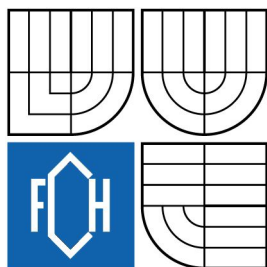


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA CHEMICKÁ
ÚSTAV CHEMIE A TECHNOLOGIE OCHRANY
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

FACULTY OF CHEMISTRY
INSTITUTE OF CHEMISTRY AND TECHNOLOGY OF
ENVIRONMENTAL PROTECTION

VODNÍ HOSPODÁŘSTVÍ V ZOO BRNO

WATER SYSTEM ZOO BRNO

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

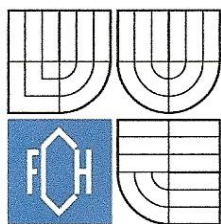
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

HANA KŘENKOVÁ

VEDOUcí PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JOSEF KOTLÍK, CSc.

BRNO 2009



Vysoké učení technické v Brně
Fakulta chemická
Purkyňova 464/118, 61200 Brno 12

Zadání bakalářské práce

Číslo bakalářské práce: **FCH-BAK0300/2008** Akademický rok: **2008/2009**
Ústav: Ústav chemie a technologie ochrany životního prostředí
Student(ka): **Hana Křenková**
Studijní program: Chemie a chemické technologie (B2801)
Studijní obor: Chemie a technologie ochrany životního prostředí (2805R002)
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Josef Kotlík, CSc.**
Konzultanti bakalářské práce:

Název bakalářské práce:

Vodní hospodářství v ZOO Brno

Zadání bakalářské práce:

Provést analýzu vodního hospodářství ZOO Brno formou studie.

Termín odevzdání bakalářské práce: 29.5.2009

Bakalářská práce se odevzdává ve třech exemplářích na sekretariát ústavu a v elektronické formě vedoucímu bakalářské práce. Toto zadání je přílohou bakalářské práce.

Hana Křenková
Student(ka)

Ing. Josef Kotlík, CSc.
Vedoucí práce

doc. Ing. Josef Čáslavský, CSc.
Ředitel ústavu

V Brně, dne 1.12.2008

doc. Ing. Jaromír Havlica, DrSc.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Předmětem práce je provést analýzu vodního hospodářství Zoo Brno a tropického pavilonu, s důrazem na udržitelnost životního prostředí místní fauny a flóry. Byla zmapována síť vodovodního potrubí a stav jednotlivých vodovodních řadů. Dále došlo k posouzení stavu vody, používané zoologickou zahradou. Ve své druhé části se práce zabývá monitorováním kvality vody a její cirkulací v Tropickém království, a také posouzením vlivu kvality vody na chované živočichy.

Klíčová slova: analýza, voda, zoo, studie

ABSTRACT

Make analyses water system Zoo Brno and make analyses water system tropical pavilion with emphasis on defensibility of environment local fauna and botany. Water piping and its quality has been charted. Water which has been used of the Zoo Brno was analyses. In the second part water quality monitoring and water circulation has been described in the tropical pavilion.

Key words: analysis, water, zoo, study

KŘENKOVÁ, H. Vodní hospodářství ZOO Brno. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2009. 48 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Josef Kotlík, CSc.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a že všechny použité literární zdroje jsem správně a úplně citovala. Bakalářská práce je z hlediska obsahu majetkem Fakulty chemické VUT v Brně a může být využita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího bakalářské práce a děkana FCH VUT.

.....
podpis studenta

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji zaměstnancům Zoologické zahrady Brno, především provoznímu zoologovi panu Jiřímu Vítkovi za zajímavé informace o zvířatech a umožnění pracovat na zajímavé bakalářské práci. Také děkuji vodohospodáři panu Ing. Josefu Kunderovi, CSc., za odborné informace týkající se vodního hospodářství a vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Josefu Kotlíkovi, CSc., za poskytnuté informace a ochotné jednání.

