

## Struktura, dynamika a produkce zoobentosu pstruhového toku (Hučivá Desná, Hrubý Jeseník)

Ivan Tuša

Předložená práce je první část výsledků komplexního výzkumu hydrobiologických poměrů ve sledovaném úseku toku Hučivé Desné. Cílem práce bylo zjistit taxonomickou strukturu zoobentosu, jeho abundanci, biomasu a produkci při současném sledování nejdůležitějších faktorů prostředí (viz tab. č. 1).

Literatura pojednávající o kvalitativních a kvantitativních poměrech zoobentosu v tocích je poměrně bohatá. V ČSSR se touto problematikou zabývali např.: Adámek (1977), Blahák (1978), Ertlová (1976), Helan et al. (1973), Krno (1982), Kubíček et al. (1971, 1972), Obr (1972), Peňáz (1966), Peňáz et al. (1968), Sedlák (1969), Sukop (1970, 1976), Tuša (1980, 1981, 1985), Zelinka et al. (1977, 1984) aj. V zahraničí se studiu zoobentosu v tekoucích vodách věnovali např.: Albrecht (1959, 1968), Bright (1982), Cummins et al. (1966), Egglisshaw, Mackay (1967), Fisher, Likens (1973), Flössner (1976), Hopkins (1976), Hynes (1961), Krueger Waters (1983), MacFarlane, Waters (1982), Rounick, Winterbourn (1982), Thibault (1971), Tsuda et al. (1975), Waters (1979, 1979a) aj. Problematika zoobentosu je rovněž diskutována v knižních publikacích o tekoucích vodách, kde jsou i další citace původních prací (viz např. Illies 1961, Hynes 1970, Oglesby et al. 1972, Whitton et al. 1975).

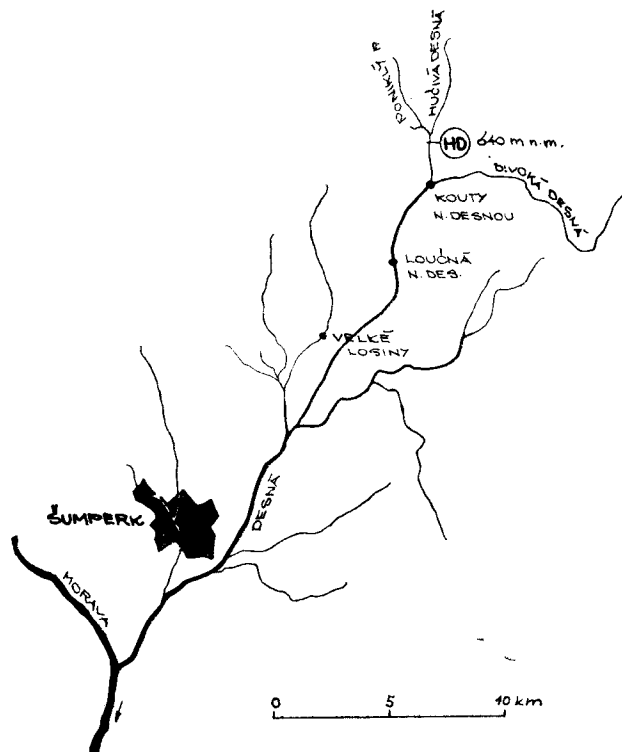
Za pomoc při určování zoobentosu děkuji prof. dr. J. Knozovi, CSc., prof. R. Rozkošnému, DrSc., dr. B. Lososovi, CSc., dr. E. Sedlákoví, CSc., dr. M. Zelinovi, CSc. a dr. O. Winklerovi. Za determinaci nárostů děkuji dr. J. Helanovi.

### Charakteristika sledovaného toku

Řeka Desná (obr. 1) vzniká soutokem Hučivé Desné a Divoké Desné v Koutech n. Des. Délka Hučivé Desné je od pramene k soutoku 8,2 km, délka Divoké Desné od pramene k soutoku je 12,3 km. Délka Desné od soutoku obou zdrojnic v Koutech n. Des. po ústí do Moravy u Postřelmovy je 29,2 km. Průtok v Šumperku je 3,95 m<sup>3</sup>/s.

Hučivá Desná pramení na jižním svahu Keprníku v nadmořské výšce 1 275 m. Sledovaný úsek Hučivé Desné je v nadmořské výšce 640 m a je vzdálen od pramene asi 6 km. Nad i pod sledovaným úsekem jsou četné jezy.

Povodí Hučivé Desné náleží do keprnické klenby silesika, která je tvořena metamorfovanými horninami, především biotitickou rulou a dvojslídňným svorem. V menší míře jsou zastoupeny kvarcity a kvarcitécké ruly.



Obr. 1  
Mapka povodí Desné. HD — sledovaný úsek Hučivé Desné

Fig. 1

Map of the catchment area of the Desná River. HD — the stretch under investigation (the Hučivá Desná Creek)

## Materiál

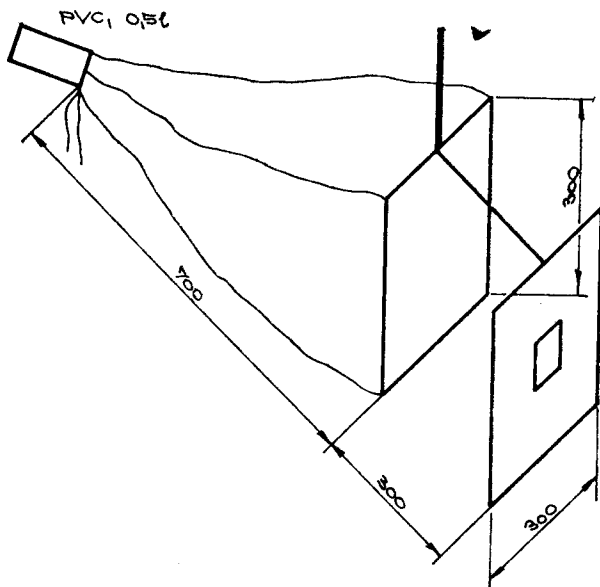
Materiál k této práci byl sbírán v období prosinec 1977 — leden 1979. Vzorky zoobentosu byly odebrány z proudových lokalit šestnáctkrát, z tišin u břehu patnáctkrát. Abundance ryb byla zjišťována jen jednou — v září 1978. Měření faktorů prostředí bylo prováděno při odběrech vzorků zoobentosu.

## Metodika

V období prosinec 1977 — leden 1979 byly na zvoleném úseku Hučivé Desné sledovány a měřeny následující ukazatele: šířka a hloubka toku, rychlost proudu, teplota vody, chemismus vody, kvalita a kvantita nárostů, kvantita detritu, rybí obsádka (jen jednou), kvalita a kvantita zoobentosu.

Šířka toku byla měřena pásmem. Za míru šířky byla brána ta část koryta, která byla zatopena vodou (viz Helan et al. 1973). Hloubka toku byla měřena tyčí se stupnicí po 5 cm. Rychlost proudu byla měřena hydrometrickým křídlem vlastní konstrukce (Tuša 1978). Byla zjišťována rychlost 5 cm vrstvy vody pod hladinou a těsně u dna. Rychlost proudu byla měřena v místech odběrů vzorků zoobentosu. Měření bylo prováděno vždy až po odběru vzorků, aby nebylo narušeno dno a jeho oživení. Teplota vody byla měřena jednak při odběrech vzorků (většinou kolem poledne), jednak soustavně — maximo-minimálním teploměrem, uloženým v kovovém pouzdře na dně toku. Obdobně sledoval teplotu vody např. Thibault (1971). Che-

mický rozbor vody byl prováděn v laboratoři do 24 hodin po odběru vzorků. pH a  $O_2$  byly stanovovány na místě. pH bylo měřeno indikátorem Čůta—Kámen, obsah rozpuštěného kyslíku ve vodě Winklerovou metodou, alkalita titrací 0,1 N HCl na indikátor metyloranž, celková tvrdost vody komplexonem III s použitím indikátoru eriochromčerné T. Amoniak byl měřen přímo s použitím Nesslerova činidla. Dusitany byly stanoveny alfa-naftylaminem a kyselinou sulfanilovou, dusičnany salicylanem sodným, Fosforečnany byly stanovovány Denigesovým činidlem s použitím  $SnCl_2$ . Poslední tři typy stanovení byly prováděny na spektrokolorimetru Spekol Zeiss v kvyetách 1 cm. Užití metody rozboru vody viz Maděra et al. (1961), Hrbáček et al. (1972) a Pečárková, Lischke (1977).



Obr. 2  
Sít na odběr zoobentosu z proudu  
Fig. 2

Original net for collecting of zoobenthos from the current zone

Nárosty byly odebírány tak, že kámen vytažený z vody byl na předem vyznačené ploše oškrabán skalpelem a nárosty smyty do zkumavky roztokem 4 % formalinu. Vzhledem k tomu, že nárostů bylo ve sledovaném úseku poměrně málo, byla jejich kvantita jen zhruba odhadnuta. V laboratoři byl materiál zbaven vody na filtrační nálevce, napojené na vodní vývěvu. Při této práci byl učiněn poznatek, že vodní vývěvu lze pro tyto účely použít i bez napojení na vodovod — odsávání vody ze vzorků nárostů bylo prováděno profukováním vývěvy ústy. Nárosty zbavené povrchové vody byly kvantitativně přeneseny do odměrné baňky 25 ml. Objem nárostů byl stanoven tak, že odměrná baňka byla až po rysku naplněna známým množstvím vody z byrety nebo pipety. Imaga hmyzu (pro determinaci) byla sbírána smýkáním na březích a sklepáváním z větví stromů. Kromě toho byla též získávána chovem larv jednak v plovoucích klíčcích přímo v terénu (viz např. Provonsha, McCafferty 1975) jednak v laboratorní aparatuře (Tuša 1979, 1980). Rybí obsádka byla zjištěna odlovem ryb elektrickým agregátem. Zoobentos a detrit z proudu (jako detrit je v této práci označována veškerá organická hmota zachycená sítí při odběru vzorků zoobentosu, kromě bentontů, nárostů a mechrostů, tj. především listů ze stromů, jeho fragmenty a drobné částice organické hmoty) byly odebírány každé tři týdny až měsíc sítí s ústím  $30 \times 30$  cm, jehlanovitého tvaru (obr. 2). Sít byla ušit z monofilu, s velikostí ok  $0,3 \text{ mm}^2$ . Před ústím sítě ve vzdálenosti 30 cm byl zařazen rám stejných rozměrů jako ústí sítě, potažen pletivem z plastu s velikostí ok

1 mm. Rám byl připojen k rukojeti sítě a sloužil jako „brzda proudu“ ke snižování rychlosti proudu před ústím sítě — aby nedocházelo k vyplavování již zachyceného materiálu ze sítě. Na konci sítě (vrcholu jehlanu) byl ponechán otvor, do kterého se před každým odběrem vzorku zasunovalo hrdlo 0,5 l láhve z plastu. „Brzda proudu“ sloužila také jako pomůcka při ohraničování sběrné plochy, aniž došlo před odběrem vzorků k porušení dna. Veškerý materiál zachycený sítí — držené při odběru vzorků u dna a ústím [brzdou] proti proudu, při omývání obrácených kamenů a prohrabávání dna pod nimi, byl zasunován a splachován do láhve přivázané na konci sítě. Každý vzorek z určitého období (exkurze) představuje sumu pěti malých vzorků, každý z plochy kolem 0,09 m<sup>2</sup>, celkem z plochy asi 0,5 m<sup>2</sup>. Přesnost metody odběru vzorků touto sítí byla stanovena statisticky (Tuš a 1979). Vypočtený interval spolehlivosti je při hladině významnosti 5 % ± 40 %. Poměr výskytu převažujících taxonů je ve všech vzorcích obdobný, takže lze předpokládat, že zjištěná struktura zoobentosu odpovídá poměrům ve sledovaném úseku Hučivé Desné.

