pe parcursul zilei, între orele 9 și 18, abundența efemeropterelor cu dimensiuni sub 2 mm depășește 80%. Indivizii cu lungimea corpului cuprinsă între 2 și 5 mm au avut abundența numerică procentuală cuprinsă între 11% - 14%, iar indivizii cu dimensiuni mai mari de 5 mm au abundențe ce nu depășesc 6%. Situația se schimbă pe parcursul nopții când, ponderea indivizilor de talie mică (sub 2 mm) este cuprinsă între 78% în proba prelevată la ora 21 și 50% în proba prelevată la ora 24. Ponderea indivizilor cu lungimea corpului cuprinsă între 2 și 5 mm este cuprinsă între 18% în proba prelevată la ora 21 și 22% în proba prelevată la ora 24, iar indivizii cu dimensiuni mai mari de 5 mm sunt prezenți cu abundențe de 4% în proba de la ora 21, ating un maxim de 27% în proba de la ora 24 scăzând până la 20% în proba de la ora 3. Se poate deduce că indivizii de talie mare au abundențe de până la de 3 ori mai mari în unele probe colectate noaptea comparativ cu probele colectate ziua (Fig. 16).

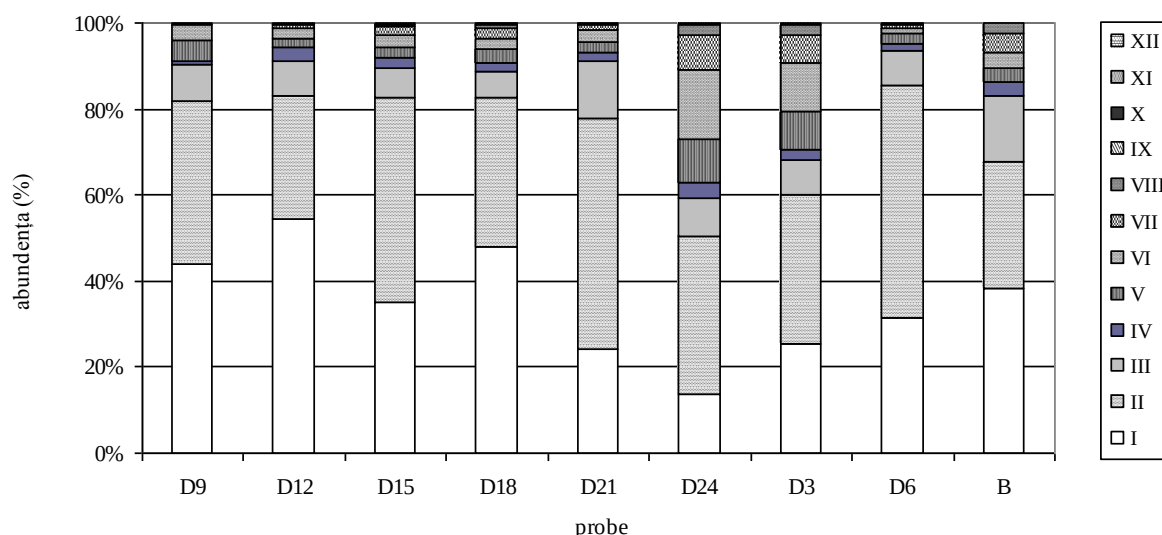


Figura 16. Abundența numerică procentuală (A%) a indivizilor aparținând ordinului Ephemeroptera din diferite clase de dimensiuni în probele de drift și bentos prelevate

Relația dintre speciile de efemeroptere prezente în drift și factorii de mediu - abordare multifactorială

Pentru a vizualiza dacă tendința de apariție a taxonilor aparținând ordinului Ephemeroptera este influențată de orele de prelevare a fost utilizată analiza în componente principale (PCA). În analiză au fost introduși toți taxonii identificați, numărul acestora și orele la care au fost făcute prelevările.