OBSAH

1. ÚVODNÍ INFORMACE O ZOOLOGICKÉ ZAHRADĚ BRNO	8
2. SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	10
2.1. Voda v Zoologické zahradě Brno a její využití.....	10
2.1.1. Voda a její funkce.....	10
2.1.2. Zdroje pitné vody	10
2.1.3. Zdroj provozní vody	10
2.1.4. Využití provozní vody	11
2.2. Vodní hospodářství	11
2.2.1. Kníničský vodovod.....	11
2.2.2. Pisárecký vodovod.....	12
2.2.3. Provozní vodovod.....	12
2.2.3.1. Přivaděč DN 600 mm z přehrady Brno.....	14
2.2.4. Požární vodovod.....	14
2.2.4.1. Odběrná místa	14
2.2.5. Ostatní zdroje vody.....	15
2.2.6. Nový zdroj užitkové vody.....	15
3. JAKOST VODY	16
3.1. Jakost pitné vody.....	16
3.2. Jakost provozní vody.....	16
3.2.1. Sinice	16
4. POTŘEBA A SPOTŘEBA VODY	18
4.1. Spotřeba pitné vody	18
4.2. Spotřeba vody provozní	19
4.3. Potřeba pitné vody	19
4.4. Potřeba vody pro plnění bazénů	20
4.5. Otevřené vodní plochy	21
4.6. Ztráty vody.....	21
5. BAZÉNY A JEZÍRKA JAKO VÝZNAMNÝ ESTETICKÝ PRVEK.....	22
5.1. Poloautomaticky provozované uzavřené vodní systémy.....	22
5.1.1. Vodní systém vlka arktického a bobra kanadského	22

5.1.1.1.	Problémy s kvalitou vody	22
5.1.2.	Vodní systém tygra sumaterského a levharta cejlonského	23
5.1.2.1.	Problémy s udržením čistoty	23
6.	PROVOZ A PROVOZNÍ PROBLÉMY V ZÁSBOVÁNÍ VODOU	25
6.1.	Problémy v plynulosti dodávky pitné vody v druhém tlakovém pásmu.....	25
6.2.	Problémy zásobování pitnou vodou v prvním tlakovém pásmu.....	25
6.3.	Měření vody.....	25
6.4.	Údržba vodohospodářských zařízení.....	26
7.	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	27
7.1.	Tropické království	27
7.1.1.	Zvířata v Tropickém království	27
7.1.1.1.	Druhy z Jižní a Střední Ameriky a Kuby	27
7.1.1.2.	Druhy žijící v oblastech Afriky a na Madagaskaru.....	27
7.1.1.3.	Druhy žijící v Asii a Indonésii	27
7.1.1.4.	Druhy žijící v Austrálii	28
7.1.1.5.	Druhy žijící v subtropických oblastech Evropy.....	28
7.2.	Živočichové žijící v nádržích Tropického království	28
7.2.1.	Živočichové žijící ve velké nádrži	28
7.2.1.1.	Kajmánek trpasličí (<i>Paleosuchus palpebrosus</i>).....	29
7.2.1.2.	Orlicie bornejská (<i>Orlitia borneensis</i>).....	29
7.2.1.3.	Piraňa (<i>Colosoma sp.</i>).....	30
7.2.1.4.	Gurama velká	30
7.2.2.	Živočichové žijící v malé nádrži.....	31
7.2.2.1.	Dracéna guayanská (<i>Dracaena guianensis</i>)	32
7.2.2.2.	Vrubozubec paví (<i>Astronotus ocellatus</i>).....	32
7.2.2.3.	Krunýřovec velkoploutvý (<i>Pterygoplichtys gibbiceps</i>).....	33
7.3.	Monitorování stavu vody v nádržích Tropického království.....	34
7.3.1.	Jednotlivé metody stanovení	34
7.3.1.1.	Stanovení pH.....	34
7.3.1.2.	Stanovení vodivosti	34
7.3.1.3.	Stanovení alkality	35
7.3.1.4.	Stanovení $CHSK_{Mn}$	35
7.3.1.5.	Stanovení amonných iontů spektrofotometricky	36
7.3.1.6.	Stanovení dusičnanů spektrofotometricky s kyselinou sulfosalicylovou	36
7.3.2.	Cirkulace vody v Tropickém království.....	36
7.3.2.1.	Funkce polyuretanového filtru	36
7.3.2.2.	Parametry nádrží	37
7.3.3.	Naměřená data.....	37

8. ZÁVĚR.....	39
8.1. Doporučení pro řešení problematiky ve vodním hospodářství.....	39
8.1.1. Vybudování nové zesilovací čerpací stanice	39
8.1.2. Modernizace vodních prvků v expozicích.....	39
8.1.3. Vybudování nových rozvodů užitkové vody	39
8.2. Doporučení pro nakládání s vodou v Tropickém království	39
8.2.1. Výsledky stavu vody.....	39
8.2.2. Vylepšení cirkulace vody v Tropickém království	40
9. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	41
10. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	43
11. SEZNAM PŘÍLOH.....	44
12. PŘÍLOHY	45

