

ZÁKLADNÍ ICHTYOLOGICKÉ METODY

Určování věku a stanovení růstu ryb

Ryby jsou poikilotermní obratlovci, u nichž jsou všechny biologické funkce zásadním způsobem ovlivňovány teplotou vody. To platí v plném rozsahu i pro intenzitu růstu, protože s teplotou vody nesouvisí pouze rozvoj přirozené potravy, ale také aktivita trávicích enzymů a úroveň metabolismu ryby. Na základě různého průběhu teplot v jednotlivých ročních obdobích se ryby vyznačují periodickým růstem, který je výraznější u ryb mírného pásma, ale je patrný také u ryb tropických vod. Další specifickou vlastností ryb je tzv. **otevřený růst**, který nekončí dosažením pohlavní dospělosti jedince. S nástupem pohlavní dospělosti se sice zpomaluje, protože ryba spotřebovává větší množství energie na tvorbu pohlavních produktů, ale pokračuje po celý život. Rychlost růstu je také ovlivněna druhovou příslušností, z našich rybích druhů patří mezi rychle rostoucí například štika obecná a sumec velký. V rámci druhu potom rychlost růstu závisí vedle teploty především na výskytu a dostupnosti vhodné potravy. Ryby mohou v nepříznivých potravních podmínkách na delší dobu růst zastavit a po jejich zlepšení v růstu pokračovat. Tato vlastnost ryb se označuje jako tzv. **kompensační růstová schopnost**. Ryby dokážou běžně překonat období hladovění v trvání několika měsíců, v extrémních případech až jednoho roku. Růst ovlivňuje ještě řada dalších faktorů jako je zdravotní stav ryby, kyslíkatost a znečištění vody, v chovných systémech také koncentrace zplodin metabolismu ryb. V tekoucích vodách může také docházet k tzv. růstové degeneraci určitého rybního druhu v důsledku jeho přemnožení a tím extrémně zvýšené potravní konkurenci. Typický příklad tohoto stavu byl u nás zaznamenán u populace cejna velkého v Plumlovské údolní nádrži.

Naším největším rybním druhem a zároveň největší sladkovodní rybou světa je sumec velký, který v našich podmínkách dosahuje hmotnosti kolem 100 kg, ale z velkých evropských řek jsou známy exempláře ještě podstatně větší. Štika obecná může dorůst hmotnosti až 40 kg, ale její rychlost růstu je výrazně závislá na výskytu dostupné potravy. Při nadbytku potravních ryb v prostředí může dosáhnout již v prvním roce života hmotnosti až 1 kg. Hmotnosti kolem 40 kg dorůstá také kapr obecný, jehož největší úředně ověřený úlovek na udici dosáhl 37 kg. Některé rybní druhy však rostou velice pomalu, z našich původních druhů to jsou především parma obecná a jelec tloušť. U jikernačky jelce tlouště o hmotnosti 1 kg byl zjištěn věk 10 let a u jikernačky parmy obecné o hmotnosti 2,60 kg dokonce 17 let. Je zajímavé, že u těchto druhů dosahují větších rozměrů a vyššího věku pouze jikernačky. Vedle maximálních růstových schopností je z ichtyologického

hlediska a pro rybářské obhospodařování tekoucích vod velmi důležitá otázka, jakého maximálního věku mohou volně žijící rybí druhy dosáhnout. Schopnost dosažení určité věkové hranice je především druhovou vlastností. Obecně platí, že rybí druhy dorůstající malých rozměrů (slunka obecná, střevle potoční, ouklej obecná apod.) jsou výrazně krátkověké a druhy dosahující velkých rozměrů dlouhověké. Při současném rybářském tlaku na naše tekoucí vody však již prakticky nemůžeme zjistit, jakého věku mohou jednotlivé rybí druhy dosáhnout. Navíc znečištění vodního prostředí provázené výskytem těžkých kovů a reziduí nejrůznějších chemických polutantů dosahovaný věk ryb v důsledku chronického stresu výrazně snižuje.

