

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Zemědělská fakulta**

Studijní program: **Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Rybářství**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Využití elektrických odpuzovačů pro prevenci
vnikání nežádoucích druhů ryb do chovných
objektů**

Knihovna JU - ZF



3114703797

Vypracoval:
Karel Kořínek

Vedoucí diplomové práce:
doc. RNDr. Zdeněk Adámek, CSc.

2006

Rozsah grafických prací: 5 – 15 tabulek a grafů

Rozsah průvodní zprávy: 30-40 stran

Seznam odborné literatury:

Adámek Z. a kol., 1995: Rybářství ve volných vodách. Victoria Publ. Praha, 205 s.

Bulletin VÚRH Vodňany, č.1-2, 1997

Holčík J., Hensel K., 1972: Ichtyologická příručka. Obzor Bratislava, 217 s.

Říha J. a kol., 1975: Lov ryb elektřinou. SZN Praha, 191 s.


Vedoucí diplomové práce: doc. RNDr. Zdeněk Adámek, CSc.


Konzultant: Ing. Jiří Musil

Datum zadání diplomové práce: únor 2004

Termín odevzdání diplomové práce: 30. 4. 2006

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13
370 05 České Budějovice


doc. Ing. Petr Hartvich, CSc.
Vedoucí katedry


doc. Ing. Magdalena Hrabánková, CSc.
Děkan

V Českých Budějovicích dne 6. 3. 2004

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně na základě vlastních zjištění a materiálů, které uvádím v seznamu uvedené literatury.


.....

Poděkování:

Rád bych poděkoval doc. RNDr. Zdeňku Adámkovi, CSc. za odborné vedení při vypracování diplomové práce a mé rodině za podporu během studia.

THE USE OF ELECTRIC BARRIERS TO PREVENT UNDESIREF FISH SPECIES PENETRATION INTO FARMING FACILITIES

This work was focused on testing the electric fish barrier ELZA 2 (producer: Radomír Bednář- Kovovýroba a výroba rybářských potřeb Olomouc; output: the peak value of pulse 325 V, discharge energy 0,053 J, adjustable frequency from 15 to 95 Hz) in regular working conditions. The barriers were installed near the trout hatchery on the Hanácká Bystřice river in the periods between 7th September 2004 and 4th November 2004 and between 2nd September 2005 and 31st October 2005. We focused on the monitoring both upstream and downstream migrations with particular emphasize to record the spawn migration of brown trout.

The Hanácká Bystřice river is a typical trout river, with fish assemblage consisting of: brown trout, siberian bullhead, stone loach, minnow and others. The efficiency of barriers was tested by repeated electrofishing out of a particular section of the river.

The results showed that the barriers tested at the given output can't effectively prevent fish from migrations into the protected river sections, nor can they decrease it. No differences in effects of barriers were recorded also with respect to fish species.

Key words: electric fish barrier; migration; electrofishing

OBSAH

I.	ÚVOD.....	1
II.	TEORETICKÁ ČÁST.....	2
	II.1. Ryby.....	2
	II.1.1. Pohyb ryb.....	2
	II.1.1.1. Pohybová aktivita.....	2
	II.1.1.2. Rychlost pohybu.....	3
	II.1.1.3. Migrace	3
	II.1.2. Nervová tkáň	7
	II.1.2.1. Neuron, jeho stavba, vlastnosti a rozdělení.....	7
	II.1.2.2. Receptory.....	8
	II.1.2.3. Adaptace receptorů.....	9
	II.1.2.4. Vzruch	9
	II.1.2.5. Reflexní oblouk	10
	II.2. Elektřina.....	11
	II.2.1 Některé charakteristiky elektřiny.....	11
	II.2.1.1. Napětí.....	11
	II.2.1.1.1. Úbytek napětí.....	11
	II.2.1.1.2. Tělesné napětí.....	12
	II.2.1.2. Proud.....	13
	II.2.1.2.1. Proudová hustota.....	13
	II.2.1.2.2. Druhy elektrického proudu.....	14
	II.2.1.3. Odpor	16
	II.2.1.4. Ohmův zákon.....	17
	II.2.1.5. Vodivost.....	17
	II.2.1.5.1. Vodivost rybího těla.....	17
	II.2.1.6. Elektrické pole.....	18
	II.2.1.7. Pulsy... ..	19
	II.3. Průchodnost toku.....	20
	II.3.1. Malé vodní elektrárny.....	20
	II.3.1.1. Škody na rybách způsobené provozem MVE	21

IV.1.2. Úsek B – kontrola protiproudové migrace.....	40
IV.2.1. Úsek A – zábrana protiproudové migrace ryb (60 a 100Hz).....	41
IV.1.4. Celkové výsledky 2005.....	42
IV.2. Vyhodnocení elektrolovu.....	43
V. ZÁVĚR.....	49
VI. POUŽITÁ LITERATURA.....	50
VII. SEZNAM PŘÍLOH.....	53
VIII. PŘÍLOHY	54

I. ÚVOD

Již dlouhou dobu se setkáváme s problémy týkajícími se vnikání ryb do různých technických zařízení, kde jsou ryby poškozovány či usmrcovány (např.: malé vodní elektrárny, technické odběry vody, zavlažovací odběry atd.) nebo do objektů, kde nám nežádoucí druhy ryb škody způsobují (např.: plůdkové výtažníky a jiná chovná zařízení). Je to způsobeno přirozenou vlastností ryb více či méně migrovat tokem v různých závislostech. Na druhou stranu se již dlouhou dobu potýkáme s úbytkem, či naprostým vymizením některých rybích druhů v našich řekách, což je ze značné míry způsobeno také tím, že jsou toky pro migrující ryby neprostopně uzavřeny řadou vodních staveb.

V dnešní době je tento problém stále aktuálnější vzhledem k množství MVE a celkově vzrůstající tendenci využívání vodotečí, ale také díky stále většímu tlaku ze stran rybářů, vodohospodářů a ochránců přírody, opět zprůchodňovat toky rybám i ostatním živočichům, obývajícím vodní prostředí. Proto je voláno po co nejeftivnějším řešení tohoto závažného problému.

Díky tomu bylo vymyšleno mnoho různých systémů pro zabránění vnikání ryb, potažmo usměrňování jejich migrací a to jak pasivních (různé druhy česlí, filtrů atd.) tak aktivních zábran (světelné plašiče, pneumatické zábrany, el. zábrany, zvukové a jiné) popřípadě jejich kombinací.

Tato práce je přímo zaměřena na testování elektrického odpuzovače ryb ELZA 2 (výrobce: Radomír Bednář- Kovovýroba a výroba rybářských potřeb Olomouc) v provozních podmínkách. Testování proběhlo na řece Hanácké Bystřici s cílem podchytit protiproudové i poproudové migrace ryb v době od 7.9.2004 do 4.11.2004 a následně od 2.9.2005 do 31.10.2005 se zvláštním zřetelem na třecí migraci pstruha obecného.

II. TEORETICKÁ ČÁST

II.1. Ryby

Třída ryb je v naší fauně obratlovců poměrně početně zastoupena původními i introdukovanými druhy. Je proto trvalým zdrojem zájmu člověka od dávné minulosti až do současnosti, a to stále naléhavěji z důvodů nejen vědeckých, ale především praktických (Baruš, Oliva, 1995).

Jsou to obratlovci přizpůsobení životu ve vodě tvarem těla i jeho měrnou hmotností, dýcháním, teplotou krve, ale i způsobem výživy, rozmnožováním a smysly. Z toho hlediska jsou ryby úzce specializovanými organismy, mimořádně citlivými na každou změnu vlastností vody. Přitom jsou v rámci daného životního prostředí nezastupitelné (Šimek, Rys, 1989).

II.1. 1. Pohyb ryb

II.1.1.1. Pohybová aktivita

Ráz pohybové aktivity, úzce související s aktivitou potravní, není nahodilým jevem. Vyznačuje se více či méně pravidelným střídáním fází aktivity a odpočinku, jež zpravidla oscilují v určitých časových rytmech, blížících se časové periodě 24 hodin (tzv. cirkadiánní cyklus), 1 měsíc (cirkalunární cyklus), 1 rok (cirkanuální cyklus). Rytmy aktivity jsou řízeny z části endogenně rytmem hormonální sekrece pineálního orgánu. To může za výjimečných okolností (např. v arktických a subarktických podmínkách) způsobit volný chod cirkadiánních biorytmů (Müller 1970 in Baruš, Oliva, 1995) nezávisle na 24 hodinové periodě.

II.1.1.2. Rychlost pohybu

Charakter pohybů ryb, jejich rychlost a vytrvalost, souvisejí úzce s morfologickými přizpůsobeními, jakož i ekologickou, zejména potravní specializací. Nejlepší plavci, ryby přizpůsobené k životu v tekoucích vodách a dravci (pstruh obecný, hlavatka podunajská, parma obecná, štika obecná, jelec proudník) mají torpédovitý tvar těla oválného průřezu s mohutnou svalovinou ocasní ploutve (Baruš, Oliva, 1995). Tento šípovitý tvar těla umožňuje rybě vyvinout značnou rychlost (Lusk, Baruš, Vostradovský, 1983).

Nedravé ryby stojatých nebo pomalu tekoucích vod, patřící mezi pomalejší plavce, mívají naopak vyšší a z boku stlačené tělo s méně vyvinutou ocasní svalovinou (kapr obecný, cejn velký, karas obecný apod.)

Mezi absolutně nejrychlejší ryby patří například plachetník atlantský (*Istiophorus platypterus*), který je schopen vyvinout rychlost až $30,5 \text{ ms}^{-1}$ (110 kmh^{-1}) (Pospíšil, 1998).

Mezi absolutně nejrychlejší plavce patří z našich druhů například pstruh obecný, dosahující maximální rychlosti až $3,7 \text{ ms}^{-1}$ ($13,2 \text{ kmh}^{-1}$), velcí lososi a pstruzi dokonce až 5 ms^{-1} . Jelec proudník vyvine rychlost $2,4 \text{ ms}^{-1}$, štika obecná $2,1 \text{ ms}^{-1}$. Rychlost plování je také funkcí délky ryby, a proto je někdy vyjadřována relativně pomocí koeficientu rychlosti:

$$k = v/L$$

$$v = \text{dosahovaná rychlost v } \text{cms}^{-1} \quad L = \text{délka ryby v cm}$$

Jeho hodnoty jsou následující: ryby velmi rychlé (tuňák) $k = 70$; ryby rychlé (lososi, pstruzi, jelec proudník, štika obecná) $k = 30 - 60$; ryby středně rychlé (candát obecný, okoun říční, jelec tloušť) $k = 20 - 30$; ryby málo rychlé (kapr obecný, cejn velký, plotice obecná, úhoř říční) $k = 10 - 20$; Ryby pomalé (vranka) $k = 5 - 10$ (Baruš, Oliva, 1995).

II.1.1.3. Migrace

Existují tři základní pohyby zvířat. Jsou to pohyby běžné, potulné a migrační. Migrace je pravidelný pohyb, směřující tam a zpět, s uzavřeným cyklem (Cloudsley-Thompson, 1978).

Jiným způsobem je možné říci, že jako migrace jsou označována pravidelná a hromadná stěhování živočišných druhů nebo ras, jež vznikla během historického vývoje a jsou dědičně zakódována. Úkolem migrací je přesun do míst s takovými podmínkami, jež jsou migranty vyžadovány ve fázi životního cyklu nastupujícího ke konci migrace (Nikol'skij, 1961 in Baruš, Oliva, 1995).

Řada druhů vykonává jednou nebo několikrát za život dlouhé migrace, při nichž mění sladkovodní a mořské prostředí (Gaisler, 1983).

Migrace ryb představují nejen velkolepý přírodní úkaz, ale mají i značný hospodářský význam, např. pro rybolov. Byly proto předmětem rozsáhlých výzkumů a vypracován byl i větší počet systémů a hledisek, jejichž pomocí jsou migrace ryb členěny a terminologicky označovány (Baruš, Oliva, 1995).

Rozdělení migrací podle jejich biologického účelu (Nikol'skij 1961 in Baruš, Oliva, 1995):

1) Rozmnožovací (třecí) migrace - přemísťování z míst zimování nebo žíru na trdliště; jsou typické pro lososy, úhoře, pstruha obecného, ostroretku stěhovavou a mnoho dalších.

2) Potravní migrace - z míst zimování nebo trdliště na místa žíru; jde o sezónní migrace většího rozsahu, např. ostroretka stěhovavá, parma obecná; menší přesuny za potravou mají často charakter denních rytmů, známých např. u jelce proudníka, ouklejky pruhované aj. a jsou někdy nesprávně označovány také jako potravní migrace.

3) Migrace spojené se zimováním - z míst rozmnožování nebo žíru na místa zimování (cejn velký, kapr obecný, říční kaprovité druhy ap.)

Rozdělení migrací podle aktivity migrujících ryb (Baruš, Oliva, 1995):

1) Migrace aktivní - uskutečňuje se pomocí aktivních pohybů zvířete a směr migrační trasy může být aktivně měněn.

2) Migrace pasivní - uskutečňují se bez energetických výdajů při využívání vodních proudů, říčních i mořských. Pasivní migrace se vyskytují během různých stadií ontogeneze, počínaje např. vyvíjejícími se jikrami pelagofilních nebo polopelagofilních druhů, vylíhnutých zárodků a larev, případně i pokročilejších

vývojových stadií, jako jsou např. "smolti" lososovitých druhů a dokonce i dospělci vracející se po vytření v horních úsecích řek do níže položených míst toku. V posledních případech existují kombinace aktivních a pasivních migrací, např. u larev úhoře během migrace v moři a v pobřežním pásmu anebo u juvenilních a adultních jedinců migrujících po proudu toku (Baruš, Oliva, 1995).

Rozdělení migrací (a migrantů) podle hlavních typů životního prostředí podle Tortonese (1949 in Baruš, Oliva, 1995):

1) **Monodromní** - týkají se přesunů pouze v jednom z hlavních typů prostředí, tj. buď jen v moři, anebo pouze ve sladkých vodách.

2) **Diadromní** - jsou to přesuny mezi mořem a sladkými vodami

a) **anadromní** - směrem z moře do sladkých vod

b) **katadromní** - směrem ze sladkých vod do moří

c) **amfidromní** - označení pro migrace druhů vytírajících se v obou typech prostředí

Rozdělení migrantů podle rozsahu jejich migrací (Nikol'skij 1961 in Baruš, Oliva 1995):

1) **Tažné** - toto označení je vyhrazeno pro druhy diadromní, tj. druhy s rozsáhlejšími migracemi mezi mořem a sladkými vodami. Mezi tyto ryby patří například zástupci jeseterovitých, lososovitých nebo úhořovitých.

2) **Polotažné** - druhy nebo populace osídlující dolní úseky toků a přilehlé brakické vody. Patří sem hlavně pelagofilní druhy, jako ostrucha křivočará, koruška mořská, dále jsou do této skupiny zařazovány i populace některých dalších druhů známých z naší ichtyofauny, avšak trvale žijících i v mořích při ústí řek, jako např. kapr obecný, cejn velký, cejn siný, podoustev říční, candát obecný, plotice obecná, sumec velký. Tyto populace se druhotně přizpůsobily životu v moři, které jim zajišťuje především trofickou stránku jejich životního cyklu, zatímco jejich rozmnožování probíhá vždy ve sladké vodě.

3) **Netažné** (též usedlé nebo stanovištní) - i v této skupině je řada druhů konajících rozsáhlé obousměrné migrace, avšak pouze ve sladkých vodách (ostroretka stěhovavá, jelec jesen aj.).

Rozsah migrací je nejen u různých druhů, ale i v rámci jednoho druhu u různých poddruhů nebo populací velmi proměnlivý. Může kolísat od několika desítek metrů (hlaváčovití, korálové ryby) až po několik tisíc kilometrů (např. úhoř říční). Druhy trvale žijící na jednom místě prakticky neexistují. Migrace neprobíhají pouze v horizontálním směru, ale v hlubších typech vod i vertikálně, zpravidla v závislosti na výskytu, koncentraci a migracích potravních organismů a na koncentraci O₂ ve vodě. Převážná většina druhů ryb podniká svoje migrace v různě početných hejnech, a to mnohdy i ryby žijící jinak jednotlivě. Hejnové chování umožňuje migrujícím rybám lepší orientaci při tahu, rychlejší nalézání potravních zdrojů nebo míst ke tření, jakož i efektivnější ochranu před nepřáteli (Mantejfel' 1980 in Baruš, Oliva, 1985).

Pstruh potoční, který je rybou reofilní, má snahu táhnout, migrovat na trdliště do výše položených částí toků či přítoků proti proudu. Při tahu překonává i značně vysoké přepady a jízky. Tato migrace není samoúčelná. Trdliště bývají ve výše položených částech toků, kde je kvalitnější voda (nižší hodnoty znečištění, vyšší obsah kyslíku) a vhodnější podloží pro tření i inkubaci jiker. Rovněž není zanedbatelný vliv teploty, která tam bývá nižší.

Období tření připadá při normálním průběhu počasí na měsíc říjen a listopad. Tření ryb z jednoho toku se odbývá většinou v průběhu 4-6 týdnů, což je způsobeno jednak individualitou dozrávání jednotlivých samic a jednak i krátkodobými změnami klimatických podmínek (Libosvářský at al., 1971).

Tah ryb na trdliště neprobíhá rovnoměrně, ale dochází k několika vyvrcholením tahu. Hromadný tah pstruha je spojen s určitou povětrnostní situací, nástupem silné tlakové níže doprovázené srážkami. Je možné, že impulzem k tahu je i přítomnost dešťové vody v toku. Intenzivní tah pstruha je možno očekávat zvláště tehdy, když se pronikavě zhorší počasí po déle trvajícím pěkném podzimním období (Libosvářský at al., 1971).

II.1.2. Nervová tkáň

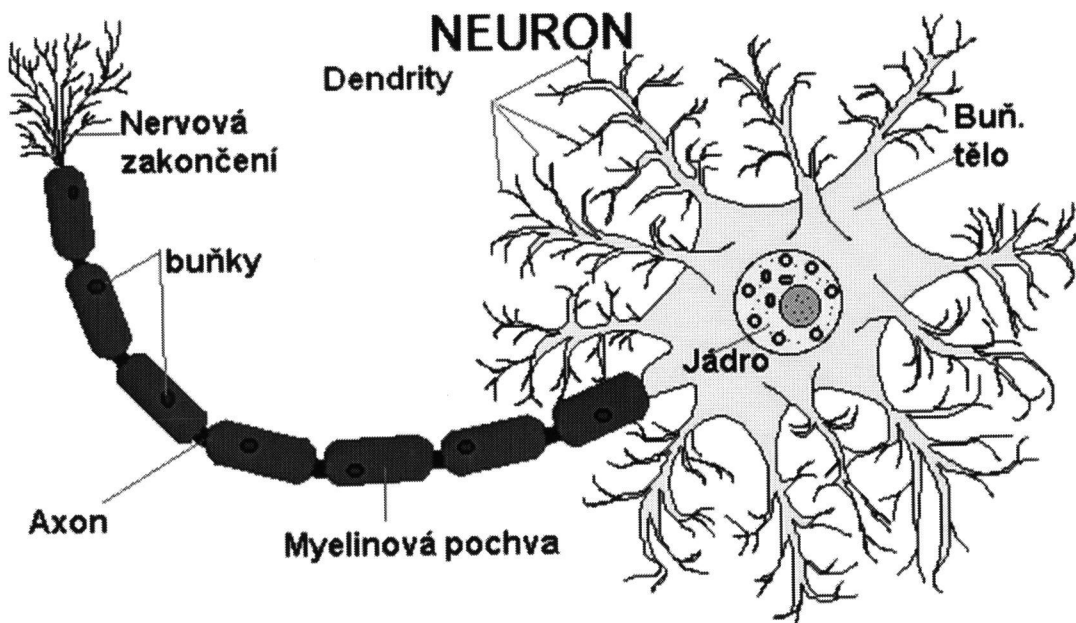
Nervová tkáň je systémem, který v organismu plní funkce informační, koordinační a kontrolní (Berger, 2000).

