

EPHEMEROPTERA DES FLUSSES BELÁ

Pavol Deván

**PRIVATE LIBRARY
OF WILLIAM L. PETERS**



EPHEMEROPTERA DES FLUSSES BELÁ

Pavol Deván

Okresná pamiatková správa, Hasičská 14, 911 00 Trenčín,
Tschechoslowakei

ABSTRACT

Deván, P.: *Ephemeroptera* of the River Belá. In: Ertl, M. (ed.), *Limnologie des Flusses Belá*. Práce Lab. Rybár. Hydrobiol., 4: 119—158, 1984.

The mayflies of the mountain and submountain River Belá (Western Tatra Mts.) and its tributaries were investigated during 1977 and 1978. In total 28 mayfly species have been found, one of them being new to the fauna of Czechoslovakia and another one to that of Slovakia. The distribution pattern of mayflies reflects river zonality. Four mayfly taxocena have been found out and described.

INHALT

1. Einführung	122
2. Verzeichnis der Probenentnahmestellen	122
3. Material und Methoden	122
4. Die artenmäßige Zusammensetzung der Ephemeropterenfauna des Flusses Belá und seiner Nebenflüsse	128
4.1. Bemerkungen zur Verbreitung und Ökologie der festge- stellten Arten	128
4.2. Diskussion zur artenmäßigen Zusammensetzung der Ephe- meropterenfauna des Flusses Belá und seiner Nebenflüsse und zum Vorkommen einiger Arten	140
5. Die Artendiversität und Ausgeglichenheit der Ephemeropte- rengemeinschaften in einzelnen Lokalitäten des Flusses Belá und seinen Nebenflüssen	142
6. Das Verhältnis der Vertreter der Familien <i>Baetidae</i> (<i>Heptage- nidae</i>) in einzelnen Lokalitäten des Flusses Belá und seiner Nebenflüsse	144
7. Artengemeinschaften der Ordnung <i>Ephemeroptera</i>	145
7.1. Verbreitungszonen der Ephemeropteren im Fluß Belá und seinen bedeutenderen Nebenflüssen	145
7.2. Diskussion zu den Ephemeroptere ngemeinschaften	147
8. Die Abundanz der Ephemeropteren des Flusses Belá	150
9. Zusammenfassung	152
10. Súhrn	153
11. Summary	154
12. Literatur	155

1. EINFÜHRUNG

Bei der Erforschung der Ephemeropteren des Flusses Belá haben wir uns auf die Bestimmung der Ephemeropterenarten des Flusses Belá, der Bäche Kôprovský potok und Tichý potok, sowie auch einiger kleineren Bäche im Einzugsgebiet des Flusses ausgerichtet. Wir haben uns bemüht die räumliche Distribution der Arten festzustellen und die Ephemeropteren-taxozönosen des Flusses und der Nebenflüsse zu bestimmen. Wir haben im Fluß Belá auf Grund des von Mitarbeitern des Laboratoriums für Fischerei und Hydrobiologie in Bratislava gesammelten Materials die Biomasse und Abundanz der Eintagsfliegen in vier Profilen bestimmt.

Die Eintagsfliegen im Gebiet der Hohen Tatra haben Obr (1955) und Zelinka (1953) bearbeitet. Einige Angaben finden wir auch in den Arbeiten von Zelinka und Rothschein (1967), Landa (1969) und Soldán (1978). Krno (1978 a) informiert in seinem Bericht über einige für die Fauna der Slowakei neuen Arten aus dem Gebiet der Niederen Tatra. Bei der Bearbeitung der Forschungsergebnisse haben wir auch die Arbeiten polnischer Autoren berücksichtigt: Keffermüller (1956, 1960, 1974) Keffermüller und Machel (1967), Keffermüller und Sowa (1975); Kamler (1960, 1965, 1967) hat sich mit der Distribution der Eintagsfliegen und Steinfliegen in Abhängigkeit von der Höhe über dem Meeresspiegel, der Wasserströmung und Wassertemperatur beschäftigt. Kownacka (1970) und Kawecká, Kownacka und Kownacki (1971) haben Angaben über den Einfluß des Substrats und des Gefälles auf die Verbreitung der Makrozoobenthonten publiziert. Im polnischen Teil der Tatra haben auch Starmach und Wzorek (1965) die Eintagsfliegen bearbeitet. Sowa (1962, 1965, 1975a, 1975b) hat sich eingehend mit der Ökologie und Biogeographie der Eintagsfliegen im polnischen Teil der Karpaten beschäftigt.

Ich danke an dieser Stelle Frau Dr. Eva Ertlová, CSc., Herrn Dr. Milan Ertl, CSc., Dr. Ilja Krno, CSc., Dr. Ryszard Sowa und allen denen, die mir bei der Arbeit geholfen haben.

2. VERZEICHNIS DER PROBENENTNAHMESTELLEN

Die Probenentnahme erfolgte in 18 Haupt- und 7 Hilfslokalitäten, deren Charakteristik in der nachstehenden Tabelle enthalten ist.

3. MATERIAL UND METHODEN

Die qualitativen Proben wurden mit Hilfe eines runden Netzes aus Müllergaze mit einem Durchmesser von 28 cm jeweils quer über das ganze Flußprofil hin entnommen. Bei niederen Wasserständen haben wir Proben aus verschiedenen Substrattypen entnommen, insbesondere am Ufer, in Nebenarmen und im Stromstrich im tiefen Wasser und in seichten Stromschnellen, im Schlamm, Sand, im Moos und auch im grobkörnigen Detritus. Diese Proben haben wir gesondert analysiert. Das Material für qualitative Analysen haben wir in den zwei Jahren 1977 — 1978 in vier Profilen des Flusses Belá entnommen, in fünf Profilen des Baches Tichý potok und in fünf

Tab. 1

Charakteristik der Probenentnahmestellen

Nº	1	2	3	4	5	6	7
1	940	2	Steine, Schotter	wenig	—	+	Verunreinigung aus einem Campingplatz
2	880	1,5	Steine, Geschiebe, am Ufer Schotter und Sand	häufig Koniferennadeln	+ m	+	häufige seichte Stellen
3	770	0,5— 1,8	dtto	häufig grob	—	++	das Flußbett ändert sich bei Hochwasser oft
4	680	0,4— 1,5	Steine, es überwiegt Geschiebe, Schotter und Sand	häufig	—	++	bei niedrigem Wasserstand ändert der Fluß in seinen eigenen Anschwemmungen
0	630	1,5	Geschiebe und Schotter	sehr häufig	—	++	Schotterquerbänke beim Zusammenfluß
5	1630	2	scharfkantige Steine, Schotter	wenig	++ m	—	eng und seicht (30 cm), Wasserfälle, oberhalb der Waldgrenze
6	1370	1,5	dtto	Koniferennadeln	+ + m, 1	+	breiter als vorherg. Lok., Wald
7	1150	1,5	kleineres Geschiebe, wenige Steine	häufig	+ 1	+	breiterer Fluß, Wald bis in Ufernähe
8	1000	1,5— 2	Geschiebebänke, flache Steine	häufig in Ritzen	+ m	+	seichte Stellen, aufgeschüttete Dämme, trockenet im Winter aus
9	1300	2	runde Kalksteine, Schotter	wenig grob	+ + m	—	Karstgebiet

Tab. 1 (Fortsetzung)

No	1	2	3	4	5	6	7
10	1500	1,5	scharfkantige Steine, feiner, scharfer Schotter	häufig K. — nadeln	++ + 1, m	—	Bergkiefern, geringes Gefälle auf Grundmoräne
11	1300	1	flache Steine, wenig Geschiebe, Schotter	wenig	+ + 1 m	sehr schwach	meistens seichte Stromschnellen, zwischen den Steinen Tiefen bis 1 m
12	1720	1	scharfkantige Steine, scharfer Schotter	wenig	+ + 1 m	—	der Bach fließt stellenweise unter den Steinen, oberhalb der Bergkieferzone
13	1150	1,5	riesige Moränensteine, flache Steine, Schotter	Konif. — nadeln	+ + 1 m	+	Wald bis an die Ufer, der Fluß fließt durch den Rest einer Stirnmoräne, Blaulagenaufwuchs
14	1050	1—2	Steine, Schotterbänke, Geschiebe	häufig K. — nadeln	+ + m	++	Stromschnellen, aufgeschüttete Dämme, Tiefe bis 50 cm
a	1510	2	Gerölle, Schotter	aus Pflanzen	+ + m	—	Bach I. Ordnung über der Bergkieferzone, nur einmal untersucht
b	1060	1,5	Geschiebe, Schotter	häufig	+ + m	—	nur einmal untersucht
c	1000	—	Geschiebe, Schotter	häufig	+ + + m	—	Wiesenquellbach
d	1674	0,5	Moränensteine, Schotter	häufig	+ + + m	—	Seeabfluß, schwach dystrophes Gewässer
e	1580	—	Moränensteine, Schotter	wenig	+ + m	—	Wasserfälle in der Bergkieferzone

Tab. 1 (Fortsetzung)

N°	1	2	3	4	5	6	7
f	1480	1,5	scharfkantige Steine, Schotter	grob, häufig	+ + m	—	Wasserfälle
h	810	1,5	Steine, Schotterbänke	in Ritzen, Laub	+ 1	+ +	Fadenalgen, nur Frühjahrspro- be
i	780	1	erdiger Grund mit vereinzel- ten Geschieben	—	+ m	—	Graben in mooriger Wiese, ü- berhängendes Gras, Tiefe bis 60 cm
j	780	0,8	Geschiebe, Sandbänke	häufig	+ + + m	—	seicher Wiesenbach, an den Ufern Erlen und Weiden
k	770	—	Geschiebe, Sand	häufig	+ + + m	+	Wiesenbach, Tiefe max. 20 cm

1 — Höhe über dem Meeresspiegel, — 2 — Fließgeschwindigkeit (m.s⁻¹). 3 — anorga-
nisches Substrat, 4 — Detritus, 5 — Moos und Flechten, 6 — Aufwuchs auf Steinen,
7 — Bemerkungen, + — Vorkommen, Häufigkeit, — — Absenz, m — Moos, 1 — Flech-
ten.

Profilen der Bäche Kôprovský potok, Hlinský potok, Račkov potok und in den Wiesenbächen in der Nähe der Gemeinde Pribylina. Als Hilfslokalitäten wurden die Lokaltäten a, b, c, d, e, f, g, k untersucht.

Die Proben wurden an Ort und Stelle mit 4 %-igem Formaldehyd fixiert und in Polyäthylenflaschen verwahrt. Die Fließgeschwindigkeit wurde nach der Methode von Kamler (1967) gemessen. In den Bächen haben wir auch die Wassertiefe gemessen. Wir haben detaillierte Bemerkungen über den Charakter des Substrats des Flußgrundes, den Detritus und den Uferbewuchs angefertigt. Die Imagines wurden mit Hilfe des Schleppnetzes in der Ufervegetation in einer Dauer von jeweils 10 Minuten gefangen, ebenso wurden die über der Wasseroberfläche fliegenden Imagines gefangen. Die qualitativen Proben wurden an folgenden Tagen gesammelt: im Jahr 1977 — 4. bis 8. Juli, 18. bis 25. Oktober, im Jahr 1978 — 15. bis 19. Mai, 7. bis 11. August, 25. bis 30. September.

Die Proben wurden im Laboratorium auf einer dunklen und lichten Unterlage durchgesehen. Das Material wurde mit 4 %-igem Formaldehyd konserviert. Die Mitarbeiter des Laboratoriums für Fischerei und Hydrobiologie haben bei den quantitativen Proben das Gewicht der mit Formaldehyd konservierten Eintagsfliegen als Ganzes und deren Anteil an der Biomasse und Abundanz in jeder quantitativen Probe bestimmt (die Methoden für die Entnahme quantitativer Proben siehe Peňáz, 1966).

Die Dauerpräparate wurden in Liquido de Swan angefertigt. Als Bestimmungsschlüssel diente vor allem die Arbeit von Landa (1969) und Schönemund (1930 a) mit Berücksichtigung der neuesten taxonomischen Arbeiten von Müller — Liebenau (1969) und Sova (1970, 1971, 1973 a, 1973 b, 1974), sowie des faunistischen Überblicks von Illies (1967, 1978).

Auch in den qualitativen Proben haben wir die relative Quantität der einzelnen Eintagsfliegenlarven bestimmt und haben auch die Körperlänge (ohne Cerci) gemessen. Wir haben auch die Distribution der Eintagsfliegen in Abhängigkeit von der Höhe über dem Meeresspiegel festgestellt. Den Artendiversitätsindex der Eintags-

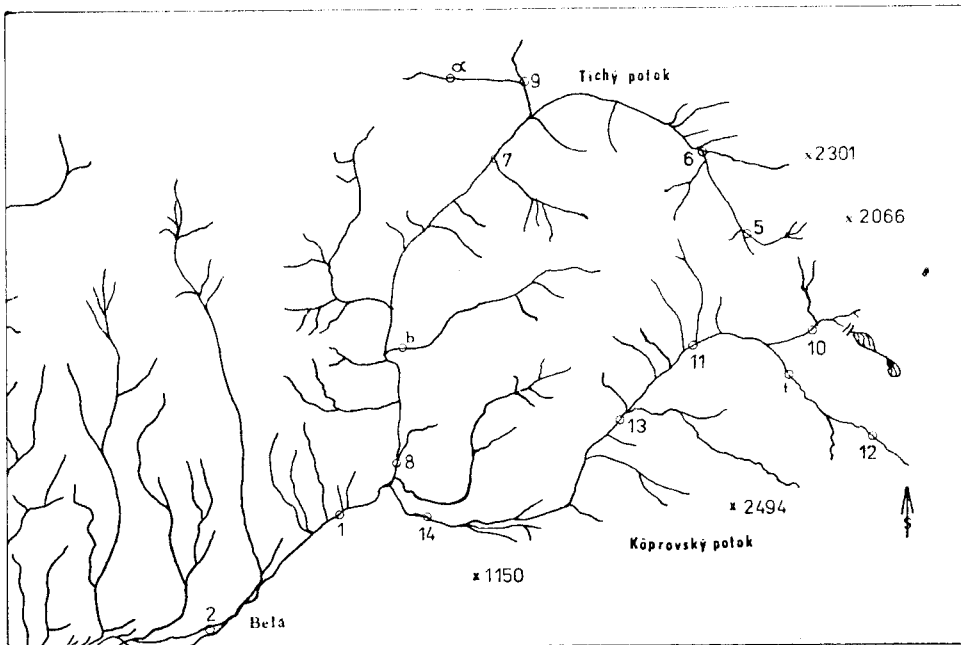


Abb. 1a. Einzugsgebiet des Flusses Belá.

fliegen in einzelnen Lokalitäten haben wir nach Shannon und Weaver (1949) berechnet. Den Maximalwert der Diversität haben wir nach der Formel berechnet:

$$H_{\max} = \log S$$

wobei S die Anzahl der an der gegebenen Lokalität festgestellten Arten ist.

Die Ausgeglichenheit haben wir nach Pielou (1966) berechnet, die Überflußinformation nach Konstantinov (1972).