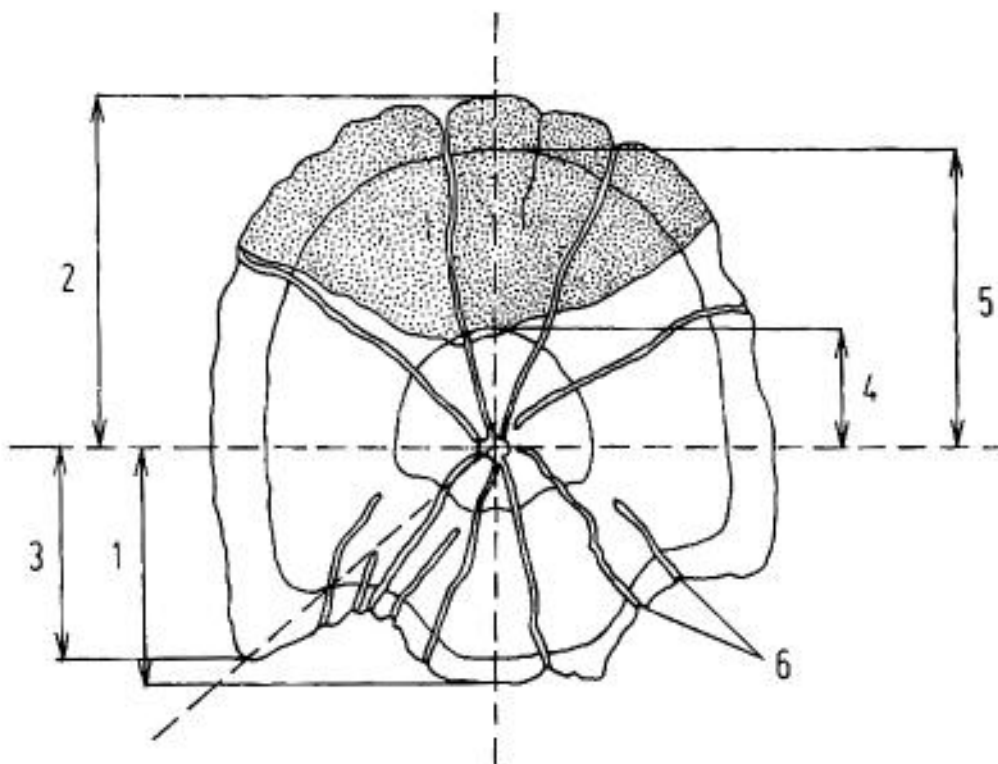
Určování věku ryb

Zjišťování věku ryb nemá pouze teoretický význam, ale také značný praktický přínos. Z pohledu říčního rybářství nás zajímá, v jakém věku jednotlivé rybí druhy pohlavně dospívají, nebo jakého věku se dožívají největší lovené exempláře. Při malosti věku pohlavní dospělosti můžeme například stanovit lovnou míru konkrétního rybího druhu tak, aby v úlovcích nebylo příliš mnoho juvenilních jedinců, kteří se ještě nestačili vytříit. Bez těchto znalostí bychom snadno přivodili likvidaci určitého rybího druhu v průběhu několika let. Metody nepřímého určování věku ryb jsou založeny na periodicitě jejich růstu v jednotlivých ročních obdobích, která se viditelně projevuje na šupinách, otolitech a větších kostech v podobě střídání širších zón letního přírůstku s užšími zónami zimního přírůstku.

Nejčastěji se věk ryb určuje **podle počtu přírůstků na šupinách**. Centrum šupiny obkružují jemné prstence, označované jako **sklerity**. Během letního období jsou v důsledku intenzivnějšího růstu mezery mezi sklerity širší než v zimě. Hranice mezi letním a zimním přírůstkem je obvykle jasná, vyjádřená v podobě hlubší rýhy a nepravidelných, jakoby odseknutých skleritů. Tato hranice se nazývá **annulus** a představuje jedno prožité období. Přírůstky jsou lépe viditelné na přední části šupiny zakotvené v kůži, protože kaudální část šupiny je pokryta pokožkou obsahující chromatofory. Kolísání výživy během letního období, popřípadě zastavení růstu vlivem teplotních změn, znečištění vody nebo onemocněním ryby se může projevit vznikem tzv. **falešného annulu**. Ten většinou neprobíhá po celém obvodu šupiny a chybí typická rýha. Další zvláštností je vznik tzv. **juvenilní značky**, která charakterizuje přechod mladé ryby z jednoho typu potravy na jiný (např. u dravých druhů přechod na dravý způsob výživy). Tento nepravý annulus je umístěn v blízkosti centra šupiny uvnitř zóny prvního roku. Je charakteristický nepřítomností rýhy a pravidelnými sklerity, které plynule přecházejí do zóny širších skleritů. U některých rybích druhů se ještě vyskytuje tzv. **třetí značka**, která je většinou totožná s pravým annulem. Vzniká hlubokou deformací okrajů šupiny

v důsledku resorbce nebo mechanického poškození během bouřlivého výtěru ryb. Tento annulus se tak stává zubatým nebo zvlňným a z našich druhů se vyskytuje u salmonidů, plotice obecné a cejna velkého.