Základní strukturní a funkční jednotkou nervové soustavy je nervová buňka neboli neuron. Jde o vysoce specializovaný typ živočišné buňky (Šimek, Petrásek, 1996) (Velebný, online). Neurony jsou specializované buňky, přenášející informace do celého těla. Schopnost nervové soustavy je kontrola a reakce na vnější i vnitřní prostředí a převod této reakce na elektrický signál, šířící se mezi jednotlivými neurony (Johnson, online).

II.1.2.1. Neuron, jeho stavba, vlastnosti a rozdělení

Neuron popsal v roce 1835 J.E. Purkyně. Základními částmi je tělo (soma), dendrity, axon (neurit), iniciální segment, kolaterály, obalové vrstvy, a nervová zakončení (Šimek, Petrásek, 1996).

Obr.1. Nervová buňka (anonym3, online)



Krátce stromečkovitě rozvětvené dendrity vedou nervové vzruchy od přijímacích zařízení (receptorů) do těla neuronu (Říha, 1975). Dendrity jsou označovány za receptivní segment neuronu (Šimek, Petrásek, 1996). Z těla neuronu jsou vzruchy

vedeny po neuritu, což je dlouhý výběžek z buňky ven. Neurit (axon) je obvykle jen jeden. Místo odstupu axonu (axonový hrbolík) má spolu s iniciálním segmentem neuritu rozhodující význam pro vznik vzruchu neuronu. Axony jsou ve většině případů obaleny myelinovou pochvou. Myelinová pochva se významně podílí na přenosu vzruchu. Čím je nervové vlákno a myelinová pochva silnější, tím rychleji vede vzruchy (Jánský, Novotný, 1981). Dlouhé výběžky nervů se spojují a vytvářejí nervy. Neurony jsou velmi citlivé, dráždivé a dokonale vodivé a buď se seskupují v řetězce nebo končí ve formě nervosvalových plotének na vláknech svalu (Říha, 1975).

Definice pojmů dráždivosti a vodivosti nervového vlákna dle Říhy (1975):

- Dráždivost se definuje jako schopnost reagovat na fyzikální nebo chemické změny prostředí.
- Vodivost je charakterizována jako schopnost nervového vlákna přenášet podráždění nebo nervový vzruch z místa jeho vzniku do nervového ústředí a také k výkonným orgánům.

Neurony rozdělujeme dle funkce na (podle: Šimek, Petrásek, 1996) :

- 1) aferentní (vzestupné)
- 2) eferentní (sestupné)
- 3) interneurony (asociační)

Interneurony jsou převážně přítomny v centrálním nervovém systému, aferentní a eferentní zejména v periferní nervové soustavě.

II. 1.2.2. Receptory

Receptory jsou smyslové nebo aferentní nervové buňky, které ve svém recepčním poli mění energii působící z prostředí na změny v membránovém potenciálu. Jestliže je receptor stimulován, membrána jeho recepčního pole se depolarizuje. Odpověď receptoru závisí na stupni podráždění membrány receptoru. Odpověď je tedy stupňovitá, není charakteru „vše nebo nic“. Nazýváme ji tedy receptorový graduovaný potenciál. Stupňovité jevy se nemohou šířit do centrálního

nervového systému, neboť se mohou dostávat pouze do vzdálenosti 1 mm. Místní odpovědi se proto musí převést do formy akčních potenciálů (Šimek, Petrásek, 1996).

II. 1.2.3. Adaptace receptoru

Jde o pokles frekvence akčních potenciálů v aferentním neuronu za podmínek, nemění-li se velikost energie podnětů. Při adaptaci klesá s časem schopnost membrány receptoru odpovídat na podněty a klesá amplituda receptorového potenciálu (Šimek, Petrásek, 1996).

II. 1.2.4. Vzruch

Nervový vzruch je možno vyvolat přirozeným podnětem (podrážděním smyslových buněk) nebo podnětem umělým (elektrický, mechanický, chemický nebo tepelný podnět) na kterékoliv části nervových buněk (Jánský, Novotný, 1981).

Vzruchy se šíří po nervových drahách bez změny (dekrementu) což znamená, že vzruch na konci nervové buňky je stejný jako na začátku (Šimek, Petrásek, 1996).

Dle Šimka a Petráska (1996) rozlišujeme různou sílu (intenzitu) podnětu. Podněty podprahové (podněty se slabou intenzitou) nevyvolávají vzruch. Při dosažení určité intenzity se vzruch stane prahovým.

Jestliže aplikujeme jeden prahový podnět a potom dráždíme nervovou buňku druhým prahovým podnětem v rozličných časových úsecích po prvním podnětu, druhý prahový podnět nevyvolá akční potenciál dříve než asi za 10 milisekund po podnětu prvním. V této době je tedy membrána odolná (refrakterní) proti druhému podnětu. Říkáme, že je v refrakterní periodě. V refrakterní periodě rozlišujeme dvě fáze a to fázi absolutní a relativní. Perioda těsně po proběhnutí akčního potenciálu, v období asi 1 milisekundy, kdy ani nadprahové podněty nemohou opět vyvolat akční potenciál, se nazývá absolutní refrakterní perioda. Po proběhnutí absolutní refrakterní fáze (až do skončení repolarizace) nastává relativní refrakterní fáze. V této fázi, která je zpravidla v období 10-15 ms refrakterní periody, akční

potenciály vyvolávají pouze nadprahové podněty (Jánský, Novotný, 1981; Šimek, Petrásek, 1996).

Refrakterní perioda tedy omezuje počet akčních potenciálů, které se mohou vytvářet na membráně v určitém časovém úseku. Jestliže je refrakterní perioda 10 ms, může na membráně vzniknout maximálně 100 akčních potenciálů za 1 sekundu, což potvrdily záznamy z nervových buněk v intaktním organismu (Jánský, Novotný, 1981).

Vlastností akčního potenciálu je, že buď vznikne v plném rozsahu, nebo že se vůbec netvoří. Tento jev se označuje jako zákon „vše nebo nic“ (Jánský, Novotný, 1981; Šimek, Petrásek, 1996).

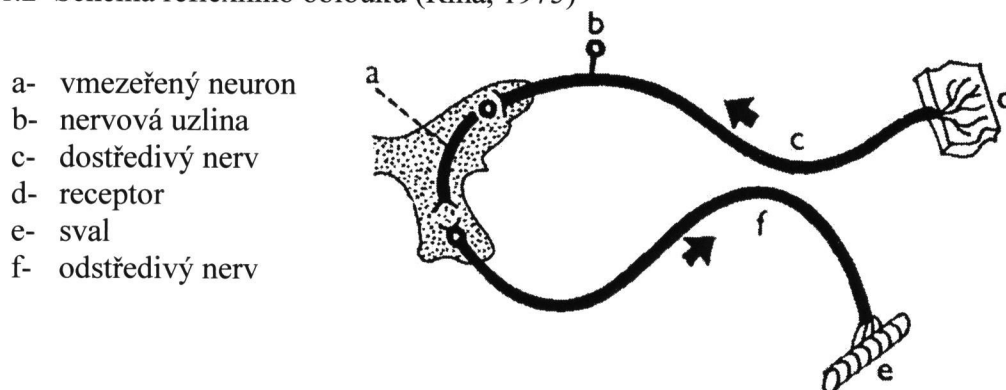
II. 1.2.5. Reflexní oblouk

Funkční jednotkou nervové soustavy je reflex. Reflex je odpověď organismu na podnět, podráždění, změnu zevního nebo vnitřního prostředí. Tato změna se uskutečňuje na určité anatomické struktuře, která je daná strukturou reflexního oblouku (anonym1, online).

Reflexní oblouk je tvořen receptory, aferentními nervovými vlákny, centrální řídicí jednotkou, eferentními nervovými vlákny a efektoem (anonym2, online).

Je-li mezi aferentním neuronem a motoneuronem pouze jedna synapse (oblouk tvoří dva neurony), jde o monosynaptický reflexní oblouk. Jsou-li mezi aferentní a eferentní dráhy vsunuty interneurony, jde o polysynaptický reflexní oblouk. (Počet vsunutých interneuronů může být velmi různý - od jednoho do několika tisíc.) (anonym1, online).

Obr.2 Schéma reflexního oblouku (Řiha, 1975)



Informace přicházející z receptorů nekončí jen u motoneuronů předních míšních rohů (monosynaptické zapojení), ale jsou předávány i do retikulární formace (RF) mozkového kmene, do mozečku, thalamu a do mozkové kůry (anonym1, online).

II.2. Elekřina

II.2.1 Některé charakteristiky elekřiny

II.2.1.1. Napětí

Napětí je podmínkou a příčinou vzniku elektrického proudu. Jen tam, kde je napětí, může protékat elektrický proud (Záhejský, 2002)

Napětí se značí **U** a jeho jednotkou je volt [V]. Velikost napětí se měří pomocí voltmetru (Záhejský, 2000; Halliday at al, 1997).

Četné laboratorní pokusy vedly k poznání, že právě napětí působí na nervovou soustavu ryb a jeho velikost je jediným odpovídajícím měřítkem elektrofyziologických reakcí všech stupňů (Říha, 1975).

II.2.1.1.1. Úbytek napětí

Prochází-li elektrický proud vodičem nebo jiným prostředím, klade mu toto prostředí po celé délce odpor. Vykona-li proud jen krátkou cestu, pak je úbytek napětí vzhledem k menšímu odporu menší. Proto napětí klesá s rostoucí vzdáleností od začátku vodiče (Halliday at al, 1997).

Ve vodě dochází nejen ke spádu napětí, ale i k jeho úbytku. Voda má zvláštní postavení, jelikož je současně vodičem i spotřebičem (Říha, 1975).

Spád napětí ve vodě v homogenním elektrickém poli lze dle Říhy (1975) vypočítat následujícím vzorcem:

$$E=U/l$$

E - úbytek napětí [V/m]

U – napětí [V]

l - vzdálenost elektrod [m]

II.2.1.1.2. Tělesné napětí

Poznatek působení napětí na organismus byl doplněn důležitým zjištěním, že reakční schopnost ryb závisí na napětí mezi hlavou a ocasem a to bez ohledu na délku ryb, což znamená, že také prahové hodnoty jsou pro stejný druh ryby shodné a to bez ohledu na jejich délku. Pro porovnání intenzity vyvolávaných reakcí byl zvolen pojem „tělesné napětí“ nebo také „reakční napětí“. Je to napětí mezi hlavou a ocasem ryby, které je nutné k vyvolání některé typické reakce v elektrickém poli. Tenhle pojem je přirovnatelný k pojmu „krokové napětí“. Nachází-li se ryba v elektrickém poli o určité intenzitě, pak konec ocasu je možno pokládat za jeden a přední část hlavy za druhý bod v elektrickém poli a délku ryby za vzdálenost těchto dvou bodů. Mezi ocasem a hlavou je pak takové napětí, které odpovídá rozdílu napětí (potenciálů) dvou bodů v elektrickém poli (viz. příloha č.8). Z tohoto poznatku vyplývá, že velké ryby mohou být ovlivňovány ve větší vzdálenosti od elektrod, v oblasti malého spádu napětí, kdežto malé ryby jen v blízkosti elektrod. (Říha, 1975; Dubský at al., 2003). Jaké tělesné napětí ovlivňuje rybu v homogenním elektrickém poli, lze vypočítat ze vzorce (Říha, 1975):

$$U_{Tn} = (U/l) \cdot L$$

U_{Tn} – Tělesné napětí ryby [V]

U – napětí na elektrodách [V]

l – vzdálenost elektrod [m]

L – délka ovlivňované ryby [m]

Tab.1. Orientační hodnoty tělesného napětí potřebného pro vyvolání určité reakce ryb(Říha, 1975).

Stupeň vyvolané reakce	Reakční napětí mezi hlavou a ocasem ryby[V]	
	plotice, karas, ouklej	pstruzi
Začátek reakce	0,14 – 0,35	0,40
Silná reakce	0,60	0,80
Křeče	1,00	1,60
Narkóza	1,40	2,00

U nehomogenního elektrického pole je zjišťování tělesného napětí velice obtížné, proto se více používá proudové hustoty a to ve fyziologických jednotkách [d] (Říha, 1975).

II.2.1.2. Proud

Elektrický proud můžeme definovat, jako velikost elektrického náboje, který projde průřezem vodiče za jednotku času. Definice proudu je tedy (Halliday at al., 1997):

$$I = dQ / dt$$

I – Elektrický proud [A]

dQ – Velikost elektrického náboje[C]

dt – Čas [s]

Jednotkou proudu v soustavě SI je coulomb za sekundu a tato jednotka se nazývá ampér [A]. Proudové šipky kreslíme ve směru, ve kterém by se pohyboval kladný náboj a to i v případě, kdy skutečné nosiče náboje jsou záporné a pohybují se tedy v opačném směru. Tuto konvenci můžeme používat proto, že ve většině situací předpokládaný pohyb nosičů kladného náboje v jednom směru je ekvivalentní skutečnému pohybu náboje v opačném směru (Halliday at al., 1997).

II.2.1.2.1. Proudová hustota

Proudová hustota je poměr intenzity proudu k průřezu vodiče. Hustota proudu se značí J a její jednotka v soustavě SI je ampér na metr čtverečný [A/m²]. Její velikost J je rovna proudu procházejícímu elementární ploškou průřezu vodiče,

kolmou ke směru proudu, dělenému velikostí této plošky. Můžeme ji tedy vypočítat ze vztahu (Halliday at al., 1997):

$$J = I/S$$

J – Hustota elektrického proudu [A/m^2]

I – Elektrický proud [A]

S – Plocha průřezu vodiče [m^2]

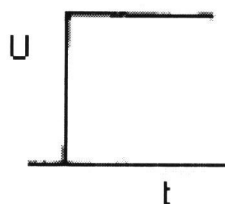
II.2.1.2.2. Druhy elektrického proudu

Podle chování elektrického proudu, to znamená podle zachování směru proudění a podle časového průběhu napětí, třídíme elektrické proudy na (Říha, 1975):

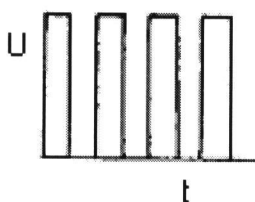
1) Proud stejnosměrný

Nemění svoji polaritu, zachovává stále stejný směr toku a vyvolává elektrolytické účinky. Podle časového průběhu napětí se proud stejnosměrný dělí na:

- a) **Proud stejnosměrný**, který má v každém okamžiku stále stejnou velikost. Zdrojem tohoto proudu jsou galvanické články.

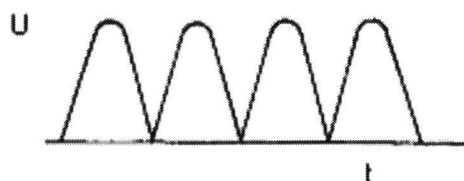


- b) **Proud stejnosměrný přerušovaný**, který vzniká přerušováním stejnosměrného proudu nepřetržitého. Jeho napětí dosáhne maxima ihned po zapnutí a po vypnutí okamžitě klesne na nulovou hodnotu.

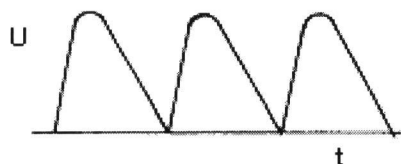


- c) **Proud stejnosměrný pulsační**, jehož napětí není časově stejné. V pravidelných intervalech postupně stoupá od nuly po maximum a potom zase postupně klesá na hodnotu nulovou.

Proud stejnosměrný pulsační s jednoduchou pulsací :



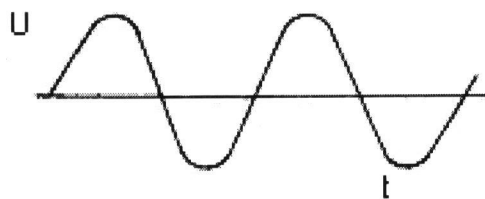
Proud stejnosměrný pulsační upravený pro potřeby elektrorybářství a svými vlastnostmi také vhodný pro konstrukci zábran:



2) Proud střídavý

Neustále mění svoji polaritu a tím i směr proudění. Přitom pravidelně mění svou velikost. Mění svoji hodnotu mezi plus minimem a minus maximum. Nejjednodušším střídavým proudem je proud sinusového průběhu. Doba za kterou nabude svůj původní směr je dána kmitočtem.

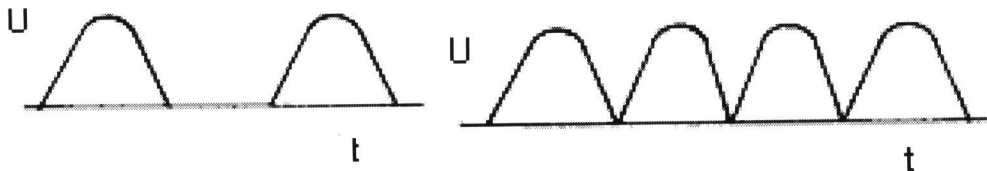
Proud střídavý jednofázový sinusového průběhu:



3) Proudý usměrněné

Se získávají usměrněním střídavého proudů pomocí usměrňovače a získaný proud má charakter jako stejnosměrný pulsační proud.

Jednocestně usměrněný střídavý proud: Dvoucestně usměrněný střídavý proud:



Střídavé proudy neusměrněné nejsou vhodné pro elektrorýbářství, díky jejich drastickému působení na rybí organismus.

4) Proudý impulsní

Jsou to vlastně pulsující proudy, skládající se z jednotlivých proudových nárazů rychle za sebou následujících. Rázy mají mít co nejkratší dobu trvání. Průběh proudy se vyznačuje strmým náběhem a pozvolným dozníváním. Tato forma proudy se na ryby projevuje pro potřeby elektrorýbářství zvláště příznivě.



II.2.1.3. Odpor

Odpor se značí R a jeho jednotkou je ohm $[\Omega]$. Přiložíme-li k vodiči napětí a změříme-li na jeho konci proud, můžeme z těchto hodnot vypočítat dle následujícího vztahu elektrický odpor (Záhejský, 2002; Halliday at al., 1997; Říha, 1975):

$$R=U/I$$

R – Elektrický odpor [Ω]

U – Napětí [V]

I – Proud [A]

II.2.1.4. Ohmův zákon

Ohmův zákon nám říká, že elektrické napětí, proud a odpor jsou v navzájem pevném poměru a vyjadřuje, že napětí v kterémkoliv vodiči je násobkem proudu protékajícího vodičem a jeho odporu (Záhejský, 2002; Halliday at al., 1997; Říha, 1975):

$$U=R \cdot I$$

II.2.1.5. Vodivost

Vodivost (konduktance) je převrácenou hodnotou odporu a jednotkou je siemens [S]. Konduktivita, je převrácenou hodnotou odporu roztoku, obsaženého mezi dvěma elektrodami o ploše 1 m^2 , které jsou od sebe jeden metr vzdáleny. Jednotkou je Sm^{-1} , v hydrochemii a analytice vody spíše mSm^{-1} případně mScm^{-1} . Konduktivita (pochopitelně stejně tak i konduktance) závisí na koncentraci iontů, jejich nábojovém čísle, pohyblivosti a teplotě (Pitter, 1999).

Všeobecně lze tedy říci, že při vzrůstu teploty vody o 1°C vzrůstá vodivost o 2% (Berčík, 1962).