1. ÚVODNÍ INFORMACE O ZOOLOGICKÉ ZAHRADĚ BRNO

Zoologická zahrada města Brna, která patří mezi významné zoologické zahrady České republiky, byla založena v roce 1950 a veřejnosti poprvé otevřela své brány 30. srpna 1953. Je příspěvkovou organizací statutárního města Brna. Nachází se v atraktivním areálu Mniší hory v Brně-Bystřci, kde zaujímá plochu větší než 65 ha. Součástí Brněnské zoologické zahrady je i Stálá akvarijní výstava, umístěná na Radnické ulici v historickém centru Brna. Otevřena byla v roce 1969 a svým návštěvníkům představuje sladkovodní i mořské živočichy.

Obrázek č.1: Liška polární



Zoologická zahrada Brno je členem významných mezinárodních odborných seskupení, jako jsou Unie českých a slovenských zoologických zahrad (UCSZ), Evropská asociace zoologických zahrad a akvárií (EAZA), Euroasijská asociace zoologických zahrad a akvárií (EARAZA), Světová asociace zoologických zahrad a akvárií (WAZA), Mezinárodní asociace vzdělávacích pracovníků zoologických zahrad (IZE) a další.

V zoologické zahradě je umístěno také Záchytné centrum CITES, do kterého jsou v případě potřeby umisťováni, a poté v něm ošetřováni živočichové zabavení zejména při nelegálních mezinárodních obchodech se zvířaty. V zahradě taktéž působí Záchranná stanice pro handicapované živočichy, umožňující ošetření poraněných nebo jinak handicapovaných zvířat z Jihomoravského regionu.

Díky své vysoké odborné úrovni a chovatelským úspěchům může zoologická zahrada spolupracovat na realizaci prestižních Záchovných programů celosvětově nejohroženějších druhů zvířat. Zoo se podílí mimo jiné i na ochraně ohrožených druhů fauny České republiky a spolupracuje s odbornými vědeckými pracovišti a institucemi.

Významnou část svých aktivit směřuje zoologická zahrada do ekologického vzdělávání – její pracovníci přijímají výukové programy a exkurze pro školy a další zájemce, zajišťují provoz Dětské zoo, přizpůsobené potřebám a možnostem zejména nejmenších návštěvníků.

Zoo připravuje propagační materiály a tiskoviny, provozuje vlastní webové stránky, vydává informační čtvrtletník ZOO report, pořádá různé akce pro veřejnost a účastní se vybraných veletrhů cestovního ruchu.

Zoologická zahrada je přístupná celý rok a návštěvnost se v posledních letech pohybuje kolem 230 000 osob za rok.[1]

V roce 2003 bylo v zahradě chováno 345 druhů s 2 356 jedinci – z toho 83 druhů savců s 307 jedinci, 56 druhů ptáků s 245 jedinci, 52 druhů plazů a obojživelníků se 199 jedinci, 131 druhů ryb s 1 566 jedinci a 23 druhů nejhroženějších bezobratlých živočichů.[2]

Obrázek č. 2: Psoun prériový



2. SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

2.1. Voda v Zoologické zahradě Brno a její využití

2.1.1. Voda a její funkce

Voda je základní podmínkou života. Plní v životním prostředí mnoho funkcí. Nejvýznamnější jsou funkce biologická, zdravotní, kulturní, estetická a politická. Využití vody v zoologické zahradě je mnohostranné. Slouží především jako zdroj pitné vody a k sanitárním účelům. Je významným hygienickým činitelem, tvoří přirozený biotop pro ryby, vodní organismy, ptactvo a ostatní zvířata. Také je nezbytným vegetačním a biologickým činitelem. Využívá se jako čistící, rozpustné a hasící medium. Značné množství vody slouží k závlaze zeleně a očištění komunikací, v neposlední řadě je i činitelem estetickým a krajinnotvorným.