Místo na rybím těle k odběru šupin pro určování věku volíme podle toho, zda jde o **orálně-kaudální typ**, u něhož se šupiny zakládají nejdříve v první polovině těla, nebo o typ **kaudálně-orální**, kdy šupiny vznikají nejprve na ocasním násadci. Šupiny na různých částech těla také různě rostou, proto se u jednotlivých druhů ryb odebírají na přesně stanovených místech. Pokud takové místo neznáme, odebíráme šupiny ze středu těla z první řady nad postranní čarou nebo pod ní. Od každého jedince odebíráme alespoň 3-10 šupin, protože u řady rybích druhů se objevují také regenerované šupiny, které pro určení věku nelze využít. Regenerát je znovu vytvořená šupina po ztrátě dřívější šupiny a je charakteristický matným středem bez skleritů a radiálních kanálků.



Obr. 27: Schema šupiny plotice obecné
 1 orální poloměr, 2 kaudální poloměr, 3 diagonální poloměr, 4 a 5 annulus, 6 radiální kanálek (podle Holčíka a Hensela, 1972)

U rybích druhů bez šupin (sumec velký, vranka obecná), nebo u druhů s velmi malými šupinami (např. úhoř říční), určujeme věk pomocí otolitů nebo velkých kostí. Využití otolitů je metodicky náročnější, protože se musejí vybrušovat, chemicky odvodňovat a opticky projasňovat. Potom se prohlížejí v procházejícím nebo dopadajícím světle pomocí optického mikroskopu. V posledních letech jsou pro vybrané rybí druhy propracovávány metody odhadu věku podle změn hmotnosti otolitů. Studium přírůstkové struktury otolitů citlivými moderními metodami dokonce umožňuje získávat podrobnější údaje o průběhu jednotlivých fází ontogeneze rybích druhů. Před několika lety tak francouzští ichtyologové vyslovili na základě studia snímků otolitů leptocefalních larev úhoře říčního z elektronového mikroskopu převratný názor na průběh jeho larválního stadia a metamorfózy. Podle jejich závěrů by larvální stádium úhoře a putování leptocefalních larev přes Atlantský oceán mělo trvat necelých 12 měsíců, kdežto obecně přijímaný názor předpokládá délku tohoto stadia 3-4 roky. Věk ryb lze zjišťovat také podle zonace temných a světlejších pásů na skřelových kostech, na tělech obratlů páteře a na řezech z prvního tvrdého paprsku prsní ploutve. Řez ploutevního paprsku se provádí při jeho bázi, obratle se nejčastěji odebírají za hlavou nebo těsně před hřbetní ploutví.

Stanovení růstu ryb

Nejjednodušší je využití metody přímého pozorování, založené na pozorování růstu ryb známého věku v rybnících, nebo na zjištění věku, délky a hmotnosti zkoumané (označkové) ryby v době ulovení. Tato metoda však má poměrně nízké uplatnění a nejčastěji se využívá v rybníkářství pro zjištění přírůstků ryb v průběhu vegetačního období a ke korekci krmné dávky (kontrolní odlovy, tzv. letní pruby v rybnících). Ve většině případů je nutno využít metody zpětného výpočtu růstu. Zde se vlastně jedná o časovou rekonstrukci růstu založenou na faktu, že růst těla ryby a růst šupin (otolitů, kostí) jsou v zákonité souvislosti. Z tohoto předpokladu vychází **metoda Einara Lea**:

Délka šupiny od středu k jejímu okraji (V) je k aktuální délce těla ryby (L) ve stejném poměru jako někdejší poloměr šupiny (V_n) k někdejší délce těla ryby (L_n).