Voda bez rozpuštěných solí (destilovaná voda) je špatným vodičem. Pokud však přidáme do destilované vody sůl, dojde vlivem schopnosti vody k rozštěpení (disociaci) rozpouštěné soli na kationty a anionty a vzniká elektrolyt. Říkáme, že se tento roztok stal vodičem elektrického proudu. Platí, že čím více je v roztoku přítomno rozpuštěných solí, tím větší je jeho vodivost pro el. proud, ale zároveň stoupá i odpor, který protékajícímu el. proudu takový roztok klade (Rejřík, online).

II.2.1.5.1. Vodivost rybího těla

K vnitřním silám je třeba počítat velikost proudu, který skutečně protéká rybím tělem. K tomu je však třeba znát specifický odpor rybího těla. Pokusy byly zjištěny tyto hodnoty: pstruh 818 ohm.cm^2 , okoun 981 ohm.cm^2 , plotice 1149 ohm.cm^2 ,

kapr 1228 ohm.cm². I když tyto hodnoty nemají absolutní platnost, umožňují nám srovnání a rozdíly v odporech jednotlivých druhů ryb potvrzují rozdílnou citlivost k proudu dle druhů. Praxe potvrzuje, že například pstruh i okoun reagují na vliv proudu výrazněji než například kapr nebo tloušť (Říha, 1975).

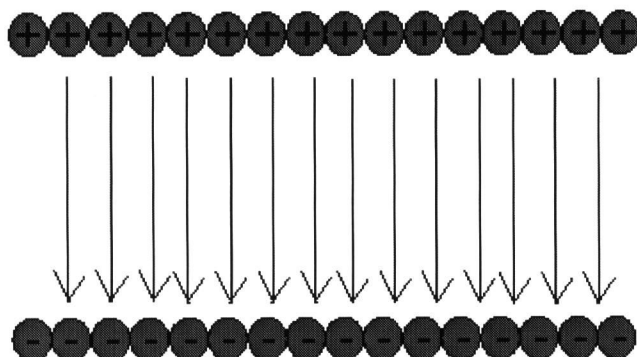
II.2.1.6. El. pole

Elektrické pole je prostor, ve kterém působí elektrické síly (Anonym4, online). Vytváří se mezi dvěma póly a znázorňuje se silovými čarami, které probíhají prostorem od pólu k pólu. Elektrické pole se vytváří v celé délce mezi póly. Ve vodě se pole vytváří ponořením elektrod a zavedením elektrického proudu.

Rozlišujeme rovnoměrné (homogenní) a nerovnoměrné (nehomogenní) elektrické pole (Anonym5, online) :

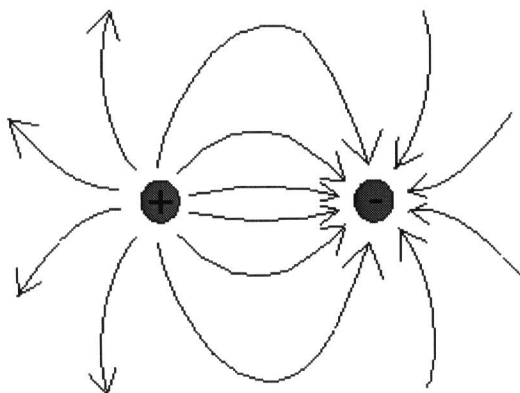
1)Homogenní

Obr.3. Distribuce siločar v homogenním elektrickém poli (Anonym5, online)



2)Nehomogenní

Obr.4. Distribuce siločar v nehomogenním elektrickém poli (Anonym5, online)



Citlivost ryb na účinky působení el. pole

1) *Citlivé*

K citlivým rybám k účinkům elektrického pole patří dle Říhy (1975) ryby kaprovité jako kapr obecný, plotice obecná, jelec tloušť, karas obecný a další.

2) *Méně citlivé*

Méně citlivé jsou ryby lososovité jako pstruh potoční, pstruh duhový a siven americký.

V případě, že se ryba dostane do elektrického pole, dochází vlivem působení elektrického proudu k podráždění nervového systému. Je-li překročena prahová hodnota, dojde k vyvolání vzruchu a k následné reakci organismu (Dubský at al., 2003).

II.2.1.7. Pulsy

Frekvence pulsů pro potřeby elektrických zábran musí být nízká, ale ne tak, aby ryby mezi impulsy stihly zábranou proplout. Proto se s úspěchem používají proudy impulsní s počtem 2 až 10 rázů za sekundu (Říha, 1975). U systému Geiger se samokontrolním systémem Fimat se frekvence pulsů pohybuje v rozmezí 3 – 13 Hz (Hartvich, Dvořák, 2002).

Pro potřeby elektrolovu se používají frekvence pulsů od 25 do 100 Hz. Nejodolnější ryby k počtu pulsů jsou pstruh, střevle, koljuška, méně potom ryby s protáhlým tvarem těla jako je sumec, úhoř a štika (Říha, 1975; Dubský at al., 2003).

Elektrody jsou nejdůležitější součástí elektrického plašiče ryb. Formu a uspořádání elektrod, jakož i výběr materiálu je nutné vždy přizpůsobit umístění stavby k přívodu a vodivosti vody, podloží, rychlosti proudění vody a k druhům a velikostem ryb (Hartvich, Dvořák, 2002; Říha, 1975).

II.3. Průchodnost toku

Činností člověka dochází k úpravám toků, které mohou vést k dočasnému přerušení nebo k zastavení migrace ryb a ostatních vodních živočichů.

Tok se pozměňuje pro účely rekreační a vodohospodářské a to stavbami vodních nádrží. Dále se na toku staví elektrárny, jelikož je to výhodné z energetického hlediska. Tyto a mnohé další úpravy mění charakter toku a je třeba přizpůsobit změny tak, aby byla zachována výtěrová migrace, což se řeší budováním rybích přechodů (Hartvich, 1994).

Bez ohledu na původní účel jezu představuje každá takováto stavba migrační překážku bránící volnému pohybu ryb tokem (Kubečka at al., 1997).

Dle §59 zákona č. 254/2001 Sb. o vodách, patří mezi povinnosti majitelů vodních děl u vodního díla sloužícího ke vzdouvání vody ve vodním toku udržovat na vlastní náklad v řádném stavu dno a břehy v oblasti vzdutí a starat se v něm o plynulý průtok vody, zejména odstraňovat nánosy a překážky, a je-li to technicky možné a ekonomicky únosné, vytvářet podmínky pro migraci vodních živočichů, nejde-li o stavby. Na odstraňování překážek pro migraci vodních živočichů ve vodním toku způsobených vodními díly vybudovanými před účinností tohoto zákona se podílí stát.

Také dle vyhlášky 433/2001Sb. je jedním požadavkem na stavby hrazení bystřin a strží, že přehrážky s hranou přelivu nad úrovní horního dna, s nádržným prostorem pro ukládání nebo třídění splavenin, se technicky upravují pro usnadnění migrace ryb, je-li v úseku bystřiny nebo strže jejich trvalý výskyt.

II.3.1. Malé vodní elektrárny

Malé vodní elektrárny (dále jen MVE) jsou zařízení, umožňující efektivní využití vodní energie pro krytí elektrických potřeb (Gabriel, 1998).

Největší rozvoj nastal v osmdesátých letech, kdy se pro energetické účely budovaly na vhodných úsecích toků MVE, protože jsou z hlediska ovzduší šetrné k životnímu prostředí (Lusk, 1997).

Zejména po roce 1989 se projevuje mimořádný zájem mnoha soukromníků, institucí a podniků o rekonstrukci zrušených i výstavbu nových MVE a mikrozdrojů na vhodných lokalitách (Gabriel, 1998).

V současné době je u nás v provozu asi 1300 MVE (Šedivý, online).

Jako hnací síla pro pohon lopatek turbín je u vodních elektráren používán vodní sloupec. V současné době je u nás v MVE nejčastěji využívána Kaplanova turbína (Lusk, 1997).

II.3.1.1. Škody na rybách způsobené provozem MVE

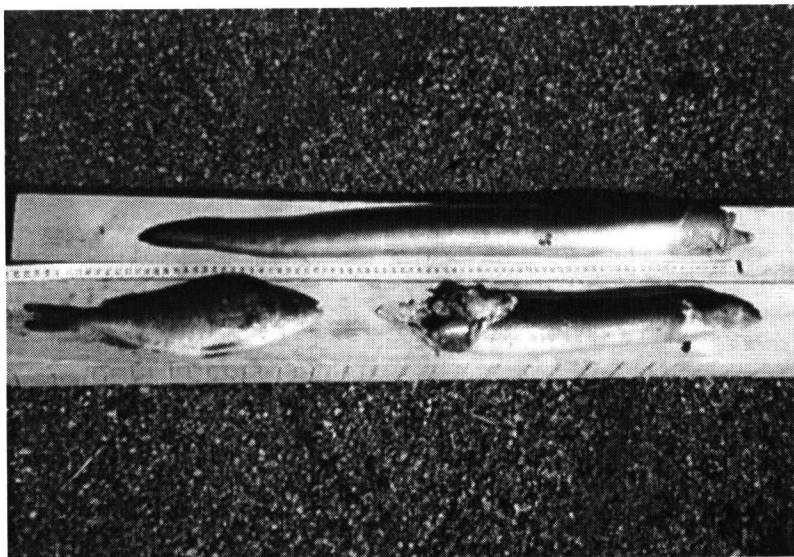
Zraňování a úhyn ryb, prošlých turbínovými soustrojími hydroelektráren je známým negativním doprovodným jevem při jejich provozu (Hartvich at al., online).

Nejčastější způsob napájení MVE se děje prostřednictvím bočního náhonu, ze kterého voda protéká turbínou a vrací se zpět do hlavního toku. Ryby pak nemají možnost obejít turbínu MVE a jsou při průchodu přes turbínu jejími lopatkami usmrcovány či poškozovány (Hartvich, 1994; Adámek, Sukop, 1997).

Při průchodu turbínou VE dochází například k úplnému nebo částečnému přetržení těla, k poškození či ztrátě šupin, poškození očí, ploutví a k vnitřním zraněním, jako poškození kostry (četné fraktury), poškození tkání a vnitřních orgánů. Rozsah poškození záleží na druhu a velikosti procházejících ryb (Holzner, 1999).

Kromě přímého poranění kontaktem s lopatkami jsou ryby při průchodu turbínami MVE vystaveny stresovým faktorům v důsledku rychlých změn tlaku, kavitace, vysokých rychlostí proudu a turbulence. Obecně lze říci, že zatímco u větších ryb se uplatňuje hlavně poranění či usmrcení díky přímému kontaktu s lopatkami turbíny, menší ryby jsou ohroženy spíše změnami tlaku (Hartvich at al., online).

Obr.5. Následek průchodu VE (Hartvich at al., online)



II.4. Rybí zábrany

II.4.1. Využití rybích zábran a zařízení na ochranu ryb

Migrující ryby jsou mimoděk přitahovány směrem k rostoucí rychlosti proudu, což bývá nazýváno přitažlivostí toků (Smith-Root, online).

Zábrany ryb výrazně snižují riziko poškození a úhyn ryb v turbínách MVE, v chladicích systémech jaderné i tepelné energetiky a odběrech užitkových vod pro vodárenství, závlahy v zemědělství a dalších průmyslových odvětvích (Hartvich, Dvořák, 2002).

II.4.2. Rozdělení rybích zábran

II.4.2.1. Mechanické zábrany

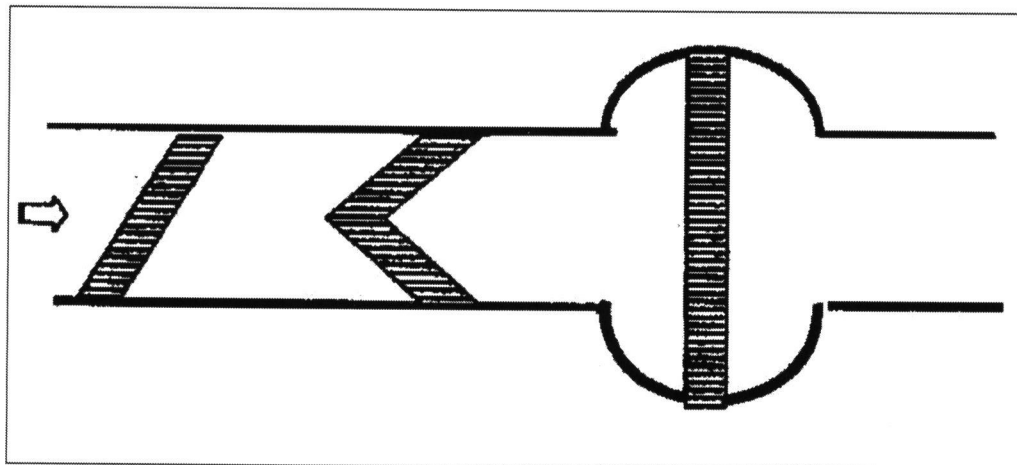
Mezi tyto zábrany patří například česlové stěny, různé druhy filtrů, rybářských sítí, Louver, naváděcí valy a další.

Česlová stěna by měla být tvořena česlemi (brenky) z pevného materiálu s minimální pružností, aby se pod tlakem vody neprohly, případně nepraskly. Tím by se mohl vytvořit prostor pro průnik ryb. Pro potřeby ochrany ryb v pstruhovém pásmu se vyžadují mezery o šířce 10 mm a pro ostatní rybí pásma 20 mm (Hartvich,

Dvořák, 2002). Volné roštové plochy se ale po krátké době zanášejí a může dojít i k poškození ryb při čištění (manuál fa Geiger).

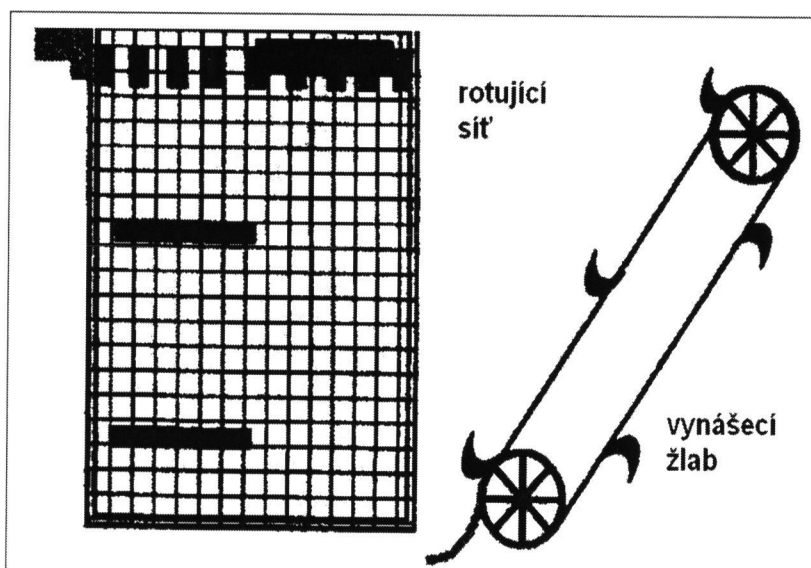
Česle s průlinami (mezerami) 20 mm prakticky znemožňují provoz MVE nad 40 kW což je většina MVE u nás a jejich nařízené použití by vedlo k zániku tohoto způsobu podnikání (Šedivý, online).

Obr.6. Možnosti uspořádání česlové stěny (Hartvich, Dvořák, 2002)



Mezi zábrany tvořenými sítěmi bývá nejúspěšnější zábrana v podobě nekonečného sítěného pásu. Účinnost zábrany převyšuje 70% (Hartvich, Dvořák, 2002).

Obr.7. Rotující plochá síť (Hartvich, Dvořák, 2002)



V případě relativně malých odběrů lze použít různé druhy filtrů, umístěné před odběrem vody. Tyto filtry, nejčastěji s pískovým nebo šterkovým filtračním substrátem, jsou pro ryby zcela neprostupné (Hartvich, Dvořák, 2002).

II.4.2.2. Pneumatické zábrany

Principem těchto zábran je vhánění vzduchu do vody pomocí tlakových trysek (Hartvich, Dvořák, 2002). Ryby reagují na optickou bariéru a za druhé na turbulentní proudění vody a hluk, následkem čehož jsou zastaveny a nepronikají do odběrů vody (Holzner, 1999).

II.4.2.3. Světelné zábrany

Tento systém je založen na vytváření světelných rázů, které jsou tak intenzivní, že jsou jimi ryby plašeny od vstupu do nebezpečného úseku toku (manuál fa Geiger). Světelné rázy vytváří vodotěsná světla umístěná na kovovém rámu, která mohou svítit nepřetržitě nebo přerušovaně s regulovatelným počtem impulsů pro zvýšení účinnosti. Ryby se u zábrany zastaví a nasměrují do zastíněného bypassu (obtoku), který je podmínkou úspěšného použití, a migrují dál po proudu původním korytem (Hartvich, Dvořák, 2002).

V praxi se ale tento systém ukázal méně účinný, jelikož při migraci může dojít ke zhoršení čistoty vody. Za této okolnosti vytvořený paprsek nemůže proniknout do potřebné vzdálenosti. Díky této skutečnosti se účinnost tohoto systému pohybuje v širokém rozmezí 30 až 76% (Adámek, 1997).

Nicméně výsledky četných praktických experimentů ukázaly, že u funkčních zábran se například škody na migrujících úhořích snižují až o 60% (Hartvich, Dvořák, 2002).

II.4.2.4. Zábrany využívající k plašení zvuk

V tomto případě by měl ryby zaplašovat nebo směřovat na jiná místa, kudy je migrace možná, do vody zavedený zvuk nebo hluk (Holzner, 1999).

Při testování tohoto systému ve Spolkovém výzkumném ústavu pro rybářství v Hamburku, byla při zapnutí přístroje vysílajícího zvukové vlny o různé frekvenci, pozorována určitá úniková reakce ryb (manuál fa Geiger).

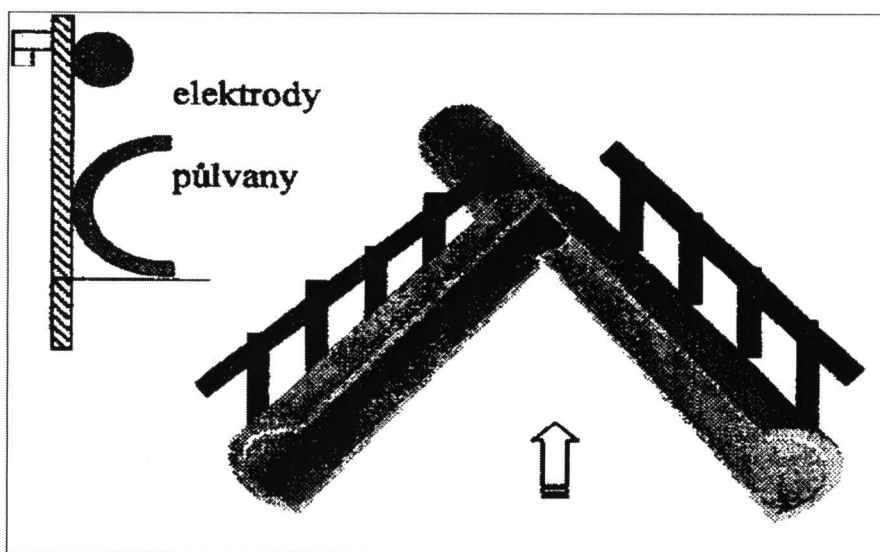
Plašící přístroj se skládá ze zvukového projektoru a signál řídicí jednotky se zesilovačem, která přehrává signál pro odpuzování ryb (Hartvich, Dvořák, 2002).

Účinnost zvukových plašičů dosahuje maximálně 60 % (Adámek, 1997).

II.4.2.5. Kombinované elektromechanické zábrany

Například kombinace elektronické zábrany s mechanickým usměrňovačem. Ryba je pomocí elektrod elektronické zábrany a půlvany mechanické zábrany směřována do sběrné roury, která vede kolem turbíny MVE opět do hlavního toku (Hartvich, Dvořák, 2002).