Primele două axe, F1 și F2, explică 70,89% din varianță. Cu axa F1 se corelează toate probele prelevate, mai puțin cea de la ora 21 (D21). Pe F1 (54,31%) sunt distribuiți toți taxonii, cu excepția speciilor *Serratella ignita* și *Rhithrogena cf. carpatoalpina*, care sunt distribuite pe F2 (16,58%). În probele de drift au fost identificați doar 4 indivizi aparținând speciei *Rhithrogena cf. carpatoalpina*, 2 în probele de zi și 2 în cele colectate noaptea. Specia *Serratella ignita* a fost reprezentată printr-un număr de 77 de indivizi, 53 capturați în probele de noapte și 24 în cele din timpul zilei. Distribuția acestei specii nu este foarte bine explicată de analiză, probabil datorită stadiului de dezvoltare: toți indivizii aparținând acestei specii și capturați în drift au lungimea mai mică de 4 mm. În partea dreaptă a graficului s-au grupat taxonii care au apărut în probele prelevate pe timpul nopții. În stânga sunt indivizii în stadiul de subimago, a căror apariție preponderent pe timpul zilei este frecvent întâlnită (Brittain, 1980). Pe baza rezultatelor analizei PCA se poate afirma că lumina este un parametru foarte important ce influențează comportamentul de drift al efemeroptelor, toți taxonii prezenți având o tendință puternică spre comportamentul de drift nocturn, cu excepția celor în stadiul

de subimago, care manifestă un drift diurn, chiar dacă la un nivel de semnificație statistică mai scăzut (Fig. 17).

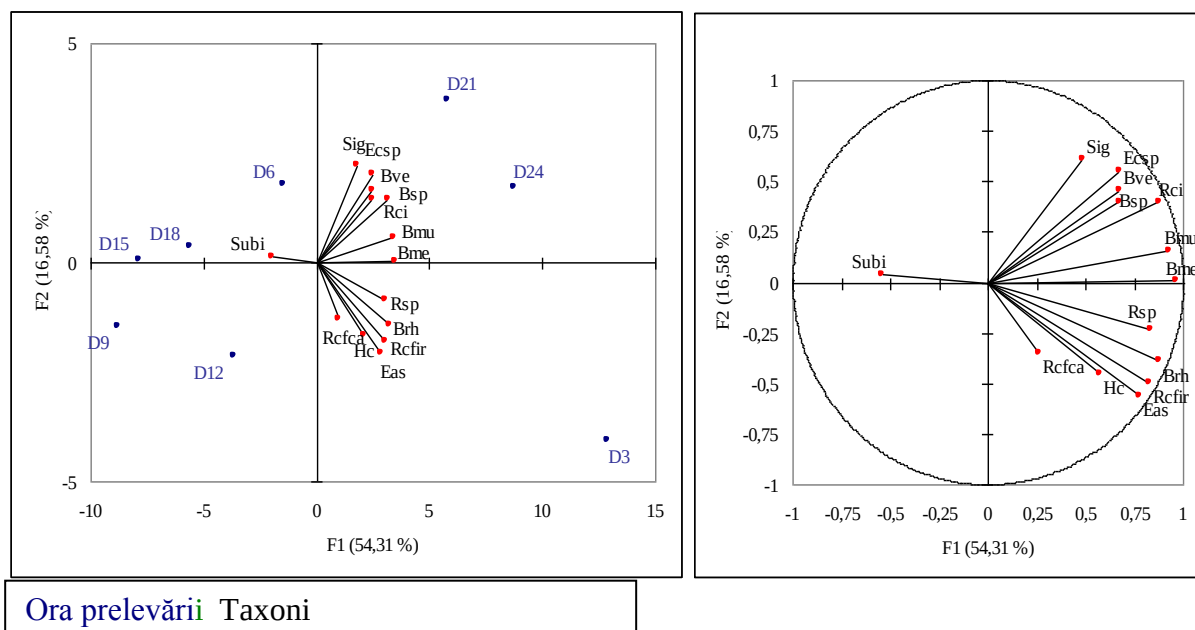


Figura 17. Analiza în componente principale (PCA) pe baza speciilor de efemeroptere prelevate în probele de drift la stația de colectare situată pe râul Someșul Cald, aval chei

Relația dintre parametrii fizico-chimici, momentul colectării (intervalul orar) și dimensiunea indivizilor aparținând unor specii de efemeroptere prezente în drift a fost descrisă prin analiza de corespondență canonică (CCA). Au fost excluși din analiză juvenalii care nu au putut fi determinați la nivel de specie dar și speciile care nu au fost reprezentate prin minim 10 indivizi și clasele de dimensiuni în care nu au fost prezenți minim 3 indivizi. Parametrii fizico-chimici luați în considerare au fost temperatura apei și cantitatea de oxigen dizolvat. Primele două axe de corelație canonică, F1 și F2, explică 100% relația dintre specii și factorii de mediu. Prima axă (F1- 93,5%) este gradient crescător de temperatură, iar axa 2 (F2 – 6,5%) gradient descrescător de oxigen (Fig. 18.).