$$\text{Tedy } \boxed{\frac{V}{L} = \frac{V_n}{L_n}}, \quad \text{potom } \boxed{L_n = \frac{V_n}{V} \cdot L}$$

Pro mechanický výpočet růstu, který je založen na podobnosti pravoúhlých trojúhelníků, se používá tzv. **Leaova deska**. Lze ji využít pro stanovení růstu ryb s většími a dobře čitelnými šupinami a přesnost metody je dostačující pro praktické účely. Přesné určení délky těla ryby za

předcházející neznámé roky života vyžaduje poměrně složité korekce, protože závislost délky těla a poloměru šupiny zpravidla není zcela lineární. Pro zachycení individuální variability se měření provádí řádově na stovkách exemplářů určitého druhu. Zároveň se vypočítávají zvláštní hodnoty pro možnost porovnání růstu zkoumaných rybích druhů s rybami stejných druhů z jiných vod. To potom umožňuje vyvozovat závěry o zákonitostech růstu sledovaného druhu. Výsledky získané Leovou metodou jsou také poněkud nižší, a to zejména pro první roky života. Tento nedostatek koriguje metoda **Rosy Lee**, která vychází ze zjištění, že ryba má v době založení šupin již určitou velikost, s níž je třeba počítat. Proto do vzorce E. Lea zavedla **hodnotu a**, která představuje délku těla ryby v době založení šupin a lze ji zjistit empiricky nebo graficky.

Vzorec pro výpočet růstu má potom podobu:

$$L_n = \frac{V_n}{V} \cdot (C - a) + a$$

Studium rybích populací a společenstev

V rámci každého živočišného druhu, tedy i ryb, je považována za základní jednotku osídlení určitého biotopu populace. Ta je definována jako skupina jedinců téhož druhu, která se vyznačuje stejným genofondem. V současné době není většina rybích populací žijících na našem území v přirozeném stavu, protože jsou dlouhodobě výrazně ovlivňovány nejrůznějšími antropogenními vlivy. Mezi nejdůležitější z nich patří rybářské obhospodařování tekoucích vod (sportovní rybolov: vysazování násad, které navíc často pocházejí z povodí jiných řek), znečišťování vod a stavební úpravy říčních toků (velké vodní stavby, regulace říčních koryt, meliorace).

V rybníčních chovech a akvakulturách, kde je druhová i věková struktura ryb přímo podřízena hospodářskému cíli, nehovoříme o populacích, ani o rybích společenstvech, ale tato uměle vzniklá společenstva označujeme jako **obsádky**. Problematika rybích obsádek spadá do disciplin navazujících na ichtyologii (chov ryb, akvakultura), proto zde nebude blíže objasňována.

U volně žijících ryb jsou z hlediska rybářského obhospodařování tekoucích vod pro využití produkčních schopností a z hlediska ochrany rybích druhů studovány základní populační charakteristiky a jejich dynamika (zejména abundance a biomasa, věkové složení populací a mortalita). V následující kapitole jsou uvedeny pouze v praxi nejčastěji používané ichtyologické metody. Podrobně je tato problematika rozvedena v základních ichtyologických příručkách (např. Holčík a Hensel, 1972).

Odhady početnosti rybích populací

Početnost (hustota populace) vyjádřená **abundancí** je základním populačním parametrem. Abundance představuje početní charakteristiku populace, vztaženou na jednotku plochy, její hmotnostní vyjádření je označováno jako **biomasa**. Dalším parametrem je **produkce**, která představuje hmotnostní vyjádření tvorby nové biomasy za časové období, obvykle za jeden rok. Odhady početnosti zahrnují metody, jimiž můžeme stanovit velikost populace ryb v konkrétním úseku vodního toku, v jezeře, nebo v údolní nádrži. Přímé metody odhadu jsou založeny na vypuštění sledované nádrže (rybníka) a spočítání slovených ryb, nebo na zahrazení určitého úseku toku a vylovení všech ryb pomocí elektrického agregátu. V krajním případě lze také ryby ve sledovaných úsecích toků nebo v malých nádržích vytrávit pomocí rybích jedů (piscicidů). Tato metoda byla u nás dříve využívána při studiu polabských tůní, dnes je však z hlediska ochrany přírody zcela nepřijatelná. Přímé metody odhadu početnosti rybích populací mají poměrně malé využití, omezené na rybníky, tůně, jezírka, potoky a krátké úseky menších řek. Ve většině případů se proto musíme uchýlit k **nepřímým metodám**, které jsou založené na matematickém odhadu početnosti.