Zur Abgrenzung der Eintagsfliegen-taxozönen haben wir Jaccard's Ähnlichkeitsindex $P = \frac{a+b+c}{1000}$ benutzt, wobei a die Anzahl der Arten in der Lokalität A, b die Anzahl der Arten in der Lokalität B, c die Anzahl der für beide Lokalitäten gemeinsamen Arten bedeutet. Der Dominanzindex wurde nach Kownacki (1971) berechnet und folgenderweise beurteilt:

- 10 — 1000 — dominant
- 0,1 — 0,9 — adominant A
- 0,01 — 0,09 — adominant B

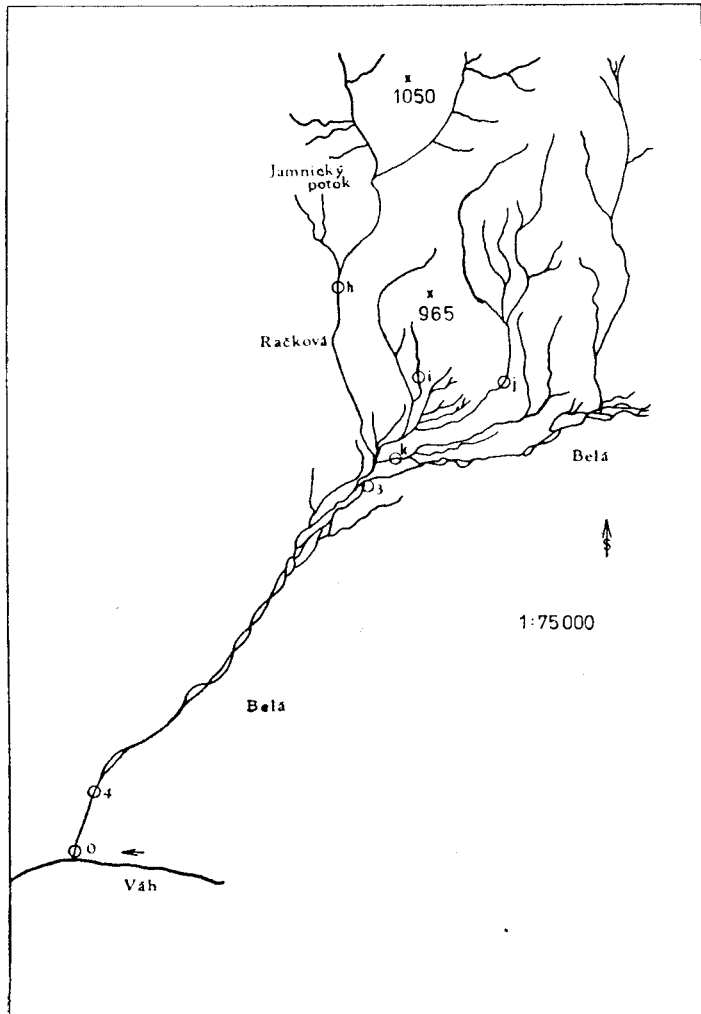


Abb. 1b. Einzugsgebiet des Flusses Belá

Zur Bewertung der Gemeinschaften haben wir auch die Verhältniszahl B/H benutzt, d. h. das Verhältnis der Angehörigenzahl der Familie *Baetidae* zu der Angehörigenzahl der Familie *Heptagenidae* an der gegebenen Lokalität.

4. DIE ARTENMÄßIGE ZUSAMMENSETZUNG DER EPHEMEROPTEREN-FAUNA DES FLUSSES BELÁ UND SEINER NEBENFLÜSSE

4.1. Bemerkungen zur Verbreitung und Ökologie der festgestellten Arten

Wir haben insgesamt 26 383 Eintagsfliegenlarven gesammelt, davon wurden 22 410 bis zur Art, der Rest nur bis zur Gattung bestimmt. Es wurden insgesamt 28 Arten festgestellt, davon ist eine neu für die Fauna der Tschechoslowakei und eine neu für die Fauna der Slowakei.

Ameletus inopinatus Eaton, 1887

Diese Art kommt sporadisch in den ruhigeren Abschnitten der Bäche Kôprovský potok und Tichý potok in Krümmungen der Bäche und in

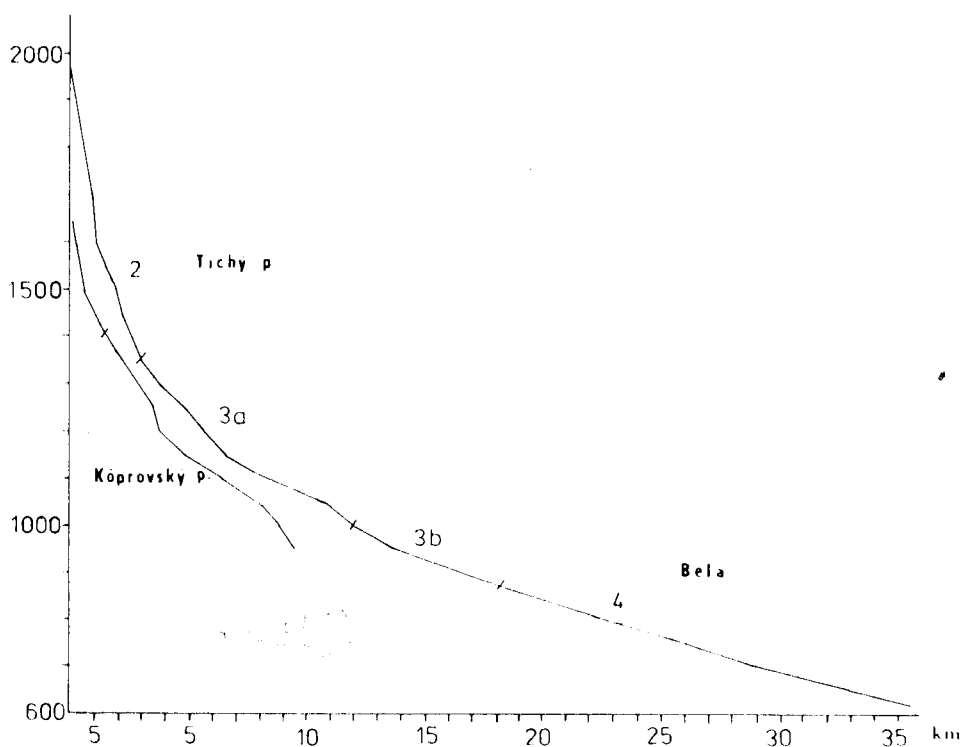


Abb. 2. Die Gefällekurve der Bäche Kôprovský potok und Tichý potok und des Flusses Belá

seichten, mit Sand bedeckten Uferstellen vor, sie meidet auch den Moos-
aufwuchs nicht. Im Fluß Belá wurde sie nur in der Lokalität 4 bei nied-
rigem Wasserstand in den Krümmungen des Flußlaufes gefunden. An den
Lokalitäten 10, 6 und 7 kommt sie als Adominant A vor. Es ist die einzige
im Abfluß der Seen Temnosmrečinské plesá vorkommende Eintags-
fliegenart (Lok d), in den Bächen der Flußniederung des Flusses Belá
wurde sie jedoch nicht festgestellt. Maximallänge 10 mm. Es wurden 46
Larven gesammelt.

L a n d a (1969) behauptet, daß diese Art bis auf 750 m ü. M. her-
absteigt wenn der Gebirgscharakter des Fließgewässers bewahrt bleibt.
S o w a (1975a) fand diese Art in einer Höhe von 460 m ü. M. im Ein-
zugsgebiet des Flusses Raba und noch an einigen weiteren Stellen in
niedrigeren Lagen, als von L a n d a (1969) angeführt wird.

Baetis alpinus (P i c t e t, 1843 — 1845)

Die häufigste Eintagsfliegenart im Fluß Belá und seinen Nebenflüssen.
Sie kommt beinahe in allen Proben vor, mit Ausnahme der Proben aus
Randkrümmungen des Flusses, welche reich an Fadenalgen sind, und
aus Quellen in der Niederung der Bäche Tichý potok und Kôprovský
potok. Sie ist an allen Lokalitäten dominant, mit Ausnahme der Loka-
lität i, wo sie subdominant ist, und der Lokalität d. Sie ist an Stellen mit
starker Strömung und grobem, mit Kieselalgen bewachsenen Geschiebe
am häufigsten. Wir haben sie hier beobachtet, wie sie sich auf der Ober-
fläche dieser Steine bewegt und sich dabei mit den Vorderbeinen fest-
hält, während ihr Körper frei mit der Strömung mitschwimmt. In den
Sommermonaten löst die Sommergeneration die Wintergeneration ab
(L a n d a, 1969). In der Zeit, während der im Fluß nur Individuen knapp
vor dem Schlüpfen und ganz kleine Individuen vorkommen (Juli und
September), haben wir in den Lokalitäten 2, 3, 4 das Vorkommen der
Art *Baetis sinaicus* und in den Lokalitäten 1, 7, 8, 11, 13 und 14 das
Vorkommen der Art *Baetis melanonyx* festgestellt, welche vielleicht die
so entstandene Lücke ausfüllen. Die Art *Baetis alpinus* bildet den Groß-
teil der Eintagsfliegenbiomasse und — Abundanz im untersuchten Gebiet
(600 Ind.m⁻²). Wir haben 10 734 Exemplare von Nymphen mit einer
festgestellten Maximallänge von 10 mm bearbeitet.

Baetis scambus E a t o n, 1870

L a n d a (1969) bezeichnet dieses Taxon als eine Art der Hochebenen.
K r n o (mündl. Mitteilung) hat sie im larvalen Stadium nach den von
M ü l l e r - L i e b e n a u (1969) angegebenen Merkmalen bestimmt. Von
diesen betrachten wir als zuverlässig nur die Form des labialen Palpus,
da sich die Kopfzeichnung infolge der Konservierung verändert. Die
Fundstelle weist gleichfalls auf die Art *B. scambus* hin. L a n d a (1969)
behauptet, daß sie im larvalen Stadium von der Art *B. bioculatus* (L i n-
n é) nicht zu unterscheiden ist. Imagines haben wir nicht gesammelt.
S o w a (1975a) gibt im polnischen Teil der Karpaten das vereizelte
Vorkommen von *B. scambus* bis in eine Höhe von 950 m ü. M. an, K a m-

ler (1967) gibt die Art *B. bioculatus* in Höhen von 600 — 1000 m ü. M. an. Nach Sowa (1975 a) ist der für die Art *B. bioculatus* gültige Namen *B. fuscatus* (Linné, 1761).

Es handelt sich um eine verhältnismäßig seltene Art. Wir haben sie im Fluß Belá in Höhen bis 880 m ü. M. festgestellt, und in der Lokalität 8 haben wir sie in einer Höhe von 1 000 m ü. M. zweimal gefunden. Die höchste Dominanz erreicht sie in der Lokalität k, die höchste Abundanz jedoch in den Lokalitäten 3, 4 und 0 in ruhigen, seichten Abschnitten mit reichem Detritus. Wir haben insgesamt 142 Exemplare von Nymphen mit einer Maximallänge von 6 mm gefunden.

Baetis lutheri Müller-Liebenau, 1967

Landa (1969) fand diese Art im Fluß Poprad, der in der Slowakei den dem Fluß Belá nächsten Fundort darstellt, Deván (nicht publ.) fand sie als Dominante im Bach Vernársky potok (Slovenský raj) in seinem Mittelabschnitt. Die Art ist im Fluß Belá selten. Sie kommt in der Lokalität 4 in ruhigeren Abschnitten vor. Insgesamt wurden 5 Nymphen gefunden.

Baetis melanonyx (Pictet, 1843)

Diese für die Fauna der Slowakei neue Art wurde im Fluß Belá und insbesondere in den Bächen Kôprovský und Tichý potok festgestellt (Krno und Deván, im Druck).

Soldán (1978) führt an, daß sie selten ist und in einer Höhe von 400 — 600 m ü. M. vorkommt. Sowa (1975 a) führt sie von der Babia gora und im Flußsystem Suchy — Stanów — Jaworzina — Skawica in einer Höhe von 600 bis 1 000 m ü. M. an. Kamler (1967) führt sie in der Tatra nicht an, und Kownacka (1970) unterscheidet sie nicht von *Baetis alpinus*. Müller-Liebenau (1969) schreibt gleichfalls, daß sie in Höhen bis 1 000 m ü. M. vorkommt.

Wir haben diese Art in den Lokalitäten 1, 2, 6, 7, 8, 13, 14 und 11 an ähnlichen Substraten wie *B. alpinus* in den Sommermonaten gefunden. Sie kann im Larvenstadium nur mikroskopisch von *B. alpinus* unterschieden werden (Abb. 3), unseren Beobachtungen zufolge ist die Mittelborste, welche länger als bei *B. alpinus* ist, ein gutes Leitmerkmal. Als einzige Art steigt sie bis in die Quellbäche in der Niederung der Bäche Tichý und Kôprovský potok auf. Insgesamt wurden 380 Nymphen gesammelt, deren Maximallänge 10 mm erreicht.

Baetis niger (Linné, 1761)

Müller-Liebenau (1969) führt als nahestehende Art *Baetis digitatus* Bengtsson, 1912 an, welche von Sowa im polnischen Teil der Karpathen angeführt wird. Wir haben diese Art nicht festgestellt. Landa (1969) gibt die Art *B. niger* im Abfluß des Sees Popradské pleso und im Bach Mlynica an. Sowa (1975 a) gibt sie in bedeutend niedriger liegenden Lokalitäten der polnischen Karpaten an. Im Fluß

Belá war diese Art insgesamt selten, es wurden 12 Exemplare in den Lokalitäten 3, 4, 8 gefunden. Die Maximalgröße beträgt 8 mm.