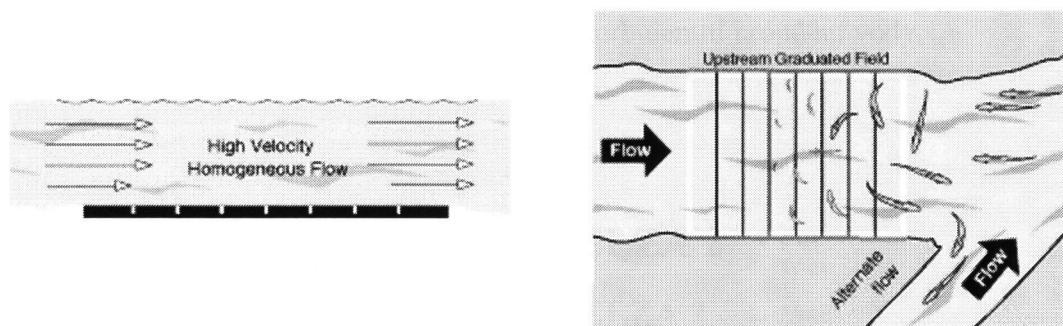
Obr.8. Elektromechanická půlvanová zábrana (Hartvich, Dvořák, 2002)



II.4.2.6. Elektronické zábrany

Jsou to zábrany, které k plašení ryb používají elektrické impulsy (Holzner, 1999). Standartní provedení elektronického plašiče se skládá ze zdroje elektrické energie, transformátoru, přístroje řídicího impulsy a elektrod (Hartvich, Dvořák, 2002).

Obr. 9. a 10. Umístění elektrod elektronické zábrany v toku (Smith-Root, online)



Do této kategorie spadá i elektronická zábrana ELZA 2, což je elektrické zařízení, které je určeno k omezení strhávání ryb do profilů a míst, kde může dojít k jejich poškození či usmrcení (objekty malých vodních elektráren, odběry vody apod.) nebo kde je jejich vstup či únik nežádoucí (přívodové i odvodové profily rybochovných objektů atd.) (Adámek, 1997).

Na vodních tocích je možné pro potřeby omezení migrace větších ryb použít elektronickou zábranu ERZU-1. Na nejvhodnějších říčních úsecích má až 100% plašící účinek na ryby migrující proti proudu a to i na vodách s velmi nízkou vodivostí (Hartvich, Dvořák, 2002).

Dále je možné použít například plně automatické systémy Geiger, s možností připojení zapisovače nebo počítače (manuál fa Geiger).

Přehled faktorů ovlivňujících účinnost elektrických zábran (Hartvich, Dvořák, 2002):

- 1) Ryby reagují na elektrické antiparalelní impulsy. Forma a frekvence impulsů musí být upraveny pro místní poměry lokality.
- 2) Další důležitý faktor je délka impulsu (5 ms), který musí ryby vyplašit od zábrany včas a s dostatečným účinkem.
- 3) Reakce ryb na elektrický impuls je podle druhu a velikosti (stáří) různá. Chování ryb v elektrickém poli je také závislé na teplotě a dalších fyzikálně-chemických vlastnostech vody.
- 4) Snížené reakce na elektrické impulsy se projevují u ryb nemocných a poškozených.

5) Rychlost proudění vody v okolí hlavních elektrod nemá překročit $0,3 \text{ ms}^{-1}$. Při vyšší rychlosti zůstávají ryby v elektrickém poli a nemají dostatečný čas k jeho opuštění. V blízkosti elektrod je nutné vyloučit turbulentní proudění vody.

II.4.3. Elektronická zábrana ryb ELZA 2

II.4.3.1. Využití elektronické zábrany ELZA 2

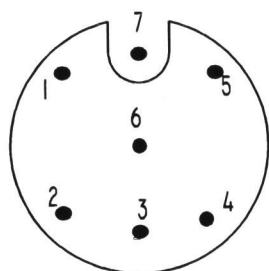
Jedná se o zařízení sloužící k omezení migrace a strhávání ryb do prostoru, ve kterých je jejich výskyt nežádoucí. Jedná se zejména o vstupy vody do malých vodních elektráren, čerpacích stanic, rybochovných zařízení apod., na jejichž přítokový profil je zábrana instalována v podobě odpuzovacích elektrod v nevodivém rámu tak, aby odvedla migrující ryby mimo jeho proudnici (manuál fa Bednář).

Konstrukce zařízení umožňuje její využití v řadě hospodářských činností spojených s rybníčními a intenzivními chovy ryb (výlovy, požeráky, cílená kumulace ryb)(Adámek, 1997).

II.4.3.2. Popis elektronické zábrany ELZA 2

Zařízení je napájeno ze zdroje malého napětí (12V stejnosměrných), které je měničem zvyšováno a posléze tvarováno do velmi krátkých, jehlovitých pulsů se strmým čelem náběžné hrany a exponenciálním tvarem doběhové křivky. Výstupní pulsy jsou rozdělovány do několika samostatných výstupů, a to proto, že v činnosti je vždy jen jeden aktivní vývod (elektroda), ostatní jsou fázově zpožděny a tudíž odpadá nastavování, nezbytně nutné při paralelním řazení elektrod. Výstup je pak vyveden na zásuvku přístroje pomocí čtyřžilového kabelu. Špičková hodnota pulsu je 325 V a frekvence pulsace je nastavitelná v rozsahu 15 až 95 Hz (manuál fa Bednář).

Obr.11 . Výstupy jednotlivých elektrod na zásuvku přístroje (manuál fa Bednář)



1. aktivní záporná elektroda
2. aktivní záporná elektroda
3. aktivní záporná elektroda
7. společná kladná elektroda

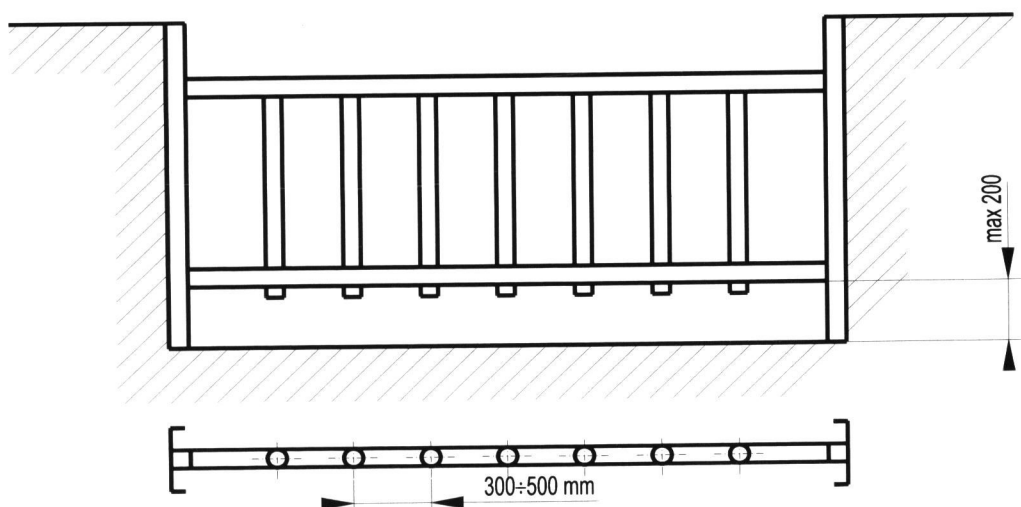
Elektronická zábrana sestává z těchto prvků (manuál fa Bednář):

- 1) přístroj ELZA 2-plastová krabice, rozměr 200x150x85mm
- 2) adaptér 12V/1A
- 3) elektrody -měděné trubky 22/1, délka dle specifikace max. 2000 mm
- 4) vidlice PK27 pro přívodní kabel k elektrodám.

Přívodní kabel není součástí příslušenství, je nutno ho opatřit dle místních podmínek (vzdálenost přístroje od elektrod).

Elektrody je vhodné instalovat do pomocného rámu z el. nevodivého materiálu, který zajistí svislou polohu elektrod a jejich rovnoměrné rozmístění. Doporučená vzdálenost jednotlivých elektrod mezi sebou je 0,3 - 0,5 m. K upevnění rámu je možno použít železné U-profilů zakotvené ve svislé poloze na obou březích a opatřené zádržkami pro vymezení polohy rámu (manuál fa Bednář).

Obr.12. Umístění elektrické zábrany ELZA 2 (manuál fa Bednář).



Spodní okraje elektrod by se dle manuálu měly umístit 100 – 200 mm nade dnem.

Souhrn technických dat (manuál fa Bednář):

Napájecí napětí:	10 - 15Vss nebo 6 -12Vst, 50Hz
Napájecí proud:	600mA max.
Energie výboje:	0,053 J
Příkon:	7W
Špičkové napětí na výstupu:	325V
Frekvence pulsů:	15-95Hz

Výrobek odpovídá technickým požadavkům na výrobky dle Zákona 22/1997 Sb., NV č.168/1997Sb. a NV č.169/1997Sb. a bylo na něj vystaveno Prohlášení o shodě.

II.4.3.3. Zkouška chování ryb v blízkosti bariéry ELZA 2

Orientační zkouška funkčnosti proběhla v bazénu o rozměrech 4 x 1,6 x 0,6 m na 24 kusech jelce tlouště o délce 25 – 35 cm při teplotě 11°C a vodivosti 800 mScm⁻¹. Testování potvrdilo, že uvedení zábrany do provozu vyvolávalo u ryb reakce, které jim bránily v přiblížení se k elektrodám přístroje. Pokud nebyly ryby ovlivněny podrážděním, vedoucím k úlekovým a únikovým reakcím, elektrickým polem nepronikaly (Adámek, 1997).

II.4.3.4. Účinnost elektronické zábrany ELZA 2

Účinnost zábrany ELZA2 je srovnatelná se zahraničními výrobky a pohybuje se v rozmezí 30 – 76% dle způsobu použití, jenž se může rozdělit do tří bodů (Adámek, 1997):

1) Zamezení migrace ryb proti proudu

Při tomto použití činí úspěšnost zábrany 40%. Tento nízký efekt je však vyvolán silným migračním pudem souvisejícím s reprodukcí.

2) Zamezení migrace ryb po proudu

Při tomto použití pro potřeby zamezení vstupu ryb do MVE, chovu ryb, chladících systémů, zavodňovacích a závlahových systémů je účinnost zařízení až 70%.

3) Podmínky, kdy nejsou ryby jinak stimulovány (pudy, rušení, poranění)

V takových podmínkách je účinek zařízení výrazný a podíl ryb, které by spontánně překonaly bariéru z důvodu úleku či jiných reakcí může poklesnout až na 10%.

II.5. Lov ryb elektrickým agregátem

Lov elektrickým agregátem se v našich podmínkách začal provozovat po druhé světové válce. Již od roku 1949 se začal provádět v provozním měřítku. Postupně se stal nejrozšířenějším způsobem hospodářských odlovů, hlavně na tekoucích vodách (Adámek a kol., 1997)

Dle znění zákona číslo 99/2004 Sb., ze dne 10. února 2004 o rybářství, výkonu rybářského práva, rybářské strážní, ochraně mořských rybolovných zdrojů a o změně některých zákonů (jinak známý jako zákon o rybářství), šestého odstavce paragrafu 13, je lov elektrickým proudem povolen pouze při splnění bezpečnostních předpisů. Osoba, obsluhující elektrické zařízení, musí mít u sebe povolení k takovému lovu a doklady opravňující použití elektrického zařízení, stanovené zvláštním právním předpisem. Tímto předpisem je vyhláška č. 50/1978 Sb., o odborné způsobilosti v elektrotechnice, ve znění vyhlášky č. 89/1982 Sb..

Dále je třeba při lovu postupovat dle oborové normy bezpečnosti práce při lovu elektrickým proudem, mimo jiné s ohledem na zákon 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, Zákon na ochranu zvířat před týráním 246/1992 Sb., Veterinární zákon 166/1999 Sb. a další.

Co se týče slovoování toku, každý odchovný pstruhový potok by se měl slovovat nejméně dvakrát po sobě. U pstruhových potoků se většinou sloví v prvním lovu 60-80 %, ve druhém lovu 15 – 30 % pstruhů a po druhém odlovu v toku zůstává ještě asi 10 % obsádky (Libosvářský at al., 1971).

III. MATERIÁL A METODIKA

III.1. Doba a místo uskutečnění pokusu

Pokus proběhl v období mezi 7.9. a 4.11. 2004 a následně mezi 2.9. až 31.10.2005.

Pro potřeby testování bylo zvoleno místo na řece Hanácké Bystřici, poblíž vesnice Domašov nad Bystřicí asi 20 km severovýchodně od Olomouce (viz příloha č.1) . Toto místo bylo vybráno z toho důvodu, že se zde nachází pstruží líheň místní organizace Českého rybářského svazu, která nám po dohodě vyšla vstříc, co se týče poskytnutí části hájeného úseku řeky k našim pokusným účelům, ale také zdroje elektrické energie pro potřeby testovaných zábran, umístění části technického zařízení zábran na pozemku líhně a vstupu na její pozemek. Dané místo nám vyhovovalo z hlediska velikosti toku a díky téměř ideální možnosti zvolení kontrolních úseků, jak pro potřeby testování protiproudové migrace, tak i poproudové migrace v toku přítomných ryb.

III.1.1. Hanácká Bystřice

Hanácká Bystřice pramení v Nížkém Jeseníku, patří do úmoří Černého moře a je levostranným přítokem řeky Moravy, do které ústí v Olomouci.

V místě líhně Domašov je to typická pstruhová řeka s přirozenou obsádkou pstruha obecného formy potoční (*Salmo trutta morpha fario*), vranky pruhoploutvé (*Cottus poecilopus*), mřenky mramorované (*Barbatula barbatula*). V menším množství se ve sledovaném úseku toku vyskytuje střevle potoční (*Phoxinus phoxinus*), pstruh duhový (*Oncorhynchus mykiss*) a ojediněle se vyskytuje siven americký (*Salvelinus fontinalis*), jelec tloušť (*Leuciscus cephalus*), lipan podhorní (*Thymallus thymallus*) a hrouzek becný (*Gobio gobio*).

III.1.2. Kontrolní úseky

Úsek A

Jednalo se o úsek hlavního toku Hanácké Bystřice (viz. příloha č.2 obr.1), na kterém byla testována zábrana protiproudové migrace ryb. Počátek tohoto úseku byl jez, jehož nátoková část byla tvořena kamenitou náplavou řeky. Díky nízkému průtoku vody v průběhu pokusu, a to jak v roce 2004, tak v roce 2005, tvořil veškerou vodu v toku průsak touto kamenitou vrstvou, která tedy sloužila jako filtr a zabraňovala jakékoliv poproudové migraci ryb do tohoto sledovaného úseku. Délka úseku byla 179 m a šířka se pohybovala kolem 4 m při maximální hloubce 1m. Průtok byl od 128 do 368 l. Dno koryta bylo tvořeno velkými kameny, z čehož vyplývá značná členitost a dostatek úkrytů jak pro ryby tak i pro jinou vodní faunu.

Úsek B

Tento úsek byl tvořen odtokem vody z objektu líhně zpět do hlavního toku Hanácké Bystřice (viz příloha č.2 obr.2) a byl využit jako kontrolní úsek protiproudové migrace ryb. Délka celého úseku byla 46 m, šířka se pohybovala kolem 1,5 m s maximální hloubkou 0,6 m. Dno toku bylo šterkovité a tok byl ze 70% zarostlý porosty devětsilu. Průtok se pohyboval od 47 do 116 $l s^{-1}$.

Úsek C

Byl to úsek tvořený náhonem vody pstruží líhně (viz. příloha č.2 obr.3). V místě odběru vody z hlavního toku byly instalovány zábrany k omezení poproudové migrace. Délka tohoto náhonu byla 181 m, šířka byla průměrně 1,5 m s maximální hloubkou 0,8 m. Horní část úseku byla s kamenitým dnem, které se pozvolna měnilo na dno bahnité. Úsek tedy obsahoval malé množství úkrytů na dně, ale část úkrytů byla pod podemletými břehy koryta.

III.2. Elektronická zábrana ELZA 2

Pro potřeby testu v rámci diplomové práce byly k dispozici dvě elektronické rybí zábrany ELZA 2 vyrobené firmou Radomír Bednář – výroba rybářských potřeb a kovovýroba Olomouc.

III.2.2. Instalace na pokusných úsecích

První zábrana byla instalována na hlavním toku Hanácké Bystřice. Jelikož zde řeka teče přirozeným korytem a neprotéká žádným profilem vhodným pro umístění rámu s elektrodami, byl tento rám opatřen kovovým stojanem a umístěn do toku. Pro potřeby snížení rychlosti proudění vody v místě elektrod a zvýšení hladiny z důvodu správného umístění elektrod ve vodním sloupci i zvětšení aktivního povrchu elektrod ve vodním prostředí, byla pod touto zábranou vystavěna malá kamenná hrázka zajišťující zmiňované podmínky (viz příloha č.2 obr.4). Vlastní elektronická část přístroje byla umístěna v objektu líhně, kde byl přístroj zapojen do elektrické sítě.

Druhý přístroj byl instalován před náпустní stavidlo náhonu líhně a sloužil jako zábrana vnikání ryb vlivem poproudové migrace do tohoto kontrolovaného úseku. Elektronická část přístroje byla opět umístěna na vhodné zastřešené místo na pozemku líhně a před náпустním zařízením, nacházejícím se již mimo vlastní objekt líhně, se instaloval pouze rám s elektrodami opuzovače (viz příloha č.2 obr.5).

Vlastní instalace přístrojů proběhla v souladu s manuálem výrobce k daným přístrojům, za spolupráce technika firmy Bednář.

III.2.3. Nastavení a provoz

Jelikož jsou elektrické zábrany ELZA 2 po stránce výstupních hodnot, kromě nastavení frekvence pulsů, pevně nastaveny výrobcem, týkalo se naše nastavení pouze zmiňované frekvence. V roce 2004 byly odpuzovače testovány při nastavení výstupní frekvence elektrických pulsů 20 Hz. V následném roce 2005 byla frekvence pulsů zvýšena na 60 Hz a následně 100 Hz.

Zařízení bylo v provozu ve čtrnáctidenních cyklech. Po 14 dnech nepřetržité funkce a následném kontrolním slovení sledovaných úseků, následovala do dalšího kontrolního data doba, kdy byly zábrany vypnuté.

III.3. Kontrolní odlovy

Kontrola migrace ryb na sledované úseky probíhala pomocí jejich slovování. Tyto odlovy byly uskutečňovány pomocí elektrického agregátu k lovu ryb a probíhaly ve čtrnáctidenních cyklech v době od 7.9.2004 do 4.11.2004 a následně od 2.9.2005 do 31.10.2005.

Ke slovování byl používán elektrický bateriový agregát firmy Smith-Root Inc. (Vancouver, USA). Pracovní napětí přístroje je výrobcem udáváno v rozmezí 100 – 1100 V a výstupní proud 60 A ve špičce. V průběhu pokusu bylo při kontrolních odlovech pracováno s 300 až 400 V.

Lov elektrickým agregátem probíhal za účasti lovce s el. agregátem, lovce s podběrákem a nosiče ryb, kteří spolu postupovali tokem proti proudu a prolovovali jej. Ryby byly po ulovení přenášeny pomocí plastových kbelíků do nedalekého malého haltýře, který se umisťoval do toku (viz příloha č.2 obr.5). Zde byly shromažďovány do ukončení lovu. Po každém slovení kontrolního úseku byl určen druh ryb, početní zastoupení každého druhu a celková hmotnost ryb daného druhu v odlovu.