Față de prima axă se deosebesc două grupări: prima include probele colectate pe perioada nopții (D21, D24, D3, D6), iar a doua include probele colectate pe parcursul zilei (D9, D12, D15, D18). În ceea ce privește distribuția indivizilor de diferite dimensiuni, doar indivizii aparținând speciei *Rhithrogena circumtatica*, de dimensiune medie, sunt distribuiți pe axa F2, aceștia fiind mai abundenți în probele colectate la ore la care cantitatea de oxigen este mai redusă. Celelalte specii introduse în analiză se distribuie pe axa F1. Se poate observa că, în prima grupare, cea a probelor colectate noaptea, reprezentate în partea de sus a graficului, sunt prezenți în principal indivizii de dimensiuni medii și mari cu două excepții

Rhithrogena circumatrica și *Baetis melanonyx*, de dimensiuni mici, aceștia din urmă deși sunt prezenți în toate probele colectate, sunt mult mai abundenți în proba colectată la ora 21. Specia *Rhithrogena circumatrica*, manifestă un comportament de drift atipic, aceasta datorându-se probabil stadiului lor de dezvoltare (78% dintre larvele acestei specii având dimensiuni mai mici de 3 mm). În cea de a doua grupare, cea a probelor colectate în timpul zilei, reprezentate în partea de jos a graficului, se regăsesc indivizi de talie mică aparținând speciilor *Serratella ignita* și *Ecdyonurus* sp. și indivizii de talie medie ai speciei *Rhithrogena circumatrica*.

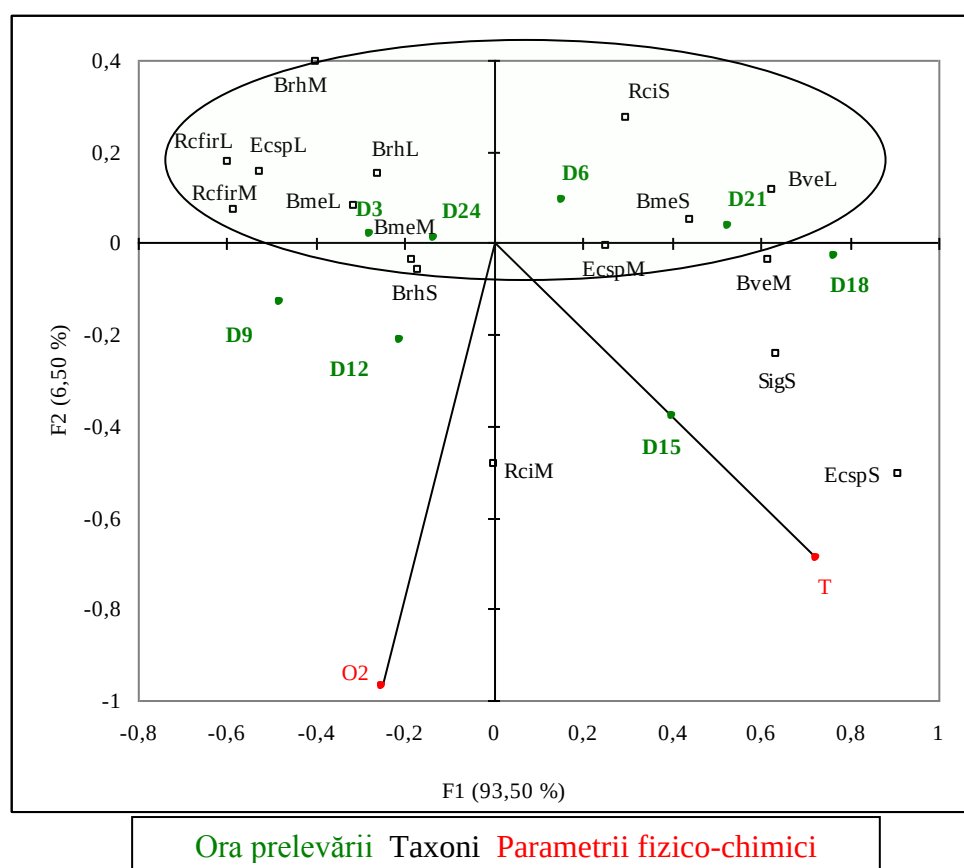


Figura 18. Analiza de corespondență canonică (CCA) pe baza indivizilor de diferite dimensiuni aparținând ordinului Ephemeroptera și a factorilor de mediu (T-temperatura; O2-oxigenul dizolvat) la stația de colectare situată pe râul Someșul Cald, aval chei (S – indivizi cu $L < 3$ m; M – indivizi cu $L = 3-6$ mm; L – indivizi cu $L > 6$ mm)