2.1.2. Zdroje pitné vody

Rozsah a možnosti využití jsou dány v první řadě jejími kvalitativními a kvantitativními užitkovými vlastnostmi, na druhé straně funkčností zařízení, která mají dodávku vody umožňovat. Zoologická zahrada používá k zabezpečení svých potřeb vodu pitnou, dodávanou z vodovodu pro veřejnou potřebu provozovatelem Brněnskými vodárnami a kanalizacemi a.s., ze dvou odběrných míst (přípojka na ulici Ondrova – první vodovod z počátku padesátých let, tzv. Kníničský vodovod) a druhý odběr (přípojka na ulici U Zoologické zahrady z roku 1984, tzv. Pisárecký vodovod). Zásobení spotřebiště ze dvou na sobě nezávislých míst není dosud v plné míře využito z důvodu situování rozvodů a stávající zesilovací stanice. Názvy Pisárecký a Kníničský vodovod jsou vžitě a užívané, i když v současné době nemají opodstatnění. V dalším textu jsou ale užívány tyto názvy, protože vodovod Kníničský byl původně samostatný obecní vodovod se svým prameništěm a svým vodojemem o obsahu 60 m³. V devadesátých letech bylo však prameniště vodovodu zrušeno, původní vodojem byl nahrazen vodojemem novým o obsahu 400 m³, do kterého je dodávána voda z vodovodu pro veřejnou potřebu. Zdroj vody z ulice U Zoologické zahrady, ze kterého je vedena přípojka do zoologické zahrady, měl vodu z úpravny vody v Pisárkách, proto se užívá název Pisárecký vodovod.

2.1.3. Zdroj provozní vody

Provozní voda je zabezpečena provozním vodovodem, který byl vybudován v letech 1975-76. Zdrojem vody je povrchová voda z přehrady Brno, která však vykazuje dlouhodobě nevyhovující stav.[2]

2.1.4. Využití provozní vody

Problémy s jakostí povrchové vody z přehrady Brno vedly k tomu, že nebyl nikdy naplněn pozitivní záměr projektanta provozního vodovodu Zoo Brno z počátku 70. let minulého století, využít v maximální míře povrchovou vodu z přehrady Brno (předpoklad až 450 m³ za den) jako provozní, ale i užitkovou vodu pro plnění bazénů. Voda je ve skutečnosti využívána v rámci technické vybavenosti, tzn. ke kropení komunikací, očištění a částečně k závlaze zeleně. Dalším důvodem malého využívání provozního vodovodu je neuspokojivý stav rozvodů provozního vodovodu (havarijní stav). Přes snahu řešit tento problém alespoň částečně tzv. vyvločkováním stávajícího potrubí, je využití provozního vodovodu velmi omezené a představuje roční odběr do 6 000 m³ za rok.

2.2. Vodní hospodářství

Vodní hospodářství v zoologické zahradě představují základní vodní díla, vodovody (pro zásobování pitnou a užitkovou vodou) a kanalizace (pro odvádění odpadních dešťových a splaškových vod). Jmenovitě jde o Kníničský vodovod (první vodovod z počátku 50. let minulého století), provozní vodovod (1971-1975), Pisárecký vodovod (přípojka z roku 1984), kanalizace dešťová a splašková z první poloviny 70. let minulého století a kanalizace dešťová z let 1994-95. K vodním dílům patří dále odlučovač tuků pod restaurací U Tygra a vodní díla areálu bývalého VUT na ulici Rekreační č. 1 v Brně-Kníničkách (vnitřní vodovod, podzemní vrt, odpadní kanál z areálu do řeky Svatky, kanalizace s jímkami na vyvážení a přivaděč DN 600 mm z přehrady Brno). Přivaděč DN 600 mm byl na základě kupní smlouvy zakoupen Statutárním městem Brnem a v roce 2003 svěřen s právem hospodaření Zoologické zahradě města Brna. Uvedená vodní díla jsou z poloviny 60. let minulého století.

2.2.1. Kníničský vodovod

První vodovod zoologické zahrady byl vybudován na počátku padesátých let s napojením na vodovodní řad v ulici Ondrova. Dokumentace se nedochovala. Existuje pouze zaměření skutečného stavu od Regionu Brno, z roku 2001. Tato dokumentace však neodpovídá skutečnému provedení a je uložena na technickém oddělení. Vodovod je zhotoven z ocelových a litinových trub (DN 80 – 150 mm) o celkové délce asi 3 275 m.