Zoobentos a detrit z tišin. Výše uvedená technika odběru vzorků zoobentosu není použitelná v místech, kde se voda nepohybuje. Odběr vzorků z takových míst (tišin u břehu) byl prováděn opatrným zvedáním kamenů za současného podkládání kruhové sítky o průměru 20 cm [ze stejného pletiva jako síť pro odběr vzorků z proudu] a nabíráním šterku a písku. Plocha, z níž byly tyto vzorky odebírány, byla většinou kolem 0,1 m<sup>2</sup>. Kameny, šterk i písek byly během sběru ukládány do plátěného vaku a po jeho ukončení promývány a oplachovány: do mísy asi 8 cm hluboké a 25 cm v průměru byl vkládán kámen po kameni (potom po částech i šterk a písek), nádoba byla naplněna vodou a po opláchnutí kamenů (promíchání šterku a písku) byla voda opět vylévána do sítky. Promývání každé části vzorku bylo prováděno tak dlouho, až voda po zamíchání byla prostá vznášejících se částic detritu. Po promytí celého vzorku byl detrit s bentonty vložen do 0,5 l láhve z plastu.

Materiál z odběrů v proudu i z tišin byl fixován a konzervován 4 % formaldehydem.

Laboratorní zpracování vzorků zoobentosu z proudu i z tišin bylo obdobné: vzorek byl vylit (vysypán) na fotografickou mísu s bílým dnem a zoobentos z něho vybírán. Napřed při prohlížení pouhým okem, potom pomocí stereoskopické lupy. Mikroskopicky (lupou) byla prohlédnuta vždy je část vzorku (asi 1/3), hodnoty pro celý vzorek byly získány přepočtem. Kvantita detritu byla měřena v odměrném válci po předchozím vymačkání vody. Zoobentos byl vážen až po půl roce a později od uložení do 4 % formaldehydu. Před vážením byl zoobentos osušen v malé odstředivce navržené Kubíčkem (1969). K vážení bylo použito analytických vah.

Zkumavky s materiálem (zoobentosem) jsou uloženy netradičním způsobem — na panelcích ze sololitu. Panelky jsou řazeny v krabicích za sebou jako karty v kartotéce. Každý vzorek je na samostatném panelku [viz Tuš a 1974]. Vzhledem k tomu, že i při vkládání panelků se zkumavkami do sáčků z plastů dochází v některých případech (nekvalitní — netěsnící zátky) k nežádoucímu vypařování tekutiny ze zkumavek, bylo započato — zatím experimentálně, s aplikací tzv. tekutých zátek. Tekutá zátka je v podstatě vrstvička (asi 1 cm silná) bezbarvého (parafinového) oleje, která se pomocí pipety vpravuje na hladinu formaldehydu do každé zkumavky. Z krátkodobých pokusů vyplynulo, že odpařování alkoholu či formalinu z otevřených nádob je při aplikaci tekuté zátky mnohonásobně pomalejší než bez ní. Lze proto předpokládat, že i v případě netěsnosti korkové či gumové zátky tekutá zátka podstatně zpomalí odpařování tekutiny ze zkumavky a tím zabrání nežádoucímu vyschnutí a zničení vzorku.

Při manipulaci se vzorkem opatřeným tekutou zátkou je třeba tuto zátku nejprve odstranit (odsát). Proto tekutými zátkami opatřujeme vzorky, o kterých předpokládáme, že s nimi nebudeme delší dobu pracovat. I když chybí zatím dlouhodobější zkušenosti, lze předpokládat, že tekuté zátky v kombinaci s klasickými korkovými či gumovými zátkami zabezpečí vzorky před vyschnutím po mnoho let, i v případě netěsnosti korkové či gumové zátky.

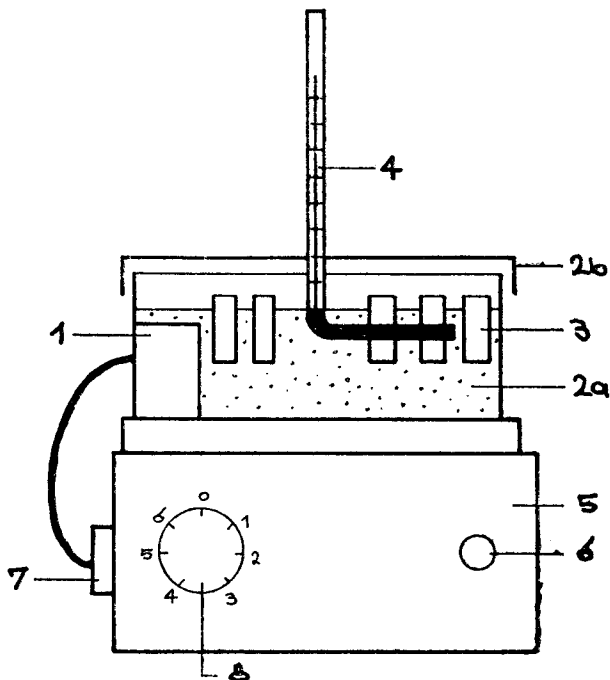
Aplikace tekutých zátek je u skleněných zkumavek bez problémů. U zkumavek z plastů je třeba ověřit, zdali nebudou praskat (působením oleje) obdobně jako praskají působením alkoholu.

Abundance zoobentosu, biomasa zoobentosu a nárostů a množství detritu jsou přepočteny na 1 m<sup>2</sup>. Při výpočtu průměrů po celý úsek byl poměr plochy dna v proudu a v tišinách odhadnut na 9 : 1. Sekundární produkce byla vypočtena Zelinkovou metodou [Zelinka, Marvan 1976]. U několika druhů je pro srovnání produkce vypočtena také metodou, kterou navrhl Hynes a upravil Hamilton [viz Waters, Crawford 1973]. Biomasa organismů a hmota detritu jsou v této práci vyjádřeny

ve vlhké (formalinové) hmotnosti. Vlhká hmotnost, suchá hmotnost a energetická hodnota organické hmoty se obvykle přepočítávají následujícími poměry: 1 g vlhké hmotnosti je asi 0,2 g suché hmotnosti, 1 g suché hmotnosti je asi 5 kcal, 1 kcal je asi 4 200 J. (Viz např. Caspers 1975, 1975a, Cummins et al. 1966, Egglisaw, Mackay 1967, Kostomarov 1958, Larcher 1978, Odum 1977 aj.). Poměr vlhké a suché hmotnosti uváděný v literatuře byl ověřen i na našem materiálu.

Organická hmota byla sušena při teplotě 85–105°C po dobu 24 hodin v malé sušičce vlastní konstrukce. (obr. 3). Sušička se skládá z vařiče a z kovové nádoby s víkem, která je postavena na plotně vařiče. V nádobě je zabudován termostat a teploměr. Nádoba je asi do 2/3 naplněna varnými kuličkami o průměru asi 1 mm. Do vrstvy varných kuliček jsou vkládány kelímky (kolem 50 ml) se sušeným materiálem. Pro tyto účely se osvědčily kovové krabičky od kinofilmů.

Získané hodnoty [poměry vlhká/suchá hmotnost] odpovídají údajům z literatury, pokud jde o zoobentos, viz např. Egglisaw, Mackay (1967).



Obr. 3  
Malá elektrická sušička. 1 — termostat, 2a — kovová nádoba, 2b — víko, 3 — nádoby na sušený materiál, 4 — teploměr, 5 — vařič, 6 — doutnavka, 7 — zásuvka, 8 — vypínač

Fig. 3  
Small electric drier. 1 — thermostat, 2a — metal vessel, 2b — lid, 3 — small vessels for dried material, 4 — thermometer, 5 — cooking stove, 6 — glow tube, 7 — socket, 8 — switch

## Výsledky a diskuse

### Faktory prostředí

Sledovaný úsek Hučivé Desné (obr. 1, tab. 1) byl 5–6 m široký. Po celý rok byla větší část dna toku pod vodou. Hloubka a toku byla ve sledovaném úseku většinou 10–30 cm, jen místy větší. Dno bylo převážně

Tab. 1 Charakteristika sledovaného úseku Hučivá Desná  
 Table 1 Characteristics of the Hučivá Desná study site

Ukazatel Parameter	Rozsah Range	Průměr Mean value
Nadmořská výška [m] Altitude [m]	640	—
Šířka [m] Width [m.]	5—6	—
Hloubka [m] Depth [m]	0,1—0,3 (0,5)	—
Rychlost proudu [m/s] Current speed [m/s] Proud Current Hladina Surface Dno Bottom Břeh Bank	0,6—1,2 0,0—1,3 0	— — —
Dno Bottom	kamenité stony	
Teplota vody [°C] Water temperature [°C]	0,0—11,0	4,9
Chemismus vody Water chemisms pH Alkalita [mval/l] Alkalinity [meq/l] Celková tvrdost [°N] Total hardness [Gd] NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> [mg/l] NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> [mg/l] NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> [mg/l] PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> [mg/l] O <sub>2</sub> [mg/l] O <sub>2</sub> [% nasycení] [% of saturation]	6,4—6,7 0,2—0,9 2,0—3,0 0 — stopy 0 — traces 0 10—30 0 — stopy 0 — traces 9,8—15,6 90—113	6,4 0,4 2,5 — — — 15 — 11,8 97
Nárosty [g/m <sup>2</sup> ] Periphyton [g/m <sup>2</sup> ]	0—48,6	9,6
Detrit [g/m <sup>2</sup> ] Detritus [g/m <sup>2</sup> ]	130,2—1 016,7	313,0

kamenité, s kameny o průměru 10—30 cm, ležícími na štěrku a písku, část dna byla tvořena balvaný.

Podle rychlosti proudu lze sledovaný úsek rozdělit na dvě části: kameny (a štěrk a písek mezi a pod nimi) v proudu a kameny

(a šterk a písek mezi a pod nimi) v tišinách — v místech bez proudu. Asi 90 % plochy dna je prvně jmenovaný typ prostředí, pouze asi 10 % plochy dna jsou tišiny — místa bez měřitelného pohybu vody. V místech s proudem byla rychlost 5 cm vrstvy vody pod hladinou 0,6—1,2 m/s, rychlost 5 cm vrstvy vody při dně 0,0—1,3 m/s. Většinou byla rychlost proudu u dna asi o 1/3—1/2 nižší než u hladiny (i když maxima jsou téměř stejná). Teplota vody se v průběhu sledovaného období (prosinec 1977 — leden 1979) pohybovala v rozmezí 0—11 °C. Průměrná teplota vody, vypočtená z aktuálních hodnot naměřených při odběru vzorků byla 4,9 °C. Teplota vody měřená v obdobích mezi jednotlivými exkurzemi maximo-minimálním teploměrem (soustavně) kolísala více než hodnoty aktuálních teplot, zjištěných při návštěvách lokalit. Zejména to platí o teplejší části roku. Z hodnot naměřených při odběrech vzorků by se zdálo, že teplota vody Hučivé Desné byla od konce května do začátku října obdobná (8,5—9,8 °C), ovšem měření maximo-minimálním teploměrem ukázala, že teplota vody v tomto období kolísala v rozmezí 5,5—11,0 °C.

Podle chemismu vody možno Hučivou Desnou charakterizovat jako řeku s vodou mírně kyselou (pH 6,4—6,7), měkkou (2,5 °N), s obsahem dusičnanů 15 mg/l. Amonné ionty, dusitany a fosforečnany byly zjištěny jen ve stopách nebo vůbec ne.

Na nárosty byl sledovaný úsek Hučivé Desné poměrně chudý. Pouze jednou (začátkem června 1978) bylo celé dno porostlé (převážně řasou *Tetraspora gelatinosa*). Kromě toho bylo v létě zjišťováno větší množství nárostů (*Oscillatoria*, *Tribonema*) na balvanech vyčnívajících z vody. Ty však tvořily jen 5—10 % plochy dna. Průměrná biomasa nárostů byla 10,7 g/m<sup>2</sup> (v proudu). Průměr po celý úsek byl 9,63 g/m<sup>2</sup>.

Průměrné množství detritu pro celý úsek bylo 313 g/m<sup>2</sup>, v proudu měl tento ukazatel hodnotu 226,1 g/m<sup>2</sup> a v tišinách u břehu 1 094,9 g/m<sup>2</sup>. V místech s proudem bylo minimální množství detritu zjištěno v únoru (62 g/m<sup>2</sup>), maximální v říjnu (390—838 g/m<sup>2</sup>), v ostatní část roku bylo množství detritu na dně toku v rozmezí 104—270 g/m<sup>2</sup>. V tišinách u břehů bylo množství detritu během sledovaného roku v rozsahu 222—2 625 g/m<sup>2</sup>, na jaře 541—2 112 g/m<sup>2</sup>, v létě 400—1 870 g/m<sup>2</sup>, na podzim 1 000—2 625 g/m<sup>2</sup> a v zimě 222—1 400 g/m<sup>2</sup>. Poměrně velké rozdíly v množství detritu mezi některými za sebou jdoucími odběry v tišinách jsou pravděpodobně způsobeny nepřesností sběru: malá plocha odběru, nerovnoměrné rozložení listů a jeho fragmentů atd., (blíže viz obr. 5, 6).