K odhadům početnosti, ale také mortality, růstu a migrací ryb, se s výhodou používá **značení ryb**. Většinou se využívá individuální značení pomocí dříve nepoužívanějších kovových značek až po dnes převažující elektronické čipy, nebo speciální barviva, injekčně podkožně aplikovaná. Převážně pro potřeby evidence v chovech ryb nebo pro viditelné odlišení mlíčáků a jikernaček se používá skupinové značení (odstřížení nepárové ploutve nebo jedné z břišních ploutví), popřípadě kožní značení pomocí kryogenní metody. Tyto značky však mají časově omezenou trvanlivost.

Při nepřímém odhadu početnosti populace s využitím značených ryb vycházíme z předpokladu, že vylovené a označené ryby, které vypustíme zpět do sledovaného biotopu, se rozptýlí mezi zbývající neoznačenou část populace. Při opětovném odlovu ryb potom zjistíme určitý poměr mezi označenými a neoznačenými rybami, který představuje základní údaj pro výpočet odhadu. Pro správnost odhadu početnosti je však třeba splnit základní podmínky:

1. Ryby musejí být označeny dobře viditelnou značkou, která nezpůsobí rybě zranění nebo smrt a z těla ryby neodpadne.
2. Označené ryby musejí být rovnoměrně rozptýleny mezi neoznačenými. Zvláště u větších nádrží je nutné označené ryby rozvézt a vypustit na různých lokalitách, vzdálených od místa ulovení.
3. Sběr ichtyologického materiálu musí být proporcionální hustotě populace v celé nádrži.

4. Ulovitelnost označených a neoznačených ryb musí být stejná. Je třeba kombinovat různé rybolovné prostředky, protože každá lovná metoda je více nebo méně selektivní.

5. Populace podrobená experimentu nesmí být ovlivňována mortalitou, ani natalitou. Experiment musí proto proběhnout v krátkém časovém úseku. To sice není u velkých nádrží možné, ale řadou sledování bylo zjištěno, že natalita se prakticky rovná mortalitě, takže s korekcí není třeba počítat.

V praxi je pro svoji jednoduchost a přitom relativní přesnost nejčastěji používána metoda odhadu podle Schnabelové:

$$N = \frac{\sum n \cdot t}{s}$$

N - rozsah (početnost) populace

n - celkový počet ryb v úlovku

t- celkový počet označených ryb, přítomných v nádrži

s - celkový počet označených ryb v úlovku

Rozsah populace (N) je ovlivněn různými faktory, proto musíme zjistit hranice, mezi nimiž se odhad pohybuje, tzv. konfidenční limity (většinou s 95% pravděpodobností, málokdy s 99% pravděpodobností). Použití vzorce pro výpočet se řídí rozsahem souboru (počtem ulovených ryb).

Další z používanějších metod je **grafická metoda Leslie a Davise**. Hodnoty po sobě následujících úlovků (y) se zanesou do grafu proti hodnotám kumulovaných úlovků, z nichž první je nulový. Směrnice přímky procházející vnesenými body, představuje pravděpodobnost ulovení (p) ryb v každém jednotlivém odlovu. Průsečík s osou x se rovná početnosti odhadované populace.

Díky vysoké úrovni ichtyologického výzkumu v České republice máme k dispozici poměrně hodně údajů o populační hustotě ryb v různých typech našich vod, a to jak z potoků a řek, tak i z větších údolních nádrží. V našich pstruhových vodách (kategorie rybářských revírů) se abundance ryb pohybuje v rozmezí 1.000-6.000 ks.ha⁻¹, s průměrnou hodnotou 3.300 ks.ha⁻¹, z toho pstruh obecný tvoří průměrnou abundanci 2.200 ks.ha⁻¹. Odhady početnosti ryb ve větších tocích mimopstruhového charakteru kolísají v rozsahu 2.000-16.000 ks.ha⁻¹. Nejvyšší abundance ryb je zjišťována v inundačních oblastech velkých řek (tůň, odstavená ramena). V údolích nádržích je početnost ryb nižší a abundance dosahují hodnot 3.000-8.000 ks.ha⁻¹ (bez tohoročků).