Hlavní řad od vodoměrné šachty je veden kolem bývalého výběhu hnědých medvědů (dnes v rekonstrukci) východním směrem, naproti spádu až ke křižovatce komunikací od výběhu vlka arktického, kde je rozdělovací šachta. Z této šachty odbočuje větev směrem jižním až na konec pavilonů opic, kde je umístěna tzv. spojná šachta (propojení Kníničského a Pisáreckého vodovodu) ve svahu nad restaurací U Tygra. Nad bývalou expozicí syrských medvědů je odbočka a z ní je zásobován stánek, výtokový stojan, veřejné záchodky a jezírka ve výběhu tygra a levharta. Druhá odbočka je nad dolním jezírkem vlka arktického, z ní je zásobován vodní systém expozice bobra kanadského a pod komunikací bazény lachtanů, medvědů ledních a veterinární ambulatorium. Z rozdělovací šachty pokračuje vodovod proti spádnicí až do čerpací zesilovací stanice a dále až k vyhlídce na safari a pokračuje východním směrem ke skleníku. Z řady odbočuje větev k seníku, k výběhu bizonů, k dětskému hřišti a k expozici kopytníků. Z čerpací stanice je vedena větev k tropickému pavilonu a k občerstvení. Z této větve jsou odbočky pro veřejné WC, pavilon exotického ptactva a k expozici tapírů.[2]

Větev nad expozicí vlků arktických byla v souvislosti s výstavbou expozice přeložena nad komunikaci v roce 2003.

Hlavní uzávěr vody je ve vodoměrné šachtě, která je umístěna na severozápadním okraji zoologické zahrady, poblíž stávající čerpací stanice užitkové vody.

Tímto vodovodem je dodáváno do zoologické zahrady průměrně 27 000 m³ pitné vody ročně, což činí asi 90 % celkové spotřeby pitné vody.

2.2.2. Pisárecký vodovod

Pisárecký vodovod je vlastně vodovodní řad od místa připojení na vodovod pro veřejnou potřebu na ulici U Zoologické zahrady, až po tzv. spojnou šachtu, která je umístěna ve svahu nad restaurací U Tygra (v blízkosti stávající studny). Nová přípojka byla vybudována v roce 1984 v délce 87 m (DN 100 mm). Ve spojné šachtě jsou propojeny oba vodovody (Kníničský i Pisárecký). Pisárecký řad je trvale šoupátkem uzavřen, z důvodů různých tlakových poměrů vodovodů. Předpokládá se úprava s osazením regulačního ventilu. V případě poruchy na Kníničském vodovodu je možné zásobovat první tlakové pásmo (tzn. objekty umístěné výškově do 275 m n.m.) z tohoto Pisáreckého vodovodu manipulací šoupátkem ve spojné šachtě.

Vodovodní řad je veden v krajnici komunikace – po pravé straně komunikace ve směru příjezdu do zoologické zahrady a v horním úseku komunikace. Na řadu jsou umístěny dva podzemní hydranty (naproti dílen a restaurace U Tygra), vodoměrná šachta s hlavním uzávěrem (naproti vrátnice) a dvě přípojkové šachty. První je umístěna v kraji parkoviště, druhá pod svahem nad restaurací U Tygra. Na vodovod jsou připojeny pouze garáže, dílny, centrální příprava krmiv, psinec, správní budova a restaurace U Tygra.

Tímto vodovodem je dodáváno do zoologické zahrady průměrně 3 000 m³ pitné vody ročně, což je asi 10 % z celkové spotřeby pitné vody.

2.2.3. Provozní vodovod

Provozní vodovod byl vybudován v letech 1971-1975. Hlavním cílem bylo dosažení úspor ve spotřebě pitné vody, využitím užitkové vody a dosáhnout tak co nejvyšší hospodárnosti při provozu. Tento pozitivní záměr nebyl nikdy v plném rozsahu splněn z důvodu nepříznivého vývoje jakosti vody v přehradě Brno. Provozní vodovod byl budován vlastními pracovníky ve velmi náročných terénních podmínkách. Zdrojem užitkové vody byla a stále je povrchová voda z přehrady Brno, která je odebírána přípojkou z přivaděče DN 600 mm, který je veden na ulici Rekreační č. 1. Připojení je podle projektové dokumentace v armaturní šachtě, jež je umístěna u západního areálu zoologické zahrady. Tato šachta nebyla v terénu dohledána a podle pamětníků nebyla ani vybudována. Připojení bylo pravděpodobně provedeno pomocí T-kusu 600/150. Odbočkou z ocelového potrubí DN 150 mm o délce 287 m je voda přivedena do čerpací stanice, z ní je pomocí čerpacích agregátů dopravována výtlačným řadem DN 150 mm délky 530 m, do věžového vodojemu o objemu 200 m³. Vodojem je umístěn na Mniší hoře na kótě 309,11 m n.m. Z vodojemu je užitková voda vedena rozvodnými řady DN 100-150 mm Z, Z₁, Z₂ a Z₃ a dále je dopravována k jednotlivým objektům. Řad označený Z, je veden od vodojemu k Tropicému království, řad Z₁ od Tropicého království západním směrem až k restauraci U Tygra, řad Z₂ odbočuje z řady Z nad pavilonem exotického ptactva a pokračuje směrem západním až k bývalé expozici syrských medvědů a k bazénu lachtanů.