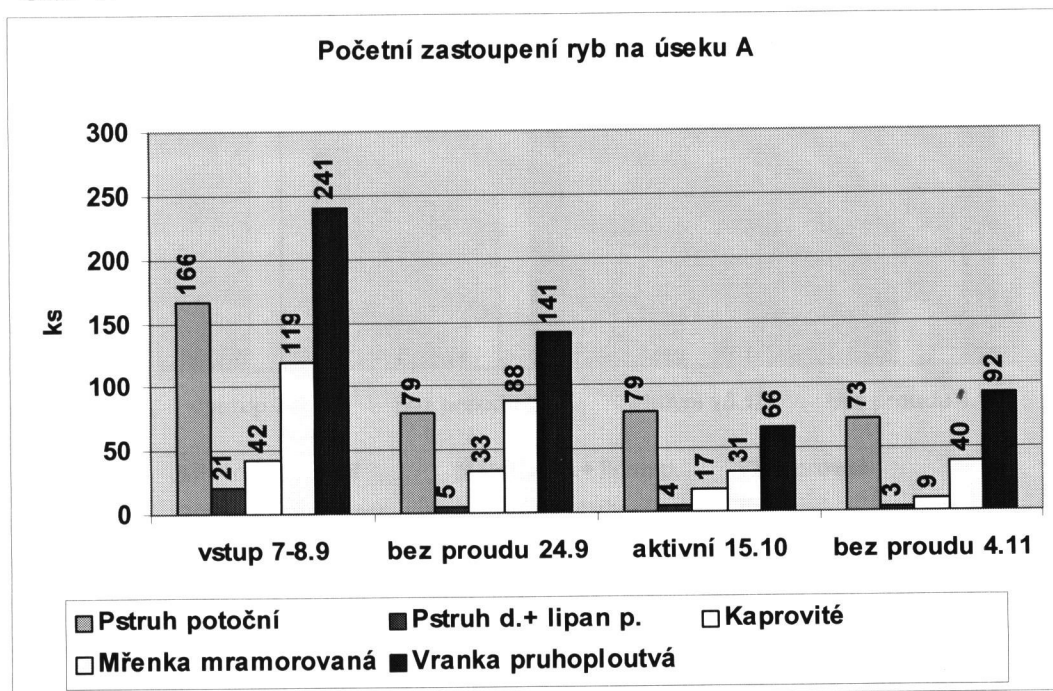
Všechny kontrolní úseky byly po sobě třikrát sloveny a to jak na vstupní kontrole, tak při všech kontrolách následujících. Ulovené ryby byly po sečtení a zvážení vysazeny zpět do toku, ve vzdálenosti 70 – 50 m po proudu od bariéry ELZA 2 na úseku A.

IV. VÝSLEDKY A DISKUSE

IV.1. Výsledky pokusu 2004

IV.1.1. Úsek A – zábrana protiproudové migrace ryb (20 Hz)

Graf 1.



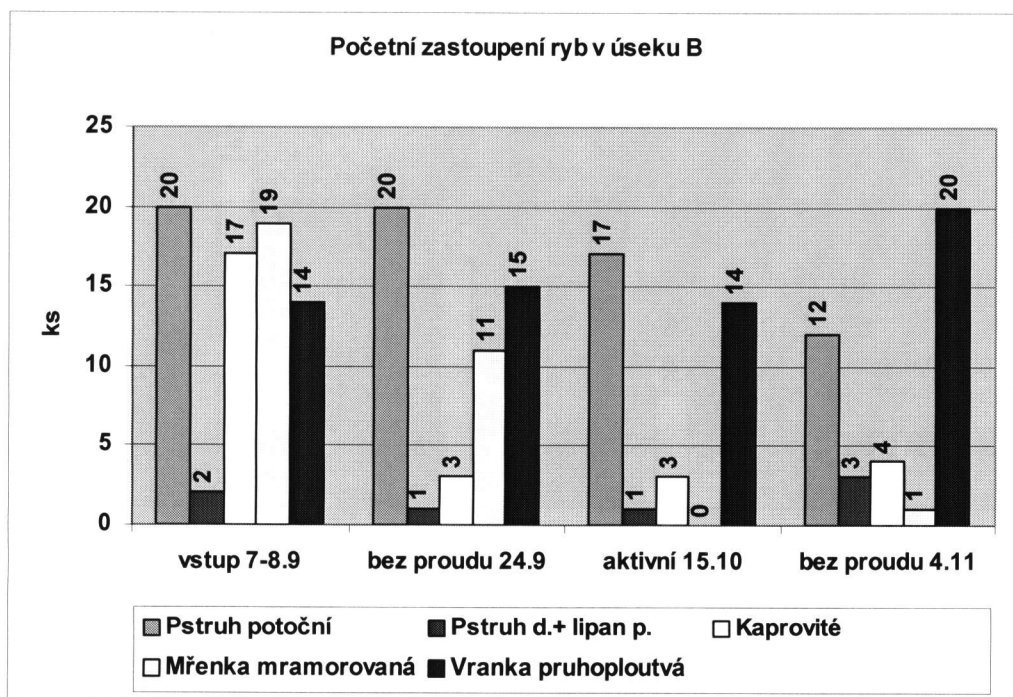
Nejvyšší počet byl u všech druhů ryb uloven v prvním (vstupním) odlovu. Množství ryb u všech lovených skupin, mimo vranku a mřenku, vykazovalo trvale sestupnou tendenci.

V případě pstruha obecného formy potoční (dále jen pstruha) nebyl zaznamenán statistický rozdíl mezi abundancí ryb, které do úseku namigrovaly v době, kdy byla zábrana v provozu a abundancí ryb, které do úseku pronikly v předchozím a následném období.

U vranky pruhoploutvé (dále jen vranky) a mřenky mramorované (dále jen mřenky) byl nejnižší počet odlovených ryb zaznamenán právě v době, kdy byla testovaná zábrana aktivní, což by mohlo poukazovat na pozitivní účinnost na tyto druhy ryb.

IV.1.2. Úsek B – kontrola protiproudové migrace

Graf 2.



Pstruh vykazoval lehce klesající trend abundance, což koresponduje s údaji z úseku A.

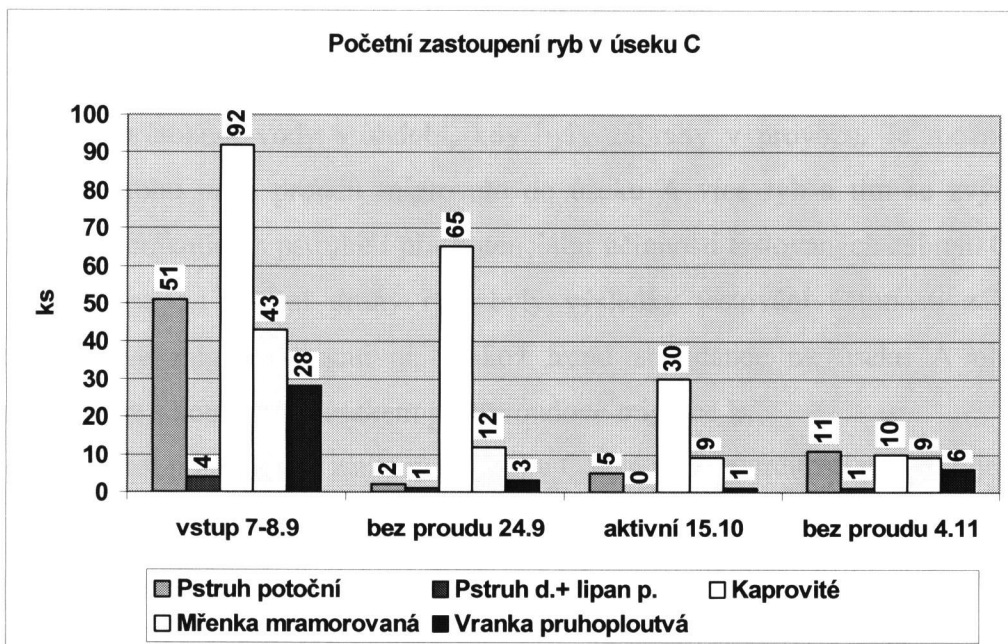
Početni zastoupení kaprovitých ryb (převážně střevle potoční, dále jelec tloušť a ojediněle hrouzek obecný) bylo vstupním slovením sníženo a po zbytek trvání pokusu do tohoto úseku migrovali jen ojediněle.

Mřenka migrovala jen do 24.9. a v následných odlovech nebyla až na jeden případ zaznamenána, což mohlo být způsobeno sníženou teplotou vody, stejně jako u kaprovitých ryb.

Abundance vranky byla v průběhu pokusu vyrovnaná, jen v posledním sledovaném období se zvýšila, což opět koresponduje se zvýšením abundance na úseku A.

IV.1.3. Úsek C – zábrana poproudové migrace ryb (20 Hz)

Graf 3.



Úsek vykazoval při vstupním slovení nejvyšší početnost skupiny kaprovitých ryb. Abundance této skupiny měla trvale klesající charakter, když bylo v první kontrole sloveno 92, ve druhé 65, třetí 30 a v poslední 10 kusů ryb.

U pstruha byla vstupním slovením ze sledovaného úseku odstraněna obsádka a v následujících obdobích pstruzi po proudu zpět do úseku migrovali jen málo, ale s trvale vzestupnou tendencí, což mohlo být způsobeno postupným zvyšováním průtoku v kombinaci s klesající teplotou vody. Poslední časový interval se odehrával mezi teplotou 6,5 a 5 °C, což by mohlo poukazovat na zvýšenou poproudovou migraci části již vytřených pstruhů potočních z výše položených úseků toku. Stejně tak by na tento fakt mohla poukazovat také průměrná hmotnost lovených jedinců, která byla v poslední kontrole největší z průběhu pokusu.

Abundance mřenky se po vstupním slovení ustálila na počtu kolem deseti jedinců v následných odlovech, což značí vyrovnanou aktivitu tohoto druhu během pokusu.

Vranek bylo nejméně uloveno v době, kdy byly zábrany v provozu, ale díky velmi nízkému počtu jedinců a rostoucímu průtoku se dá jen těžko s určitostí hovořit o pozitivním účinku zábran na tento druh ryby.

IV.1.4. Celkové výsledky 2004

V průběhu pokusu se abundance pstruhů, migrujících do kontrolního úseku A při zapnuté elektrické zábraně, statisticky nelišila od zjištěných hodnot abundance v předcházejícím a následném kontrolním odlovu. Zdánlivě negativní účinek zábran na pstruha, který lze odvodit z výsledných údajů, mohl být na úseku A způsoben zvýšeným průtokem vody v období, kdy byly zábrany v provozu. Je možné, že v důsledku toho proti proudu migrovalo do úseku A více ryb a tím se zvýšilo i množství pronikajících pstruhů i při potenciální účinnosti testovaných zábran. Co se týče účinnosti na ostatní druhy ryb, byly výsledky testování účinnosti zábrany protiproudové migrace negativní, jelikož trend abundance na úseku A obecně koresponduje s kontrolním úsekem protiproudové migrace B.

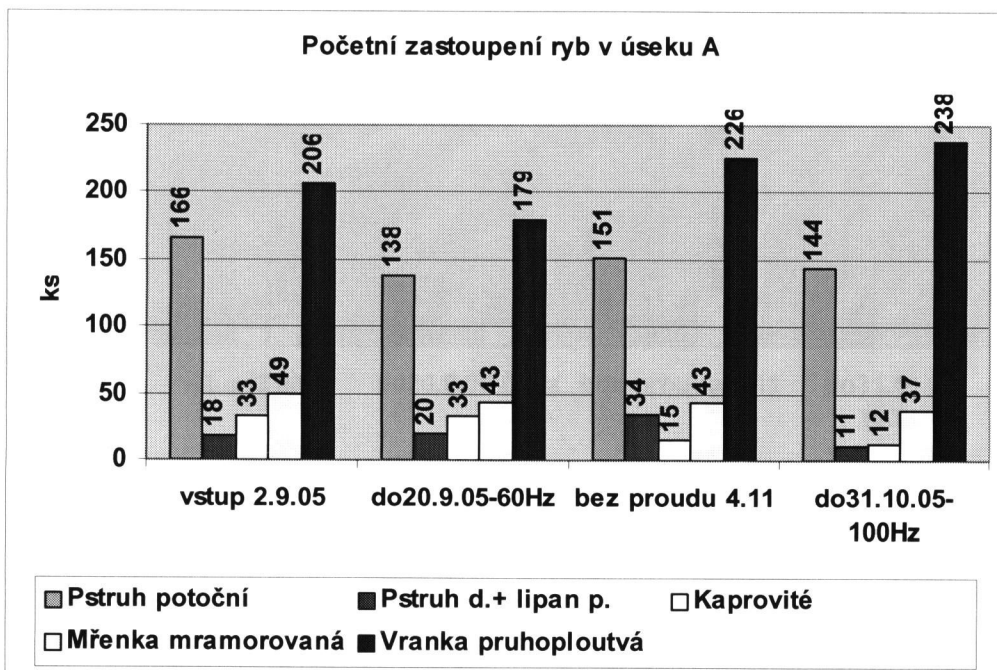
Funkčnost poproudové zábrany na úseku C také nelze s určitostí potvrdit, jelikož množství ulovených pstruhů rostlo v závislosti na zvyšování průtoku vody a pozitivní vliv zábran není z výsledku zřetelný. Stejně tak z výsledku není patrný vliv na jiné druhy, či skupiny druhů ryb.

Můžeme tedy konstatovat, že elektrická zábrana ELZA 2 při testovací frekvenci 20Hz nedokáže účinně zabránit rybám v pronikání do sledovaných úseků toku a to jak při použití jako zábrana poproudové tak protiproudové migrace. Z výsledků ani nevyplývá, že by oba druhy migrace ryb významně omezovala.

IV.2. Výsledky pokusu 2005

IV.2.1. Úsek A – zábrana protiproudové migrace ryb (60 a 100Hz)

Graf 4.



V průběhu testování zábran v roce 2005 vykazovala abundance všech druhů ryb poměrně vyrovnané hodnoty a to nezávisle na tom, jestli byly zábrany v provozu či nikoliv. Početnost ryb obecně kopírovala průběh průtoku.

Odchytky v abundanci pstruha v jednotlivých odlovech byly statisticky nevýznamné. Fakt mírného nárůstu početnosti ryb v době, kdy byly zábrany vypnuté byl z velkou pravděpodobností zapříčiněn momentálním nejvyšším průtokem v průběhu pokusu 2005.

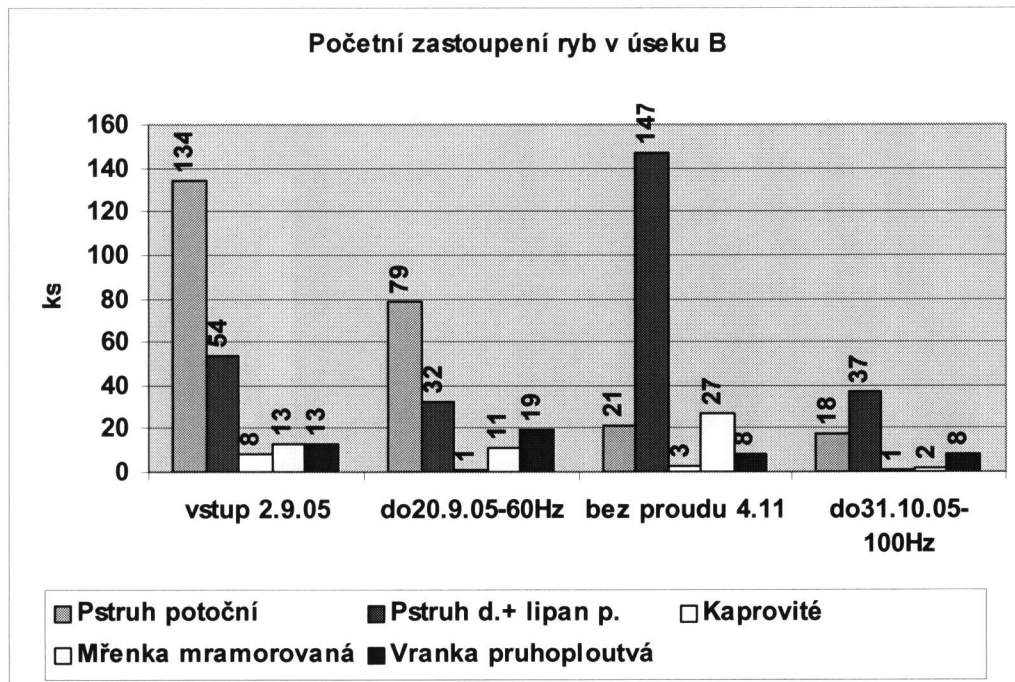
Kaprovité ryby vykazovaly pozvolný pokles protiproudové migrace, zřejmě v závislosti s poklesem teploty vody.

Početnost lovených mřenek se v průběhu pokusu nezměnila.

Abundance vranky po vstupním slovení také nijak významně neklesla. Až do konce pokusu vykazovala trend trvalého zvyšování bez ohledu na provoz zábran, ale i na klesající teplotu vody.

IV.1.2. Úsek B – kontrola protiproudové migrace

Graf 5.



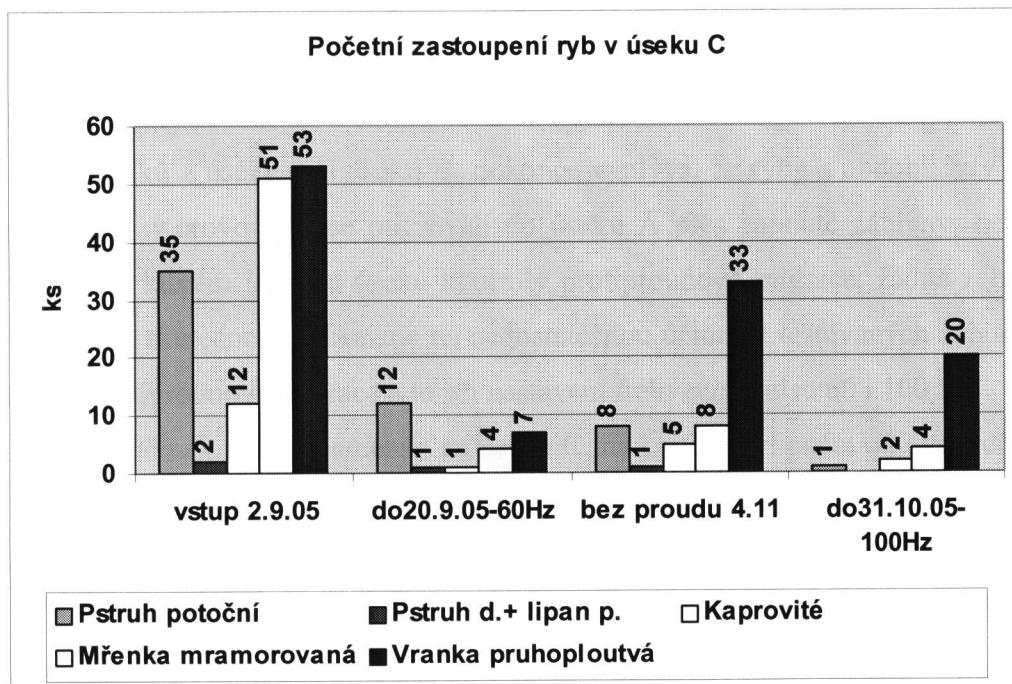
Početnost pstruha měla na rozdíl od úseku A trvale klesající tendenci.

Na tomto úseku byla vzhledem k ostatním úsekům vysoká abundance skupiny pstruha duhového a lipana podhorního, jenž zde byla tvořena pouze pstruhem duhovým. Příčina jeho vysoké početnosti, jenž vyvrcholila počtem 147 ks v třetím kontrolním slovování, nebyla v jeho protiproudové migraci, nýbrž v nedostatečném zabezpečení odtoků chovných nádrží líhně, ze kterých unikal roček pstruha duhového. Tento fakt je znatelný i z průměrných hmotností ulovených Pd, která činila 3,9 g.