Baetis muticus (Linné, 1758)

Diese Art kommt an Stellen mit ruhigerer Strömung vor, bei den Ufern, auf Flußgrund mit kleineren Steinen und Pflanzenresten, in den Lokalitäten 4, 3, 1, h, 10, k, f, i. In den letztgenannten 2 Lokalitäten ist sie

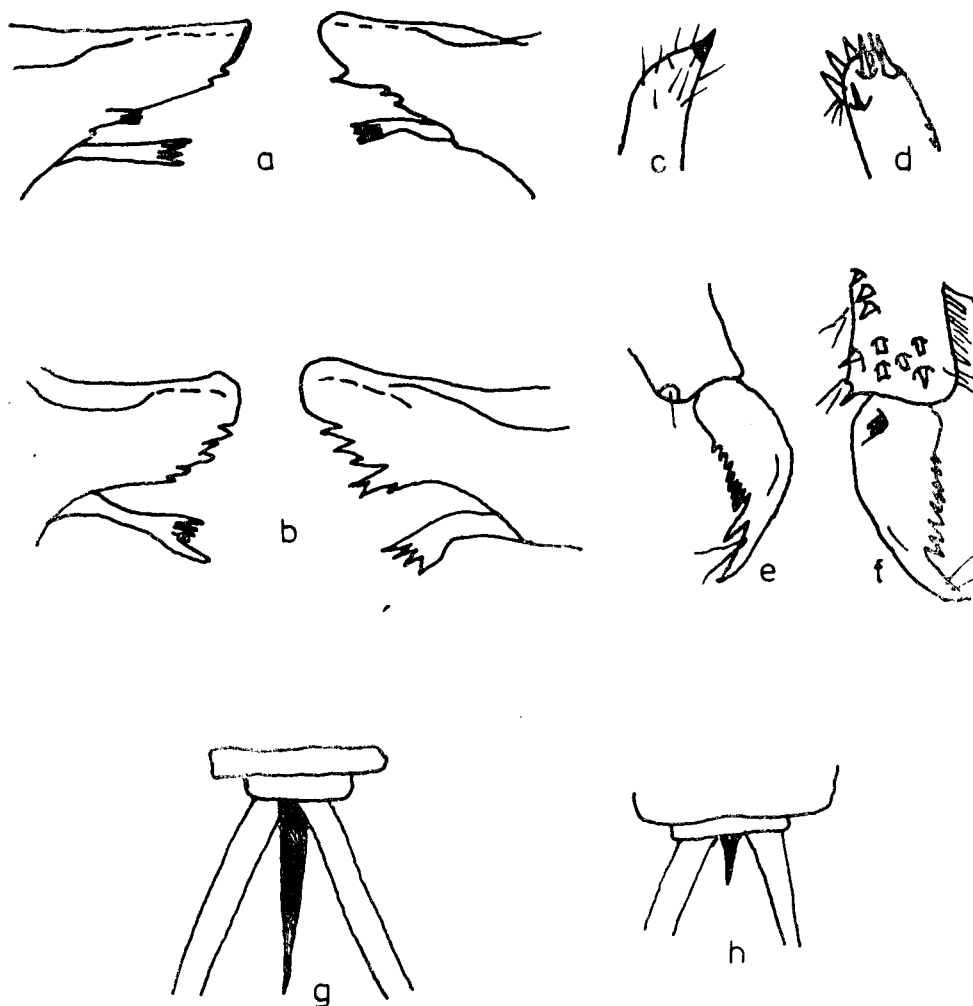


Abb. 3 Unterscheidungsmerkmale der Arten *B. alpinus* (b, d, f, h) und *B. melanonyx* a, b — Mandibeln, c, d — Ende des palpus maxillaris, e, f — Kralle, g, h — Mittelborste

dominant. Im Bach Tichý potok haben wir sie nicht gefunden, obwohl hier Stellen mit ähnlichen Bedingungen vorhanden sind. Das einzige, was alle Fundstellen dieser Art miteinander verbindet, ist die geringe Tiefe und das Gefälle, die lebenden und toten Pflanzen bei den Ufern. Wir haben insgesamt 274 Nymphen festgestellt, welche maximal eine Länge von 7 mm erreichen.

Baetis rhodani (Pictet, 1843 — 1845)

Das Vorkommen dieser Art ist vor allem an die niedrigeren Lagen des untersuchten Gebietes gebunden, sie steigt jedoch auch bedeutend hoch auf, wenn sie geeignete Stellen findet. Sie ist in den Bächen in der Niederung des Flusses Belá, wo viel Pflanzenmaterial vorkommt, dominant und an Stellen mit kleineren Steinen, reichem Detritus und Pflanzenresten subdominant. Die Anwesenheit der nahestehenden Art *B. gemelus* Eaton, 1885 konnten wir nicht feststellen. Das Material besteht aus 723 Nymphen, welche eine maximale Länge von 8 — 10 mm erreichen.

Baetis sinaicus (Bogoescu, 1931)

Eine Sommerart, welche Krno (1978) vor nicht langer Zeit in der Niederen Tatra und Soldán (1978) in der Ostslowakei festgestellt hat. Kamler (1967) führt sie im polnischen Teil der Tatra an. Dem Schlüssel von Müller-Liebenau (1969) entsprechend kann sie im Nymphenstadium sehr gut von anderen Angehörigen der Gattung unterschieden werden. Sie kommt subdominant in den Lokalitäten 3 und 4 vorwiegend im Stromstrich und in Abschnitten mit Stromschnellen vor. Vereinzelt kommt sie in Lokalität 1 vor. Wir haben sie niemals in den Nebenflüssen und in Tümpeln angetroffen; die Abwesenheit der Art in der Lokalität j kann nur schwer erklärt werden.

Müller-Liebenau (1969) führt an, daß sie in denselben Biotoopen wie *B. alpinus*, *Rh. semicolorata* und *Epeorus sylvicola* lebt. Im Fluß Belá lebt sie nur stellenweise gemeinsam mit diesen Arten. Sie erreicht eine Abundanz bis zu 130 Individuen auf 1 m². Wir haben insgesamt 454 Nymphen gesammelt, deren Maximallänge 8 mm beträgt.

Baetis vernus Curtis, 1834

Sowa (1975 a) führt diese Art in einer Höhe bis zu 1000 m ü. M. im Einzugsgebiet des Flusses Skawica bei großem Gefälle (25 ‰) als subdominant an, sonst fand er sie verhältnismäßig sporadisch in verschiedenen Fließgewässern der polnischen Karpaten; in der Tatra gibt er sie bis in eine Höhe von 1300 m ü. M. an. Landa (1969) beschreibt sie als eine bis in eine Höhe von 800 m ü. M. geläufige Art.

Im Fluß Belá wurde diese seltene Art sporadisch bis in einer Höhe von 880 m ü. M. gefunden, es handelt sich um 20 Nymphen, welche im Sommer im Flußbett gefunden wurden. Krno (1978) fand sie wesentlich häufiger. Es ist möglich, daß das stark veränderliche hydrologische

Regime des Flusses Belá ein Hindernis für das zahlreichere Vorkommen dieser Art darstellt. Es bleibt ein Problem, wie die Abwesenheit dieser Art in den Wiesenbächen in der Lok. 3 zu erklären, wo sie gemeinsam mit *B. rhodani* vorkommen sollte.

Epeorus sylvicola (Pictet, 1865)

Landa (1969) führt diese Art unter dem Namen *E. assimilis* Eaton, 1885 an. Sie ist verhältnismäßig selten. Wir haben sie (85 Individuen) hauptsächlich in seichten Stromschnellen mit Geschiebe mittlerer bis kleiner Größe gefunden, zwischen dem sich grobkörniger Detritus akumuliert. In der Lokalität h ist sie subdominant.

Kownacka (1970) fand sie im Bach Sucha Woda etwa in derselben Anzahl wie wir im Fluß Belá. Sowa fand sie nur in Abschnitten mit geringem Gefälle. Wir stellten eine maximale Länge von 12 — 14 mm fest.

Rhitrogena ferruginea Navás, 1905

Die Nymphen dieser Art wurden erst vor nicht langer Zeit vom Artenkomplex *Rh. semicolorata* (Sowa, 1970) unterschieden. Soldán (1978) stellte sie bei uns beinahe im gesamten Staatsgebiet fest, Krno und Deván (im Druck) fanden sie in der Hohen und Niederen Tatra. Sie kommt bis in eine Höhe von 1150 m ü. M. zusammenhängend vor, hauptsächlich in Abschnitten mit Stromschnellen und mit großen bis kleinen Steinen. Sie ist im Fluß Belá und in den Wiesenbächen bei Pribylina subdominant. Sie erreicht eine Abundanz bis zu 50 Individuen pro 1 m². Sowa fand diese Art bis in eine Höhe von 780 m ü. M. im polnischen Teil der Karpaten, wo sie zwischen 590 — 680 m ü. M. dominiert, in der Tatra führt er jedoch das Vorkommen bis in eine Höhe von 1180 m ü. M. an. Kownacka (1970) schreibt über das Vorkommen bis in eine Höhe von 1180 m. ü. M. Es scheint, daß diese Art ähnlich wie *B. melanonyx* in ihrer höhenmäßigen Verbreitung der mittleren Höhe des Gebirges über dem Meeresspiegel entsprechend in höhere Lagen aufsteigt. Es gibt bisher nur wenige Angaben über diese Art.

Wir haben insgesamt 371 Larven gesammelt, Imagines konnten nicht gefangen werden. Die Maximallänge der Nymphen erreicht 10 mm.

Rhitrogena hercynia Landa, 1970

Landa beschrieb diese Art in den herzynischen Gebirgen Böhmens als selten mit einer Verbreitung zwischen 400 — 800 m ü. M. Krno (1978 a) stellte sie in der Slowakei im Fluß Lupčianka fest, wo sie gleichfalls verhältnismäßig selten vorkam; häufiger fand er sie in Höhenlagen von 600 — 800 m ü. M. Sowa (1975 a) gibt sie im polnischen Teil der Tatra bis in eine Höhe von 900 m ü. M. an. In anderen Teilen der polnischen Karpaten hat er sie nicht gefunden.

Wir fanden diese Art bis in eine Höhe von 1370 m ü. M., in größerer Anzahl jedoch nur bis 880 m ü. M., wo sie in den Lokalitäten 3 und 4

dominiert. In höheren Lagen kommt sie sporadisch vor. Sie lebt hauptsächlich an seichten und breiten Stellen mit schnellfließendem Wasser und mit gleichmäßig verstreuten Steinen mittlerer Größe. Sie steigt nicht in die kleineren Fließgewässer in der Niederung des Flusses Belá und den Wiesen auf. Sie erreicht in der Lokalität 4 in den Herbstmonaten eine Abundanz bis $306 \text{ Individuen.m}^{-2}$.

Wir haben das höchste uns bekannte Vorkommen dieser Art und wahrscheinlich auch das häufigste Vorkommen festgestellt. Wir haben

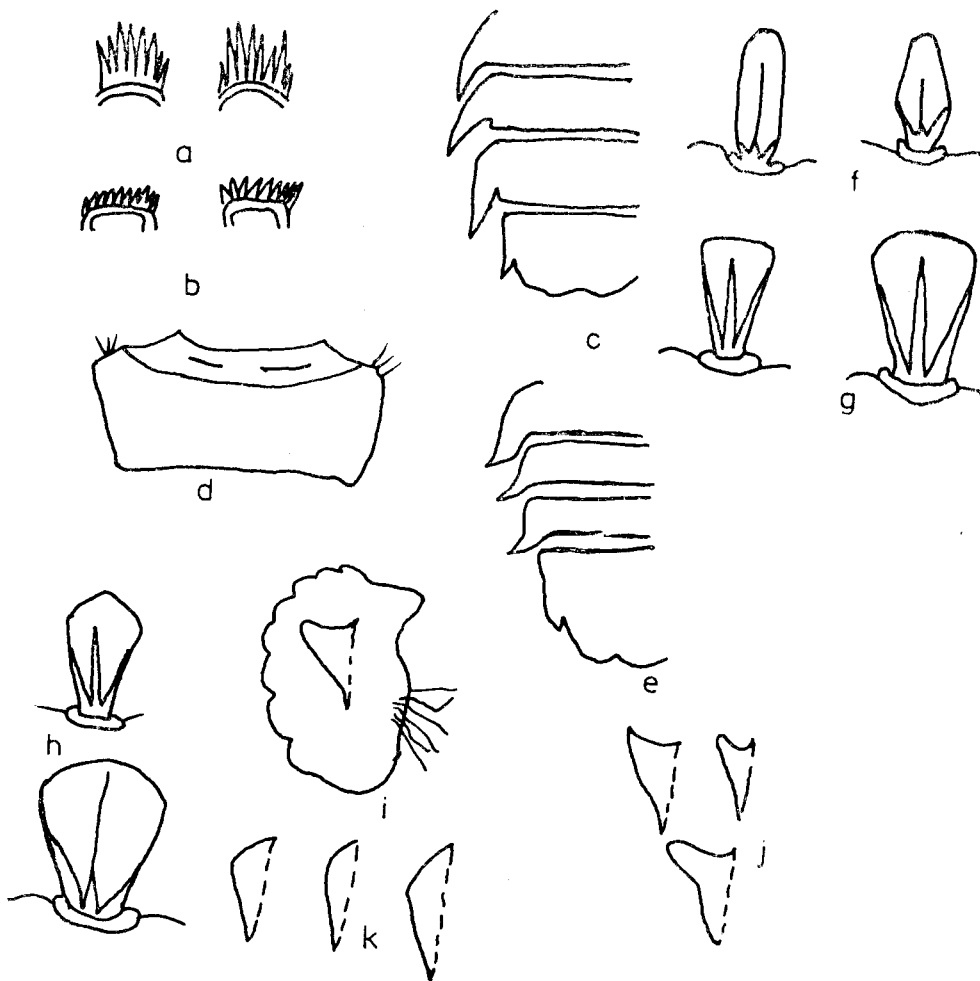


Abb. 4. Determinationsmerkmale der Art *Caenis beskidensis* und der verwandten Arten, die Determinationsmerkmale der Artengruppe *R. semicolorata*, *C. rivulorum* — b, *C. beskidensis* — a, c, d, *C. pseudorivulorum* — e, *R. semicolorata* — h, i, j, *R. iridina* — f, *R. ferruginea* — g, k: a, b — Kamm auf den Flügeldecken, d — Pronotum, c, d — Tergitrand, f, g, h — Blättchen auf den Schenkeln, i — l. Kieme, k, j — Falte auf der 1. Kieme

insgesamt 2184 Nymphen gesammelt, deren maximale Größe 12 — 13 mm erreicht.

Rhitrogena hybrida Eaton, 1885

Diese Art lebt hauptsächlich im Fluß Belá, in den Bächen Kôprovský und Tichý potok bis in eine Höhe von 1300 m ü. M., das Maximum des Vorkommens liegt in der Zone von 880 m bis 1150 m ü. M., wo sie meistens subdominant vorkommt.

Im Bach Kôprovský potok steigt sie höher auf. Die meisten Individuen fanden wir im Stromstrich in Abschnitten mit dicht aneinander angehäuftten Steinen mittlerer Größe. In Seitentümpeln mit geringer Fließgeschwindigkeit ist sie selten. Das Material besteht aus 782 Individuen, bei denen wir eine Länge von höchstens 11 — 13 mm gemessen haben. In den Sommermonaten wird sie beinahe überall von der Art *Baetis melanonyx* begleitet. Sie steigt auch in die kleinen Wiesenbäche auf und deren Verbreitung ist zum Unterschied von der vorhergehenden Art gleichmäßiger.

Landa (1969), Kownacki (1970) und Sowa (1975 a) führen eine ähnliche Verbreitung dieser Art wie wir an.

Rhitrogena iridina (Kolenati, 1860)

Diese Art wurde vor nicht langer Zeit von Sowa (1970) bearbeitet und wurde im Bach Roztoka (Hohe Tatra) bis in eine Höhe von 1030 m ü. M. und im Bach Sucha Woda in einer Höhe von 950 m ü. M. gefunden. Soldán (1978) stellte das Vorkommen dieser Art in einer Höhe von 250 — 800 m ü. M. fest, in der Niederen und Hohen Tatra bis 1200 m ü. M. In diesem Gebiet fanden sie auch Krno und Deván (im Druck).

Im Fluß Belá lebt sie zusammenhängend bis in eine Höhe von 1400 m ü. M., mit einem Vorkommensmaximum in 880 m — 1400 m ü. M. In der Lokalität 14 ist sie dominant. Sie hat im Bezug auf das Substrat ähnliche Anforderungen wie die vorhergehende Art. Wir haben insgesamt 775 Nymphen gesammelt, welche eine maximale Körperlänge von 10 — 11 mm erreichen. Imagines konnten nicht gefangen werden. Im Nymphenstadium ist sie von der Art *R. ferruginea* nur in den späteren Instarstadien gut zu unterscheiden.