Řad Z₃ je veden z vodojemu do vodárny a odtud k jezírku v safari a druhá větev ke skleníku. Celková délka rozvodů je 1 490 m. Pod vodojemem je vybudována nová čerpací zesilovací stanice s měřením vody, a to množství vody dodávaného do vodojemu, množství vody dodávaného jezírku v safari a k výběhu koně Převalského.

V současnosti je v provozu pouze řad Z₃ k jezírku v safari a k výběhu koně Převalského. V rámci daných možností je tento řad rozšiřován tzv. vyvločkováním. Řešením bude až zabezpečení nového zdroje užitkové vody, protože součástí stavby by měla být rekonstrukce a rozšíření rozvodů užitkové vody v souladu s koncepcí rozvoje a situačním umístěním nových expozic.[2]

Obrázek č. 3: Vodojem pro provozní vodu



Obrázek č. 4: Jezírko v safari



2.2.3.1. Přivaděč DN 600 mm z přehrady Brno

S provozním vodovodem přímo souvisí přivaděč užitkové vody. Byl vybudován Vysokou školou stavitelství v Brně v letech 1954-1956. Je veden z přehrady Brno do areálu školy, později Vědecko-výzkumného ústavu vodního stavitelství a hospodářství, pro zabezpečení vědecko-výzkumných prací, především modelového hydrotechnického výzkumu. Přivaděč byl napojen před elektrárnou pod hrází přehrady na odběrové potrubí surové vody DN 1 000 mm, které mělo sloužit jako vodárenský odběr pro úpravnu vody města Brna. S ohledem na válečné události nebyl tento záměr zrealizován. Délka přivaděče DN 600 mm je 580 m. Jímací objekt je umístěn na kótě 214,50 m n.m., asi 250 m před přehradní zdí. Přivaděč je ovladatelný dvěma šoupátky, umístěnými v tělese hráze a v šachtě před hydrocentrálou. Hlavní uzávěr je v areálu na ulici Rekreační č. 1.

Pomocí tohoto přivaděče je odběr užitkové vody stále realizován. Odebírány jsou objemy do 6 000 m³ ročně, což není v souladu s ustanovením vodního zákona zpoplatněno.

Stav přivaděče DN 600 mm není uspokojivý. Řešením by bylo uvedení přivaděče do neškodného stavu, po zajištění náhradního zdroje užitkové vody.

2.2.4. Požární vodovod

Samostatný požární vodovod zoologická zahrada nemá. K zabezpečení potřebného množství požární vody slouží jako odběrná místa podzemní hydranty, umístěné na rozvodech pitné vody.

2.2.4.1. Odběrná místa

- Podzemní hydrant před hlavním vstupem do zoologické zahrady před rodinným domem č.p. 44.
- Podzemní požární hydrant před dílnami.
- Podzemní požární hydrant na vodovodním řadu v komunikaci před restaurací U Tygra.
- Podzemní požární hydrant ve svahu nad místní komunikací nad vodopádem a nad výběhem vlka arktického.
- Podzemní hydrant na provozním vodovodu u komunikace pod Tropickým královstvím.
- K hasicím účelům lze také využít vodu z bazénů a jezírek:

Tabulka č. 1: Bazény, jejichž voda by mohla být využita k požárním účelům

Objekt	Objem [m ³]
Bazén lachtanů	125
Jezírko bobra kanadského	260
Jezírko tapíra	100
Bazén ledních medvědů	25

2.2.5. Ostatní zdroje vody

Vlastní zdroje podzemní a povrchové vody, významné z hlediska využití pro vlastní potřebu Zoologická zahrada města Brna v současné době nevlastní.