Koncem září 1978 byla abundance ryb (*Salmo trutta m. fario* L.) ve sledovaném úseku Hučivé Desné 265 ks/ha, biomasa 43 kg/ha, tj. 4,3 g/m<sup>2</sup>. Při použití P/B koeficientu 1,56 (Libosvářský, Lušková 1974) vychází roční produkce ryb 6,7 g/m<sup>2</sup>, tj. 67 kg/ha.

Sledování podmínek prostředí v tocích není zatím při výzkumech zoobentosu většinou komplexní a proto porovnávání je možné jen v některých případech. Ze srovnání podmínek v tocích Beskyd (Helan et al. 1973) a Hučivé Desné vyplývá, že v tocích Beskyd bylo podstatně více nárostů (350 g/m<sup>2</sup>) než v Hučivé Desné (kolem 10 g/m<sup>2</sup>), přestože dusičnanů bylo v tocích Beskyd méně než v Hučivé Desné. Naproti tomu tvrdost vody a alkalita byly v tocích Beskyd několikrát vyšší než v Hučivé Desné. Světelné poměry byly pravděpodobně v obou případech obdobné. Detrit na dně toku byl v ČSSR zatím zjišťován (kromě Hučivé Desné) jen v povodí říčky Lupčianky (Krnó 1982). Autor uvádí 40—200

g/m<sup>2</sup>, což je poněkud méně, než bylo zjištěno v Hučivé Desné, ovšem řádově to odpovídá. Podle informací ze zahraničí se hodnoty detritu v těchto pohybuji v rozmezí desítky až tisíce gramů na m<sup>2</sup> (viz např. Fisher, Likens 1973, Caspers 1975, 1975b, aj.).

Pokud jde o produkci ryb, uvádí např. Zelinka (1979) pro pstruhové toky hodnoty 5–15 g/m<sup>2</sup>/rok. Odhad produkce ryb v Hučivé Desné je při dolní hranici tohoto rozsahu.

## Zoobentos

V proudu i v tišinách při březích byl zoobentos tvořen převážně entomofaunou — bylo zjištěno více než 80 druhů (viz Seznam taxonů na konci této práce a tab. 3,6). V celém sledovaném úseku (tj. proud + tišiny) byla průměrná roční abundance 3 158,0 ks/m<sup>2</sup>, průměrná roční biomasa 7,151 g/m<sup>2</sup>. Váhově nejvýznamnější byly larvy *Brachyptera seticornis* 2,725 g/m<sup>2</sup>, *Protonemura* 0,710 g/m<sup>2</sup>, *Integripalpia* (převážně *Limnephilidae*) 0,639 g/m<sup>2</sup>, *Baetis* 0,622 g/m<sup>2</sup>, *Leuctra* 0,501 g/m<sup>2</sup>, *Rhyacophila* 0,373 g/m<sup>2</sup>, atd. (tab. 6).

Tab. 2

Průměrná roční biomasa váhově nejvýznamnějších taxonů Hučivé Desné

Table 2

The average annual biomass of the most important taxa (in the weight) in the Hučivá Desná Creek

Proud Current		Tišiny u břehu Bank (stagnant water)	
Taxon	g/m <sup>2</sup>	Taxon	g/m <sup>2</sup>
<i>Brachyptera</i>	3,015	<i>Integripalpia</i>	3,960
<i>Protonemura</i>	0,771	<i>Leuctra</i>	1,358
<i>Baetis</i>	0,683	<i>Chironomidae</i>	1,014
<i>Rhyacophila</i>	0,413	<i>Plectrocnemia</i>	0,954
<i>Leuctra</i>	0,406	<i>Dicranota</i>	0,784
atd. viz tab. č. 6. etc. see Table 6.			

V místech s proudem byla průměrná roční abundance 3 100,82 ks/m<sup>2</sup>, průměrná roční biomasa 6,844 g/m<sup>2</sup>. Hmotnostně nejvýznamnější byly larvy *Brachyptera seticornis* 3,015 g/m<sup>2</sup>, *Protonemura* 0,771 g/m<sup>2</sup>, *Baetis alpinus* 0,593 g/m<sup>2</sup>, *Leuctra* 0,406 g/m<sup>2</sup>, *Rhyacophila* 0,413 g/m<sup>2</sup>, *Tipula sp.* 0,317 g/m<sup>2</sup>, atd. (tab. 6).

V tišinách byla průměrná roční abundance 3 673,38 ks/m<sup>2</sup>, průměrná roční biomasa 9,915 g/m<sup>2</sup>. Hmotnostně nejvýznamnější byly larvy *Integripalpia* (*Limnephilidae*, *Sericostoma*) 3,960 g/m<sup>2</sup>, *Leuctra* 1,358 g/m<sup>2</sup>, *Chironomidae* 1,014 g/m<sup>2</sup>, *Plectrocnemia conspersa* 0,954 g/m<sup>2</sup>, *Dicranota* 0,784 g/m<sup>2</sup> atd.

Z výše uvedeného vyplývá, že taxonomická struktura hmotnostně nejvýznamnějších bentonů byla v proudu a v tišinách rozdílná, viz též tab. 2. Průměrná roční abundance byla v proudu i v tišinách obdobná



(v proudu 3 100,82 ks/m<sup>2</sup>, v tíšinách 3 673,38 ks/m<sup>2</sup>), průměrná roční biomasa byla v proudu nižší (6,844 g/m<sup>2</sup>) než v tíšinách (9,915 g/m<sup>2</sup>).

Ze srovnání kvantitativních poměrů zoobentosu Hučivé Desné a obdobných toků u nás i v zahraničí (viz citace v úvodu této práce) vyplývá, že Hučivá Desná náleží k tokům na zoobentos méně bohatým. V pstruhových tocích bylo totiž zjištěno 20 g zoobentosu na m<sup>2</sup> i více, viz např. S u k o p (1976), Z e l i n k a et al. (1977), K r n o (1982) aj. Relativně nízká biomasa zoobentosu v Hučivé Desné je pravděpodobně dána především chudostí potravních podmínek. Svědčí pro to nízká biomasa nárostů — z níž lze soudit také na slabé osídlení detritu mikroorganismy a tím i na jeho nízkou potravní hodnotu (např. H y n e s 1975). Výše uvedenému odpovídá částečně také to, že v pstruhových tocích s vyššími hodnotami biomasy zoobentosu náležejí většinou k váhově a produkčně nejvýznamnějším taxony s vyššími (horšími) saprobielními hodnotami než v Hučivé Desné. I když vztah saprobity a trofie v tocích není ještě plně objasněn (Z e l i n k a 1979), je jisté, že v tocích s horší saprobitou (oligo-betamezo) jsou většinou příznivější potravní podmínky pro zoobentos než v tocích velmi čistých (xeno-oligo).

S e z ó n n í d y n a m i k a. Kvalitativní i kvantitativní poměry zoobentosu Hučivé Desné se v průběhu roku výrazně měnily (obr. 4, 5, 6). Průběh změn v celém sledovaném úseku byl určován především dynamikou zoobentosu v proudu, protože tento typ prostředí tvořil 90 % plochy dna. Z hodnot vypočtených pro celý úsek vyplývá, že maxima

Tab. 3  
Průměrná roční abundance a biomasa jednotlivých taxonomických skupin zoobentosu v Hučivé Desné: proud 90 %, tíšiny u břehu 10 %, průměr pro celý úsek

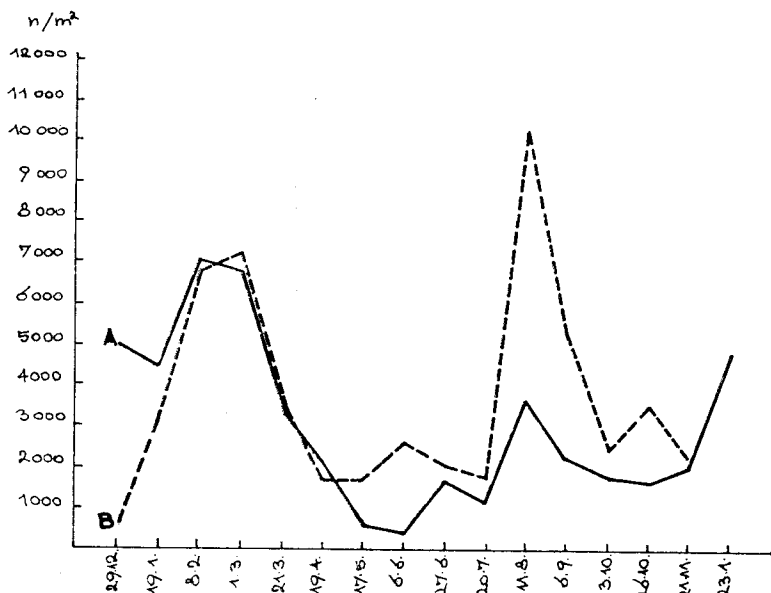
Table 3  
Average annual abundance and biomass of the bottom fauna in the Hučivá Desná Creek: current 90 %, bank 10 % total

Taxon	Abundance ks/m <sup>2</sup> Abundance n/m <sup>2</sup>		Biomasa g/m <sup>2</sup> Biomass g/m <sup>2</sup>		Abundance ks/m <sup>2</sup> Abundance n/m <sup>2</sup> průměr average	Biomasa g/m <sup>2</sup> Biomass g/m <sup>2</sup> průměr average
	proud current	tíšiny bank	proud current	tíšiny bank		
„Vermes“	2,9	25,8	0,02	0,36	5,2	0,05
<i>Amphipoda</i>	3,5	2,8	0,02	0,02	3,4	0,02
<i>Hydracarina</i>	0,6	7,2	x	0,01	1,3	x
<i>Ephemeroptera</i>	495,5	33,1	0,69	0,07	449,3	0,63
<i>Plecoptera</i>	2216,7	1357,6	4,51	2,25	2130,6	4,28
<i>Megaloptera</i>	0	0,8	0	0,09	0,1	0,01
<i>Trichoptera</i>	61,9	181,2	0,75	5,08	73,8	1,18
<i>Diptera</i>						
<i>Simuliidae</i>	130,9	0	0,21	0	117,8	0,19
<i>Chironomidae</i>	152,1	1934,9	0,09	1,01	330,4	0,18
<i>Diptera</i> g. sp.	25,0	124,6	0,51	1,00	35,0	0,56
<i>Diptera</i> (celkem-total)	308,0	2059,5	0,81	2,01	483,2	0,93
<i>Coleoptera</i>	11,7	5,4	0,04	0,02	11,1	0,04
<b>Celkem Total</b>	<b>3100,8</b>	<b>3673,4</b>	<b>6,84</b>	<b>9,91</b>	<b>3158,0</b>	<b>7,15</b>

abundance i biomasy byla v obdobích předjaří—jaro a pozdní léto—podzim. Jarní maximum bylo vyšší než podzimní. Na jarním maximum se nejvíce podílely larvy *Brachyptera seticornis*, *Protonemura*, *Leuctra*, *Rhyacophila*, *Baetis alpinus*, *Integripalpia* (*Limnephilidae*), *Dicranota*, *Chironomidae* aj., na podzimním *Baetis alpinus*, *Brachyptera seticornis*, *Protonemura*, *Rhyacophila*, *Tipula*, *Simuliidae*, *Leuctra*, *Chironomidae*, *Diura*, *Plectrocnemia* *Limnephilidae*, aj. Minimální hodnoty abundance a biomasy pro celý sledovaný úsek byly zjištěny v období duben—červenec, přestože v tišinách byla právě při jedné exkurzi v tomto období (květen) zjištěna velmi vysoká biomasa, na které se podílely především larvy chrostíků *Integripalpia* (*Limnephilidae*). Nízké hodnoty abundance a biomasy, vypočtené pro celý sledovaný úsek a dané především poměry v proudu, nelze přičítat pouze charakteru vývojových cyklů převažujících taxonů, ale také tomu, že v období květen—červen (a před ním) byl v důsledku tání sněhu na horách zvýšený stav vody a narušeno dno, což se projevilo především v místech s proudem.