Concluziile tezei

În vederea realizării studiului ecologic al comunităților de efemeroptere au fost stabilite 10 stații de colectare a macronevertebratelor bentonice, însă larvele de efemeroptere au fost întâlnite doar la 9 dintre acestea. Au fost analizați un număr de 76784 indivizi aparținând ordinului Ephemeroptera, prezenți în 244 de probe. Dintre aceștia pe râul Someșul

Cald au fost 44500 indivizi (33405 în anul 2003 respectiv 11095 în anul 2004), iar pe râul Someșul Rece și Someșul Mic au fost analizați 32287 indivizi colectați în anul 2003.

Efemeropterele au realizat frecvențe de 100% la toate punctele de colectare cu excepția stației SR1 (Someș Rece - izvoare) unde nu au fost întâlnite deloc, datorită pH-ului acid pe care îl are apa.

Abundența acestui grup în cadrul comunităților acvatice la stațiile de prelevare a fost cuprinsă între 2% - 64%.

Din analiza comparativă a densităților realizate în anul 2003 (an în care au fost prelevări pe ambele râuri) cea mai mare densitate a efemeropterelor a fost înregistrată la stația SC2 (Someș Cald - afluent Bătrâna), urmată de stația SR5 (Someș Rece, aval localitatea Măguri Răcățau)

Din analiza densităților medii anuale realizate în cei doi ani de prelevări de pe râul Someșul Cald a rezultat că acestea au fost mai mari la toate stațiile de prelevare, în anul 2003 comparativ cu 2004.

În bazinul superior al Someșului Mic, la stațiile de prelevare cuprinse în acest studiu, au fost identificați un număr de 30 de taxoni, încadrați sistematic în 8 familii și 14 genuri. Nu au fost făcute identificările speciilor genului *Ecdyonurus* și două specii ale genului *Rhithrogena* nu au putut fi determinate.

Din totalul de 27 specii identificate, 7 sunt noi semnalate în zonă, iar dintre acestea speciile *Baetis digitatus* și *Rhithrogena circumtatica* au fost semnalate pentru prima dată în România.

La stația de pe râul Someșul Mic, amonte localitatea Cluj - Napoca, numărul taxonilor a fost mai redus comparativ cu toate stațiile investigate, fapt ce se datorează cel mai probabil modificărilor hidromorfologice și prezenței localităților din amonte.

Speciile *Baetis rhodani*, *Habroleptoides confusa* și reprezentanții genului *Ecdyonurus* au distribuția cea mai largă, fiind întâlniți la toate stațiile de prelevare. Speciile *Baetis digitatus*, *Baetis fuscatus*, *Centroptilum luteolum*, *Potamanthus luteus*, *Rhithrogena* cf. *savoienensis* și *Rhithrogena circumtatica* au fost întâlnite la o singură stație din cele 9 incluse în programul de recoltare.

Frecvența totală cea mai ridicată o realizează juvenalii genului *Baetis*, urmați de cei ai genului *Rhithrogena*. Dintre taxonii determinați la nivel de specie, frecvențe de peste 70% realizează *Baetis rhodani* și *Habroleptoides confusa*. Frecvențe ridicate au și speciile: *Baetis alpinus*, *Baetis muticus*, *Serratella ignita* și *Rhithrogena* cf. *iridina*. Cele mai scăzute

frecvențe le au speciile *Baetis digitatus*, *Centroptilum luteolum*, *Potamanthus luteus* și *Rhithrogena cf. savoiensis*.

În ceea ce privește dinamica densității lunare la toate stațiile de pe râul Someșul Cald și la SR3, SR4 și SM aceasta variază în mod similar, având valori ridicate pe perioada verii și început de toamnă și minime în lunile aprilie - mai, respectiv sfârșit de toamnă (lunile octombrie - noiembrie). Densitățile scăzute din aceste luni coincid cu perioada de emergență, primăvara și toamna o mare parte a larvelor se transformă în adulți.