Dr. Ryszard Sowa von der Jagiellon- Universität in Krakau hat einige Exemplare redeterminiert. Die Unterscheidungsmerkmale von anderen Arten des Artenkomplexes siehe Abb. 4.

Bemerkenswert ist der Unterschied in der Dominanz dieser Art in der Lokalität 13 und 14 (Tab. 4.), wo mit größerer Höhe über dem Meeresspiegel die Bedeutung dieser Art stark abnimmt; demgegenüber ist die Abnahme im Bach Tichý potok, wo diese Art weniger zahlreich ist, in höheren Lagen langsamer.

Sowa (1975 a) führt sie im Einzugsgebiet des Flusses Raba bis in eine Höhe von 1180 m ü. M. bei großem Gefälle (28 ‰) als dominante Art an. Im Lichte dieser Angaben ist die erwähnte rapide Abnahme im

Tal Kôprovská dolina wohl auf eine Veränderung des Substratcharakters zurückzuführen — der Fluß durchschneidet hier eine Steinmoräne.

Rhitrogena semicolorata (Curtis, 1834)

Sowa (1970) stellte diese Art in der Hohen Tatra im Tal der Seen Stawy Gasienicowe bis in eine Höhe von 1600 m ü. M. fest, meistens jedoch in geringeren Höhen. In einer späteren Arbeit (1975 a) führt er sie in der Hohen Tatra nicht mehr in Höhen über 900 m ü. M. an, und in anderen Teilen der Karpaten hat er sie in bedeutend niedrigeren Lagen erst nach einer rapiden Abnahme des Gefälles gefunden.

Frühere Autoren haben bei uns auch die Arten *R. iridina* und *R. ferruginea* dieser Art zugeordnet, wodurch sie als sehr eurytope Art erschien. Nach unseren Beobachtungen lebt sie im Fluß Belá bis in eine Höhe von 1150 m ü. M. (in Bächen), meistens adominant in seichten Stromschnellen mit kleineren Steinen. Unsere Erkenntnisse bezeugen, daß das Gefälle wahrscheinlich die Verbreitung dieser Art im Fluß Belá beschränkt.

Wir haben insgesamt 167 Nymphen und zwei Imagines (Weibchen) gesammelt. Die Larven erreichen eine maximale Größe von 11 — 12 mm.

Rhitrogena loyolea Navás, 1922

Zelinka (1953) hat diese Art als erster in der Hohen Tatra unter dem Namen *R. tatrica*, Zelinka, 1953 festgestellt.

Kownacka (1970) fand sie in der Hohen Tatra von einer Höhe von 780 m ü. M. ab. Sowa (1975 a) fand diese Art auf der Babia gora von 800 m ü. M. ab und im Einzugsgebiet des Flusses Raba vereinzelt sogar in 580 m ü. M. Derselbe Autor führt sie in der Tatra bis in eine Höhe von 1800 m ü. M. als periodisch und nur bis in eine Höhe von 1550 m ü. M. als ständig an. Landa (1969) und Zelinka (1953) führen als Obergrenze der Verbreitung eine Höhe über 1700 m ü. M. an. Im Einzugsgebiet des Flusses Belá fanden wir sie in den Bächen Tichý potok und Kôprovský potok von 1000 m ü. M. aufwärts, wobei sie im Bach Kôprovský potok häufiger ist als im Bach Tichý potok und von 1150 m ü. M. dominant ist, während sie im Bach Tichý potok nur in den Lokalitäten 5, 6 und 9 dominant ist. Sie lebt im schnellfließenden Wasser zwischen und auf den großen Steinen, wo Flechten ins Wasser tauchen und grobkörniger Detritus in den Ritzen vorhanden ist. Es wurden beinahe immer Larven aller Instarstadien festgestellt. Das Material stellen 1611 Nymphen dar, welche eine maximale Länge von 12 — 14 mm erreichen.

Ecdyonurus forcipula (Pictet, 1843 — 1845)

Diese Art kommt sporadisch bis in eine Höhe von 1500 m ü. M. (im Tal Tichá dolina nur bis 1150 m ü. M.) an Stellen mit seichten, mit Steinen bedeckten Tümpeln und mit grobkörnigem Detritus vor. Sie ist hier subdominant, aber gleichmäßig verteilt (Tab. 4). Das Vorkommen

dieser Art ist im Einklang mit den Angaben von Landa (1969).

Kamler (1967) gibt sie im polnischen Teil der Tatra in Höhenlagen zwischen 1000 — 1250 m ü. M. an, in niedrigeren Abschnitten gibt sie die Art *E. venosus* an, welche wir überhaupt nicht festgestellt haben. Kownacka (1970) fand in der Hohen Tatra nur die Arten *E. venosus* und *E. torrentis* und Sowa (1975 a) schreibt nur über *E. venosus* und *E. subalpinus* mit einem Vorkommen bis 1250 m ü. M. Über die Art *Ecdyonurus forcipula* (Pictet, 1843/1845) spricht er in dem Sinne, daß deren Vorkommen in den Karpaten ungewiß ist und beruft sich dabei auf Thomas (1968), der behauptet, daß *E. forcipula* ein westliches Element ist und daß es sich in den Karpaten wahrscheinlich um die Art *E. venosus* (Fabricius, 1775) handelt. Nach Landa (1969) unterscheiden sich beide Arten vor allem durch ihre Färbung, die Form des ersten Kiemenblättchens, die Dornen auf dem hinteren Tergitrand und andere Merkmale vor allem im Mundapparat. Sowa bezeichnete das von uns zugesandte Material als ungewisse Individuen „der Gruppe *venosus*“. Diese haben wir nach Landa (1969) als *E. forcipula* bestimmt. Das Problem des Vorkommens der Art *E. forcipula* in der Tatra bedarf einer eingehenden Untersuchung (Imagines). Wir haben insgesamt 348 Nymphen gesammelt, welche eine maximale Länge von 14 mm erreichen.

Ephemerella ignita (Poda, 1761)

Eine adominante Art, welche bis 780 m ü. M. vorkommt. Sie lebt an allen Substraten im ganzen Flußprofil, sogar in den mit Algen überfüllten Tümpeln und Lachen im bei niederen Wasserständen leeren Flußbett, und in moosbedeckten und verschlammten Abschnitten von kleinen Bächen, häufiger jedoch auf steinigem Grund. Unsere Feststellungen stimmen mit den Angaben von Landa (1969) überein. Kamler (1967) gibt sie in der Tatra und im Gebirge Bieščady in Höhenlagen zwischen 500 — 650 m ü. M. an. Sowa (1975 a) fand *E. ignita* im Einzugsgebiet des Flusses Sola bis 590 m ü. M. als adominante Art; häufigeres Vorkommen verzeichnete er erst von 335 m ü. M. bei sehr geringem Gefälle, im Einzugsgebiet des Flusses Skawica bis 645 m ü. M. In denselben Flüssen fand er in höherliegenden Lagen die Art *E. krieghoffi*, was mit unseren Beobachtungen übereinstimmt. Sowa (1975 a) fand diese Art auch in der Tatra.

Wir haben insgesamt 111 Nymphen gesammelt, welche eine maximale Länge von 7 — 8 mm erreichen.

Ephemerella mucronata (Bengtsson, 1909).

Keffermüller (1980) hat bewiesen, daß die Art *E. krieghoffi* (Ulmer, 1919) durch keinerlei wesentliche Merkmale auf Artenniveau von der von Bengtsson, 1919 beschriebenen Art *E. mucronata* zu unterscheiden ist. Im Einklang mit der Prioritätsregel verwenden wir deshalb den älteren Namen. Unsere Exemplare sind in den untersuchten Merkmalen teilweise der Art *E. krieghoffi* aus Polen, teilweise der Art *E. mucronata* aus Skandinavien ähnlich.

Sie kommt hauptsächlich im unteren Abschnitt des Baches Račkov potok und in den Wiesenbächen (Bach Krivuča) vor, wo sie subdominant ist. In höheren Lagen der Bäche Tichý potok und Kôprovský potok haben wir sie nicht gefunden. Im Fluß Belá ist sie selten. Wir haben insgesamt 49 Nymphen gesammelt, welche eine maximale Länge von 7 — 8 mm erreichen.

Ephemerella major (Klapálek, 1905)

Sie ist in den Lokalitäten 3, 4 und j bei niederen Wasserständen selten. Kamler (1967) fand diese Art in der Hohen Tatra und im Gebirge Bieščady in Höhen von 500 m bis 700 m ü. M. Sowa (1975 a) gibt sie in mehreren Lokalitäten des polnischen Teiles der Karpaten bis in eine Höhe von 700 m ü. M. meistens als adominante Art, im Einzugsgebiet des Flusses San sogar als subdominante (!) Art in Höhen von 300 bis 510 m ü. M. an. Landa (1969) bezeichnet diese Art als Schlamm und Tümpel bevorzugend. Diese Bedingungen hat sie nur in den Wiesenbächen und im Hauptfluß bei niedrigem Wasserstand im Herbst. Sie dringt vielleicht als Wintergast aus den Nebenarmen und Bächen hierher ein (Landa, 1969). Bei 7 gesammelten Exemplaren haben wir eine maximale Länge von 5 mm gemessen.

Ephemerella notata Eaton, 1887

Nach Landa (1969) eine seltene Art der Vorgebirge. In der zur Verfügung stehenden Literatur fehlen Angaben über ihr Vorkommen in der Tatra. Sowa (1975a) führt sie im Einzugsgebiet des Flusses Raba als seltene Art in Höhen von 210 — 250 m ü. M. und im Fluß Wilda als adominante Art in der Höhe 225 m ü. M. an. Da wir nur 2 Exemplare mit einer Länge von 4 mm gefunden haben, kann es sich bei dem Vorkommen im Fluß Belá um die Nachkommen eines von unteren Abschnitten der Waag vom Wind verwehten Weibchens handeln.

Caenis beskidensis Sowa, 1973

Eine für die Fauna der Tschechoslowakei neue Art (Krno und Deván, im Druck). Sowa hat zwei Exemplare redeterminiert. Sie wurde bisher in der Niederen Tatra im Fluß Lupčianka und in der Hohen Tatra im Fluß Belá festgestellt. Sie lebt im Fluß Belá in Ufernähe bis in eine Höhe von 770 m ü. M. Das Material (10 Exemplare) haben wir meistens als Dauerpräparate bearbeitet. Eine seltene Art und der einzige Vertreter der Gattung im Fluß Belá.

Sowa (1973) fand diese Art im Fluß Wielka Puszcza von 320 m bis 450 m ü. M., in der Lokalität Czarny bei Krynica im Juli und August in einer Höhe von 500 m ü. M. In einer späteren Arbeit (1975 a) gibt er sie in mehreren Lokalitäten des polnischen Teiles der Karpaten als mehr oder weniger seltene Art an, jedoch in Lagen, welche etwa 100 m tiefer liegen als unsere. Die Art wurde in der Vergangenheit mit einigen

nahestehenden Arten der Gattung zusammengefasst. Kownacka (1970) gibt ebenso wie Kamler (1967) in der Tatra die Art *Caenis rivulorum* an.

Paraleptophlebia submarginata (Stephens, 1835)

Diese Art ist in der Lokalität j (11 Exemplare) subdominant vertreten, außerhalb dieser wurde sie im untersuchten Gebiet nirgends gefunden. Landa (1969) spricht über sie als sehr häufige Art der Vorgebirge mit häufigstem Vorkommen in den Lagen von 200 — 250 m ü. M., bemerkt jedoch, daß sie in geeigneten Biotopen bis in die Hochebenen aufsteigt. Die von uns festgestellten Anforderungen an das Substrat stimmen mit den Meinungen von Landa überein. Im Gebiet der Hohen Tatra wurde sie bisher nicht angegeben. Sowa (1975 a) fand diese Art auf der Babia góra unterhalb einer Höhe von 800 m ü. M., und an anderen Lokalitäten in den Karpaten in bedeutend niedrigeren Lagen als adominante Art. Die maximale Länge der von uns gefundenen Individuen beträgt 7 mm.

Habroleptoides modesta (Hagen, 1864)

Eine seltene Art, welche in den Lokalitäten j, 3, 4 und in Abschnitten mit kleineren Steinen vorkommt. Wir haben 9 Exemplare gesammelt, die größten davon waren 6 — 7 mm lang.

Nach Landa (1969) ist sie bis 800 m ü. M. häufig und kommt im Gebirge nur vereinzelt vor, gleichzeitig gibt er sie jedoch im Bach Kôprovský potok an. Kamler (1967) fand diese Art in der Tatra bis in eine Höhe von 1350 m ü. M. und Kownacka (1970) bis 880 m ü. M. im Bach Sucha Woda. Sowa (1975 a) führt das Vorkommen dieser Art in der Tatra bis 1320 m ü. M., auf der Babia góra bis 1100 m ü. M. und in anderen Lokalitäten der Karpathen sogar als subdominante und dominante Art in Höhen von etwa 500 m ü. M. an. Wir haben keinerlei Abweichungen von den uns bekannten Ansprüchen an das Substrat festgestellt.

Habrophlebia lauta Eaton, 1884

Landa (1969) bezeichnet diese Art als sehr häufig in Bächen und kleinen Flüssen von 350 m bis 850 m ü. M. In der Hohen Tatra gibt er sie im Fluß Malý Poprad an. Sowa (1975 a) fand sie auf der Babia Góra unterhalb 700 m ü. M. und im Fluß Sola in 590 m ü. M. als dominante Art, in der Tatra hat er sie nicht gefunden. Wir haben insgesamt 5 Exemplare in der Lokalität j gefunden, die Länge dieser Exemplare erreicht 3 — 4 mm.

Ephemera danica Müller, 1764

Diese Art wurde in den Lokalitäten 3 und 4 in Ufernähe, in Tümpeln und Nebenarmen und in feinem Detritus und Pflanzenresten gefunden. Wir haben insgesamt 6 Nymphen verschiedener Instarstadien gesammelt.

Wir fanden zwei Exemplare in der Lokalität 3 und 4, deren Länge 13 und 20 mm beträgt.

4.2. Diskussion zur artenmäßigen Zusammensetzung der Ephemeropterenfauna des Flusses Belá und seiner Nebenflüsse und zum Vorkommen einiger Arten

Wie bereits in der Einführung erwähnt wurde, wurde die Eintagsfliegenfauna im Gebiet der Hohen Tatra bereits in der Vergangenheit bearbeitet (Zelinka, 1953 und Obr, 1955), meistens jedoch auf der Basis einmaliger Untersuchungen. Seit dieser Zeit haben sich die Ansichten über die taxonomische Stellung mehrerer Arten geändert und es wurden sowohl in der ČSSR als auch in den Karpaten neue Arten beschrieben. Das ist eine von den Ursachen für die Unterschiede zwischen dem von uns festgestellten Artenspektrum und den bisherigen Angaben. Eine zweite sehr wichtige Ursache für die Unterschiede zwischen unseren Angaben und den in der Literatur enthaltenen Angaben besteht darin, daß der Fluß Belá in mancher Hinsicht ein einmaliger Fluß ist, und daß sich die Mehrzahl der älteren Angaben über die Eintagsfliegen der Hohen Tatra auf Materiale aus anderen Fließgewässertypen bezieht.