I když sezónní dynamika s jarním a podzimním maximum bývá někdy uváděna jako typická pro tekoucí vody, z původních prací o této problematice jasně vyplývá, že charakter změn kvantitativní zoobentosu v průběhu roku může být velmi rozmanitý (viz např. Eglishaw, Mackay 1967, Sukop 1976, Adámek 1977, Krno 1982, Zelinka et al. 1984 aj., srovnej též obecnou charakteristiku vývojových cyklů zoobentosu v tocích — Hynes 1970).

Kromě vývojových cyklů jednotlivých druhů zoobentosu ovlivňuje jeho sezónní dynamiku také vývoj podmínek prostředí během sledovaného

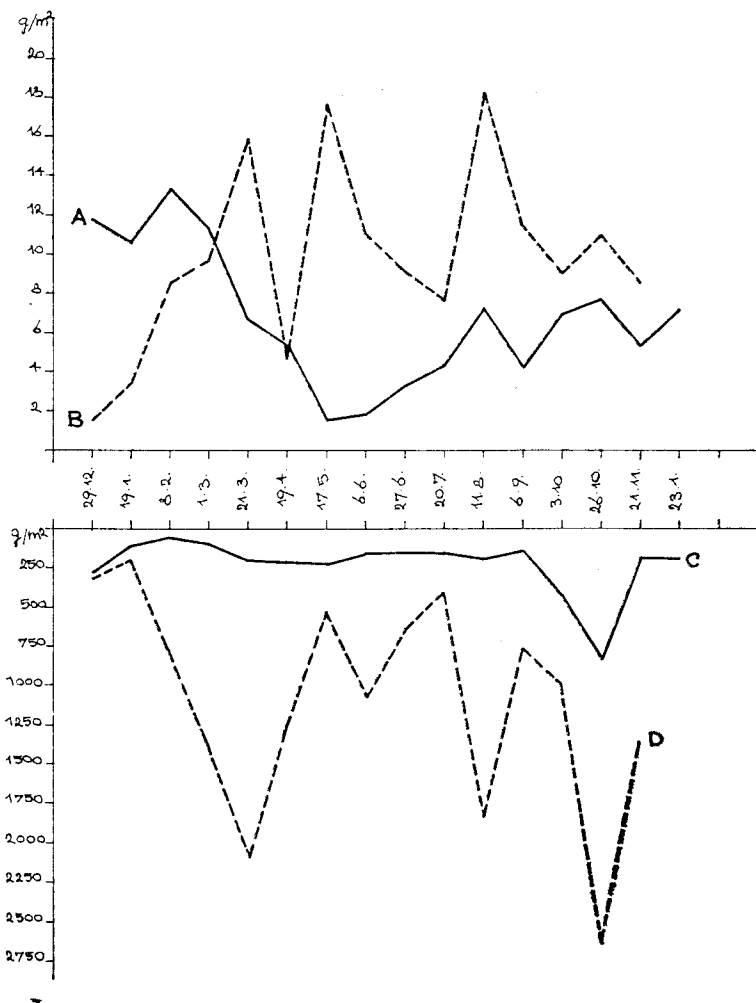


Obr. 4  
Abundance zoobentosu Hučivé Desné v průběhu roku: A — proud, B — tišiny  
Fig. 4

The annual course of abundance of zoobenthos in the Hučivá Desná Creek: A — current, B — bank

roku, ale i před ním. Zejména je třeba počítat (při posuzování a vyhodnocování, případně srovnávání sezónní dynamiky více toků) s abnormálními v dynamice a charakteru podmínek před sledovaným obdobím, které mohou výrazně ovlivnit poměry v době výzkumu (např. Illies 1975).

Z porovnání změn hmotnosti detritu během roku a dynamiky zoobentosu v Hučivé Desné nevyplývá užší vztah mezi těmito ukazateli (obr. 5, 6). Lze to snad částečně vysvětlit tím, že detrit byl na dně sledované-



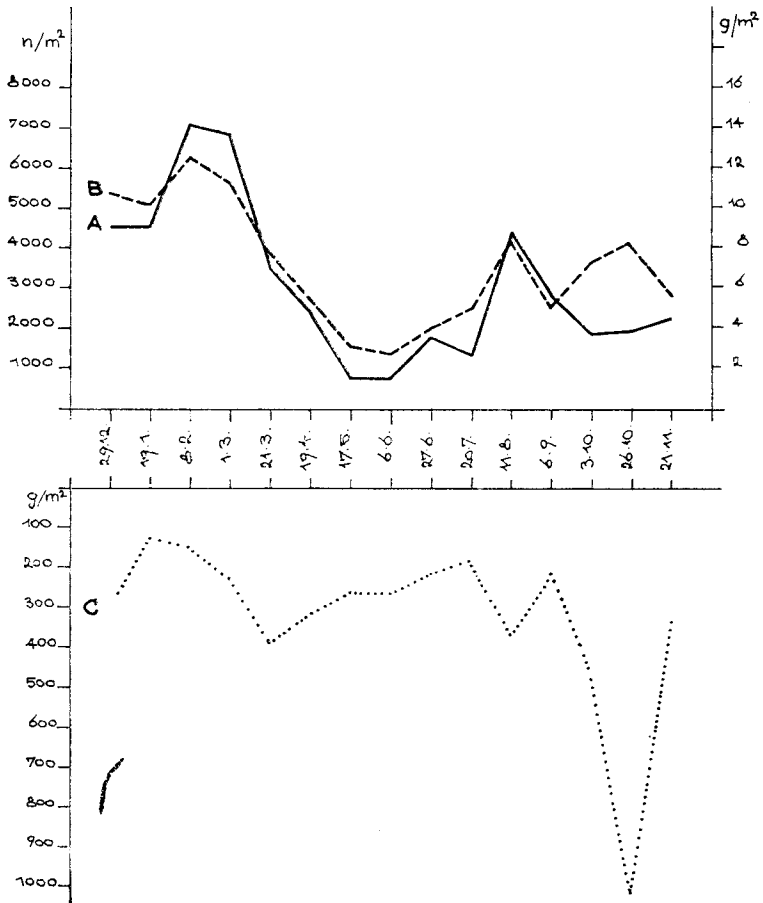
Obr. 5  
Biomasa zoobentosu a hmotnost detritu Hučivé Desné v průběhu roku. A — biomasa zoobentosu v proudu, B — biomasa zoobentosu v tišinách, C — hmotnost detritu v proudu, D — hmotnost detritu v tišinách

Fig. 5  
The annual course of biomass of zoobenthos and weight of detritus in the Hučivá Desná Creek: A — biomass of zoobenthos in current zone, B — biomass of zoobenthos in bank zone, C — weight of detritus in current zone, D — weight of detritus in bank zone

ho toku ve značném nadbytku: zoobentos tvořil asi 2,2 % a detrit (+ nepatrný podíl nárostů) 97,8 % z celkového množství partikulované organické hmoty na dně toku (blíže viz zatím jen Tuš a 1980).

**Produkce.** Produkce zoobentosu v celém sledovaném úseku Hučivé Desné byla v období prosinec 1977 — leden 1979; 59,39 g/m<sup>2</sup>/rok. Produkčně nejvýznamnější byly ty taxony, které měly i vysoké hodnoty biomasy a většinou i abundance (viz výše): *Brachyptera seticornis* 21,26 g/m<sup>2</sup>/rok, *Integripalpia* (*Limnephilidae*, *Sericostoma*) 6,08 g/m<sup>2</sup>/rok, *Protonemura* 5,89 g/m<sup>2</sup>/rok, *Baetis* 5,29 g/m<sup>2</sup>/rok, *Leuctra* 4,66 g/m<sup>2</sup>/rok, atd. viz tab. 6.

Hodnoty produkce pro jednotlivé taxony byly vypočteny z průměrných biomas pro celý úsek a P/B koeficientů. U *Brachyptera seticornis*,



Obr. 6

Abundance a biomasa zoobentosu a hmotnost detritu Hučivé Desné v průběhu roku — průměry pro celý sledovaný úsek: A — abundance zoobentosu, B — biomasa zoobentosu, C — hmotnost detritu

Fig. 6

The annual course of abundance and biomass of zoobenthos and weight of detritus in Hučivá Desná Creek — average values for the whole stretch under investigation: A — abundance of zoobenthos, B — biomass of zoobenthos, C — weight of detritus

*Protonemura* a *Leuctra* bylo užito vlastních P/B koeficientů (vypočtených z materiálu z Hučivé Desné), viz tab. 4, u ostatních taxonů bylo použito koeficientů převzatých z literatury — ovšem jen z prací, v nichž je produkce počítána také Zelinkovou metodou (Helan et al. 1973, Zelinka et al. 1977, Zelinka 1979). U *Baetis*, *Chironomidae* a *Simuliidae* bylo použito také převzatých P/B koeficientů, protože koeficienty z materiálu z Hučivé Desné byly příliš vysoké (tab. 4). V tab. 6 jsou

Tab. 4

Roční produkce, průměrná roční biomasa a P/B koeficient některých taxonů z Hučivé Desné (z proudu)

Table 4

Yearly production, average annual biomass and P/B ratio of some taxa in the torrential zone of the Hučivá Desná Creek

Taxon	Roční produkce g/m <sup>2</sup> Annual production g/m <sup>2</sup>	Průměrná roční biomasa g/m <sup>2</sup> Average annual biomass g/m <sup>2</sup>	P/B koef.  P/B ratio
<i>Baetis</i>	9,8	0,68	14,4
<i>Brachyptera</i>	23,5	3,02	7,8
<i>Protonemura</i>	6,4	0,77	8,3
<i>Leuctra</i>	3,8	0,41	9,3
<i>Chironomidae</i>	1,2	0,09	13,3
<i>Simuliidae</i>	2,8	0,21	13,3

vlastní P/B koeficienty a jim odpovídající produkce u těchto taxonů uvedeny v závorce. Příčinou těchto nereálně vysokých P/B koeficientů jsou pravděpodobně nenormální poměry velikostní struktury uvedených taxonů mezi některými za sebou jdoucími odběry během roku: abundance větších larev byla totiž ve druhém za dvou za sebou jdoucích odběrech v některých případech výrazně vyšší než abundance menších larev v odběru předcházejícím. Příčinám tohoto jevu (a upravám při výpočtu produkce) bude třeba věnovat pozornost. Upozorňuji na to také např. Winterbourn (1974), Hall et al. (1980), aj. Uvedení autoři poukazují v této souvislosti na driftování větších larev z výše položených úseků toku.

Je zajímavé, že vysoké P/B koeficienty byly zjištěny u takových taxonů, jako jsou *Chironomidae* nebo *Simuliidae*, u nichž se vzhledem ke krátkým vývojovým cyklům předpokládá, že odhady produkce jsou podhodnoceny (např. Waters 1979a).

Produkce celého zoobentosu je v této práci vypočtena jako prostý součet produkcí jednotlivých taxonů bez ohledu na jejich trofickou příslušnost, obdobně jako je tomu ve studiích Helana et al. (1973), Zelinky et al. (1977) aj. Takový způsob výpočtu produkce celého zoobentosu je ovšem principiálně nesprávný, protože na produkci omnivorních (případně čistě karnivorních) taxonů je spotřebována část produkce nekarnivorních bentonů. Skutečná produkce celého zoobentosu je tedy o něco nižší, než hodnota získaná prostým součtem produkcí jednotlivých taxonů zoobentosu. Někteří autoři v zahraničí počítají a uvádějí produkce pro jednotlivé trofické skupiny zvlášť (např. Hopkins 1976,

Krueger, Waters 1983, aj.). Ve snaze správně vyjádřit produkci zoobentosu jedním číslem (případně rozsahem) — pro potřeby vyhodnocení poměru zoobentos: ryby apod., navrhl autor této práce úpravu výpočtu produkce celého zoobentosu, řešící problém různé trofické příslušnosti jednotlivých taxonů (blíže viz zatím jen Tuša 1980).