Mezi ostatní zdroje vody patří:

- Šachtová studna z betonových skruží DN 1 000 mm hluboká 22,80 m, umístěná pod zahradnictvím zoologické zahrady. Je zvažována možnost využití v budoucnosti jako doplňkový zdroj pro závlahu.
- Studna z betonových skruží DN 1 200 mm o hloubce 25 m, ve svahu nad restaurací U Tygra. Podle výsledků čerpací zkoušky jsou přítoky do studny minimální a jedná se o vodu povrchovou a podpovrchovou. Tato voda je však kontaminována biologickým znečištěním, proto se její další využití nepředpokládá.
- Vrt v bývalém areálu VUT na ulici Rekreační č. 1 (součást předaného majetku Statutárního města Brna v roce 2003). Vrt byl vybudován kolem roku 1960 a jeho vydatnost se pohybovala kolem $3 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Vrtu bylo využito při budování nového prameniště v této oblasti, jako pozorovacího vrtu.[2]

2.2.6. Nový zdroj užitkové vody

Nový zdroj užitkové vody přinese značné úspory v odběru pitné vody. Na základě záměru vypracovaného zahradou, byla specializovanou firmou vyhotovena studie proveditelnosti stavby nového odběrného objektu užitkové vody s čerpací stanicí. Tento objekt by také odstranil rizika plynoucí z využívání zastaralého přivaděče surové vody z přehrady Brno.[3]

Rada města Brna schválila zoologické zahradě technicko-ekonomické zadání projektu pro využití podzemní vody v červnu 2006.

Jsou tedy zrealizovány dva nové zdroje užitkové vody. První vrt vede do hloubky 75 m až do neogenní vrstvy. Druhý, záložní vrt, bude pracovat v době odstávky prvního vrtu a vodu bude přivádět z kvartérních sedimentů řeky Svratky, z hloubky 14 m. Podzemní voda by měla být dále upravena v čistící stanici.

Nový zdroj užitkové vody tedy přinese výrazné úspory, protože fakturační náklady na pitnou vodu jsou téměř 8krát vyšší, než náklady na vodu podzemní.[4]

3. JAKOST VODY

3.1. Jakost pitné vody

Jakost pitné vody dodávané z vodovodu pro veřejnou potřebu je celoročně v souladu s ukazateli ČSN 75 7111 Pitná voda, dnes v souladu s vyhláškou č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu.

Kvalita vody v rozvodné síti vodovodu zoologické zahrady, je sledována odběrem a rozbořením vzorků vod, které jsou analyzovány akreditovanou laboratoří Zdravotního ústavu v Brně. Občasný výskyt bakteriálního znečištění v druhém tlakovém pásmu (akumulační jímka v čerpací stanici) je řešen dezinfekcí, s následným odběrem a analýzou vzorků vody.

3.2. Jakost provozní vody

Kvalita vody z přehrady Brno, která slouží k provozním účelům je sledována nepravidelně, s ohledem na její využívání. Tato voda má vysokou úživnost, způsobenou vysokým obsahem dusíku a fosforu, jejímž důsledkem je velký rozvoj zelených řas a sinic. Nelze ji tedy používat k napouštění bazénů a jezírek, ale pouze omezeně k závlaze a očištění techniky a kropení komunikací.

Vzhledem k dlouhodobě nevyhovující jakosti povrchové vody z přehrady Brno, a tím absencí vhodného zdroje užitkové vody, jsou realizována nezbytná opatření, která sledují šetření vodou.[2]

3.2.1. Sinice

Sinice jsou fotosyntetizující gramnegativní cyanobakterie, schopné fotosyntetické asimilace. Jako hlavní fotosyntetické barvivo používají chlorofyl a rozmnožují se pouze nepohlavně. Díky své jednoduché stavbě mají schopnost přežít nepříznivé podmínky. Vyskytují se na pouštích, v horských pramenech, ve znečištěných a odpadních vodách, v radioaktivních vodách i v polárních oblastech. Sinice produkují mnoho látek, kterými mohou ovlivňovat své okolí. Patří sem látky neškodné (enzymy, hormony, antibiotika), ale také jedy (cyanotoxiny). Cyanotoxiny mohou vyvolat tři hlavní skupiny onemocnění, a to poruchy zažívacího traktu, alergické reakce a onemocnění jater. Podle toho, kolik a jakých toxinů se do těla dostane, liší se i projevy: od lehké akutní otravy se střevními a žaludečními potížemi, přes bolesti hlavy, snížení imunity, až po vážnější jaterní problémy. U alergiků se mohou vyskytnout alergické reakce ve formě kožních problémů, či záněty očních spojivek. Dále mohou působit jako aktivátor rakovinných procesů. Ve světě jsou zdokumentovány také akutní otravy a úhyny hospodářských zvířat, vodního ptactva a vodních živočichů, lesní zvěře i psů. Mezi nejvíce ohroženou skupinu patří děti, starší a nemocní lidé.[5]