La stația SR2 și SR5 efemeropterele au densitate scăzută pe perioada primăverii și verii, iar în luna noiembrie ating densitatea maximă de peste 5000 ind/mp. Creșterea accentuată a densității în lunile de toamnă poate fi explicată prin intrarea în populație a larvelor eclozate din ouăle depuse pe timpul verii.

Majoritatea speciilor de efemeroptere au avut o distribuție grupată, însă cu un grad de grupare redus.

Stația de pe râul Someșul Mic, are cea mai scăzută diversitate, conform indicelui Shannon - Wiener, fapt care subliniază încă o dată sensibilitatea efemeropterelor la calitatea parametrilor de mediu.

Conform indicelui Shannon – Wiener, cea mai scăzută diversitate, dintre stațiile de prelevare de pe râul Someșul Cald, comparativ cu cele de pe râul Someșul Rece, este la stația situată amonte Blăjoaia, fapt datorat sensibilității efemeropterelor la valorile pH-ului dar și altitudinii ridicate la care este situată această stație.

Rezultatele indicelui Baetidae : Heptageniidae nu concordă cu majoritatea datelor din literatură, însă concluziile la care am ajuns se explică prin aceea că la stațiile la care am efectuat prelevări au dominat genurile reobionte *Rhithrogena* și *Epeorus*.

Analiza de similaritate Jaccard, pe baza compoziției comunităților de efemeroptere la stațiile investigate a reliefat, în special, diferențele dintre comunitățile de efemeroptere la stațiile cu un anumit grad de perturbare SM și SR2, dar a și pus în evidență asemănarea pe baza compoziției specifice de la diferite stații de prelevare.

Analiza distribuției speciilor de efemeroptere în funcție de parametrii de mediu, la cele 9 stații la care au fost întâlnite, realizată cu ajutorul analizei de corespondență canonică a reliefat faptul că cei mai importanți parametri ce determină distribuția speciilor sunt: pH-ul, temperatura apei și altitudinea.

În urma analizei fenomenului de drift în comunitățile de efemeroptere de pe râul Someșul Cald, aval chei putem afirma că driftul la efemeroptere, în general, este mai intens pe parcursul nopții comparativ cu ziua.

În ceea ce privește dinamica numărului de efemeroptere capturate în probele de drift, numărul acestora crește gradual începând cu 9 dimineața și înregistrează două maxime, unul principal, observat în a doua jumătate a nopții și unul secundar, ce are loc după asfințit.

Taxonii *Baetis melanonyx*, *Baetis vernus*, *Baetis rhodani*, *Rhithrogena* cf. *iridina* și *Ecdyonurus* sp. manifestă un drift comportamental, atât numărul cât și dimensiunile indivizilor capturați fiind mai mari pe parcursul nopții comparativ cu probele colectate pe parcursul zilei.

Larvele tinere ale genurilor *Baetis* și *Rhithrogena* sunt prezente în toate probele de drift, însă numărul lor este mult mai mare pe parcursul nopții comparativ cu ziua.

În cazul speciilor *Serratella ignita* și *Rhithrogena circumtatica*, deși există tendința de a-și spori numărul pe timpul nopții, nu s-a observat o tendință în creșterea dimensiunilor indivizilor prezenți, însă și dimensiunile indivizilor colectați în probele de bentos sunt reduse așa încât putem afirma că indivizii din drift corespund celor din bentos din punct de vedere al stadiului de dezvoltare.

Pe baza rezultatelor PCA se poate afirma că lumina este un parametru foarte important ce poate influența comportamentul de drift al efemeropterelor, toți taxonii prezenți având o tendință puternică spre comportamentul de drift nocturn, cu excepția celor în stadiul de subimago, care manifestă un drift diurn.

În urma CCA s-a constatat că pe perioada nopții sunt prezenți în principal indivizii de dimensiuni medii și mari cu două excepții: *Rhithrogena circumtatica* și *Baetis melanonyx*, de dimensiuni mici. Aceștia din urmă deși sunt prezenți în toate probele colectate, sunt mult mai abundenți în proba colectată la ora 21. În timpul zilei se regăsesc indivizi de talie mică aparținând taxonilor *Serratella ignita* și *Ecdyonurus* sp. și indivizii de talie medie ai speciei *Rhithrogena circumtatica*.