Produkce zoobentosu v Hučivé Desné byla ve srovnání s některými jinými pstruhovými toky v ČSSR poměrně nízká. Produkce zoobentosu v tocích Beskyd byla asi 2krát vyšší a produkce v Bitýšce (lokalita č. 3) byla vyšší více než 3krát než v Hučivé Desné (Helan et al. 1973, Zelinka et al. 1977). Příčiny jsou diskutovány výše — v odstavci o biomase.

Při posuzování hodnot produkce v tocích v zahraničí (a případném porovnávání s poměry v ČSSR) je třeba vzít v úvahu, že zahraniční autoři nepoužívají pro výpočet produkce metodu Zelinkovu, ale metody jiné, převážně metodu Hynesovu (Hamiltonovu), viz např. Hamilton (1969), Waters, Crawford (1973), Zelinka, Marvan (1976), Benke (1979) aj. Z práce Zelinke a Marvana (1976) je zřejmé, že hodnoty produkce ovlivňuje do značné míry užitá metoda výpočtu. Proto byla produkce nejhojnějších taxonů i z Hučivé Desné pro srovnání vypočtena také Hynesovou (Hamiltonovou) metodou, způsobem, který užili Waters a Crawford (1973). Výsledky a srovnání se Zelinkovou metodou jsou uvedeny v tab. 5. Ve shodě s výsledky Zelinke a Marvana (1976) jsou hodnoty produkce i u taxonů z Hučivé Desné při použití Hamiltonovy metody podstatně nižší než při použití metody Zelinkovy.

Zelinka a Marvan (1976) uvádějí, že u druhů jepic s jedno-

Tab. 5

Srovnání roční produkce a P/B koeficientu některých taxonů zoobentosu z Hučivé Desné při použití různých metod výpočtu produkce (proud)

Table 5

Comparison of different methods of production estimate of some taxa from Hučivá Desná Creek (current)

Taxon	Průměrná biomasa Average biomass	Zelinkova metoda Zelinka method		Hamiltonova metoda Hamilton method,				Poznámky Comments
		Produkce Production	P/B	Produkce Production	P/B	Produkce x 2 Production x 2	P/B	
<i>Baetis</i> spp.	0,68	9,8	14,4	3,8	5,6	7,6	11,2	
<i>Brachyptera seticornis</i>	3,02	23,5	7,8	13,3	4,4	—	—	1
<i>Protonemura</i> spp.	0,77	6,4	8,3	3,4	4,4	6,8	8,8	
<i>Leuctra</i> spp.	0,41	3,8	9,3	1,6	3,9	3,2	7,8	
<i>Chironomidae</i>	0,09	1,2	13,3	0,24	2,6	0,5	5,5	1
<i>Simuliidae</i>	0,21	2,8	13,3	0,7	3,3	1,4	6,6	1

Poznámky:

1 — úpravu Hamiltonovy metody viz text, str. 205—207

Comments:

1 — modification of Hamilton method see in text, p. 217—218

letým vývojovým cyklem (*Torleya*, *Ecdynorus*, *Rhithrogena*), je třeba výsledek produkce vypočtený Hamiltonovou metodou vynásobit koeficientem  $G/T$ :  $G$  = doba mezi kladením vajíček,  $T$  = doba trvání larválního stadia, která je u výše uvedených rodů v rozsahu 145—240 dní. Po takové úpravě se hodnota produkce vypočtené Hamiltonovou metodou zvýší a přiblíží výsledku, získanému Zelinkovou metodou. Lze předpokládat, že i u pošvatky *Brachyptera seticornis* z Hučivé Desné se po takové úpravě hodnota produkce vypočtené Hamiltonovou metodou zvýší a bude obdobná produkci odhadnuté Zelinkovou metodou. V zahraničí se v současné době původní hodnoty produkce bentických taxonů z toků vypočtené Hamiltonovou metodou upravují koeficientem 365/CPI (cohort production interval, viz např. Benke [1979], Waters [1979a], MacFarlane, Waters [1982], aj. Ze srovnání prací Zelinka, Marvinan [1976] — MacFarlane, Waters [1982] lze soudit, že koeficient  $G/T$  je většinou vyšší než 365/CPI, a proto úprava hodnoty produkce získaných Hamiltonovou metodou koeficientem  $G/T$  se více přiblíží výsledkům výpočtu produkce při použití Zelinkovy metody než úpravou koeficientem 365/CPI.

Ostatní taxony z Hučivé Desné, u nichž byla produkce počítána také Hamiltonovou metodou (viz výše), byly vyšší jak druh (rod, čeleď) a byly ve sledovaném úseku toku v průběhu roku zastoupeny alespoň dvěma za sebou jdoucími druhy (nebo generacemi některého z druhů). Charakter jejich velikostní struktury během roku byl obdobný jako u druhů se dvěma generacemi v roce. Proto byly původní hodnoty produkce těchto taxonů vypočtených Hamiltonovou metodou vynásobeny číslem 2. Po této úpravě se hodnoty produkce u *Baetis*, *Protonemura* a *Leuctra* podstatně přiblížily výsledkům získaným při použití Zelinkovy metody (tab. 5). U *Chironomidae* a *Simuliidae* ovšem i po této úpravě byla produkce a P/B koeficienty ještě pořád podstatně nižší (asi poloviční) oproti hodnotám získaným při použití Zelinkovy metody. Příčinou snad může být skutečnost, že larvy *Simuliidae* a *Chironomidae* se ve vzorcích z některých měsíců během sledovaného roku nevyskytovaly nebo byly zastoupeny jen ojediněle. Další úpravou, zohledňující tento charakter dynamiky výše uvedených taxonů, by se pravděpodobně hodnoty produkce a P/B koeficienty ještě zvýšily a byly by již obdobné těm, které byly vypočteny Zelinkovou metodou.

Problematika úprav hodnot produkce a P/B koeficientů při použití Hamiltonovy metody s ohledem na sezónní dynamiku a vývojové cykly taxonů je široce diskutována Watersem [1979a]. Je pozoruhodné, že Waters, stejně jako jiní zahraniční autoři, zatím zcela ignorují Zelinkovu metodu, přestože právě tato metoda řeší řadu problémů, vyplývajících z Hamiltonovy metody.

Na základě výše uvedeného lze předpokládat, že rozdíly v hodnotách produkce zoobentosu a P/B koeficientů z toků v ČSSR a v zahraničí jsou alespoň částečně zapříčiněny rozdílnými metodami výpočtu produkce. Hodnoty P/B koeficientů zoobentosu i jednotlivých taxonů jsou v pracích zahraničních autorů většinou nižší než v ČSSR, viz např. Fisher, Likens [1973], Tsuda (et al. [1975], Hopkins [1976], Krueger, Waters [1983], aj. V některých případech jsou ovšem i při použití Hamiltonovy metody P/B koeficienty vyšší, obdobné těm, které byly získány v ČSSR při použití Zelinkovy metody: *Baetis* 8,7—12,4, *Simuliidae* 13,3 [Krueger, Waters 1983].

Tab. 6

Průměrná roční abundance a biomasa a roční produkce váhově nejvýznamnějších taxonů a celého zoobentosu Hučivé Desné

Table 6

Average annual abundance and biomass and annual production of the bottom fauna of the Hučivá Desná Creek

Taxon	Abundance ks/m <sup>2</sup> Abundance n/m <sup>2</sup>		Biomasa g/m <sup>2</sup> Biomass g/m <sup>2</sup>		Abundance ks/m <sup>2</sup> Abundance n/m <sup>2</sup>	Biomasa g/m <sup>2</sup> Biomass g/m <sup>2</sup>	Produkce g/m <sup>2</sup> /rok Production g/m <sup>2</sup> /year	Užitý P/B koeficient P/B ratio used
	proud current 90 %	tišiny bank 10 %	proud current 90 %	tišiny bank 10 %				
	průměr pro celý úsek average for whole stretch							
<i>Oligochaeta</i>	2,11	21,63	0,005	0,285	4,06	0,033	0,10	3
<i>Baetis</i>	493,83	33,06	0,683	0,074	447,75	0,622	5,29(8,96)	8,5(14,4)
<i>Brachyptera</i>	1245,10	43,79	3,015	0,113	1124,97	2,725	21,26	7,8
<i>Amphinemura</i>	77,57	190,88	0,098	0,232	88,90	0,111	0,82	7,4
<i>Nemoura</i>	9,46	81,68	0,018	0,167	16,68	0,033	0,21	6,5
<i>Protonemura</i>	523,53	113,32	0,771	0,163	482,51	0,710	5,89	8,3
<i>Leuctra</i>	342,53	903,23	0,406	1,358	398,60	0,501	4,66	9,3
<i>Diura</i>	3,48	9,47	0,132	0,123	4,08	0,131	1,05	8,0
<i>Rhyacophila</i>	32,21	2,64	0,413	0,013	29,25	0,373	3,58	9,6
<i>Philopotamus</i>	4,37	9,60	0,026	0,139	4,89	0,040	0,38	9,6
<i>Plectrocnemia</i>	1,38	34,88	0,043	0,954	4,73	0,134	1,29	9,6
<i>Drusus</i>	13,54	0	0,100	0	12,19	0,090	0,86	9,5
<i>Integrilpalia g. sp.</i>	10,56	133,71	0,170	3,960	22,88	0,549	5,22	9,5
<i>Tipula</i>	0,69	0	0,317	0	0,62	0,285	2,28	8,0
<i>Dicranota</i>	21,40	96,51	0,167	0,784	28,91	0,229	1,83	8,0
<i>Simuliidae</i>	130,86	0	0,209	0	117,78	0,188	1,50(2,50)	8,0(13,3)
<i>Chironomidae</i>	152,11	1934,87	0,091	1,014	330,39	0,183	1,46(2,43)	8,0(13,3)
Ostatní								
Others	36,09	64,11	0,180	0,536	36,80	0,214	1,71	8,0
CELKEM								
TOTAL	3100,82	3673,36	6,844	9,915	3158,00	7,151	59,39	—



Při posuzování produkce a P/B koeficientů ze zahraničí je třeba též vzít v úvahu rok vydání prací, protože studie publikované před rokem 1979 uvádějí hodnoty, které nejsou pravděpodobně ještě upravené koeficientem 365/CPI (viz výše).

Na závěr diskuse o hodnotách produkce a P/B koeficientů získaných různými metodami výpočtu je třeba poznamenat, že určité rozdíly byly zjištěny u některých taxonů při použití stejné metody — u materiálu z různých toků, viz např. Helan et al. (1973), Zelinka et al. 1977, MacFarlane, Waters (1982), Krueger, Waters (1983), aj.

Při porovnávání hodnot produkce a P/B koeficientů z toků, kde bylo použito různých metod pro výpočet produkce může proto dojít ke zkreslení skutečného rozdílu či podobnosti. V současné době bude proto nejvhodnější při takovém porovnávání uvést vedle původních výsledků z dané práce i odhad produkce z průměrné roční biomasy (ze zahraniční práce) a z P/B koeficientů získaných z našeho materiálu metodou, kterou používáme pro výpočet produkce, tj. v tomto případě Zelinkovou. Po takové úpravě bude např. produkce zoobentosu v Bear Brook (s převahou hmyzu) — Fisher, Likens (1973) při použití P/B koeficientu 8 (což je na základě současných poznatků z ČSSR přibližně průměrný P/B koeficient zoobentosu z toků s převahou hmyzu) kolem hodnoty 60 g/m<sup>2</sup>/rok. Původní hodnota produkce zoobentosu v Bear Brook uváděná výše citovanými autory jako průměr z Watersovy a Hamiltonovy metody byla podstatně nižší — kolem 24 g/m<sup>2</sup>/rok (a P/B koeficient 3,17).

V posledních letech se produkce zoobentosu odhaduje též na základě kvantity vyletujících imág. Hodnoty se pohybují v rozmezí 2,2—15,4 g/m<sup>2</sup>/rok (zde jde výjimečně o suchou váhu) — viz např. Illies (1971, 1972, 1975), Harper (1978), aj. Bohužel chybí zatím porovnání hodnot produkce zoobentosu, počítané z růstu larev a údajů o kvantitě vylету imag z jednoho úseku toku.