Zelinka (1953) hat in der Hohen Tatra insgesamt 9 Eintagsfliegenarten festgestellt, davon haben wir die Arten *Ecdyonurus torrentis* Kimmis, 1942, *Heptagenia lateralis* Curtis, 1934 und *Siphonurus lacustris* Eaton, 1870 nicht festgestellt. Die Art *Baetis alpinus* wird als *B. gemellus* Etn., 1885 angeführt. Zelinka unterscheidet die einzelnen Arten des Artenkomplexes *Rhitrogena semicolorata* nicht und hat die Art *Ameletus inopinatus* nicht gefunden.

Obr (1955) hat in der Westlichen Tatra 10 Eintagsfliegenarten festgestellt. Davon haben wir die Art *Ecdyonurus venosus* nicht festgestellt, übriges wie bei Zelinka.

Kownacka (1970) hat im polnischen Teil der Hohen Tatra 18 Eintagsfliegenarten gefunden, davon haben wir die Arten *Ecdyonurus torrentis* und *E. venosus* (siehe Absatz über *E. forcipula*) und *Caenis rivulorum* nicht gefunden — die letztgenannte Art umfaßte damals auch die Art *C. beskidensis*. Sie unterscheidet die einzelnen Arten des Artenkomplexes *R. semicolorata* nicht.

Auch so ist die Eintagsfliegenfauna des Baches Sucha Woda den Ergebnissen dieser Autorin entsprechend ärmer als die Fauna des Flusses Belá. Die Ursache liegt wahrscheinlich in der geringeren Vielfältigkeit der Habitate im Einzugsgebiet des Baches Sucha Woda. Die Autorin bezeichnet das Vorkommen der Art *R. hercynia* im polnischen Teil der Tatra als fraglich.

Sowa (1975 a) führt in der Tatra 19 Arten an. Davon haben wir die Arten *E. venosus* (Fabricius, 1975), *E. subalpinus* Klápálek 1905, *E. lateralis* (Curt., 1843), und *Centroptilum luteolum* (O. F. Müller, 1776) nicht festgestellt. Landa (1969) führt das Vorkommen von 27 Eintagsfliegenarten in der Hohen Tatra an, davon haben wir nicht ge-

funden: *Siphonurus lacustris* (Eaton, 1870) *Centroptilum penulatum* Eaton, 1870, *Rhitrogena aurantiaca* (Burmeister, 1839), *Rh. alpestris* Eaton, 1885, *Heptagenia lateralis* (Curtis, 1834), *Ecdyonurus submontanus* Landa, 1970, *E. torrentis*, *E. venosus*, *E. subalpinus*, *Caenis pseudorivulorum*, *Paraleptophlebia cincta* (Retzius, 1783) und *Leptophlebia vespertina* (Linné, 1758).

Soldán (1978) spricht in seinem Überblick über das Vorkommen einiger neuen Eintagsfliegenarten in der Hohen Tatra: *Baetis gemelus* Eaton, 1885 (sensu Müller-Liebenau, 1969), *Ecdyonurus starmachii* Sowa, 1971 und *Rhitrogena irida*.

Auf Grund der Arbeiten der genannten Autoren können folgende Eintagsfliegenarten als neu für die Fauna der Hoher Tatra bezeichnet werden: *Baetis lutheri*, *Ephemereilla major*, *Caenis beskidensis* und *Paraleptophlebia submarginata*. Die Art *Ephemerella danica* wird in der Arbeit von Zelinka (1953) erwähnt, welcher sich auf Schönemann und (1930 b) beruft, der sie angeblich in der Hohen Tatra gefunden hat.

Die 6 Larven der Art *Ameletus inopinatus*, welche wir in der Lokalität 4 in beträchtlich niedrigeren Lagen gefunden haben (680 m ü. M.), wurden in den Herbstproben gefunden, so daß es sich um abgeschwemmte Individuen handeln konnte, welche in dieser niederen Lage nur infolge der relativ niedrigen Wassertemperatur überleben konnten.

Bei der Art *melanonyx* haben wir im Vergleich zu literarischen Angaben (Sowa, 1975a und Müller-Liebenau, 1969) ein bedeutend häufigeres Vorkommen auch in beträchtlich hohen Lagen festgestellt — sie kommt als subdominante Art noch in 1500 — 1300 m ü. M. vor. Es ist möglich, daß mit zunehmender mittlerer Gebirgshöhe auch die Verbreitungsobergrenze dieser Art ansteigt.

De March (1976) hat sich mit dem Einfluß des Substrats auf die Verbreitung des Makrozoobenthos beschäftigt. Sie hat die Substrate dem Vorkommen von Arten entsprechend in Gruppen analysiert. Sie fand einen bedeutenden Einfluß des Substrats auf einzelne Arten und stellte Veränderungen des Substratcharakters im Verlaufe des Jahres fest. Diese stufenweisen Veränderungen beeinflussen auch die artenmäßige Zusammensetzung des Benthos. In diesem Zusammenhang müssen noch die großen Veränderungen des Grundsubstratcharakters, insbesondere im Hauptbett des Flusses Belá, in Erwägung gezogen werden — im Herbst ist der Fluß (insbesondere in den Lokalitäten 3 und 4) seicht (hat den Charakter eines „Ripals“), mit vielen Schotterbänken und Mengen von Kieselalgen auf dem Geschiebe, demgegenüber bedeckt das Wasser im Frühjahr in großer Breite die Talniederung des Flusses. Das alles kann den Anteil der Familie *Heptagenidae* erhöht haben.

De March (1976) hat eine signifikante Regression zwischen der Artenzahl und der durchschnittlichen Größe der Grundpartikel festgestellt und hat bewiesen, daß diese Werte dem Gefälle in hohem Maße proportionell sind. Sie hat auch einen weniger reißenden Fluß als den Fluß Belá bearbeitet. Sie behauptet, daß das steinige Substrat (wenn es nicht infolge saisonbedingter Verringerung der Wasserströmung mit feinem Schlamm bedeckt ist) eine hohe Stabilität der Gemeinschaft ge-

währleistet. Die Standorte mit stark steinigem Grund besitzen ihrer Meinung nach eine starke Turbulenz, infolge dessen sie nicht vollständig zufrieren. Dadurch können vielleicht die Unterschiede in der Verbreitung einzelner Arten in den Bächen Kôprovský potok und Tichý potok sowie auch die „azonale“ Stellung einiger Gemeinschaften erklärt werden, worauf wir noch zurückkommen werden.

Insgesamt kann auf der Basis literarischer Angaben und unserer Angaben von Fluß Belá und seinen Nebenflüssen gefolgert werden, daß gewisse Disproportionen in der Verbreitung der Arten in einzelnen Fließgewässern auch durch die Größe der Wasserführung, oder einfach gesagt die Größe des Fließgewässers entstehen können. Dadurch kann erklärt werden, warum die im Stromstrich lebenden Arten in größeren Fließgewässern höher aufsteigen, und die nur in kleineren Fließgewässern im Stromstrich (resp. in Fließgewässern mit geringerem Gefälle) lebenden Arten in einem Fluß, wie z. B. im Fluß Belá, in die Uferzone ausweichen oder selten sind.

5. DIE ARTENDIVERSITÄT UND AUSGEGLICHENHEIT DER EPHEMEROPTERENGEMEINSCHAFTEN IN EINZELNEN LOKALITÄTEN DES FLUSSES BELÁ UND SEINEN NEBENFLÜSSEN

Die Artendiversität ist ein Anzeiger der in der Gemeinschaft enthaltenen Information (O d u m, 1971). Im Einzugsgebiet des Flusses Belá steigt diese in Richtung von höhergelegenen zu niedrigeren Lagen, mit Ausnahme der Lokalitäten, in denen die Dominanz einer Art sehr stark zur Geltung kommt (Lok. 8).

Aus Tabelle 2 ist ersichtlich, daß die größte artenmäßige Ausgeglichenheit in den Eintagsfliegengemeinschaften der höchstgelegenen Lokalitäten zu beobachten ist (obwohl der absolute Wert der Artendiversität hier gering ist), da hier nur zwei Kodominanten vorkomen (siehe Tab. 4). Das rapide Absinken der Ausgeglichenheit in weiteren Lokalitäten wird durch das systematische Vordringen der Arten aus niedrigeren Lagen in die Gemeinschaften dieser Lokalitäten verursacht, insbesondere im Bach Tichý potok. Dieser Zustand ist im Bach Kôprovský potok, wo sich „azonale“ Gemeinschaften ausgebildet haben (siehe weiter), nicht so ausgeprägt. Der geringe Grad der Ausgeglichenheit, aber auch der absolute Wert der Diversität in Lokalität 8 ist ein Resultat der eigenartigen Gemeinschaftsstruktur, die wohl durch die winterliche Austrocknung des Flusses und die Struktur des Substrats stark beeinflußt wird. An dieser Stelle kommt die Dominanz der Art *B. alpinus* in extremer Weise zur Geltung.

Der Fluß Belá besitzt eine relativ gleichmäßige, mittlere Ausgeglichenheit der Eintagsfliegengemeinschaften, im Hinblick auf die Diversitätswerte sticht insbesondere der untere Teil hervor. Im Falle der Lokalität 0 müssen wir berücksichtigen, daß nur die Herbstprobenentnahme ausgewertet wurde.

Chisholm (1976) stellte eine positive Korrelation zwischen der durchschnittlichen Größe der Flußbettpartikel und der Artendiversität

Tab. 2

Artendiversitätsindex \bar{H} , Index der maximalen Diversität \bar{H}_{\max} , Index der Ausgeglichenheit, Index der Überschußinformation R

Lokalität	\bar{H}_2	\bar{H}_{\max}	e	R
1	1,84	3,46	0,53	0,47
2	1,80	3,58	0,50	0,50
3	2,72	4,46	0,61	0,39
4	2,46	4,52	0,54	0,46
0	3,11	3,46	0,90	0,10
5	0,98	1,00	0,98	0,02
6	1,14	2,81	0,41	0,59
7	1,44	3,32	0,43	0,57
8	0,61	3,58	0,17	0,83
9	0,93	2,00	0,46	0,54
10	1,84	3,00	0,61	0,39
11	1,32	2,59	0,51	0,49
12	0,95	1,00	0,95	0,05
13	1,28	3,17	0,40	0,60
14	1,96	3,00	0,65	0,35
f	1,68	2,32	0,73	0,27
k	2,23	3,32	0,67	0,33
j	2,62	4,00	0,65	0,35
i	1,21	2,81	0,43	0,57
h	1,39	3,58	0,39	0,61

fest. Allan (1975) vertritt eine ähnliche Meinung. Auf Grund unserer Ergebnisse können wir diese Meinungen nicht unterstützen. Die Erhöhung des Artendiversitätsindexwertes mit der Vergrößerung der durchschnittlichen Substratpartikelgröße gilt wahrscheinlich nur in gewissen Grenzen. Allan (1975) führt an, daß der Artenreichtum desto größer ist, je größer die Substratmannigfaltigkeit an der gegebenen Stelle ist. Unsere Erfahrungen bestätigen Allan's Ansicht. Der geringe Artendiversitätswert in höheren Lagen ist wahrscheinlich mit der Tatsache verbunden, daß im allgemeinen in den Fließgewässern in diesen Höhen nur wenige Eintagsfliegenarten leben (Landa, 1969, Sowa, 1975 a). Auch in Lagen um 1 000 — 1 300 m ü. M. ist die Diversität geringer als in Lokalitäten mit geringerer Höhe über dem Meeresspiegel und kleinerer Durchschnittsgröße der Flußgrundpartikel. Odum (1971) führt an, daß reife (gut entwickelte) Gemeinschaften sich durch höhere Artendiversitätswerte auszeichnen. Die Gemeinschaften des Flusses Belá und seiner Nebenflüsse werden jedoch alljährlich sogar mehrfach durch Hochwässer verjüngt, was eben für die hochliegenden Lokalitäten nicht zutrifft. Allan (1975) hat in einem alpinen Fluß ein niedriges Niveau der biotischen Beziehungen und einen hohen Wirkungsgrad der abiotischen Faktoren bewiesen. Aus diesem geht ein niedriges Niveau der Artendiversität der Gemeinschaften hervor.

Gore (1978) hat die höchsten Artendiversitätswerte des ganzen Makrozoobenthos auf einem Substrat des „cobble“ — Typs bei Fließgeschwindigkeiten von 75 — 125 cm.s⁻¹ festgestellt. Das entspricht etwa unseren Lokalitäten 3 und 4, vielleicht auch 2, h und 0.

Keiner der angeführten Autoren hat jedoch die Diversität der Eintagsfliegengemeinschaften bestimmt, sondern nur die des Makrozoobenthos als Ganzes, was auch den Vergleich in beträchtlichem Maße erschwert.

6. DAS VERHÄLTNISS DER VERTRETER DER FAMILIEN BAETIDAE / HEPTAGENIDAE IN EINZELNEN LOKALITÄTEN DES FLUSSES BELÁ UND SEINER NEBENFLÜSSE

Die Familien *Baetidae* und *Heptagenidae* bestimmen den Charakter der Eintagsfliegengemeinschaften im Fluß Belá und seinen Nebenflüssen. Die Familie *Heptagenidae* bewohnt vor allem die Uferzone und die seichten Stellen (hauptsächlich mit vielen Ritzen) während die Familie *Baetidae* eher im Stromstrich auf großen Steinen und flutenden untergetauchten Pflanzen (Moos) lebt. Eine Ausnahme bilden die Arten *Baetis muticus* und *B. niger*. In den höchstgelegenen Lokalitäten gibt es viele aus dem Wasser ragende, aufeinandergehäuften Steine, und auch das Verhältnis der Flußbettfläche zu den gegliederten Ufern ist gering. Dadurch entstehen verhältnismäßig viele Ritzen, welche trotz der starken Strömung mit grobem Detritus angefüllt sind. In diesen Abschnitten ist die Abundanz beider Familien etwa gleich.

Tab. 3

Die Verhältniszahl *Baetidae*/*Heptagenidae*

Lokalität	B/H	B/H ₊
1	1,97	1,51
2	1,58	1,57
3	0,86	1,26
4	0,54	0,39
5	1,67	
6	2,01	
7	3,73	
8	18,28	
9	3,91	
10	2,45	
11	2,14	
12	0,70	
13	3,25	
14	0,89	
a	3,16	
b	6,49	
c	—	
d	—	
f	6,18	
h	4,17	
i	27,89	
j	4,31	
k	5,33	

B/H + — die quantitativen Proben mitgerechnet.

In den Wiesenbächen (insbesondere in Lok. i) sind die Ufer beinahe senkrecht, der Grund ist verhältnismäßig glatt und die Eintagsfliegen halten sich meistens an der untergetauchten Vegetation fest — an den Ufergräsern und dem Moos *Fontinalis* — und in diesen kommt die Familie *Baetidae* zur Geltung.