Bibliografie selectivă

Allan, J.D., 1995. Stream Ecology: Structure and Function of Running Waters. Chapman & Hall, London, 350 p.

Avram, A. și Cîmpean, M., 2011. Aquatic invertebrate drift in Someșul Cald river with special regards on Ephemeroptera taxa. Studia Universitatis Babeș-Bolyai, Seria Biologie, LXVI, 1: 23 – 40.

Avram, A., Cîmpean, M., Jurcă, A. și Timuș, N., 2009. Water quality assessment using biotic indices based on benthic macroinvertebrates in the Someșul Mic catchment area, Studia Universitatis Babeș-Bolyai, Seria Biologie, LIV, 1: 60 -71.

Barber-James, H.M., Gattolliat, J-L., Sartori, M. și Hubbard, M.D., 2008. Global diversity of mayflies (Ephemeroptera, Insecta) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595: 339-350.

Barbour, M.T., Gerritsen, J., Snyder, B.D. și Stribling, J.B., 1999. Rapid Bioassessment Protocols for use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates, and Fish, Second Edition. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Washington, DC.

Bauernfeind, E. și Moog, O., 2000. Mayflies (Insecta: Ephemeroptera) and the assessment of ecological integrity: a methodological approach. *Hydrobiologia*, 422/423: 71-83.

Bogoescu, C., 1958. Ephemeroptera. Fauna R.P.R., Insecta. Vol. VII. Insecta (I). Fasc. 3, Ephemeroptera. Ed. Academia Republicii Socialiste România. 187 p.

Brittain, J.E., 1980. Mayfly strategies in a Norwegian subalpine lake. în: Flannigan, J.F. și Marshall, K.E. (eds.), *Advances in Ephemeroptera Biology*, Plenum Press, New York, 179-186.

Brittain, J.E., 1982. Biology of mayflies. *Annual Review of Entomology*, 27: 119-147.

Brittain, J.E. și Sartori, M., 2003. Ephemeroptera (Mayflies), în: Resh, V.H. și Cardé, R.T. (eds), *Encyclopedia of Insects*, Academic Press, Amsterdam, 373-380.

Deván, P. și Mucina, L., 1986. Structure, zonation, and species diversity of the mayfly communities of the Belá River basin, Slovakia. *Hydrobiologia*, 135(1-2): 155-165.

Edmunds, G.F. Jr. și McCafferty, W.P., 1988. The mayfly subimago. *Annual Review of Entomology*, 33: 509-529.

Elliott, J.M., 1967. Invertebrate drift in a Dartmoor stream. *Archiv fur Hydrobiologie*, 63: 202-237.

Găldean, N., 1992 a. Contribution to the zoogeography of the mayflies (Insecta, Ephemeroptera) of Romania. *Travaux du Museum d'Histoire Naturelle "Grigore Antipa"*, 32: 425-444.

Gîștescu, P., 1990. *Fluviile Terrei*. Editura Sport-Turism, București, 264 p.

Guerold, F., Vein, D. și Jacquemin, G., 1991. Les peuplements d'Éphéméroptères de Plécoptères et de Trichoptères des ruisseaux acides et non acides du Massif vosigien: première approche. Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera communities of acidic and non acidic streams in Vosges Mountains (northeastern France): a preliminary study. *Revue des Sciences de l'Eau*, 4: 299-314.

Guerold, F., Vein, V., Jacquemin, G. și Moreteau, J.C., 1993. Impact de l'acidification des ruisseaux vosgiens sur la biodiversité de la macrofaune benthique. *C.R. Acad. Sci. Paris, Sci. Vie*, 316: 1388-1392.

Hammer, Ó., Harper, D.A.T. și Ryan, P.D., 2002. PAST - PAleaeontological STatistics, ver. 0.93.

Hieber, M., Robinson, C.T. și Uehlinger, U., 2003. Seasonal and diel patterns of invertebrate drift in different alpine stream types. *Freshwater Biology*, 48: 1078-1092.

Hynes, H.B.N., 1970. The ecology of running waters. Univ. Toronto Press, 555 p.

Landolt, P. și Sartori, M., 2001. Ephemeroptera in Switzerland. In: Domínguez, E. (ed.), Trends in Research in Ephemeroptera & Plecoptera, Kluwer Academic, Plenum Publishers, New York, 285-299.