## Souhrn a závěr

V předložené práci jsou charakterizovány kvalitativní a kvantitativní poměry zoobentosu vybraného úseku Hučivé Desné v období prosince 1977 — leden 1979. Současně byly sledovány nejvýznamnější faktory prostředí (tab. 1). Průměrná roční abundance zoobentosu byla 3 158 ks/m<sup>2</sup>, průměrná roční biomasa 7,2 g/m<sup>2</sup> (vlhká, formalinová hmotnost). Produkce zoobentosu byla ve sledovaném úseku Hučivé Desné 59,4 g/m<sup>2</sup>/rok. Produkčně nejvýznamnější byly larvy následujících taxonů: *Brachyptera*, *Protonemura*, *Baetis*, *Integripalpia* (*Limnephilidae*), *Leuctra*, *Rhyacophila*, aj., viz tab. 6.

Při studiu zoobentosu v tocích je třeba věnovat větší pozornost sledování faktorů prostředí, aby získané výsledky měly obecnou platnost a byly využitelné pro další výzkum a praxi. Ukazuje se také nutnost analyzovat dosud získané poznatky o biologii toků a vytvořit bank témat k řešení, který by byl tak jednou za deset let obměňován a doplňován. Podrobněji je problematika zaměřená výzkumu v ekologii tekoucích vod (se zvláštním zřetelem k zoobentosu) zpracována v samostatných pracích (Tuš a 1980, 1985).

## Literatura

- Adámek Z. (1977): Vliv pstruhařského závodu na zoobentos a kvalitu vody v krašovém toku. — Acta Univ. Agricult. Brno, A, 25:195—207.
- Albrecht M. L. (1959): Die quantitative Untersuchung der Bodenfauna fliessender Gewässer. — Z. Fisch., 8:481—550.
- (1968): Die Wirkung des Lichtes auf die quantitative Verteilung der Fauna im Fließgewässer. — Limnologica (Berlin) 6:71—82.
- Benke A. C. (1979): A. C. (1979): A modification of the Hynes method for estimating secondary production with particular significance for multivoltine populations. — Limnol. Oceanogr. 24:168—171.
- Blaňák P. (1978): Příspěvek k poznání vztahu zoobentosu k potravě pstruha potočného a lipana. — Acta rer. natur. Mus. nat. Slov., Bratislava, 24:41—83.
- Bright G. R. (1982): Secondary benthic production in a tropical island stream. — Limnol. Oceanogr., 27:472—480.
- Caspers N. (1975): Untersuchungen über Individuendichte, Biomasse und kalorische Äquivalente des Makrobenthos eines Waldbaches. — Int. Rev. ges. Hydrobiol., 60:557—566.
- (1975a): Kalorische Werte der dominierenden Invertebraten zweier Waldbäche des Naturparkes Kottenforst-Ville. — Arch. Hydrobiol., 75:484—489.
- (1975b): Productivity and trophic structure of some West German woodland brooklets. — Verh. int. Verein. Limnol., 19:1712—1716.
- Cummins K. W. et al. (1966): Trophic relationship in a small woodland stream. — Verh. int. Verein. Limnol., 16:627—638.
- Egglishaw H. J., Mackay D. W. (1967): A survey of the bottom fauna of streams in the Scottish Highlands. Part III, seasonal changes in the fauna of three streams. — Hydrobiol., 30:305—334.
- Ertlová E. (1976): Abundance and biomass of bottom fauna of the Brook Jelešná. — Acta Fac. rer. natur. Univ. Comen., Zool. 20:79—87.
- Fisher S. G., Likens G. E. (1973): Energy flow in Bear Brook, New Hampshire: an integrative approach to stream ecosystem metabolism. — Ecol. Monogr., 43: 421—439.
- Flössner D. (1976): Biomasse und Production des Macroenthos der mittleren Saale. — Limnologica (Berlin), 10:123—153.
- Hall R. J. et al. (1980): The role of drift dispersal in production ecology of stream mayfly. — Ecology, 61:37—43.
- Hamilton A. L. (1969): On estimating annual production. — Limnol. Oceanogr., 14: 771—782.
- Harper P. P. (1978): Variations in the production of emergent insects from a Quebeck stream. — Verh. int. Verein. Limnol. 20:1317—1323.
- Helan J. et al. (1973): Production conditions in the trout brooks of the Beskydy Mountains. — Folia Fac. sci. natur. Univ. Purk. Brunensis, Biol., 14 (4):1—105.
- Hopkins C. L. (1976): Estimate of biological production in some stream invertebrates. — N. Z. Journal of mar. and freshw. Res., 10:629—640.
- Hrbáček J. et al. (1972): Limnologické metody. 208 p p. SPN Praha.
- Hynes H. B. N. (1961): The invertebrate fauna of a Welsh mountain stream. — Arch. Hydrobiol., 57:344—388.
- (1970): The ecology of running waters 555 pp. Liverpool Univ. Press.
- (1975): The stream and its valley. — Verh. int. Verein. Limnol., 19:1—15.
- Illies J. (1961): Die Lebensgemeinschaft des Bergbaches. Neue Brehm-Bucherei, Wittenberg, Lutherstadt.
- (1971): Emergenz 1969 im Breitenbach. — Arch. Hydrobiol., 69:14—59.
- (1972): Emergenzmessung als neue Methode zur produktionsbiologischen Untersuchung von Fließgewässern. — Verh. dt. Zool. Ges., 65:65—68.
- (1975): A new attempt to estimate production in running waters (Schlitz studies on productivity, No 12). — Verh. int. Verein. Limnol., 19:1703—1711.
- Kostomarov B. (1958): Rybářství. 355 p p. SZN Praha.
- Krno I. (1982): Štruktúra a dynamika makrozoobentosu riečky Lupčianky a jej prítokov (Nízké Tatry). — Biol. práce, 28 (2):1—126.
- Kreuger Ch. C., Waters T. F. (1983): Annual production of macroinvertebrates in three streams of different water quality. — Ecology, 64:840—850.
- Kubiček F. (1969): Použití bateriové centrifugy pro stanovení biomasy. — Biológia (Bratislava), 24:245—249.

- Kubíček F. et al. (1971): To the understanding of quantitative relations of zoobenthos in our streams. — Scripta Fac. sci. natur. UJEP Brunensis, Biol., 2, 1:75—92.
- (1972): Research on two small trout streams (Czechoslovakia). — Productivity problems of freshwaters. (Ed. J. Kajak). Warszawa — Krakow: 857—870.
- Larcher W. (1978): Ekologija rastenij. 384 p p. Mir, Moskva.
- Libosvářský J., Lusk S. (1974): Some effects of stocking on the performance of a brown trout population. — Acta sci. natur., Brno, 8 (5): mance of a brown trout population. — Acta sci. natur., Brno, 8 (5): 1—42.
- MacFarlane M. B., Waters T. F. (1982): Annual production by caddisflies and mayflies in a western Minnesota plains stream. — Can. J. Fish, Aquat. Sci., 39, 12: 1628—1635.
- Maděra V. et al. (1961): Příručka pro analýzu vody. SNTL Praha.
- Obr S. (1972): Die hydrobiologische Erforschung der Fauna im Eizugsgebiet der Orava und deren Entwicklung in Hinblick auf Wassergüte und Auswirkungen des neuen Staueses.; — Folia Fac. sci. natur. Univ. Purk., Brun. Biol. 13 (3), 1—101.
- Odum E.P. (1977): Základy ekologie, 733 p p. Academia, Praha.
- Oglesby R. T. et al. (1972) River ecology and man., 465 p p. Academic Press, New York.
- Pekárková K., Lischke P. (1977): Metody chemické analýzy vod. SNTL Praha.
- Peňáz M. (1966): Contribution towards the knowledge of the biomass of zoobenthos in the Svatka River above and below the Vír River Dam Basin. — Zool. listy, 15:363—372.
- Peňáz M. et al. (1968): Influence of the Vír river valley reservoir on the hydrobiological and ichthyological conditions in the river Svatka. — Acta sci. natur., Brno, 2 (1):1—60.
- Provonsha A. V., McCafferty W. P. (1975): New techniques for associating the stages of aquatic insects. — The Great Lakes Entom., 8:105—109.
- Rounick J. S., Winterbourn M. J. (1982): Benthic faunas of forested streams and suggestions for their management. — N. Z. J. of Ecol., 5:140—150.
- Sedlák E. (1969): Die Biomasse der Bodenfauna des Flusses Loučka und ihre Beziehung zur Nahrung der Forelle. — Folia Fac. sci. natur. Univ. Purk. Brun. Biol. 10 (8), 115—133.
- Sukop I. (1970): K poznání biomasy rheobenthosu Bobravy. — Acta Univ. Agricult., Brno, A, 18 (3):495—504.
- (1976): Roční cyklus zoobentosu — přirozené potravry ryb pstruhového potoka v Moravském krasu. — Acta Univ. Agricult., Brno, A, 24, (3):511—517.
- Thibault M. (1971): Écologie d'un ruisseau a truites des Pyrénées — Atlantiques, le Lissuraga. I., II. — Annl. Hydrobiol., 2:209—239, 241—274.
- Tsuda M. et al. (1975): Productivity of the Yoshino River, Nara. — JIBP synthesis, 10:339—377.
- Tuša I. (1974): Mayfly larvae (*Ephemeroptera*) in current habitats of three trout streams with stony bottom (North-Western Moravia, Czechoslovakia). — Acta Hydrobiol., 16:417—429.
- (1978): A simple and cheap hydrometric wing. — Hydrobiol., 59:17—21.
- (1979): Stanovení přesnosti odběru vzorků zoobentosu a chov larev pro determinální účely — dva významné metodické směry ve výzkumu tekoucích vod. — In: Poznávání, řízení a ochrana jakosti vod. — Sbor. referátů V. konference ČSLS, Ústí n. L.: 27—31.
- (1980): Struktura a dynamika zoobentosu pstruhového toku. (Kandidátská disertační práce). Univerzita Karlova. Fakulta přírodovědecká. 90 pp. Praha.
- (1981): K odběru vzorků zoobentosu a hyporhealu z kamenitých toků. — In: Metody a technika vzorkování vod. — Sborník (ed. J. Krajča). Dům techniky ČSVTS Brno: 101—107.
- (1985): Poznámky k zaměření výzkumu v ekologii tekoucích vod se zvláštním zřetelem k zoobentosu. — In: Zborník prednášok zo VII. konferencie Československej limnologickej spoločnosti, Dom techniky ČSVTS Žilina: 183—186.
- Waters T. F. (1979): Benthic life histories: summary and future needs, — J. Fisch. Res. Board Can., 36:342—345.
- (1979a): Influence of benthos life history upon the estimation of secondary production. — J. Fish. Res. Board Can., 36:1425—1430.
- Waters T. F., Crawford G. W. (1973): Annual production of a stream mayfly population: comparison of methods. — Limnol. Oceanogr., 18:286—296.
- Whitton B. A. et al. (1975): River ecology. 725 p p. Blackwell Sci. Publ., Oxford, London, Edinburgh, Melbourne.

- Winterbourn M. J. (1974): The life histories, trophic relations and production of *Stenoperla prasina* (Plecoptera) and *Deleatidium* sp. (Ephemeroptera) in New Zealand river. — Freshw. Biol., 4:507—524.
- Zelinka M. (1979): Základy aplikované hydrobiologie. 234 p p. SPN Praha.
- Zelinka M., Marvan P. (1976): Notes to methods for estimating production of zoobenthos. — Folia Fac. sci. natur. Univ. Purk. Brun. Biol., 17 (10), 1—55.
- Zelinka M. et al. (1977): Production conditions on the polluted trout brook. — Folia Fac. sci. natur. Univ. Purk. Brun., Biol., 18 (7), 1—105.
- (1984): Produkční poměry v parmovém úseku toku. — Folia Fac. sci. natur. Univ. Purk. Brunensis, Biol., 25 (8), 1—91.