Bemerkenswert ist der Unterschied zwischen der Lokalität 8 und 14. Es kann sich hier um eine größere Empfindlichkeit der Familie *Baetidae* auf die winterliche Austrocknung handeln (siehe Beschreibung der Lokalitäten). Im Frühjahr ist dieser Abschnitt wohl haufenweise durch die driftende Art *Baetis alpinus* besiedelt — diese hat, da sie auf der Oberfläche der Steine lebt, eine größere Chance die Neubewässerte Lokalität 8 zu besiedeln. Diese Meinung muß noch überprüft werden.

Das außergewöhnlich hohe Verhältnis in Lokalität i (Tab. 3) kann im Hinblick auf die dominierenden Arten durch die Zeit der Probenentnahme (Mai, September) beeinflusst worden sein.

Im Verhältnis der Familien *Baetidae*/*Heptagenidae* spiegelt sich die Tatsache wieder, daß die absolut dominante Art *Baetis alpinus* vor allem auf Abschnitte mit fließendem Wasser und Steinen gebunden ist, auf deren Oberfläche sie lebt. Das Verhältnis kann auch durch das leichte Übergewicht der Familie *Heptagenidae* in den am Ende des Sommers und im Herbst entnommenen Proben verzerrt sein — insbesondere zu dieser Zeit ist das Vorkommen der Arten *Rhitrogena hercynia* und *R. hybrida* bedeutend groß.

7. ARTENGEMEINSCHAFTEN DER ORDNUNG EPHEMEROPTERA

7.1. Verbreitungszonen der Ephemeropteren im Fluß Belá und seinen bedeutenderen Nebenflüssen.

Im Fluß Belá und seinen Nebenflüssen können auf der Basis des Dominanzindex (Tab. 4), des Jaccardindex (Abb. 5) und mit Rücksichtnahme auf die höhenbedingte Verbreitung der einzelnen Arten folgende Gemeinschaften und Zonen unterschieden werden:

1. Das Krenal — die Quellen der Bäche in der Talniederung der Bäche Tichý potok und Kôprovský potok. Es umfasst die Quelle und einige Meter (10 — 15) des Baches unterhalb der Quelle, in welchen Eintagsfliegen nicht vorkommen, oder nur kleine, vereinzelt Individuen der Art *Baetis melanonyx* anwesend sind.

Es gelang uns nicht die Zone des Kryals im Sinne der Klassifikation von Kawecká, Kownacká und Kownackí (1971) zu unterscheiden. In den Höhen, in denen diese Autoren diese Zone beschreiben, haben wir nicht regelmäßig Proben entnommen und bei einer gelegentlichen Kontrolle im Oktober 1979 haben wir keine Eintagsfliegen festgestellt.

2. Die Gemeinschaft *Rhitrogena loyolaea* — *Baetis alpinus*. Sie existiert in Höhen über 1400 m ü. M., es kommen hier nur diese zwei Arten kodominant vor. Diese Gemeinschaft ist auch in Lokalität

Art	Lokalität	5	12	10	6	9	11	f	7	13	14	8	1	2	3	4	h	i	j	k
<i>Ameletus inopinatus</i>		0	0	3	3	0	0	0	3	2	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>Baetis alpinus</i>		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5
<i>Baetis scambus</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	3	3	0	0	3	4
<i>Baetis lutheri</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>Baetis melanonyx</i>		0	0	0	2	2	4	0	4	4	3	4	4	2	0	0	0	0	0	0
<i>Baetis niger</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	1	0	0	0	0
<i>Baetis muticus</i>		0	0	4	0	0	0	5	0	0	0	0	2	0	4	3	4	5	4	0
<i>Baetis rhodani</i>		0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	4	4	5	5	5
<i>Baetis sinaicus</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4	4	0	0	0	0
<i>Baetis vernus</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0
<i>Epeorus sylvicola</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	3	4	0	3	4
<i>Rhithrogena ferruginea</i>		0	0	2	0	0	0	0	3	2	3	2	4	4	4	4	3	3	4	4
<i>Rhithrogena hercynia</i>		0	0	0	2	2	0	0	3	2	3	1	3	4	5	5	3	0	0	0
<i>Rhithrogena hybrida</i>		0	0	0	0	0	3	0	4	4	4	3	4	4	3	3	3	0	0	3
<i>Rhithrogena iridina</i>		0	0	0	2	0	2	4	4	3	5	4	4	4	3	3	3	3	2	3
<i>Rhithrogena semicolorata</i>		0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	2	3	3	3	3	4	0	3	0
<i>Rhithrogena loyolae</i>		5	5	5	5	5	5	4	3	5	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ecdyonurus forcipula</i>		0	0	4	0	0	3	4	2	2	0	3	3	4	4	4	4	2	4	4
<i>Ephemerella ignita</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	2	3	2	3
<i>Ephemerella mucronata</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	2	4	4	4
<i>Ephemerella major</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	3	0
<i>Ephemerella notata</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Caenis beskidensis</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0
<i>Paraleptophlebia submarginata</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
<i>Habroleptoides modesta</i>		0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	3	0
<i>Habrophlebia lauta</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
<i>Ephemera danica</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0
<i>Ephemera vulgata</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

5 — dominant, 4 — subdominant, 3 — adominant A, 2 — adominant B, 1 — seltenere Art, 0 — abwesend.

9 in einer Höhe von 1300 m ü. M. anwesend. In abiotischer Hinsicht wird sie durch das extreme Gefälle charakterisiert.

3. Die Gemeinschaft *Baetis melanonyx*. Wir finden sie 880 m ü. M. bis 1378 m ü. M. im Bach Tichý potok und bis 1400 m. ü. M. im Bach Kôprovský potok. Diese Gemeinschaft kann in den größten Bogen der Gefällekurve situiert werden (Abb. 2). Charakteristisch ist das zahlreiche Vorkommen der Arten *Rhithrogena hybrida* und *R. iridina*.

Diese Gemeinschaft kann in zwei Unterabteilungen gegliedert werden. Die erste — 3 a — wird durch die Vorkommenszone der Art *R. loyolae* außerhalb der vorhergehenden Gemeinschaft begrenzt — von ihrer Grenze bis 1000 m ü. M.

Die zweite Abteilung — 3 b — (880 m ü. M. — 1000 m ü. M.) wird durch die dominante und subdominante Stellung der Arten *Rhithrogena iridina* und *R. hybrida*, durch das regelmäßige Vorkommen der Art *R. ferruginea* (wenn auch in geringer Anzahl) und die Abwesenheit der Art *R. loyolae* charakterisiert. Die Lokalitäten 14 und 8 haben Übergangscharakter.

Eine selbständige Gemeinschaft lebt im Profil 10 — die spezifische Stellung ist wohl durch ein besonderes Zusammenspiel der Höhe über

dem Meeresspiegel, des Substrattyps und des Gewässertyps zustande gekommen.

4. Die Gemeinschaft *Rhitrogena hercynia* und *Baetis sinicus*. Es handelt sich um eine besonders ausgeprägte Zone des Flusses Belá von einer Höhe von 880 m ü. M. ab bis zur Mündung in die Waag. Diese Zone wird durch das geringe Gefälle, das kleine Geschiebe, welches oft in Bänken und Schwellen angehäuft ist, die Dominanz der Art *Rhitrogena hercynia* und das subdominante Vorkommen der Art *Baetis sinicus* charakterisiert. Es handelt sich um die artenreichste Eintagsfliegen-gemeinschaft des Flusses Belá. Die Lokalität h bildet einen Übergang zwischen den Gemeinschaften 3 b und 4 und den Wiesenbächen bei der Gemeinde Pribylina. Diese Bäche umfassen eine Gruppe von selbständigen Gemeinschaften, deren Existenz durch das geringe Gefälle, die Quellennähe und die eigenartige Zusammensetzung des Grundmaterials bedingt wird. In den längeren Bächen (Bach Krivufá) macht sich wahrscheinlich eine Differentiation in mehrere Gemeinschaften bemerkbar. Dieses Problem muß jedoch selbständig studiert werden.

7.2. Diskussion zu den Ephemeropterengemeinschaften

Mehrere Autoren haben bereits in Vergangenheit — z. B. Dods und Hisaw (1925, Illies und Botosaneanu (1953) — und in Gegenwart — z. B. Landford und Bray (1969), Hawker

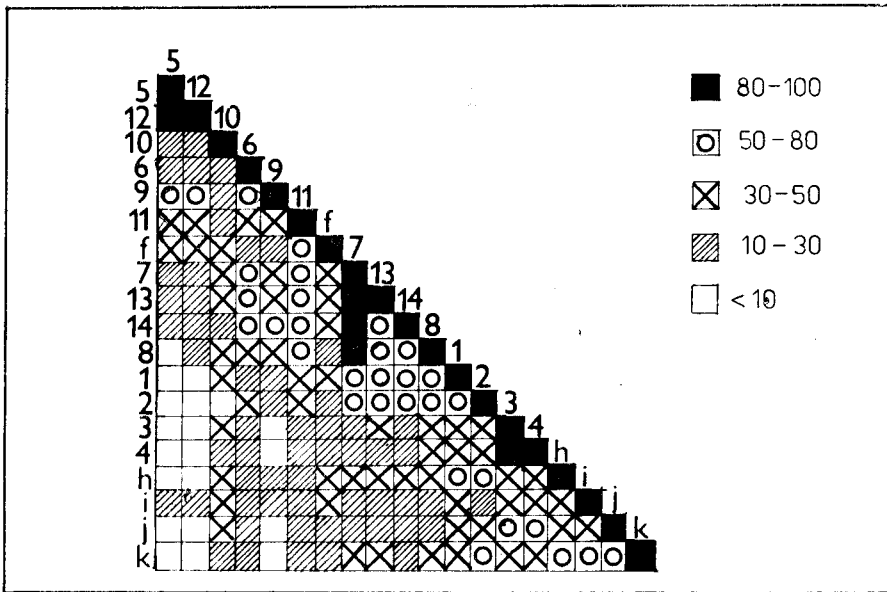


Abb. 5. Differentialanalyse des Jaccard-Ähnlichkeitsindexes

(1976), Kownacka (1970), Kawecka — Kownacka — Kownacki (1971) und Sowa (1975 a) versucht, eine Klassifikation der Benthosgemeinschaften von Fließgewässern auszuarbeiten. Viele von diesen Arbeiten stützen sich gleichfalls auf die Verbreitung von Eintagsfliegen und Steinfliegen. Für uns sind die Arbeiten polnischer Autoren, welche sich auf Material aus der Hohen Tatra stützen, von größter Bedeutung. Kownacka (1970) hat auf der Basis der benthischen Fauna des Baches Sucha Woda im polnischen Teil der Hohen Tatra 3 Zonen abgegrenzt:

1. von 1550 m ü. M. aufwärts — Zone ohne Eintagsfliegen (ohne dauerndes Vorkommen der Eintagsfliegen)
2. von 1180 bis 1540 m ü. M. mit drei charakteristischen Eintagsfliegenarten — *B. alpinus*, *R. loyolaea* und *Ameletus inopinatus*
3. von 780 bis 1180 m ü. M. — mehrere Arten. Die Art *R. loyolaea* reicht im Bach Sucha Woda bis 900 m ü. M., gleichzeitig erscheinen die Arten *B. sinicus*, *B. scambus*, *Epeorus sylvicola* u. a.

Unsere Erkenntnisse sind mit dieser Gliederung nicht in Einklang zu bringen, wahrscheinlich deshalb, weil wir nur wenige Proben aus höhergelegenen Lokalitäten (über 1500 m ü. M.) haben; die Gemeinschaften werden auf Grund der Eintagsfliegen gegliedert, von denen verhältnismäßig wenige Arten in ihrer Verbreitung durch die Höhe über dem Meeresspiegel und das Gefälle begrenzt werden, viele sind jedoch im Bezug auf den Substrattypus empfindlicher — z. B. die Arten *B. rhodani*, *Habroleptoides* u. a., welche aber auch in beträchtlich hohen Lagen vorkommen, wenn sie geeignetes Substrat zur Verfügung haben. Andere Arten sind zwar auf eine gewisse Höhenzone beschränkt, kommen aber nicht häufig vor, oder werden durch die Anwesenheit eines bestimmten Mikromilieus limitiert — so z. B. die Arten *Epeorus sylvicola*, *Caenis beskidensis* u. a.

Kawecka, Kownacka und Kownacki (1971) gliedern die Zonen entsprechend der Gesamtzusammensetzung der Bachbiozöosen im polnischen Teil der Tatra folgendermaßen:

1. Die Zone der Hochgebirgsbäche von 1550 bis 2100 m ü. M., mit einem Gefälle von 600 — 200 ‰, einer Wassertemperatur bis 8,5 °C, mit Granituntergrund; die Vegetationsperiode dauert von Mai bis November. Diese Zone ist ohne dauerndes Vorkommen von Eintagsfliegen.
2. Die Zone der schnellfließenden Gebirgsbäche von 1000 bis 1550 m ü. M., mit einem Gefälle von 80 — 60 ‰, einer Wassertemperatur von maximal 12,5 °C, Granituntergrund; die Vegetationsperiode dauert das ganze Jahr über. Die Eintagsfliegenleitarten sind *R. loyolaea* und *Baetis alpinus*.
3. Die Zone der Bäche und Flüsse am Fuß der Tatra von 500 bis 1000 m ü. M., mit einem Gefälle unter 20 ‰, einer Wassertemperatur bis 17 °C, mit Flyschuntergrund; die Vegetationsperiode umfasst das ganze Jahr.
Es werden 3 Unterzonen unterschieden:
 1. Vorgebirgsbach — oberer Teil, von 850 bis 1000 m ü. M.
 2. Vorgebirgsbach — unterer Teil, von 760 bis 850 m ü. M.
 3. Vorgebirgsflüsse — von 500 bis 760 m ü. M.

Diese letztgenannte Gliederung wurde jedoch auf Grund der Verbreitung von Zuckmücken durchgeführt.

Die Zone ohne Eintagsfliegen oberhalb von 1150 m ü. M. haben wir

nicht festgestellt. In die Zone 2 der genannten Autoren fällt etwa unsere Gemeinschaft 3 a und in die Zone der Gebirgsbäche — den oberen Teil — fällt unsere Gemeinschaft 3 b, mehr aber auf Grund abiotischer Faktoren.

Sowa [1975 a] gliedert zusammenfassend die Zonen des Vorkommens von Eintagsfliegen im polnischen Teil der Karpaten, nur in einigen Bemerkungen erwähnt er namentlich die Tatra. Mit uns übereinstimmend unterscheidet er eine Quellzone und deren nächste Umgebung, wo nur selten Eintagsfliegen gefunden werden (*B. alpinus*). Wenn wir unsere Gemeinschaften mit seinen Zonen vergleichen, erhalten wir folgendes Bild: die Gemeinschaft 2 kann in Sowa's Zone 1 eingereiht werden, unsere Gemeinschaft 3 stimmt mit seiner Zone 2 überein, wobei Sowa gleichfalls zwei Unterabteilungen dieser Gemeinschaft unterscheidet — einen oberen Teil mit 6 bis 13 Arten, wo als dominante Arten *Rhitrogena loyolaea*, *Baetis alpinus* und *Ameletus inopinatus* festgestellt wurden, *R. iridina* jedoch nur in geringer Anzahl vorkommt. Die niedriger gelegene Subzone (welche unserer Gemeinschaft 3 b entspricht) wird durch die Dominanz der Arten *R. iridina* und *B. alpinus* charakterisiert. In dieser Zone gibt er auch die Arten *Ecdyonurus venosus*, *Epeorus sylvicola* und *R. hybrida* an. In den übrigen Zonen stimmt unsere Gliederung mit Sowa's Zonen beinahe überhaupt nicht überein, da Sowa's Arbeit keinen Fluß aufweist, der dem Charakter des Flusses Belá in den Lokalitäten 3 und 4 äquivalent wäre, und die übrigen niedriger gelegenen und in seiner Arbeit angeführten Flüsse ein abweichendes hydrologisches Regime haben — es handelt sich um kleinere, in Wäldern entspringende Fließgewässer.