Průběh migrace vranky a mřenky byl poněkud odlišný od úseku A. Nejvyšší počet vranek byl uloven v době, kdy byla na úseku A v provozu zábrana nastavená na 60 Hz, což by mohlo poukazovat na fakt, že aktivní zábrana vranky mohla ovlivnit. U mřenky byla nejvyšší abundance zjištěna v době vypnutých zábran, kdy byl v tomto úseku nejvyšší průtok vody.

IV.2.1. Úsek C – zábrana protiproudové migrace ryb (60 a 100Hz)

Graf 6.



Abundance pstruha měla v průběhu pokusu 2005 charakter pozvolného poklesu, bez ohledu na průběh průtoku a zřejmě i přítomnosti zábran.

U všech ostatních druhů ryb byl zaznamenán pokles počtu slovených ryb za období, ve kterém byly zábrany aktivní. Tento fakt poukazuje na pozitivní účinek zábran jak při 60 tak 100 Hz, který ale může být ještě ovlivněn hodnotami průtoku vody, jelikož největší průtok byl zaznamenán právě v době, kdy nebyly zábrany aktivní.

IV.1.4. Celkové výsledky 2005

V průběhu pokusu se abundance pstruhů migrujících do kontrolního úseku A v době, kdy byla zábrana v provozu, statisticky nelišila od ostatních zjištěných hodnot abundance na tomto úseku. Nestalo se tak ani při jedné z testovaných frekvencí (60 a 100Hz).

Z výsledků z úseku A a úseku B dokonce vyplývá, že ryby v období, kdy byly rybí zábrany v provozu, více migrovali do úseku A přes zapnuté zábrany, než do úseku B, na kterém jako na úseku kontroly protiproudové migrace, žádné zábrany nebyly. Tato skutečnost poukazuje na nedostatečnou účinnost testovaných zábran na omezení protiproudové migrace a to při nastavení frekvence pulsů 60 i 100 Hz.

Možný účinek byl zaznamenán na úseku C, na kterém byl počet odlovených ryb nižší v případě aktivních bariér. Tento výsledek mohl být ale ovlivněn zvýšeným průtokem v době, kdy byly bariéry vypnuty.

Zmiňovaný možný pozitivní účinek na omezení poproudové migrace se ovšem netýká pstruha, jehož abundance vykazovala plynulý pokles a to bez ohledu na provoz zábran.

IV.2. Vyhodnocení lovu elektrickým agregátem

Jelikož byl pro potřebu shromažďování dat použit elektrický agregát k lovu ryb, nabídla se možnost, vyhodnotit účinnost lovu s tímto elektrickým zařízením vztaženou na určitý druh ryby. Toto vyhodnocení jsem provedl na základě množství ulovených ryb. Jelikož se v dané oblasti na toku vyskytovaly s větší početností jen tři hlavní druhy ryb, byly počty právě těchto druhů ryb v jednotlivých odlovech základem tohoto vyhodnocení. Zvolené druhy ryb byly, pstruh obecný forma potoční (*Salmo trutta morpha fario*), vranka pruhoploutvá (*Cottus poecilopus*) a mřenka mramorovaná (*Barbatula barbatula*).

Počty ulovených ryb byly statisticky zprůměrovány a rozděleny do prvního, druhého a třetího odlovu na jednotlivých úsecích a to v roce 2004 i 2005.

Výsledky za rok 2004 a 2005 jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Tab.2.

Procentické zastoupení vybraných druhů ulovených ryb v jednotlivých odlovech na daných úsecích pro rok 2004									
	pstruh potoční			mřenka mramorovaná			vranka pruhoploutvá		
	I.odlov	II.odlov	III.odlov	I.odlov	II.odlov	III.odlov	I.odlov	II.odlov	III.odlov
A	65,4	29,7	4,9	54,7	28,1	17,2	46,5	34,1	19,4
B	76,8	18,9	4,3	48,4	29	22,6	46	31,7	22,3
C	81,2	11,6	7,2	67,1	17,8	15,1	65,8	21,1	13,1

Tab.3.

Procentické zastoupení vybraných druhů ulovených ryb v jednotlivých odlovech na daných úsecích pro rok 2005									
	pstruh potoční			mřenka mramorovaná			vranka pruhoploutvá		
	I.odlov	II.odlov	III.odlov	I.odlov	II.odlov	III.odlov	I.odlov	II.odlov	III.odlov
A	61,1	26,4	12,5	40,1	31,4	28,5	44,7	32	23,3
B	68,3	20,6	11,1	32,8	43,6	23,6	47,9	29,2	22,9
C	79,1	18,6	2,3	47,5	39	13,5	37,5	39,6	22,9

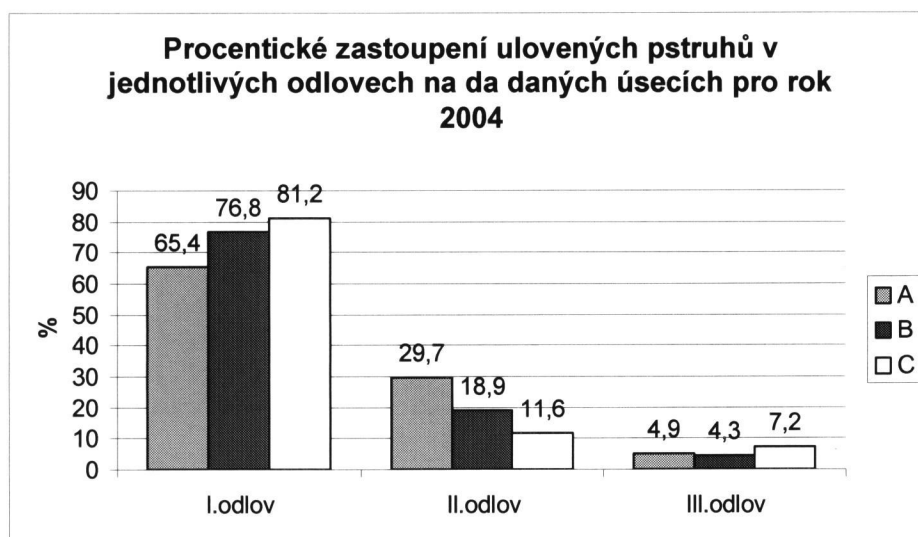
Dle následných grafů můžeme posoudit účinek elektrolovu na jednotlivé druhy ryb dle relativní úspěšnosti jejich odlovu na daných úsecích A,B a C.

Pstruh obecný

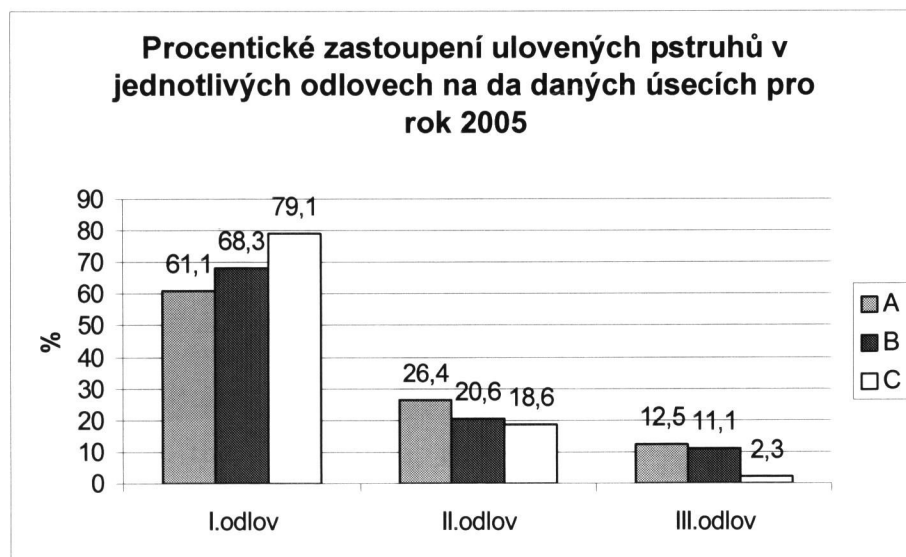
Pstruh v elektrickém poli dobře reagoval. Projevoval se dobrou galvanotaxí a rychle upadal do galvanonarkózy. Tyto vlastnosti nám umožňovaly jeho velice efektivní slovování.

Rozdíly mezi jednotlivými úseky jsou dány jejich rozdíly v členitosti.

Graf 7.



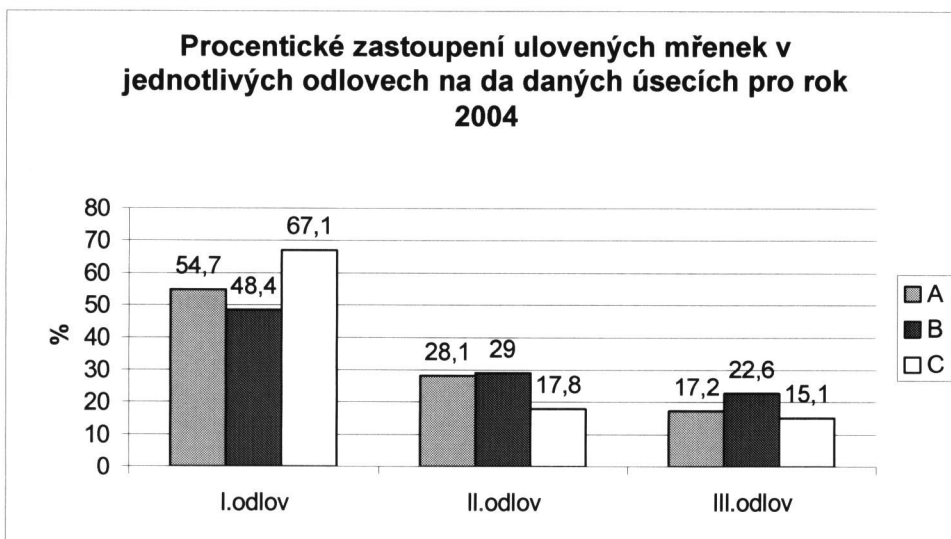
Graf 8.



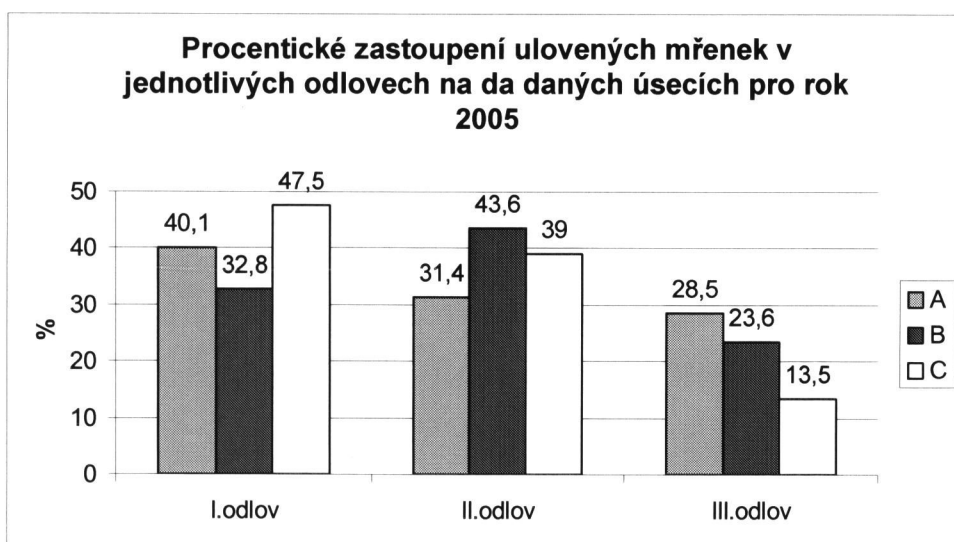
Mřenka mramorovaná

Mřenky díky svému tvaru těla reagovaly na el. pole citlivě. Nejdříve se projevila rychlá úniková reakce, ale ryby se většinou z elektrického pole nevymanily a poměrně rychle upadaly do galvanonarkózy bez předchozích výraznějších projevů taxe. Díky svému způsobu života v úkrytech (hlavně pod kameny), rychlému upadání do galvanonarkózy a ochrannému zbarvení, byly mřenky odlovovány hůře a i ve třetím lovu byla jejich početnost poměrně vysoká.

Graf 9.



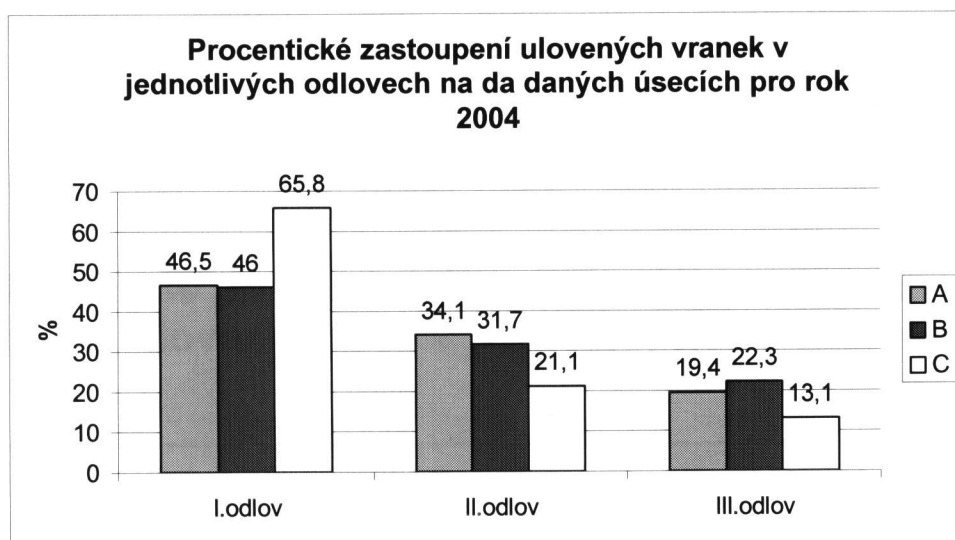
Graf 10.



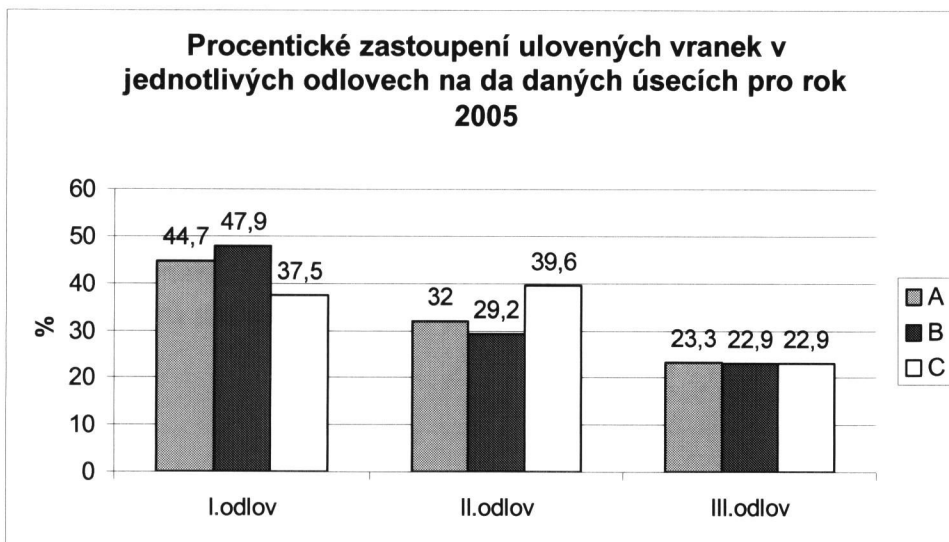
Vranka pruhoploutvá

Vranka je v literatuře udávána jako naše ryba k elektrickému proudu nejcitlivější. Dle předpokladu reagovala již ve větší vzdálenosti od anody. Ryby ve větší vzdálenosti reagovaly na el. pole únikovým reflexem, jinak se projevíly v prvním okamžiku rychlou galvanotaxí a následně upadaly do galvanonarkózy a klesaly na dno toku, kde byly díky svému zbarvení těžce slovitelné, pokud neležely na zádech, kdy bylo možné zachytit zrakem jejich světle zbarvené břišní partie. Některé ryby na elektrické pole reagovaly okamžitou elektronarkózou, bez jakékoliv změny polohy těla. Díky jejich skrytému způsobu života, podobně jako u mřenky, byl odlov vranek velice obtížný a jejich početnost v jednotlivých odlovech výrazně neklesala.

Graf 11.



Graf 12.



Tab. 4.

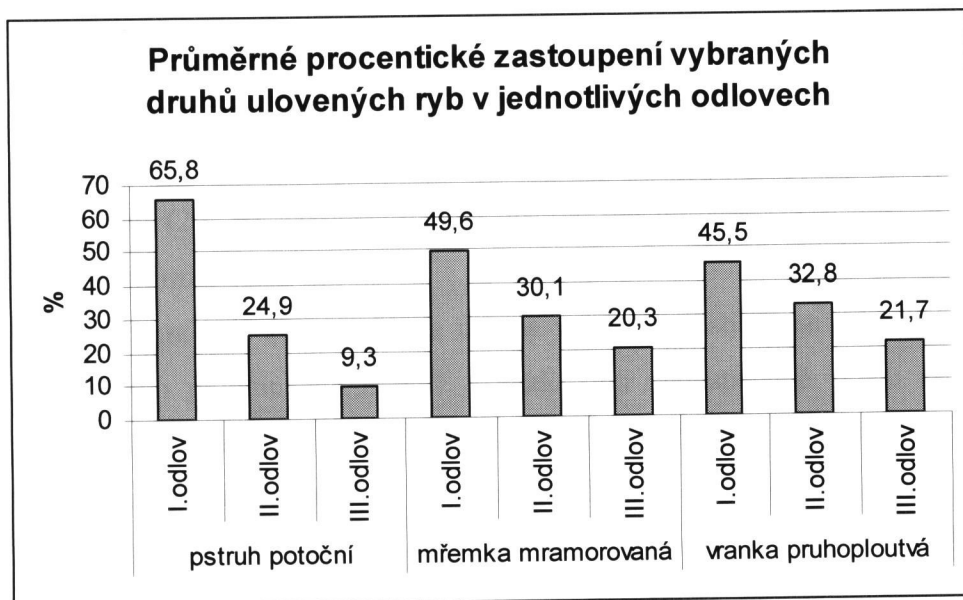
Průměrné procentické zastoupení vybraných druhů ulovených ryb v jednotlivých odloveh

pstruh potoční			mřemka mramorovaná			vranka pruhoploutvá		
I.odlov	II.odlov	III.odlov	I.odlov	II.odlov	III.odlov	I.odlov	II.odlov	III.odlov
65,8	24,9	9,3	49,6	30,1	20,3	45,5	32,8	21,7

Hodnoty průměrného procentického zastoupení daných druhů ryb v jednotlivých odloveh poukazují na rozdíly v úspěšnosti jejich lovu pomocí elektrického agregátu. Naše hodnoty odlovu pstruha (65,8% v prvním odlovu, 24,9% v druhém a 9,3% v třetím z celkového množství ulovených pstruhů) potvrzují úspěšnost, kterou uvádí odborná literatura. Například Libosvářský at al. (1971) uvádí, že v prvním odlovu se na chovném potoce uloví 60-80% obsádky, při druhém 15-30% a v toku zůstává asi 10% z původního množství pstruhů.

Průběh zjištěných hodnot u vranky a mřenky poukazuje na fakt jejich obtížné slovitelnosti.

Graf 13. Průměrné procentické rozložení celkového úlovku vybraných druhů ryb v prvním, druhém a třetím odlovu.