### Seznam taxonů zoobentosu z Hučivé Desné

List of the zoobenthos taxa in the Hučivá Desná Creek

- |  |  |
|--|--|
| <i>Dugesia gonocephala</i> (Duges)     | <i>Rhyacophila</i> sp.                   |
| <i>Nematomorpha</i> g. sp.             | <i>Philopotamus ludificatus</i> McL. ?   |
| <i>Oligochaeta</i> g. sp.              | <i>Philopotamus variegatus</i> (Scop.)   |
| <i>Rivulogammarus fossarum</i> (Koch)  | <i>Plectrocnemia conspersa</i> Curt.     |
| <i>Hydracarina</i> g. sp.              | <i>Drusus discolor</i> (Ramb.)           |
| <i>Baetis alpinus</i> (Pict.)          | <i>Potamophilax latipennis</i> (Curt.)   |
| <i>Baetis rhodani</i> (Pict.)          | <i>Chaetopteryx</i> sp.                  |
| <i>Baetis vernus</i> Curt.             | <i>Psilopteryx psorosa</i> (Kol.)        |
| <i>Baetis</i> sp.                      | <i>Limnephilidae</i> g. sp.              |
| <i>Ecdyonurus</i> sp.                  | <i>Sericostoma</i> sp.                   |
| <i>Brachyptera seticornis</i> (Klpp.)  | <i>Odontocerum albicorne</i> (Scop.)     |
| <i>Amphinemura sucicollis</i> (Steph.) | <i>Tipula (Yamatotipula)</i> sp. ?       |
| <i>Nemoura cambrica</i> Steph.         | <i>Limonia didyma</i> Meig.              |
| <i>Nemurella pieteti</i> Klpp.         | <i>Pedicia rivosa</i> (L.)               |
| <i>Protonemur auberti</i> Ills.        | <i>Pedicia (Tricyphona)</i> sp.          |
| <i>Protonemura cf. montana</i> Kimm.   | <i>Dicranota</i> sp.                     |
| <i>Protonemura praecox</i> (Mort.)     | <i>Limnophila maculata</i> Meig.         |
| <i>Protonemura nimborum</i> (Ris)      | <i>Molophilus</i> sp.                    |
| <i>Protonemura intricata</i> (Ris)     | <i>Prosimulium fuscipes</i> (Ros.)       |
| <i>Leuctra aurita</i> Nav.             | <i>Eusimulium brevidens</i> Rubz.        |
| <i>Leuctra braueri</i> Kmp.            | <i>Eusimulium cryophilum</i> Rubz.       |
| <i>Leuctra inermis</i> Kmp.            | <i>Eusimulium latipes</i> (Mg.)          |
| <i>Leuctra nigra</i> (Ol.)             | <i>Odagmia maxima</i> Knoz               |
| <i>Leuctra pseudosignifera</i> Aub. ?  | <i>Odagmia monticola</i> Fried.          |
| <i>Capnia vidua</i> Klpp.              | <i>Odagmia rheophila</i> Knoz            |
| <i>Perlodes</i> sp.                    | <i>Dixa</i> sp.                          |
| <i>Diura bicaudata</i> (L.)            | <i>Macropelopia nebulosa</i> (Mg.)       |
| <i>Isoperla difformis</i> (Klpp.)      | <i>Thienemannimyia</i> sp.               |
| <i>Isoperla oxylepis</i> (Desp.)       | <i>Brillia modesta</i> (Mg.)             |
| <i>Isoperla</i> sp.                    | <i>Diamesa steinboeckii</i> (G.)         |
| <i>Chloroperla tripunctata</i> (Scop.) | <i>Diamesa thienemanni</i> K.            |
| <i>Siphonoperla neglecta</i> (Rost.)   | <i>Eukiefferiella atrofasciata</i> G.    |
| <i>Helodes cf. minuta</i> (L.)         | <i>Orthocladius thienemanni</i> (Kieff.) |
| <i>Elmis cf. aenea</i> (P. Mull.)      | <i>Orthocladius</i> sp.                  |
| <i>Limnius cf. volckmari</i> (Pan z.)  | <i>Rheocricotopus effusus</i> (Walk.)    |
| <i>Sialis fuliginosa</i> Pict.         | <i>Trissocladius distilus</i> (Kieff.)   |
| <i>Rhyacophila oblitterata</i> McL.    | <i>Trissocladius fluviatilis</i> G.      |
| <i>Rhyacophila vulgaris</i> Pict. ?    | <i>Micropsectra gr. trivialis</i> Kieff. |
| <i>Rhyacophila tristis</i> Pict.       | <i>Atherix marginata</i> (F.)            |
| <i>Rhyacophila polonica</i> McL.       |  |

# STRUCTURE, DYNAMICS AND PRODUCTION OF ZOOBENTHOS IN A TROUT STREAM (CZECHOSLOVAKIA)

The present paper is the first part of the complet study of the hydro-biological relations in the Hučivá Desná Creek, Hrubý Jeseník Mts. It gives the results of the research of zoobenthos in this trout stream. The most important factors of enviroment were measured simultaneously. Studies on zoobenthos of streams are relatively numerous, both in this country and broad: A d á m e k (1977), B l a h á k (1978) . . . , see p. 193 in the introduction of Czech text. Also in several books, in which the biology of streams is treated, special chapters dealing with zoobenthos are included, e. g. I l l i e s (1961), H y n e s (1970), O g l e s b y et al. (1972), W h i t t o n et al. (1974).

## Characteristics of the stream under investigation

The Desná River (Fig. 1) arises by the confluence of the Hučivá Desná Creek and Divoká Desná Creek. The Hučivá Desná Creek is 8,2 km long, the Divoká Desná is 12,3 km long. The length of the Desná River (from the confluence at Kouty to the mouth in the Morava River is 29,9 km. The discharge of the Desná River at Šumperk is 3,95 m<sup>3</sup>/s. The Hučivá Desná Creek springs out on the southern slope of the Keprník Mt., 1 275 m above sea level. The altitude of the followed stretch of the Hučivá Desná Creek is 640 m.

Geologically, the catchment area of the Hučivá Desná Creek belongs to the crystalline region (the Silesicum, the Keprník Dome). Biotite gneiss and muscovite-biotite mica are the dominant rocks. In a low degree the quarcite is also represented.

## Material and methods

The material for this study was collected regularly from December 1977 to January 1979 approximately once a month (see graphs). During this period the following indices of the studied stretch of the Hučivá Desná Creek were measured and investigated: the width and the depth of the stream, the speed of the current, the water temperature, chemical conditions, the quality and the quantity of periphyton, the quantity of detritus as well as the quantity and quality of benthic animals. Fish standing stock was assessed only once — in September 1978.

The width (of the water level) was measured with a measuring tape. Seasonal differences were negligible, therefore any correction was not needed, see e. g. H e l a n et al. (1973). The depth was measured with a wood ruler. The current speed was measured with the hydrometric wing of my own construction (T u š a 1978). The water temperature was measured both in time of the samplings and systematically — with a maximum-minimum thermometer provided with a metal case and put into the bottom [see e. g. T h i b a u l t 1971]. Chemical analyses were carried out in the laboratory within 24 hours after the taking of the samples. pH and O<sub>2</sub> were determined in situ. pH was determined using Čůta—Kámen indicator. For the determination of oxygen concentration dissolved in water the Winkler method was used. Alkalinity was measured by methyl orange titration. Total hardness was determined volumetrically with EDTA and using indicator (eriochromium black T). Ammonium nitrogen concentration was determined by means of direct colorimetric method and Nessler's reagent. Nitrites were determined by means of the method with sulphanic acid and alphanaphthylamine. Nitrates were determined by means of the method with sodium salicylate. Dissolved inorganic phosphates were determined colorimetrically (with malybdate reduced with stannous chloride). Spectrophotometric measure-

ments were carried out on a spectrophotometer Spekol Zeiss, using 1 cm measuring cells. Used methods are published in Maděra et al. (1961), Hrbáček et al. (1972) and Pekárková, Lischke (1977).

The samples of periphyton were obtained by removing attached algae from a defined surface of stones (with a knife). The material was fixed by 4 % formaldehyde. The quantity of algae was determined as a volume. Before the determination of the volume the water from periphytic samples was removed on the filter funnel connected with a water vacuum pump. The water vacuum pump may not necessarily be connected with a water tap — blowing through by the mouth is also possible. The volume of algae was determined in a measuring flask using a byrete with water.

The adults of insects were collected at streamside or reared from larvae (for identification) in the field as well as in the laboratory (see Provonsha, McCafferty 1975, Tuša 1979). For fishing an electric fish shocker was employed. Fish production was estimated on the basis of P/B ratio 1,56 (Libosvářský, Lusk 1974).

Zoobenthos and detritus were collected in the torrential as well as in the bank zone. All the organic matter from the stream taken with a net except for animals, algae and mooses, i. e. mostly leaves and their fragments, is referred to as detritus in this paper. The benthic samples from the torrential zone were taken with a special net of total surface about 0,1 m<sup>2</sup> and mesh 0,3 mm<sup>2</sup>. (see Fig. 2). The net used is pyramid-shaped and tipped with a plastic bottle (0,5 l). The net is provided with an original „brake of the current“ to reduce the current speed in front of the mouth of the net. The brake of the current is a frame of the same size as the mouth of the net coated with a coarse network of 1–2 mm mesh. In the middle of the brake of the current there is a opening about 5 × 5 cm. The brake of the current was also used as the aid for the demarcating of the area of a sample (about 30 × 30 cm). Five small samples (about 0,1 m<sup>2</sup>) were taken during each visit from the investigated stretch of the Hučivá Desná Creek. At the end of each sampling they were mixed together into one representative sample (about 0,5 m<sup>2</sup>) from the entire torrential zone.

Confidence limits (95 %) for the sampling method used were calculated. They are ± 40 % (Tuša 1979, 1981).

Zoobenthos and detritus from the bank zone were collected with a bag-like water net with a circular orifice with a diameter of 20 cm (mesh 0,3 mm<sup>2</sup>), the area of stones taken was measured on the bank. Stones, gravel and sand from these samples were washed out and rinsed in a dish. Only organic matter from samples was taken and stored in plastic bottles. The material from torrential as well as bank zones was fixed by 4 % formaldehyde.

The samples were examined in the laboratory. They were spread on a photographic dish with the white bottom and animals selected. The material was examined macroscopically partly also microscopically. The quantity of detritus (the water pressed out) was measured volumetrically in a measuring cylinder. Before weighing the material (zoobenthos) was dried by means of a battery centrifuge (Kubíček 1969). Considering that the quantitative values of the organic matter are expressed in various units the wet weight/dry weight ratios were determined. For drying material under study an electric drier of my own construction was used (Fig. 3). It is a cooking stove (1200 W) with 6 positional switch, on which a metal vessel with a cover is placed. In the metal vessel there are a thermoregulator, small glass boiling balls and metal cells for dried material (metal boxes of cine-films). The thermometer the lower part of which is at a right angle, is fastened to the cover. The drying was carried out for time of 24 hours at 80–105 °C. The switch was in position 3. The wet weight/dry weight ratios determined were similar to those given in the literature (e. g. Egglshaw, Mackay 1967). On the average the wet weight of organic matter is usually five times as high as the dry weight. In some cases, however, as wood, Gastropoda, beetles etc. may be ratios somewhat lower. Biomass of animals and periphyton as well as weight of detritus are expressed in wet (old formalin) weights in this paper. (1 g wet weight is about 0,2 g dry weight, 1 g dry weight is about 5 kcal, 1 kcal is about 4200 J), see e. g. Caspers (1975), Cummins et al. (1966), Odum (1977), etc.

The production of zoobenthos was calculated by the Zelinka method (Zelinka, Marvan 1976). For comparison the production in some taxa was also calculated by Hynes — Hamilton method (see Waters, Crawford 1973).

For storing test tubes with samples of zoobenthos a non-traditional method was

used. (Tuš a 1974). The test tubes of each sample are attached to the small separate panel (14 × 11 cm). The panels are stored one after the other in boxes. One defect has however been found: some corks did not fit closely and the formaldehyde solution dried out. Therefore, each test tube is now being provided, beside the cork, also with a fluid stopper (paraffin oil), which floats on the surface of formaldehyde. It is believed that this combination (cork + fluid stopper) will safeguard the samples from drying for many years.