Im Vergleich mit den Angaben von Krno (1978 b) über die Eintagsfliegengemeinschaften des Flusses Lupčianka und seiner Nebenflüsse kann man beobachten, daß die größere Verbreitung der Eintagsfliegengemeinschaften im Fluß Belá (größere Höhenspanne) und auch die höher liegenden Verbreitungsgrenzen der einzelnen Arten mit der größeren Wasserführung des Flusses Belá und seiner Nebenflüsse und deren Gesamtcharakter zusammenhängen. Der Autor hat neben dem Krenal im genannten Fluß das Rhitral mit drei Zonen, welche etwa unseren Gemeinschaften 3 a, 3 b und 4 entsprechen, abgegrenzt.

In der ersten Zone in einer Höhe von 1500 bis 900 m ü. M. dominieren, ähnlich wie in unserer Zone 3 a, die Arten *B. alpinus* und *R. loyolaea*, die Art *R. iridina* kommt hier häufig vor.

Krno bezeichnet die zweite Zone im Fluß Lupčianka als Übergangszone (800 bis 900 m ü. M.). Sie entspricht etwa unserer Gemeinschaft 3 b, wir haben jedoch in dieser Gemeinschaft kein (zahlreiches) Vorkommen der Art *Ephemerella mucronata* festgestellt.

Die dritte Zone des Autors entspricht nur sehr annähernd unserer Gemeinschaft 4. Krno führt die Art *R. hercynia* hier nur als subdominant an und gemeinsam damit auch die Art *Baetis vernus* in derselben Stellung.

Die in unserer Arbeit bestimmten Eintagsfliegengemeinschaften sind nur ein vorläufiger Versuch einer Gliederung dieser Insektenordnung in Taxozönosen, welche gewisse Abschnitte des untersuchten Flusses be-

Abundanz der Ephemeropteren des Flusses Belá (Durchschnittswerte der Jahre 1974—1976)

Art	Lokalität					
	1			2		
	Entnahmedatum (Monat)					
	V	VII	IX/X	V	VII	IX/X
<i>Baetis alpinus</i>	234	184	101	383	137	89
<i>Baetis scambus</i>	—	—	—	—	—	—
<i>Baetis lutheri</i>	—	—	—	—	—	—
<i>Baetis melanonyx</i>	—	—	9	—	—	—
<i>Baetis niger</i>	—	—	—	—	—	—
<i>Baetis muticus</i>	—	1	1	—	—	—
<i>Baetis rhodani</i>	—	—	—	5	—	—
<i>Baetis sinaicus</i>	—	—	1	—	—	—
<i>Baetis vernus</i>	—	—	—	—	—	—
<i>Epeorus sylvicola</i>	—	—	—	1	—	—
<i>Rhithrogena ferruginea</i>	25	9	4	15	9	—
<i>Rhithrogena hercynia</i>	11	4	1	24	13	72
<i>Rhithrogena hybrida</i>	3	—	57	2	—	102
<i>Rhithrogena iridina</i>	77	22	3	33	10	—
<i>Rhithrogena semicolorata</i>	5	9	—	18	4	—
<i>Ecdyonurus forcipula</i>	12	2	1	3	2	3
<i>Ephemerella ignita</i>	—	—	—	—	—	—
<i>Ephemerella mucronata</i>	—	—	—	—	—	—
<i>Ephemerella notata</i>	—	—	—	—	—	—
<i>Caenis beskidensts</i>	—	—	—	—	—	—
<i>Habroleptoides modesta</i>	—	—	—	—	—	—

siedeln. Ein genaueres System der Gemeinschaften wird vielleicht dann aufgestellt werden können, wenn weitere Angaben über die Eintagsfliegen verschiedener Fließgewässer zur Verfügung sein werden. Es müssen dabei in weit höherem Maße die verschiedenen Substrattypen in Erwägung gezogen werden, welche nicht nur eine Funktion des Gefälles und des Flußgesamtcharakters, sondern auch der geologischen Entwicklung des Gebietes darstellen.

8. DIE ABUNDANZ DER EPHEMEROPTERENFAUNA DES FLUSSES BELÁ

Auf Grund der in den Jahren 1974 bis 1976 durch die Mitarbeiter des Laboratoriums für Fischerei und Hydrobiologie in Bratislava entnommenen quantitativen Proben haben wir die Abundanz der Eintagsfliegen in vier Profilen des Flusses Belá bestimmt. Die Abundanz wird in Tabelle 5 angeführt.

Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß in einem Fluß wie Belá nur drei Probenentnahmen in einem Profil keine verlässlichen Resultate liefern können. Bei dieser Art der Probenentnahme kann die Variabilität des gegenseitigen Verhältnisses der Arten im Profil nicht festgehalten werden. Die aus den quantitativen Proben bestimmte Abundanz der Arten in einzelnen Profilen zeigt den Einfluß der angewandten Methodik auf

Tab. 5

Art	Lokalität					
	3			4		
	Entnahmedatum (Monat)					
	V	VII	IX/X	V	VII	IX/X
<i>Baetis alpinus</i>	146	58	97	246	6	75
<i>Baetis scambus</i>	—	6	2	—	1	7
<i>Baetis lutheri</i>	—	—	—	—	2	—
<i>Baetis melanonyx</i>	—	—	—	—	—	—
<i>Baetis niger</i>	—	3	—	—	—	—
<i>Baetis muticus</i>	23	34	6	29	7	21
<i>Baetis rhodani</i>	12	14	54	61	2	123
<i>Baetis sinaicus</i>	—	36	18	—	44	22
<i>Baetis vernus</i>	—	—	—	—	1	—
<i>Epeorus sylvicola</i>	3	2	9	—	1	—
<i>Rhithrogena ferruginea</i>	50	34	—	48	30	5
<i>Rhithrogena hercynia</i>	105	9	110	120	6	566
<i>Rhithrogena hybrida</i>	10	—	22	—	4	9
<i>Rhitrogena iridina</i>	11	8	—	—	4	4
<i>Rhitrogena semicolorata</i>	36	6	1	39	7	—
<i>Ecdyonurus forcipula</i>	28	22	47	25	4	—
<i>Ephemerella ignita</i>	—	2	8	4	—	12
<i>Ephemerella mucronata</i>	2	—	—	—	—	—
<i>Ephemerella notata</i>	—	—	2	—	—	—
<i>Caenis beskidensis</i>	—	—	—	—	1	2
<i>Habroleptoides modesta</i>	—	—	7	—	—	3

die Verzerrung der Ergebnisse (vergleiche Tab. 4 und 5). Hrabě's Benthometer kann nämlich nicht in tiefen schnellfließenden Flußabschnitten mit großen Steinen eingesetzt werden, welche im Fluß Belá reichlich vorhanden sind und wo die Art *Baetis alpinus* ein großes Übergewicht hat. Auf diese Weise erscheint in den quantitativen Proben eine verhältnismäßig hohe Vertretung von Arten, welche an die Uferzone, oder an schotterige Abschnitte gebunden sind (*B. rhodani*, *Ecdyonurus forcipula*, *B. muticus* u. a.).

Die geringste Abundanz einiger Arten im Juli wird durch das Schlüpfen der Subimagines dieser Arten verursacht. In Betracht der bedeutenden Bedingtheit der Mikroverteilung der Eintagsfliegenarten durch das Vorkommen einzelner Substrattypen schlagen wir vor, die Abundanz und Biomasse für jedes Substrat getrennt zu untersuchen. Wenn wir nämlich mit Hilfe des Benthometers einmal z. B. eine Anhäufung der Art *Baetis alpinus* einfangen, ein zweitesmal eine seichte Stromschnelle mit *Rhitrogena hercynia* und dann die Uferzone mit *B. muticus* untersuchen, kann man diese Proben nicht vereinigen, da in der Vertretung der Eintagsfliegen in den einzelnen Proben größere Unterschiede bestehen, als zwischen zwei Proben aus demselben Substrattypus in zwei nacheinanderfolgenden Profilen (siehe auch Allan, 1975). Im Sinne dieser Erwägungen kann man die angeführte Tabelle nur als orientierend auffassen. Da sich das Grundsubstrat des Flusses Belá in einzelnen Pro-

filen oft im Verlaufe des Jahres oder mehrerer Jahre radikal verändert, muß man die Abundanz und Biomasse der Eintagsfliegen und den Einfluß der angeführten Veränderungen selbständig studieren und bei der Entnahme der quantitativen Proben eine spezifische Methodik anwenden.

Mehrere Autoren haben sich bei uns in den letzten Jahren mit den quantitativen Verhältnissen des Fließgewässerzoobenthos beschäftigt. Ertlová (1978) hat in der Waag und ihren Nebenflüssen in der Umgebung der Gemeinde Liptovská Mara im Bach Palúdzka oberhalb der Gemeinde Paludza eine Eintagsfliegenabundanz von 60 Ind.m⁻² und bis zu 2120 Ind.m⁻² im unteren Abschnitt des Baches Malatianka festgestellt. Dieselbe Autorin (Ertlová, 1976) hat im Fluß Jelešná (im Gebirge Oravská Magura) bei der Gemeinde Hladovka im November die höchste Abundanz von 4300 Ind.m⁻² und im April die geringste Abundanz von 380 Ind.m⁻² festgestellt. Krno (1978 b) hat im unteren Teil des Flusses Lupčianka eine Eintagsfliegenabundanz von durchschnittlich 2097 Ind.m⁻² festgestellt, in einer Höhe von 1000 m ü. M. jedoch nur 1851 Ind.m⁻². Der Autor hat die Proben nach der Methode von Zelinka (1977) monatlich entnommen und gleichzeitig den Lebenszyklus der Eintagsfliegen studiert, wodurch er verschiedene Unregelmäßigkeiten verlässlich erklären konnte.

Aus unseren im Fluß Belá gewonnenen Angaben geht hervor, daß die Eintagsfliegenabundanz hier geringer ist als in der Waag in der Umgebung der Gemeinde Liptovská Mara und im Fluß Lupčianka und sich den von Zelinka (1969, 1974) in den Beskydenbächen festgestellten Werten nähert, wo jedoch das Artenspektrum völlig abweichend ist. Nach der Meinung dieses Autors (Zelinka, 1977) wird die Abundanz vor allem durch die Vertreter der Gattung *Baetis* beeinflusst.

9. ZUSAMMENFASSUNG

Wir haben insgesamt 26 383 Eintagsfliegenlarven gesammelt, welche zu 28 Arten angehören, eine Art — *Caenis beskidensis* — ist neu für die Fauna der ČSSR und eine Art — *Baetis melanonyx* — ist neu für die Fauna der Slowakei.

Wir haben den Dominanzindex (Tab. 4), J a c a r d's Ähnlichkeitsindex (Abb. 5), den Index der artenmäßigen Ausgeglichenheit und Diversität (Tab. 2) berechnet und mit Hilfe dieser Anzeiger die Eintagsfliegengemeinschaften der verschiedenen Höhe der Fundorte über dem Meeresspiegel entsprechend folgenderweise bestimmt:

1. Das Krenal — die Quellzone (ohne Rücksicht auf die Höhe über dem Meeresspiegel). Beinahe ohne Eintagsfliegen, es kommen hier nur kleine Individuen der Art *Baetis melanonyx* vor.

2 Die Gemeinschaft *Rhitrogena loyolaea* — *Beatis alpinus*. Diese liegt in Höhen oberhalb von 1400 (1300) m ü. M. Beide Arten sind kodo-

3. Die Gemeinschaft *Baetis melanonyx*. Diese liegt in Höhen von 880 bis 1400 (1300) m ü. M. Diese Gemeinschaft kann in den größten Bogen

der Gefällekurve situiert werden (Abb. 2). Sie enthält zwei Unterabteilungen:

a) von 1000 bis 1400 m ü. M.; diese wird durch das Vorkommen der Art *Rhitrogena loyolaea* in Gemeinschaft mit anderen Arten (*R. iridina*, *R. hybrida* und *R. ferruginea*) charakterisiert.

b) von 880 bis 1000 m ü. M.; Abwesenheit der Art *R. loyolaea*, es dominieren die Arten *R. iridina* und *R. hybrida*.

In der Lokalität 10 ist eine selbständige kleine Gemeinschaft vorhanden.

4. Die Gemeinschaft *Rhitrogena hercynia* — *Baetis sinaicus* (*B. alpinus*). Diese Zone reicht von 880 m. ü. M. bis zur Einmündung in die Waag. Die Eintagsfliegenfauna der Wiesenbäche in der Talniederung des Flusses Belá bildet eine selbständige Gemeinschaft.

Die Verhältniszahl der Vertreter der Familie *Baetidae* zu den Vertretern der Familie *Heptagenidae* erwies sich als gutes Hilfsmittel zur Bestimmung der natürlichen Eintagsfliegengemeinschaften. Alle Ergebnisse, welche die Eintagsfliegengemeinschaften und ihre Distribution betreffen, weisen auf die große Bedeutung des Substrattyps hin. Diese Bedeutung wird dort verstärkt, wo sich noch jetzt die Folgen der historischen Entwicklung des Flusses in der Eiszeit und nach ihr ausgeprägt bemerkbar machen (der Bach Kôprovský potok).

Auf der Basis von quantitativen Proben, welche in den drei Jahren 1974 — 1976 entnommen wurden, haben wir die Abundanz der Eintagsfliegen in vier Lokalitäten des Flusses Belá ausgewertet. Wir haben folgende Werte ermittelt: von 90 Ind. m⁻² im Juli in Lokalität 2 bis 1585 Ind. m⁻² im September in Lokalität 4. Die häufigste Eintagsfliegenart des Flusses Belá ist die Art *Baetis alpinus*.

10. SÚHRN

Podenky rieky Belá

Celkove sme získali 26 383 exemplárov lariev podeniek, ktoré patria k 28 druhom, z čoho je jeden nový pre faunu ČSSR — *Caenis beskidensis* — a jeden nový pre faunu Slovenska — *Baetis melanonyx*.

Vypočítali sme index dominancie (tab. 4), index druhovej vyrovnanosti a diverzity (tab. 2) a pomocou týchto ukazovateľov sme určili spoločenstvá podeniek podľa rozdielnej nadmorskej výšky takto:

1. Krenál — oblasť prameňa (bez ohľadu na nadmorskú výšku) — skoro bez podeniek, vyskytujú sa tu iba malé jedince druhu *Baetis melanonyx*.