IV. ZÁVĚR

Dle výsledků pokusu můžeme konstatovat, že námi testované zábrany ELZA 2 při stávající konstrukci a výstupních hodnotách (špičková hodnota pulsu 325V, energie výboje 0,053 J a maximálně 600mA) nejsou dostatečně účinné na to, aby dokázaly zabránit rybám v pronikání do sledovaných úseků toku a nedokáží toto pronikání ani významně omezit. Tento fakt jsme zjistily při všech testovaných frekvencích (20, 60 a 100 Hz) a to jak při použití k omezení protiproudové, tak poproudové migrace ryb.

Výrobce udává, že je zábrana účinná ve vzdálenosti 50cm od elektrod, což se v provozních podmínkách zřejmě ukázalo býti nedostatečné. Větší ryby (zvláště pstruzi, kteří patří mezi naše nejrychlejší) se vzhledem k malé účinné vzdálenosti ocitají při prorážení zábran v elektrickém poli příliš krátkou dobu na to, aby mohly efektivně zareagovat a změnit směr pohybu o 180° zpět od elektrod. Z toho vyplývá možná alternativa, jenž se používá u zahraničních zařízení, usměrňující nebo omezující migrace ryb, která spočívá ve vodorovném uložení několika odpuzujících elektrod na dně napříč vodním tokem, případně profilem před náпустním zřízením. Tento způsob použití efektivně zvětšuje velikost elektrického pole působícího na ryby.

Během našeho pokusu byla dále získána data z jednotlivých elektrolovů, která po zpracování poskytla informace o úspěšnosti lovu pstruha obecného formy potoční (*Salmo trutta morpha fario*), mřenky mramorované (*Barbatula barbatula*) a vranky pruhoploutvé (*Cottus poecilopus*). Tyto údaje mohou být dále použity.

VI. POUŽITÁ LITERATURA

- Adámek, Z. a kol., 1997: Rybářství ve volných vodách. EAST PUBLISHING , Praha, 205 s.
- Adámek, Z., 1997: Elektronická zábrana pro ryby ELZA 2: Výsledky vstupního testování funkčnosti a účinnosti. In: Adámek Z.(Ed.): Vliv malých vodních elektráren na vodní prostředí. Bull. VÚRH JU Vodňany, 166-170
- Adámek, Z.; Sukop, I.,1997: Vliv provozu MVE na ekosystém toku. In: Adámek Z.(Ed.): Vliv malých vodních elektráren na vodní prostředí. Bull. VÚRH JU Vodňany, 103-110
- Baruš, V.; Oliva, O., 1995: Mihulovci a ryby (1). Academia, Praha, 623 s.
- Berčík, J., 1962: Vodivostné a dielektrické merania v chemickej analýze. Slovenské vydavateľstvo technickej literatúry, Bratislava, 393 s.
- Berger, J., 2000: Biologie buněk. KOOP, České Budějovice, 211 s.
- Cloudsley-Thompson, J., 1978: Animal migration. Orbis Publishing, London, 126 s.
- Dubský, K.; Kouřil, J.; Šrámek, V., 2003: Obecné rybářství. Informatorium, Praha, 308 s.
- Gabriel, P.; Čihák, F.; Kalandra, P., 1998: Malé vodní elektrárny. ČVUT, Praha, 321 s.
- Gaisler, J., 1983: Zoologie obratlovců. Československá akademie věd, Praha, 534 s.
- Halliday, D.; Resnick, R.; Walker, J., 2000: Fyzika 3 část- Elektřina a magnetismus. VUTIUM, Brno, 578-888
- Hartvich, P., 1994: Úpravy hydrotechnických zařízení malých vodních elektráren k ochraně ichtyofauny. In: Adámek Z., Mikešová, I. (Eds.): Sborník seferátů z ichtyologické konference. Bull. VÚRH JU Vodňany, 178-180
- Hartvich, P.; Dvořák, P., 2002: Zařízení k usměrnění poproudových migrací ryb. VÚRH JU ve Vodňanech, Vodňany, 16 s.
- Holzner, M., 1999: Vermeidung von Fischschäden in Kraftwerksbereich. Landesfishereiverband Bayern, 222s.
- Jánský, L.; Novotný, I., 1981: Fyziologie živočichů a člověka. Avicenum, Praha, 383 s.

- Kubečka, J.; Hartvich, P.,; Matěna, J.,1997: Vliv derivaních MVE na rybí obsádku toků. In: Adámek Z.(Ed.): Vliv malých vodních elektráren na vodní prostředí. Bull. VÚRH JU Vodňany, 83-102
- Libosvářský, J.; Lusk, S.; Krčál, J., 1971: Hospodaříme na pstruhových vodách. Ústav pro výzkum obratlovců ČSAV, Brno, 156 s.
- Lusk, S.,1997: Malé vodní elektrárny a biologické hodnocení. In: Adámek Z.(Ed.): Vliv malých vodních elektráren na vodní prostředí. Bull. VÚRH JU Vodňany, 131-136
- Lusk, S.; Baruš,V.; Vostradovský, J., 1983: Ryby v našich vodách. Academia, Praha, 212 s.
- manuál fa Bednář, 2000. Olomouc
- manuál fa Geiger, 1986. Německo
- Pitter, P., 1999: Hydrochemie.VŠCHT, Praha, 568 s.
- Pospíšil, O., 1998: Svět ryb. Ottovo nakladatelství, Praha, 162 s.
- Říha, J., 1975: Lov ryb elektřinou. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 191 s.
- Šimek, V.; Petrásek, R., 1996: Fyziologie živočichů a člověka. Masarykova univerzita, Brno, 269 s.
- Šimek, Z.; Rys, J., 1989: Ryby zblízka. Albatros, Praha, 174 s.
- Záhejský, J., 2002: Elektřina a magnetismus.Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 236 s.
- Zákon číslo 99/2004 Sb. o rybářství
- Zákon číslo 254/2001 Sb. o vodách

Zdroje online:

- Anonym1. Kompendium [online]. [cit. 1.4.2006]
<http://biomech.ftvs.cuni.cz>
- Anonym2. Centrální ovlivnění barorecepčního komplexu [online]. [cit. 6.4.2006]
<http://www.lf3.cuni.cz>
- Anonym3. Enchanted Learning [online]. [cit. 5.4.2006]
<http://www.enchantedlearning.com>
- Anonym4. Sweb [online]. [cit. 17.2.2006]
<http://www.sweb.cz>

Anonym5 [online]. [cit. 17.2.2006]

<http://lucy.troja.mff.cuni.cz>

Johnson, J., G., BiologyII [online]. [cit. 6.4.2006]

<http://www.sirinet.net>

Rejřř, J., Aquar [online]. [cit. 17.2.2006]

<http://www.aquar.cz>

Smith-Root [online]. [cit. 6.4.2006]

<http://www.smith-root.com>

ředivý, P., Stanovisko k metodickému pokynu MVE [online]. [cit. 6.4.2006]

<http://www.spvez.cz>

Velebný, H. AA-vet [online]. [cit. 1.4.2006]

<http://www.aavet.cz>

Hartvich at al. Povltavský muřkař [online]. [cit. 1.4.2006]

<http://web.quick.cz>

VII. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č.1 Orientační mapa polohy líhně Domašov

Příloha č.2 Fotodokumentace

Příloha č.3 Průběh teploty na sledovaných úsecích

Příloha č.4 Průběh průtoků na sledovaných úsecích

Příloha č.5 Celková hmotnost odlovených ryb v jednotlivých odlovech

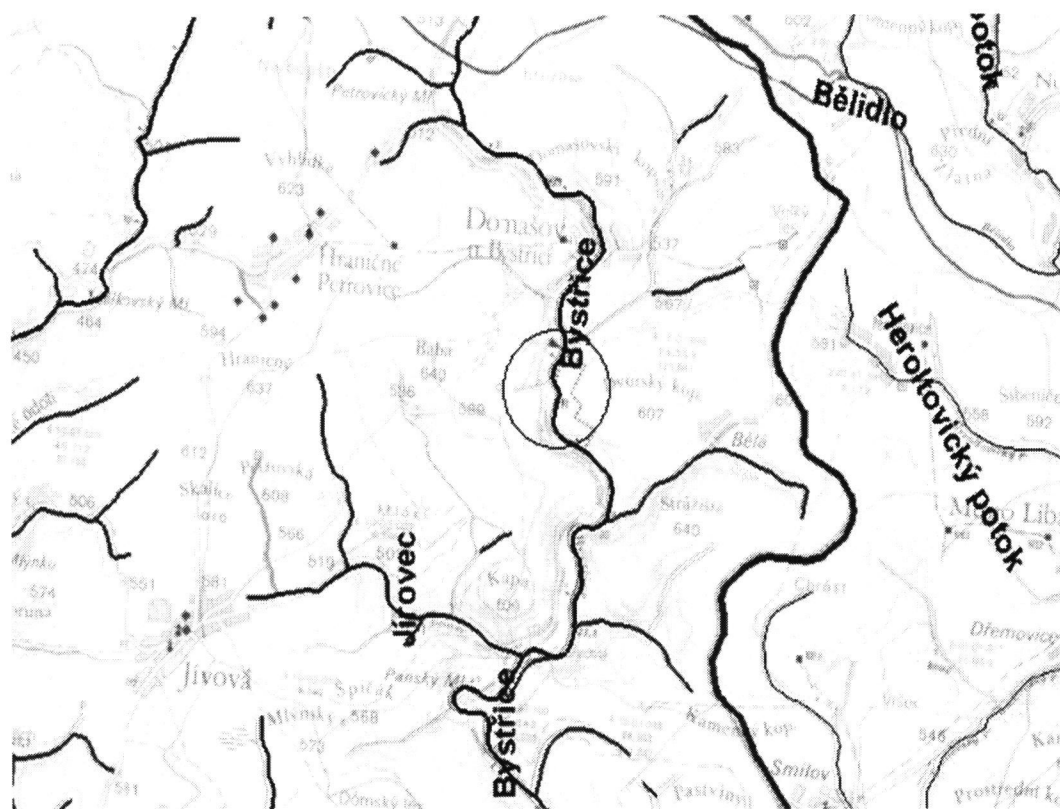
Příloha č.6 Průměrná hmotnost odlovených ryb

Příloha č.7 Schéma úseků

Příloha č.8 Tělesné napětí ryb v elektrickém poli

VIII. PŘÍLOHY

Příloha č.1 - Orientační mapa polohy líhně Domašov



Příloha č.2 – Fotodokumentace

Obr.1 Úsek A



Obr.2 Úsek B



Obr.3 Úsek C



Obr.4 Zábrana ELZA2 na úseku A



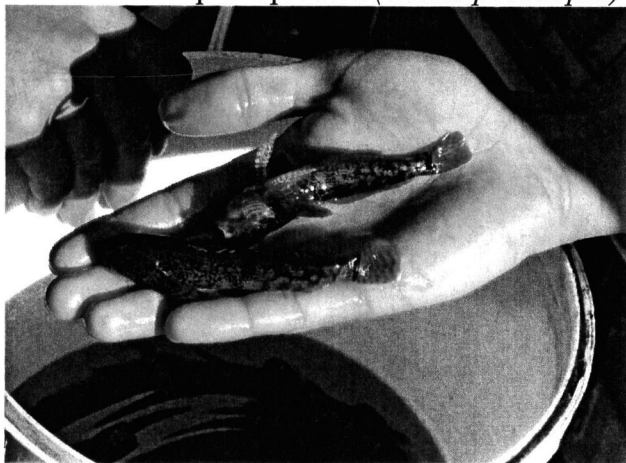
Obr.5 Zábrana Elza2 na úseku C



Obr.6 Sčítání odlovených ryb



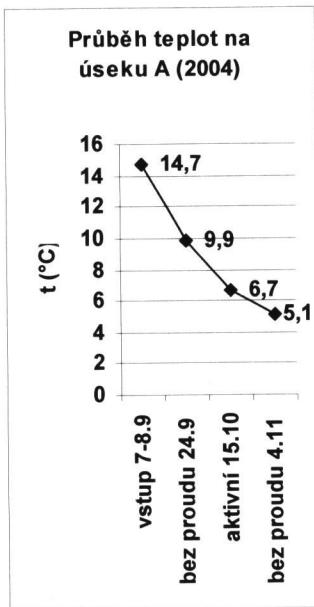
Obr.7 Vranka pruhoploutvá (*Cottus poecilopus*)



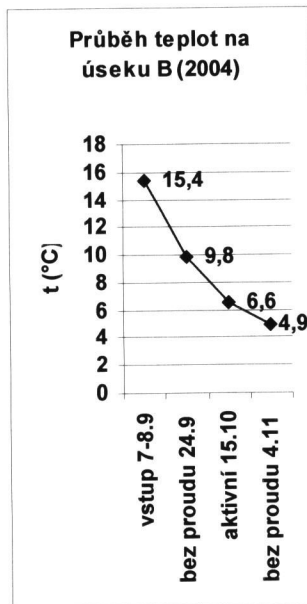
Příloha č.3 – Průběh teploty na sledovaných úsecích

Rok 2004

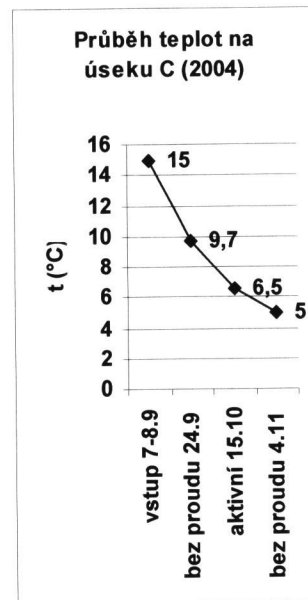
Graf č. 1



Graf č. 2

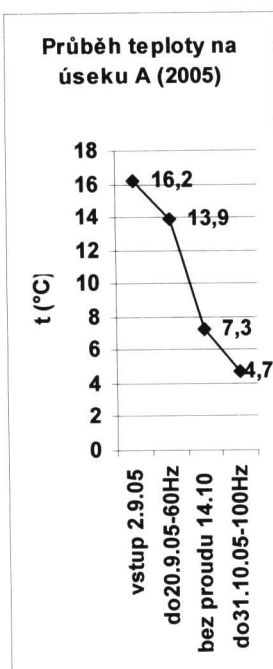


Graf č. 3

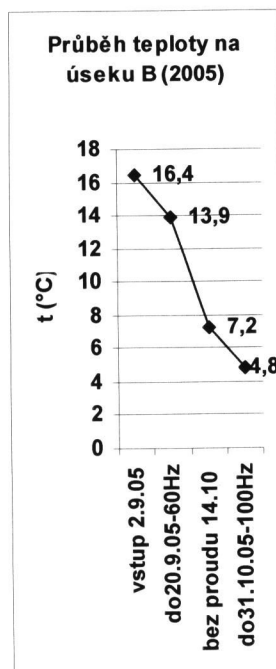


Rok 2005

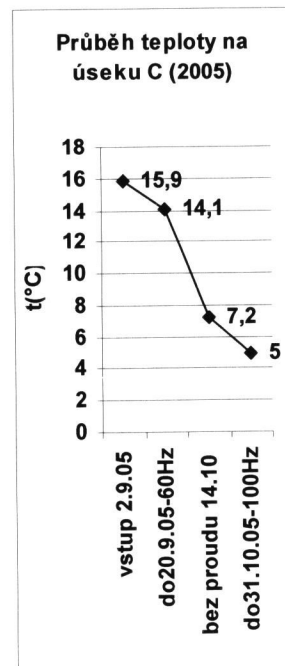
Graf č. 4



Graf č. 5



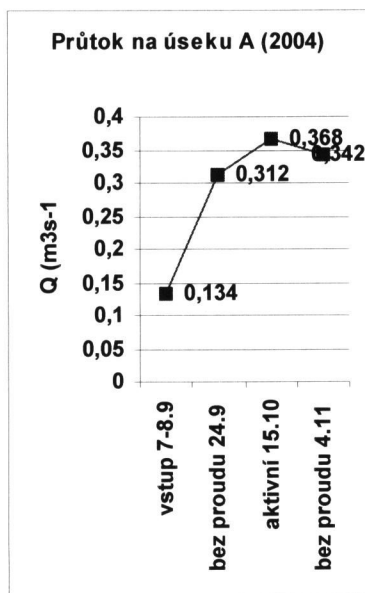
Graf č. 6



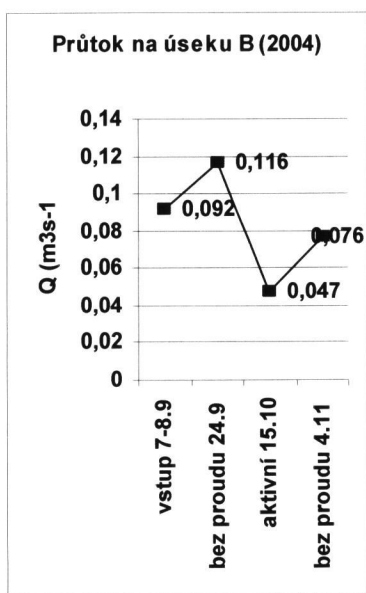
Příloha č.4 – Průběh průtoků na sledovaných úsecích