## Results and discussion

### Factors of environment

The width of the investigated stream (Fig. 1, Table 1) was about 5—6 m. The most of the stream bed was below water throughout the year. The depth of the stretch under study was 10—30 cm. The bottom is formed mostly by stones and gravel. According to the current speed two habitats may be distinguished: the torrential zone (90 per cent of the area of the stream) and the bank zone (10 per cent of the area of the stream). In the torrential zone the current speed was below the surface and at the bottom 0,6 — 1,2 and 0,0 — 1,3 m/sec. respectively. The bank zone was without measurable movements of water. The speed of current was mostly higher below the surface than at the bottom. The water temperature ranged from 0 to 11 °C during the year, the average being 4,9 °C. In the warmer part of the year the range of the actual temperatures was lower than that measured with a maximum-minimum thermometer. In the period May — September the actual values of temperature varied from 8.5 to 9.8 °C, while values obtained at the same times with the maximum-minimum thermometer ranged from 5.5 to 11.0 °C.

**Chemical conditions:** The water of the Hučivá Desná Creek may be characterized as slightly sour (pH 6.4 — 6.7), soft (2.5 Gd) and with concentration of nitrate nitrogen 15 mg per liter. Ammonium, nitrate nitrogen and inorganic phosphates were found only as trace or they were absent at all. The periphytic biomass of the studied stream was very low. Only once (in June 1978) the whole bottom was overgrown with *Tetraspora gelatinosa*. Besides, in summer period the higher biomass of periphyton (*Oscillatoria*, *Tribonema*) was found on the boulders protruding above the water surface. The boulders, however, covered only about 5—10 % of the bottom area. In the torrential zone the periphytic biomass was 10.7 g/m<sup>2</sup>. The average value for the whole studied stretch was 9.6 g/m<sup>2</sup>.

The average annual weight of detritus collected at the benthic samplings was 313 g/m<sup>2</sup>. In the torrential and the bank zones the annual average amounts of detritus were 226.1 g/m<sup>2</sup> and 1 094.9 g/m<sup>2</sup> respectively. In the torrential zone the minimum of detritus was in February (62 g/m<sup>2</sup>), the maximum in October (390—838 g/m<sup>2</sup>). In the bank zone the amount of detritus during the year was 222—2 625 g/m<sup>2</sup>: in spring 541—2 112 g/m<sup>2</sup>, in summer 400—1 870 g/m<sup>2</sup>, in autumn 1 000—2 625 g/m<sup>2</sup> and in winter 222—1 400 g/m<sup>2</sup>.

**Fish stock.** At the end of September 1978 the abundance of fish (only *Salmo trutta m. fario* L., size range 3—30 cm) in the investigated stretch of the Hučivá Desná Creek was 265 individuals per hectare. The

biomass was 43 kg per hectare, 4.3 g/m<sup>2</sup>. Using P/B ratio 1.56 (see Li-bosvářský, Lusk 1974) the annual fish production is 67 kg per hectare, 6.7 g/m<sup>2</sup>.

When the zoobenthos is investigated the conditions of environment are usually not studied sufficiently. Therefore, the comparison is possible only in some cases. For example in trout streams of the Beskydy Mts (Helan et al. 1973) there was average annual weight of periphyton about 35 times as high as that in the Hučivá Desná Creek. In the Beskydy streams the nitrate concentration was lower and water hardness higher than in the Hučivá Desná Creek. In ČSSR the quantity of detritus was measured only by Krno (1982). He found (in the Lupčianka Creek) 40 — 200 g/m<sup>2</sup>. It is a little less than in the Hučivá Desná Creek. Abroad the quantity of detritus ranged from tens to thousands grams per sq. m. (e. g. Fisher, Likens 1973, Caspers 1975, 1975b). According to Zelinka (1979) fish production in trout streams is usually found between 5 and 15 g/m<sup>2</sup>/year. In the Hučivá Desná it was at the low limit of this range.

### Zoobenthos

Structure and quantity. Zoobenthos both in the riffle zone and in the bank one consisted almost entirely of insects (Tables 3, 6 and List of the zoobenthos taxa). However, the taxonomic structure in the two different habitats was not equal (Table 2).

The average numbers of zoobenthos in the torrential and bank zones were analogous: 3 100.8 n/m<sup>2</sup> and 3 673.4 n/m<sup>2</sup> respectively. The more important differences were found in the biomass: in the torrential zone the average annual biomass of zoobenthos was 6.844 g/m<sup>2</sup> and in the bank zone 9.915 g/m<sup>2</sup>. In the whole studied stretch of the Hučivá Desná Creek more than 80 species were found. The average annual number was 3 158.0 individuals per sq. m, the average annual biomass 7.151 g/m<sup>2</sup>. As for the weight, the most important were the following taxa: *Brachyptera seticornis* 2.725 g/m<sup>2</sup>, *Protonemura* 0.710 g/m<sup>2</sup>, *Integripalpia (Limnephilidae)* 0.639 g/m<sup>2</sup>, *Baetis* 0.622 g/m<sup>2</sup> etc. (see table 6).

Dynamics. During the year in question the number and biomass of zoobenthos and the weight of detritus in the Hučivá Desná Creek varied greatly (Fig. 4, 5, 6). The low amount of benthic animals in late spring and early summer is probably also due to higher discharge rate of water in April—May (now melting). This situation probably repeats every year. The dynamics of quantitative values of zoobenthos is, however, above all due to the development cycles of the predominant taxa. It seems that dynamics of zoobenthos was not directly controlled by the changes of the total amount of detritus in the investigated stream (Fig. 5, 6).

Comparing the biomass of the Hučivá Desná Creek with the values of other streams in ČSSR and abroad (see references in the introduction of Czech text) it can be seen that the biomass of zoobenthos in the Hučivá Desná Creek is relatively low. In trout streams there was found in some cases 20 g/m<sup>2</sup> of benthic animals as well as more (see e. g. Sukop 1976, Zelinka et al. 1977, Krno 1982, a. o.). The low biomass of benthic animals in the Hučivá Desná Creek may be perhaps explained by the poor food conditions in this stream: low biomass of periphyton,



probably also slight colonisation of the detritus by microorganismus resulting in its low nutritious value — see e. g. Hynes (1975). Besides, in trout streams with higher biomass of zoobenthos there are mostly found taxa with worse saprobic values than in the Hučivá Desná Creek. Trophic relations are probably better in oligo-beta-mesosaprobity than in xeno-oligo-saprobity.

Comparing the dynamics of the zoobenthos of some streams it can be seen that the course of the seasonal changes in various streams varies considerably (Egglisshaw, Mackay 1967, Sukop 1976, Adámek 1977, Krno 1982, Zelinka et al. 1984, etc., compare also Hynes 1970). It must be taken into account that situation in year under investigation can be also influenced by the dynamics of conditions (especially abnormal) in the period before study of the stream, see e. g. Illies (1975).

**Production.** The production was directly calculated only for numerous taxa from torrential zone: *Brachyptera seticornis*, *Protonemura*, *Leuctra*, *Baetis*, *Chironomidae* and *Simuliidae*. In the other taxa P/B ratios were used, of course only from papers in which the production according to Zelinka had been calculated (Helan et al. 1973, Zelinka, Marvan 1976, Zelinka et al. 1977). The production, average annual biomass and P/B ratios of taxa from the Hučivá Desná Creek are given in table 6. The production of zoobenthos of the whole stretch under study in the period December 1977 — January 1979 was 59,39 g/m<sup>2</sup>/year. In this paper the total secondary production is calculated as the sum of the productions of all the present taxa. However, it is not correct in the principle (Tuša 1980). The trophic relations will be taken into account and discussed in my next paper.

As far as production is concerned the most important were *Brachyptera seticornis* 21.26 g/m<sup>2</sup>/year, *Integripalpia* (*Limnephilidae*, *Sericostoma*) 6.08 g/m<sup>2</sup>/year, *Protonemura* 5.89 g/m<sup>2</sup>/year, *Baetis* 5.29 g/m<sup>2</sup>/year, *Leuctra* 4.66 g/m<sup>2</sup>/year, *Rhyacophila* 3.58 g/m<sup>2</sup>/year etc., see table 6. The above values of annual production of zoobenthos are calculated from average annual biomass of the individual taxa from the whole studied stretch (torrential and bank zones) and P/B ratios partly original partly adapted from Helan et al. (1973), Zelinka et al. (1977), Zelinka (1979) etc. For *Baetis*, *Simuliidae* and *Chironomidae* Helan's and Zelinka's P/B ratio were used because my original values for these taxa are too high. It seems that excessively high P/B ratios in *Baetis*, *Simuliidae* and *Chironomidae* from Hučivá Desná Creek are due to the abnormal site structures during the year: the abundance of younger specimens in a preceding sample is sometimes lower than the number of older individuals in a following one. The reason for this phenomenon must be studied and suitable modification of the present methods for calculation of production must be searched for. Winterborn (1974), Hall et al. (1980) and others point out to the drift of larger larvae onto study area from upper reaches of the stream.

Using the Hamilton (Hynes) method (according to Waters, Crawford 1973), the production and P/B ratios of *Brachyptera seticornis*, *Baetis*, *Protonemura*, *Chironomidae* and *Simuliidae* are relatively low (see Table 5). If the production of *Brachyptera seticornis* (univoltine species) is modified by the co-efficient 365/CPI or G/T (e. g. Waters 1979a, Zelinka, Marvan 1976), the values yielded are higher than

original. However, the G/T co-efficient is probably mostly higher than 365/CPI. In *Baetis*, *Protonemura* and *Leuctra* the original values of production (Hamilton method) multiplied by 2 (these genera were represented in the Hučivá Desná Creek more than one species during the year and their size structures look like species with two generations per year) agree with results of the Zelinka method. In *Chironomidae* and *Simuliidae* there will be necessary still additional modification — in some samples during the year these two taxa were absent. Such corrected results will be probably comparable with those calculated according to Zelinka.

The production of zoobenthos of the Hučivá Desná Creek was relatively low (compare e. g. Helan et al. 1973, Zelinka et al. 1977). The reasons of these relations are discussed above (biomass of zoobenthos). When comparing the foreign values of the secondary production with ours, differences in calculation (used method) must be taken into account. In such cases the average annual biomass of the zoobenthos from foreign stream and our P/B ratios (Zelinka method) are probably the most suitable data for re-calculation of production values from abroad.

Comparing papers Helan et al. (1973), Zelinka et al. (1977) MacFarlane, Waters (1982), Krueger Waters (1983) a. o., it can be seen that the using of the same method for calculation of secondary production yielded P/B ratios can be similar or different (for the same taxa from various streams). If the production is estimated by means the different methods the results are in some cases similar (compare e. g. *Baetis* or *Simuliidae* in this paper, in Helan et al. 1973, in Zelinka et al. 1977 — and in Krueger, Waters 1983) and another time different.

The production of zoobenthos has also been estimated according to the quantity of emerging adults. The values ranged from 2.2 to 15.4 g/m<sup>2</sup>/year (here it is exceptionally dry weight), see Illies (1971, 1972, 1975), Harper (1978) a. o. Unfortunately the comparison of quantity of emerging adults with the production of larvae has not yet been done.

### Структура, динамика и продукция зообентоса форельного ручья (ЧССР)

В предлагаемой работе мы приводим результаты гидробиологического исследования реки Гучива Десна (Грубый Есеник).

В течение одного года (декабрь 1977 — январь 1979) исследовались абиотические и биотические факторы водной среды (Таб. 1) и структура, динамика и продукция зообентоса. Зообентос отбирался раз в месяц количественно: в части с течением с помощью оригинальной сети (Рис. 2) а у берега с помощью круговой сети. Продукция зообентоса была определена методом по Зелинке (Зелинка, Марван 1976).

Средняя годовичная биомасса перифитона была 9,6 г/м<sup>2</sup>, средняя горичная масса детрита 313 г/м<sup>2</sup>. В состав реки Гучива Десна входит свыше 80 видов зообентоса. Самыми важными (по биомассе) являлись личинки *Brachyptera seticornis*, *Protonemura*, *Limnephilidae*, *Baetis*, *Leuctra*, *Rhyacophila*... (Таб. 6).

Средняя годовичная абунданция была 3158 особей/м<sup>2</sup>, средняя годовичная биомасса 7,15 г/м<sup>2</sup>. Годовичная продукция зообентоса в этой реке была 59,4 г/м<sup>2</sup>/год.

Adresa autora: dr. Ivan Tuš a, CSc., Okresní vlastivědné muzeum,  
787 34 Šumperk, Czechoslovakia