2. Spoločenstvo *Rhitrogena loyolaea* — *Baetis alpinus*. Nad 1400 (1300) m n. m. Tieto druhy sú kodominantné.

3. Spoločenstvo *Baetis melanonyx*. Od 880 do 1400 (1300) m n. m. Možno ho umiestniť v najväčšom oblúku spádovej krivky (obr. 2). Obsahuje dve podjednotky:

a) od 1000 do 1400 m n. m. — charakteristická výskytom *Rh. loyolaea* v spoločnosti s inými druhmi.

b) od 880 do 1000 m n. m. — neprítomnosť *R. loyolaea*, dominuje *R. iridina* a *R. hybrida*.

Samostatné malé spoločenstvo je na lokalite 10.

4. Spoločenstvo *Rhithrogena hercynia* — *Baetis sinicus* (*B. alpinus*). Od 880 m n. m. až po ústie do Váhu.

Fauna pastviskových potokov na nive Belej tvorí súbor odlišných spoločenstiev.

Dobrou pomôckou na vymedzenie spoločenstiev podeniiek je pomer počtu jedincov čelade *Baetidae* ku počtu jedincov čelade *Heptagenidae* na danej lokalite.

Naše poznatky o distribúcii podeniiek a ich spoločenstiev poukazujú na veľký význam typu substrátu a geomorfologického vývoja územia v glaciáli a postglaciáli (Kôprovský potok).

Na základe kvantitatívnych odberov z rokov 1974 — 76 sme zistili na štyroch lokalitách rieky Belej tento rozsah hodnôt abundancie podeniiek: od 90 ind./m² v júli na lokalite 2 do 1585 ind./m² v septembri na lokalite 4. Najhojnejším druhom podeniiek rieky Belej je *Baetis alpinus*.

11. SUMMARY

Ephemeroptera of the River Belá

In total 26 383 specimens of mayfly larvae belonging to 28 species have been collected. *Caenis beskidensis* appears to be a new species to the fauna of Czechoslovakia, *Baetis melanonyx* is new to Slovakia.

The dominance index, Jaccard similarity index, equitability index and diversity index were used to determine the mayfly communities being sequenced according to elevation, as follows:

1. The spring region (crenon) regardless of elevation is almost without any mayflies, just a few juvenile *Baetis melanonyx* occurs here.

2. The community *Rhithrogena loyolaea* — *Baetis alpinus* is situated above 1400 (1300) m a. s. l. The nomenclatural species are codominating.

3. The community of *Baetis melanonyx* occurs from 880 to 1400 (1300) m a. s. l. It can be placed in the arch of the river slope curve (Fig. 2). It comprises two subunits:

3a — the subunit characterized by the occurrence of *Rh. loyolaea*, *Rh. iridina*, *Rh. hybrida* and *Rh. ferruginea* (1000 to 1400 m a. s. l.).

3b — the subunit characterized by the absence of *Rh. loyolaea* and dominated by *Rh. iridina* and *Rh. hybrida* (880 to 1000 m a. s. l.). A peculiar community was found at the locality 10.

4. The community *Rh. hercynia* — *B. sinicus* (*B. alpinus*) occurs from 880 m a. s. l. as far as the mouth of the River Váh.

The fauna of the Ephemeroptera of the small tributaries of the River Belá flowing through the adjacent pastureland represents the group of different communities.

For determination of mayflies communities the relation of species

from the family Baetidae and family Heptagenidae found out on the same locality was used.

Our results confirm big importance of the nature of the substrate for the distribution of Ephemeroptera. This importance is stronger on the areas where the influence of the glacial geological time is evident.

The quantitative analyses show the following range of the abundance of Ephemeroptera in the River Belá: from 90 specimen/m² (in July in the locality 2) to 1585 specimen/m² (in September in the locality 4). The most abundant species of *Ephemeroptera* of the River Belá is *Baetis alpinus*.

12. LITERATUR

- Allan, J., D.: The distributional ecology and diversity of benthic insects in Cement Creek, Colorado. *Ecology*, 56, 1975, pp. 1040—1043.
- Chisholm, P.: Effect of altering streambed material size on a specific measure of biological diversity. *Can. J. Civil Engineering*, 3/4, 1976, pp. 563—570.
- De March, B. G., E.: Spatial and temporal patterns in macrobenthic stream diversity. *J. Fisch. Board Can.*, 1976, 33, 6, 1976, pp. 1261—1270.
- Dods, G. S., Hisaw F. L.: Ecological studies on aquatic insects. IV Altitudinal range and zonation of mayflies, stoneflies and caddisflies in the Colorado Rockies. *Ecology*, 6, 1925, pp. 380—390.
- Ertlová, E.: Abundance and biomass of bottom fauna of the brook Jelešná. *Acta F. R. N. Univ. Comen. — Zoológia*, 20, 1976, pp. 79—87.
- Ertlová, E.: *Chironomidae (Diptera) za zátopového územia priehradného jazera Liptovská Mara a poznámky k makrozoobentosu tejto oblasti. (Chironomidae (Diptera) from the flooded area of the Liptovská Mara Dam and some notes on macrozoobenthos of the area.) Biologické práce*, 24, 2, 1978, pp. 9—59.
- Gore, J. A.: A technique for predicting in — stream flow requirements of benthic macroinvertebrates. *Freshwater biology*, 8, 1978, pp. 141—151.
- Hawkes, A.: River zonation and classification. *River ecology*. Univ. Calif. Pres. 1. Aufl. 1976.
- Illies, J.: *Limnofauna Europaea*. 1. Aufl. Stuttgart, 1976.
- Illies, J.: *Limnofauna Europaea*. 2. Aufl. Stuttgart — New York — Amsterdam, 1978.
- Illies, J. — Botosaneanu, L.: Problèmes et méthodes de la classification de zonation écologique des eaux courantes considérées surtout du point de vue faunistique. *Int. Ver. Theor. Angew. Limnol.*, 12, 1956, pp. 1—57.
- Kamler, E.: Notes on the Ephemeroptera fauna of Tatra streams. *Pol. arch. hydrobiol.*, 8, 1960, pp. 107—127.

- Kamler, E.: Thermal conditions in mountain waters and their influence on the distribution of Plecoptera and Ephemeroptera larvae. *Ecologia Polska*, 8, 1965, pp. 377 — 414.
- Kamler, E.: Distribution of Plecoptera and Ephemeroptera larvae in relation to altitude above mean sea level and current speed in mountain Waters. *Pol. Arch. hydrobiol.*, 14 (27), 2, 1967, pp. 29 — 42.
- Kawecka, B. — Kownacka, M. — Kownacki, A.: General characteristics of the biocenosis in the streams of the Polish High Tatras. *Acta hydrobiol.*, 13, 4, 1971, pp. 465 — 476.
- Keffermüller, M.: Materialy do fauny jetek Wielkopolski. (Materials on mayfly fauna of Wielkopolska region.) *Prace Kom. Biol. P. T. P. N.*, 18, 3, 1956, pp. 175 — 202.
- Keffermüller, M.: Badania nad fauna jetek (*Ephemeroptera*) Wielkopolski. (Studies in mayfly fauna of Wielkopolska region.) *Prace Kom. Biol. P. T. P. N.*, 19, 8, 1960, p. 413 — 467.
- Keffermüller, M.: A new species of the genus *Baetis* from Western Poland. *Bull. Acad. sci. Ser. Sci. Biol.*, 22, 3, 1974, pp. 183 — 185.
- Keffermüller, M.: Ein Vergleich von zwei Ephemerella-Arten (*Ephemeroptera: Ephemerellidae*). Conference „Advances in Ephemeroptera Biology“. Edit. J. F. Flannagen, K. E. Marshall, Plenum Press, New York, London, 1980, pp. 141 — 154.
- Keffermüller, M. — Machel, M.: *Baetis tracheatus* sp. n. (*Ephemeroptera*). *Badania fizyograficzne nad Polska zachodnia*, 22, (1), 1967, pp. 1 — 14.
- Keffermüller, M. — Sowa, R.: Les espèces du groupe *Centroptillum pulchrum* Eaton (*Ephemeroptera, Baetidae*) en Pologne. *Polskie pismo entomologiczne*, 45, 1975, pp. 479 — 486.
- Konstantinov, A., S.: Obščaja gidrobiologija. (General hydrobiology.) 2. Auff. Moskva, 1972.
- Kownacka, M.: The bottom fauna of the stream Sucha Woda (High Tatra Mts.) in the annual cycle. *Acta hydrobiol.*, 13, 4, 1970, pp. 415 — 438.
- Kownacki, A.: Taxocenes of Chironomidae in stream of the Polish High Tatra Mts. *Acta Hydrobiol.*, 13, 4, 1971, pp. 439 — 463.
- Krno, I.: O výskyte nových druhov podeniék (*Ephemeroptera*) na Slovensku. (On the occurrence of some new mayflies (*Ephemeroptera*) species in Slovakia.) *Biológia* (Bratislava), 33, 2, 1978, pp. 153 — 155.
- Krno, I.: Štruktúra a dynamika spoločensiev makrozoobentosu rieky Lupčianky a jej prítokov (Nízke Tatry). (Kandidátska dizertačná práca.) (The structure and dynamics of macrozoobentos communities of the river Lupčianka and the tributaries (Nízke Tatry Mts.) (Thesis). Bratislava, PFUK — Zool. ústav, 1978.
- Krno, I. — Deván, P.: Poznámky k výskytu niektorých zaujímavých druhov podeniék (*Ephemeroptera*) na Slovensku. [Notes on the occurrence of some interesting mayflies (*Ephemeroptera*) species in Slovakia.] *Biológia* (Bratislava), v tlači.

- Landa, V.: Jepice — *Ephemeroptera*. (Mayflies — *Ephemeroptera*.) Fauna ČSSR, 18, Praha 1969.
- Landford, T. E. — Bray, E. S.: The distribution of Plecoptera and Ephemeroptera in a lowland region of Britain (Lincolnshire). *Hydrobiologia*, 34, 1969, pp. 243 — 271.
- Müller — Liebenau, I.: Revision der europäischen Arten der Gattung *Baetis* Leach, 1815 (*Insecta, Ephemeroptera*). *Gewässer — u. Abwässer*, 48/49, 1969, pp. 1 — 214.
- Obr, S.: Příspěvek ke studiu fauny pramenů, jezer a bystřin v Liptovských holích (Tatry). [Contribution to the studies into fauna of springs, lakes and rivulets of the Liptovské hole (Tatry) Mts.] *Věstn. Čsl. zool. spol.*, 19, 1955, pp. 10 — 26.
- Odum, E. P.: *Fundamentals of ecology*. W. B. Saunders & Comp. Philadelphia — London — Toronto, 1971.
- Peňáz, M.: Contribution towards the knowledge of the biomass in the Svatka River above and below the Vír River dam basin. *Zoologické listy*, 15, 4, 1966, pp. 361 — 372.
- Pielou, E. C.: The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theor. Biol.*, 13, 1966, pp. 131 — 144.
- Schoenemund, E.: Eintagsfliegen oder *Ephemeroptera*. Die Tierwelt Deutschlands, 19, Jena, 1930.
- Schoenemund, E.: Pseudoneuropteren der Hohen Tatra. *Wien. ent. Ztg.*, 1930, pp. 155 — 157.
- Shannon, G. E. — Weaver, W., *The mathematical theory of communication*. Univ. Illinois, Press Urbana, 1949.
- Soldán, T.: Mayflies (*Ephemeroptera*) new to the fauna of Czechoslovakia found in 1972 — 1977. *Acta entomologica bohemoslovaca*, 75, 1978, pp. 319 — 329.
- Sowa, R.: Materiały do poznania Ephemeroptera i Plecoptera w Polsce. (Materials on Ephemeroptera and Plecoptera in Poland.) *Acta Hydrobiol.*, 4, 1969, pp. 205 — 224.
- Sowa, R.: Ecological characteristics of the bottom fauna of the Wielka Puszcz stream. *Acta Hydrobiol.*, 7, 1, 1965, pp. 61 — 92.
- Sowa, R.: Sur la taxonomie de *Rhithrogena semicolorata* (Curtis) et de quelques espèces voisines d'Europe continentale (*Ephemeroptera, Heptagenidae*). *Revue Suisse zool.*, 77, 1970, pp. 895 — 920.
- Sowa, R.: *Ecdyonurus starmachii* sp. n. et *E. submontanus* des Carpathes polonaises (*Ephemeroptera, Heptagenidae*). *Bull. Acad. Pol. Scie.*, 2, 19, 1971, pp. 407 — 412.
- Sowa, R.: Taxonomie et ecologie de *Caenis beskidensis* sp. n. des Carpathes polonaises (*Ephemeroptera, Caenidae*). *Bull. Acad. Pol. Scie.*, 2, 21, 1973, pp. 351 — 355.
- Sowa, R.: Taxonomie et ecologie d'*Ecdyonurus carpathicus* sp. n. des Carpathes polonaises (*Ephemeroptera, Heptagenidae*). *Bull. Acad. Pol. Scie.*, 2, 21, 1973, pp. 285 — 289.
- Sowa, R.: *Ecdyonurus fasciocolatus* sp. n. d'espèce voisine d'*E. affinis* Eaton du midi de la Pologne. (*Ephemeroptera, Heptagenidae*). *Bull. Acad. Pol. Scie.*, 2, 22, 1974, pp. 315 — 329.

- S o w a, R.: Ecology and biogeography of mayflies (*Ephemeroptera*) of running waters in Polish part of the Carpathians. 1. Distribution and quantitative analysis. *Acta Hydrobiol.*, 17, 3, 1975, pp. 223 — 297.
- S o w a, R.: Ecology and biogeography of mayflies (*Ephemeroptera*) of running waters in the Polish part of the Carpathians. 2. Life cycles. *Acta Hydrobiol.*, 17, 4, 1975, pp. 319 — 353.
- S t a r m a c h, K. — W z o r e k, R. et. al.: Limnological investigations in the Tatra mountains and Dunajec River basin. *Fesz. kom. zagosp. ziem gorsk. Pol. Acad. Nauk*, 11, 1965, pp. 1 — 294.
- T h o m a s, A.; Sur la taxonomie de quelques espèces d' *Ecdyonurus* du Sud-Ouest de la France (*Ephemeroptera*). *Ann. Limnol.*, 4, 1968, pp. 51 — 71.
- Z e l i n k a, M.: K poznání jepic Vysokých Tater. (On mayflies of the Vysoké Tatry Mountains.) *Spisy přír. fak. Mas. univ. v Brně*, 348, 6, 1953, pp. 157 — 165.
- Z e l i n k a, M.: Die Eintagsfliegen in Forellenbächen der Beskiden. 1. Abundanz und Biomasse. *Folia Fac. Sci. Natur. Univ. Purkyniense Brunensis*, 10, 1969, pp. 157 — 168.
- Z e l i n k a, M.: Die Eintagsfliegen in Forellenbächen der Beskiden. 3. Der Einfluß des verschiedenen Fischbestandes. *Věstn. Čsl. spol. zool.*, 38, 1974; pp. 76.— 80.
- Z e l i n k a, M.: The production of Ephemeroptera in running waters. *Hydrobiologia*, 56, 2, 1977, pp. 121 — 125.
- Z e l i n k a, M. — R o t h s c h e i n, J.: Die Ephemeroptera der Slowakei. *Acta Per. Nat. Mus. Nat. Slov.*, 13, 1, 1967, pp. 61 — 71.