Rok 2004

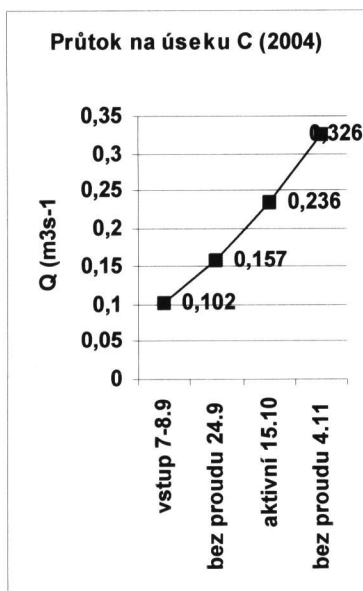
Graf č. 1



Graf č. 2

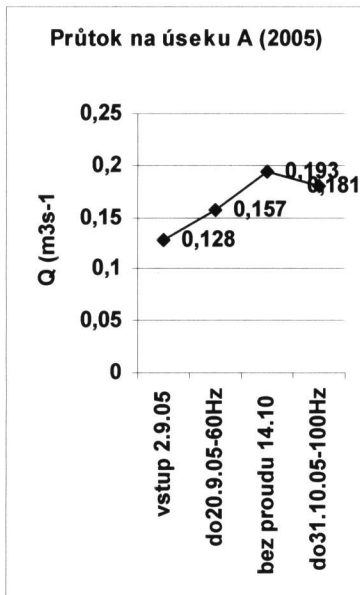


Graf č. 3

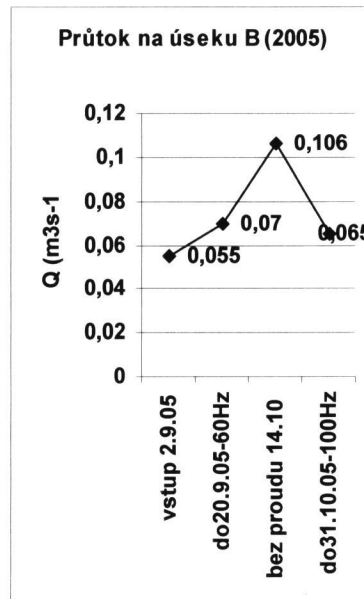


Rok 2005

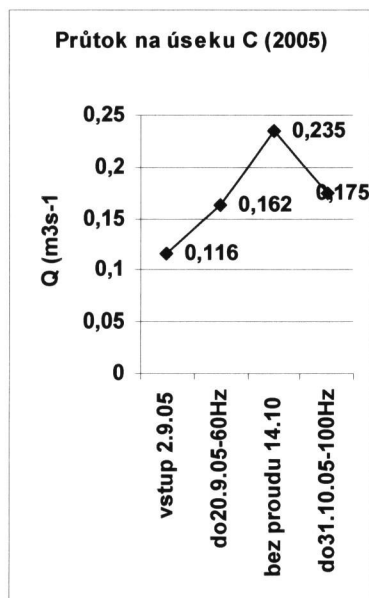
Graf č. 4



Graf č. 5



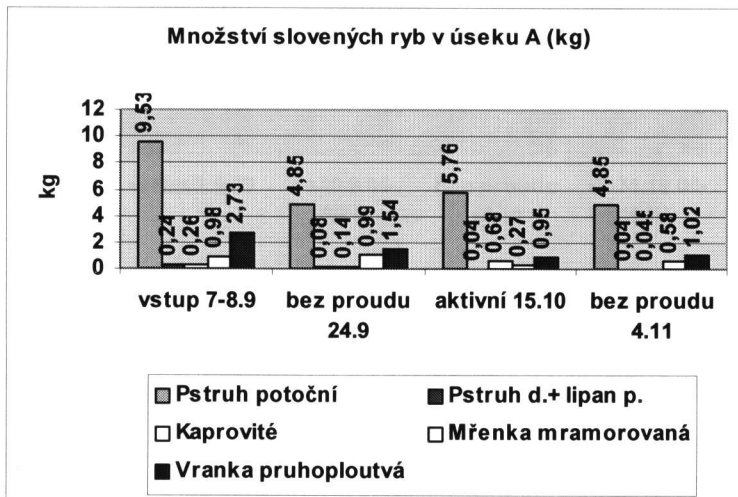
Graf č. 6



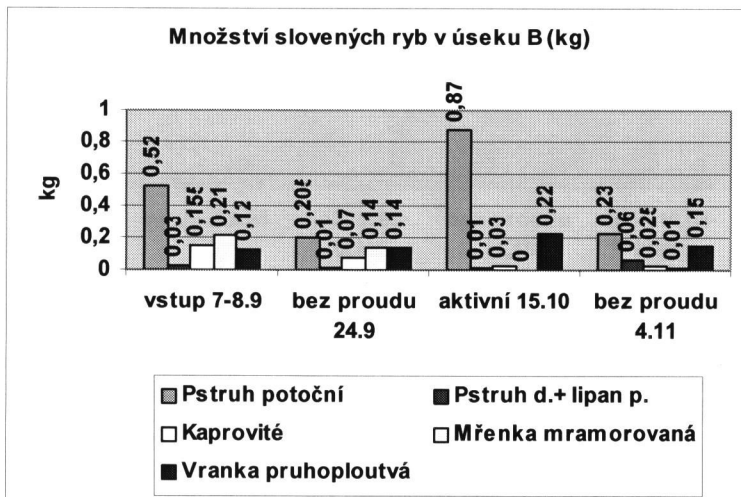
Příloha č.5 – Celková hmotnost odlovených ryb v jednotlivých odlovech

Rok 2004

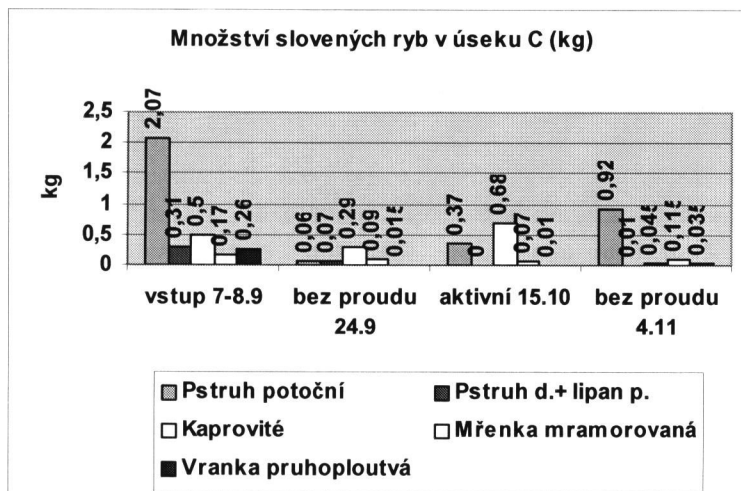
Graf č. 1



Graf č. 2

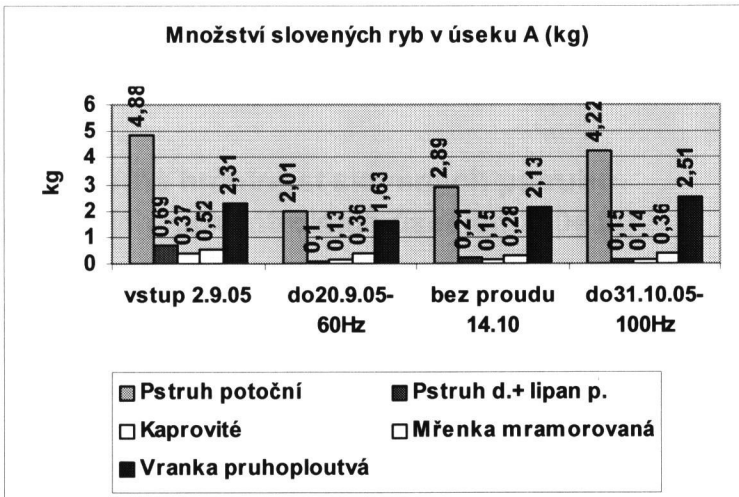


Graf č. 3

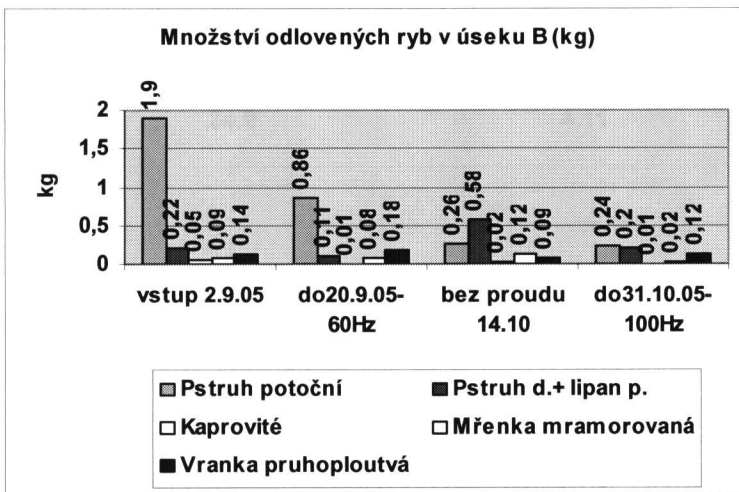


Rok 2005

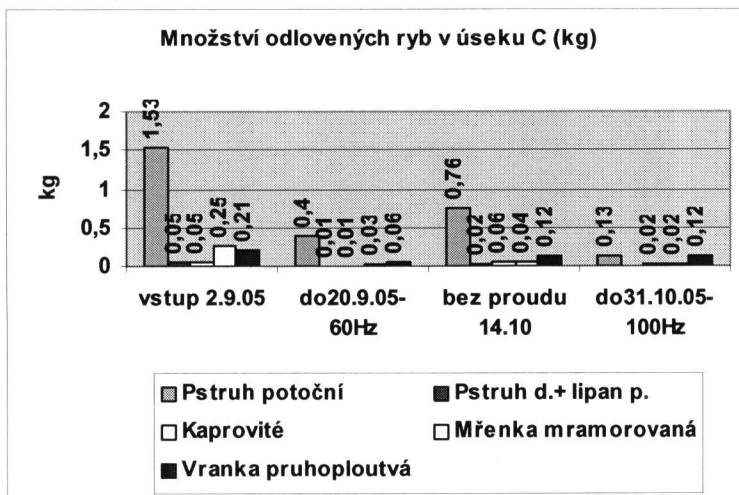
Graf č. 4



Graf č. 5

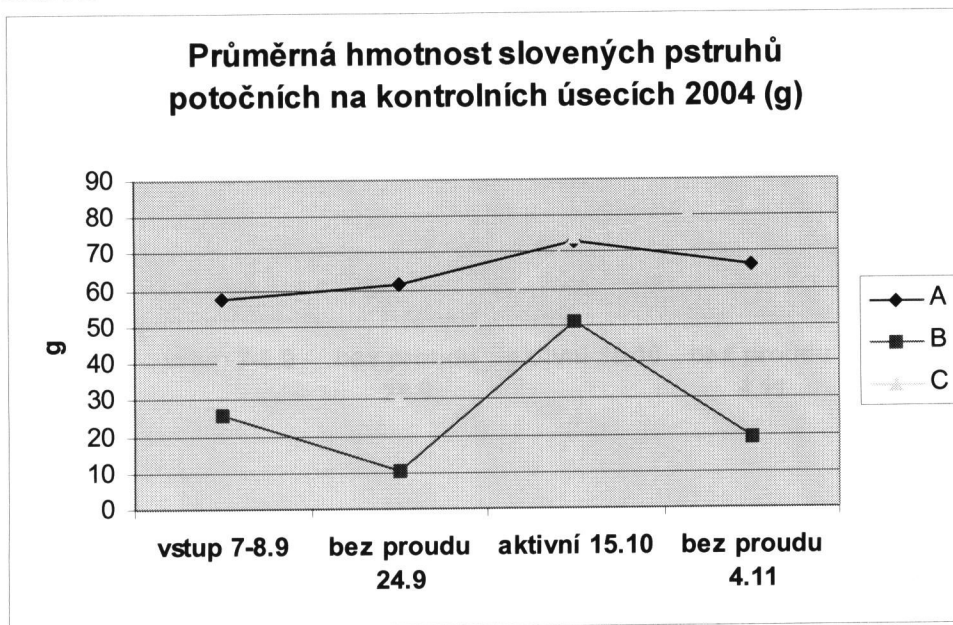


Graf č. 6

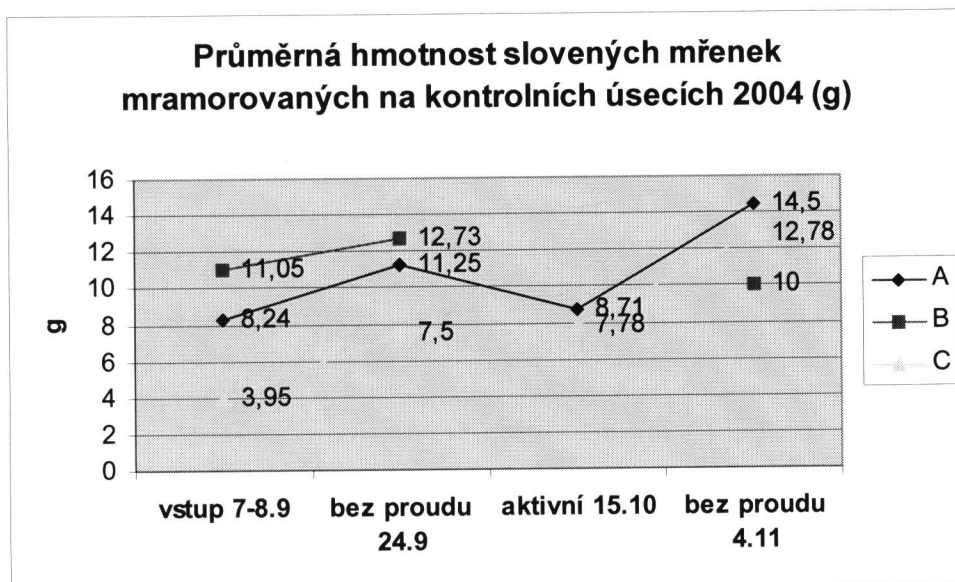


Příloha č. 6 – Průměrná hmotnost odlovených ryb

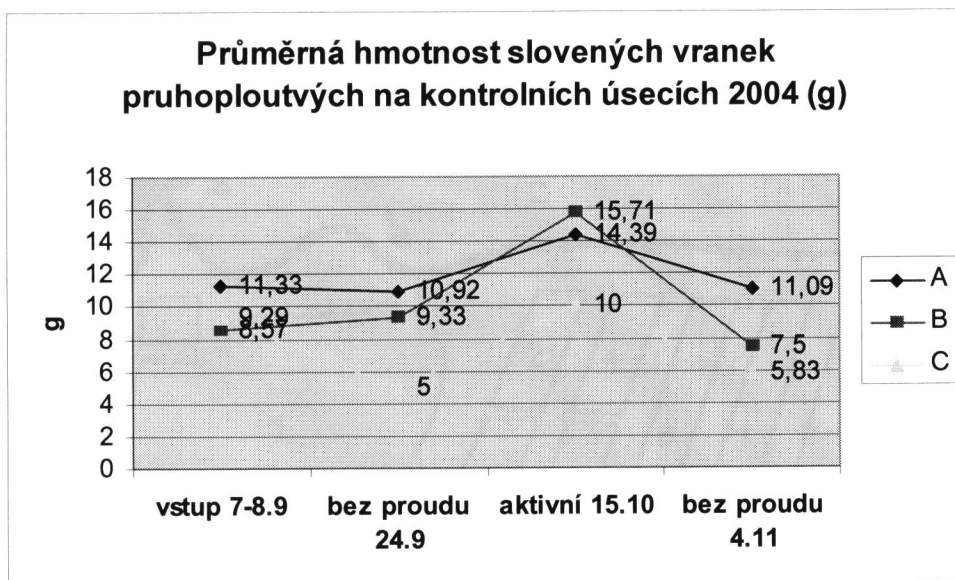
Graf č.1



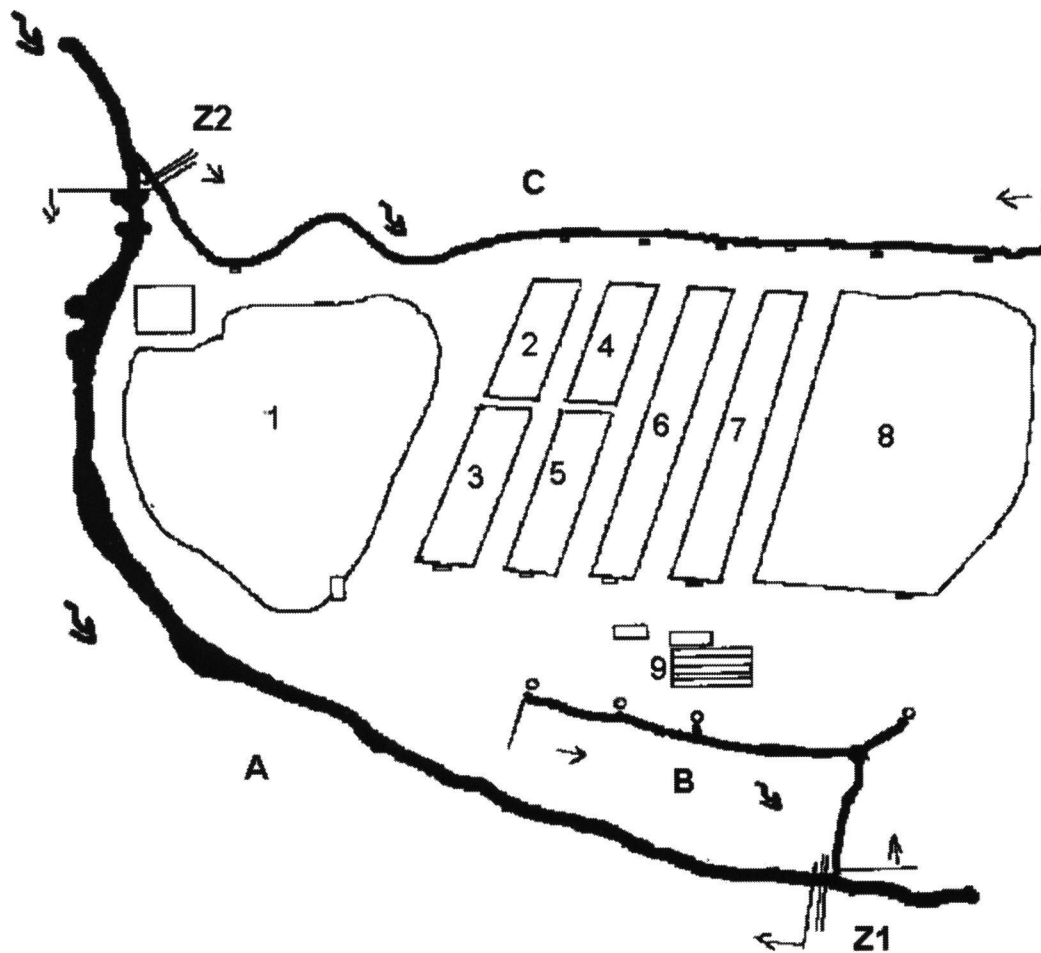
Graf č.2



Graf č.3



Příloha č.7 – Schéma úseků



A – úsek A (179)

B – úsek B (46)

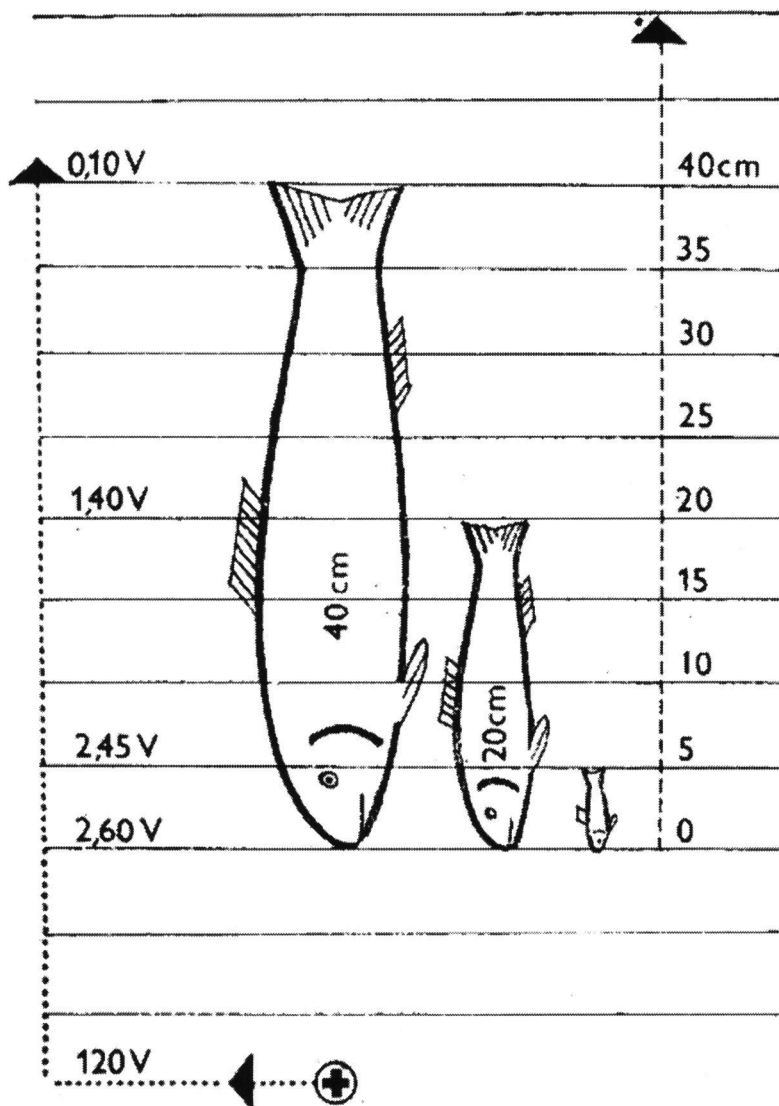
C – úsek C (181)

Z1 a Z2 – elektrické zábrany

1-9 – chovné zařízení líhně

↻ - směr proudu

Příloha č.8 – Tělesné napětí ryb v elektrickém poli



PROCESNÍ UNIVERZITA
 V BRNO
 FAKULTA
 Přírodovědná
 Ústav fyziky