Malzacher, P., 1986. Diagnostik, Verbreitung und Biologie der europäischen *Caenis*-Arten (Ephemeroptera: Caenidae). *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, Serie A (Biologie)*, 387: 1-41.

McClurg, S.E., Petty, J.T., Mazik, P.M. și Clayton, J.L., 2007. Stream ecosystem response to limestone treatment in acid impacted watersheds of the Allegheny Plateau. *Ecological Applications*, 17: 1087-1104.

Morse, J.C., Stark, B.P., McCafferty, W.P. și Tennesen, K.J., 1997. Southern Appalachian and other southeastern streams at risk: implications for mayflies, dragonflies and damselflies, stoneflies, and caddisflies, în: Benz, G. W. și Collins, D.E. (eds.), Aquatic fauna in peril: the southeastern perspective, Special Publication 1, Aquatic Research Institute, Lenz Design and Communications, Decatur, Georgia, 17-42.

Müller-Liebenau, I., 1969. Revision der europäischen Arten der Gattung *Baetis* Leach, 1815 (Insecta, Ephemeroptera), *Gewässer und Abwässer*, 48/49: 1-214.

Sartori, M., 2001. Current knowledge of mayfly research in Europe (Ephemeroptera), în: Domínguez, E. (ed.), Trends in Research in Ephemeroptera & Plecoptera, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, 47-52.

Savolainen, E. și Saaristo, M.I., 1980. *Baetis digitatus* Bengtsson (Ephemeroptera) found in Finland. *Notulae Entomologicae*, 60: 195-196.

Sofronie, C., 2000. Amenajări hidrotehnice în bazinul hidrografic Someș-Tisa. Cluj-Napoca, Casa de Editură Gloria, 266 p.

Soldan, T. și Landa, V., 1999. A key to the central European species of the genus *Rhithrogena* (Ephemeroptera: Heptageniidae). *Klapalekiana*, 35: 25-37.

Sowa, R., 1975. Ecology and biogeography of mayflies (Ephemeroptera) of running waters in the Polish part of the Carpathians. 1. Distribution and quantitative analysis. *Acta Hydrobiologica*, 17: 223-297.

Sowa, R., 1980. La zoogéographie, l'écologie et la protection des éphéméroptères en Pologne, et leur utilisation en tant qu'indicateurs de la pureté des eaux courantes, în: Flannigan, J.F. și Marshall, K.E. (eds.), Advances in Ephemeroptera Biology, Plenum Press, New York, 141-154.

Sowa, R. și Soldán, T., 1986. Three new species of the *Rhithrogena hybrida* group from Poland and Czechoslovakia with a supplementary description of *R. hercynia* Landa, 1969

(Ephemeroptera, Heptageniidae). Trzy nowe gatunki grupy *Rhithrogena hybrida* z Polski i Czechosłowacji z uzupełniającym opisem *R. hercynia* Landa, 1969 (Ephemeroptera, Heptageniidae). Polskie Pismo Entomologiczne, 56: 557-572.

Studemann, D., Landolt, P., Sartori, M., Hefti, D. și Tomka, I., 1992. Ephemeroptera - Insecta. Helvetica Fauna, 9: 1-175.

Thomas, A. și Belfiore, C., 2011. Fauna Europaea: Ephemeroptera, Fauna Europaea version 2.4, <http://www.faunaeur.org>

Ujvari, I., 1972. Geografia apelor României. Editura Științifică, București, 464 p.

Ward, J.V. și Berner, L., 1980. Abundance and altitudinal distribution of Ephemeroptera in a Rocky Mountain stream, în: Flannigan, J.F. și Marshall, K.E. (eds.), Advances in Ephemeroptera Biology, Plenum Press, New York, 169-177.

Waters, T.F., 1972. The drift of stream insects. Annual Review of Entomology, 17: 253-272.

Weber, H. și Weidner, H., 1974. Grundriss der Insektenkunde. Gustav Fischer, Verlag Stuttgart, 640 p.

Zahrádková, S., Soldán, T., Bojková, J., Helešic, J., Janovská, H. și Sroka, P., 2009. Distribution and biology of mayflies (Ephemeroptera) of the Czech Republic: present status and perspectives, Aquatic Insects, 31(S1): 629 - 652.