Společně s odhady početnosti rybích populací se provádí také **odhad jejich biomasy**, to znamená hmotnosti jedné nebo více populací, popřípadě celého rybího společenstva na jednotku

plochy. Vlastní biomasa (B) je násobkem průměrné hmotnosti ryb (W) určité délkové nebo věkové skupiny a její abundance (A), pro i-tou skupinu (vše v přepočtu na 1 ha plochy):

$$B = \sum_{i=1}^n A_i \cdot W_i$$

Celkovou biomasu rybího společenstva (ichtyocenózy) potom tvoří součet biomas jednotlivých druhů.

V našich pstruhových vodách se biomasa ryb pohybuje mezi 87 a 530 kg.ha⁻¹ (s průměrem 167 kg.ha⁻¹), v řekách mimopstruhového pásma v rozmezí 164-740 kg.ha⁻¹ (s průměrnou hodnotou 430 kg.ha⁻¹). V silně eutrofních nádržích může biomasa ryb dosahovat 500-700 kg.ha⁻¹.

Vedle abundance a biomasy ryb je z hospodářského hlediska důležitý také **odhad produkce** rybích populací i celých společenstev. Nejjednodušším způsobem odhadu produkce je vynásobení průměrného hmotnostního přírůstku ryb jedné věkové skupiny za danou časovou jednotku jejich počtem na konci sledovaného období. Součet za jednotlivé skupiny (popřípadě i druhy) potom představuje celkovou produkci. **Allenova grafická metoda** odhadu produkce vychází z planimetrického zjištění plochy ohraničené souřadnicovými osami a křivkou závislosti mezi rostoucí průměrnou hmotností ryb a klesající početností. Na osu y vynášíme počet přežívajících jedinců jednoho ročníku určitého druhu a na osu x průměrnou hmotnost této věkové skupiny.

Pro odhad produkce ryb v tekoucích vodách byla vypracována **Léger-Huetova metoda**, která bere v úvahu biogenní kapacitu toku (B), jeho průměrnou šířku v metrech (L) a koeficient produktivity (k).

Studium vyváženosti rybích společenstev

Druhové složení rybích společenstev, přemnožení nebo nedostatek určitých rybích druhů, jejich rychlost růstu jsou dalšími důležitými ukazateli vyváženosti ichtyocenóz, které mají ve svém důsledku vysokou vypovídající hodnotu o úrovni rybářského obhospodařování určitého vodního biotopu. Z hlediska početního zastoupení jednotlivých rybích druhů ve společenstvu představuje důležitý relativní kvantitativní znak dominance (D), která vyjadřuje procentický podíl druhových populací.

Vypočítáme ji z absolutních nebo i relativních hodnot abundance:

$$D = \frac{n \cdot 100}{s} \quad (\text{v } \%)$$

n - celkový počet jedinců určitého druhu

s - celkový počet jedinců všech druhů (společenstva)

Hodnota dominance je ovlivněna počtem druhů, které společenstvo tvoří a s rostoucím počtem druhů se relativně snižuje. Proto je u společenstev s vysokým počtem druhů dominance nejpočetnějších druhů relativně nižší než ve společenstvech druhově chudých. Pro podrobnější rozlišení dominance se používá pětistupňová klasifikace:

eudominantní druh	více než 10%
dominantní druh	5-10%
subdominantní druh	2-5%
reredentní druh	1-2%
subrecedentní druh	méně než 1%

Bohatství druhů ve společenstvu je charakterizováno druhovou rozmanitostí, nebo-li diverzitou. Jedná se o strukturně kvantitativní vlastnost každého společenstva, která se hodnotí pomocí indexu diverzity (H'). Ten představuje poměr počtu druhů k počtu jedinců:

$$H' = -\sum_{i=1}^n \left(\frac{N_i}{N} \right) \cdot \log_2 \left(\frac{N_i}{N} \right)$$

N_i - počet jedinců jednoho druhu

N - počet jedinců všech druhů

Čím je index diverzity vyšší, tím větším počtem druhů je společenstvo tvořeno a tím více je celkový počet jedinců rozložen na více druhů. Malou diverzitu vykazují společenstva žijící v extrémních podmínkách (např. ve znečištěných vodách), vysokou diverzitou se vyznačují stabilizovaná společenstva. Počet druhů společenstva výrazně závisí na geografické poloze, diverzita obecně roste od pólů k rovníku. Podobná závislost existuje na nadmořské výšce, s jejímž vzestupem druhová pestrost klesá (například nižší diverzita pstruhových pásem). Pro diverzitu má také důležitý význam stáří společenstva, starší společenstva jsou druhově bohatší než mladší.

Další vlastností společenstva, související s druhovou diverzitou je jeho vyrovnanost, nebo-li ekvitabilita, charakterizovaná indexem E :

$$E = \frac{H'}{\log_2 s}$$

H' - index diverzity

s - celkový počet druhů společenstva

Ekvitalita vlastně signalizuje míru rovnosti četností jednotlivých druhů, to znamená poměrné rozdělení všech jedinců společenstva na zastoupené rybí druhy. Pro posouzení vyváženosti ichtyocenóz hlediska praktického obhospodařování rybářských revírů je důležité sledovat v říčních tocích a údolních nádržích hmotnostní poměr různých skupin ryb (především nedravých a dravých druhů). K tomu je třeba znát:

- druhové spektrum ryb zkoumané nádrže nebo toku
- početnost (abundanci) jednotlivých druhů
- hmotnost (biomasu) jednotlivých druhů ryb
- jejich délkovou charakteristiku

Pro odhad těchto údajů je možno využít také určité poznatky ze statistik rybářských úlovků hospodářské evidence rybářských svazů. I když tyto údaje jsou zatíženy různými chybami, způsobenými selektivností lovu, pytláctvím a nepřesným zaznamenáváním úlovků, jedná se o velice důležitý zdroj konkrétních ichtyologických dat.

Koeficient F/C udává hmotnostní poměr nedravých a dravých rybích druhů. Veličina F je celková hmotnost nedravých druhů ryb (planktonofágové, bentofágové, fytofágové). Zařazujeme sem i plůdek dravých druhů ryb. Hodnota C představuje celkovou hmotnost dravých druhů. Do této skupiny zase zařazujeme velké exempláře nedravých druhů, o nichž je známo, že se od určité velikosti živí také rybami (např. jelec tloušť a okoun říční). Rozpětí koeficientu F/C 1,4-10 charakterizuje společenstvo v rovnováze. Za optimální rozpětí je považováno 3,0-6,0 a takové společenstvo dosahuje nejvyšší produkce. Koeficient F/C nižší než 2,0 charakterizuje společenstvo s převahou dravých ryb (v našich podmínkách se prakticky nevyskytuje). F/C vyšší než 6,0 signalizuje přemnožení nedravých druhů, což je naopak případ většiny vod, kde je provozován sportovní rybolov. Rybáři se totiž selektivně zaměřují na lov dravých ryb pro jejich relativně snazší ulovitelnost a vysoce kvalitní maso.

Koeficient Y/C vyjadřuje množství dostupné potravy pro dravce. Veličina Y představuje celkovou hmotnost ryb skupiny F, které jsou dostatečně malé, aby mohly být potravou dravců (C). Ve vyvážených populacích se Y/C pohybuje v rozmezí 0,02-4,8. Za optimální je považováno rozpětí 1,0-3,0. Pokud je koeficient Y/C vyšší než 4,8, ichtyocenóza je v nerovnováze a není schopna produkovat dostatečné množství ryb lovné velikosti.

Koeficient A_t vyjadřuje hmotnostní procentické zastoupení ryb lovné velikosti v ichtyocenóze, tedy ryb takové velikosti, které prakticky tvoří produkci. Ve vyvážené ichtyocenóze se

A_t pohybuje v rozsahu 33-90%, optimální hodnota je 60-85%. Hodnoty A_t od 0,0 do 40% signalizují přemnožení nedravých druhů ryb, hodnoty nad 85% ukazují na převahu dravců.

Koeficient A_F představuje procentický podíl hmotnosti velkých ryb skupiny F, přesahujících lovnou míru, z celé skupiny F. U vyvážených společenstev se A_F pohybuje mezi 12,2 a 99,6%, optimální jsou hodnoty v rozmezí 60-80%. Hodnoty A_F v rozsahu 1,2-25,7% ukazují na přemnožení nedravých druhů, hodnoty nad 85% signalizují nadbytek dravců v ichtyocenóze.