Obrázek č. 5: Sinice u hráze Brněnské přehrady



4. POTŘEBA A SPOTŘEBA VODY

4.1. Spotřeba pitné vody

Oba vodovody, které dodávají pitnou vodu do zoologické zahrady, představují roční spotřebu pitné vody asi 30 000 m³ za rok, tj. asi 82 m³ za den. Z toho vodovod Pisárecký asi 10 % a vodovod Kníničský asi 90 % z celkové spotřeby pitné vody. Druhé tlakové pásmo vykazuje průměrnou roční spotřebu pitné vody asi 5 500 m³ ročně. Zde se jedná o objekty umístěné nad výškovou kótou 280 m n.m.(Tropické království, pavilon exotického ptactva, dětské hřiště, atd.), kam je pitná voda dodávána pomocí zesilovací čerpací stanice.

Tabulka č. 2: Přehled spotřeby pitné vody v letech 2002-2008 v m³ za rok

Odběrové místo	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Kníničský – Ondrova	22 673	22 853	25 466	26 689	22 304	28 309	38 365
Pisárecký – U ZOO	2 832	3 296	1 881	2 229	1 900	1 157	898
Areál ZOO	25 505	26 149	27 347	28 918	24 204	29 466	39 263
Rekreační č. 1	-	2 704	982	993	1 110	1 044	624

Tabulka č. 3: Přehled spotřeby pitné vody v letech 2002 – 2008 v m³ za den

Odběrové místo	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Kníničský – Ondrova	62,12	62,61	69,76	73,69	61,10	77,50	105,10
Pisárecký – U ZOO	7,75	9,03	5,15	6,10	5,20	3,16	2,46
Areál ZOO	69,85	71,64	74,92	79,22	66,30	80,70	107,50
Rekreační 1	-	7,40	2,69	2,72	3,04	2,86	1,70

Z uvedeného přehledu je zřejmý kontinuální nárůst spotřeby pitné vody o 5 – 7 % za rok, což odpovídá trvale probíhajícím pracím na modernizaci, zvelebování a budování nových expozic.

Přesto celková spotřeba pitné vody ve výši 79,22 m³ za den je relativně vysoká, při porovnání s propočtem potřeby pitné vody podle dosud platné směrnice č. 9/1973 bývalého Ministerstva LVH, Ministerstva zdravotnictví a Hlavního hygienika. Toto je dáno používáním pitné vody pro napouštění bazénů a jezírek (50 – 60 % pitné vody), protože kvalita vody užitkové je dlouhodobě nevyhovující, hlavně z důvodu výskytu sinic. Tímto jsou neúměrně zvyšovány provozní náklady. Proto jsou realizována opatření k šetření pitnou vodou a je budován nový vhodný zdroj užitkové vody.[2]

4.2. Spotřeba vody provozní

Spotřeba provozní vody se ročně pohybuje okolo 200 000 m³ za rok. Tento odběr je v souladu se zněním vyhlášky č. 254/2001 Sb. o vodách nezaplatněn. S ohledem na nevhodnou kvalitu je voda používána pouze k částečné závlaze zeleně, očištění techniky a v letním období ke kropení komunikací. Nižší využití je též dáno havarijním stavem provozního vodovodu.

4.3. Potřeba pitné vody

Potřeba pitné vody vypočtená podle směrnice č. 9/1973.

Tabulka č. 4: Potřeba pitné vody

Zdroj vody	Q_p [m³.den⁻¹]	Q_m [m³.den⁻¹]	Rezerva [%]	Celková spotřeba [m³.den⁻¹]
Pisárecký vodovod	15,0	20,0	20	25,0
Kníničský vodovod	40,0	60,0	20	75,0
Provozní areál Rekreační 1	3,0	5,0	20	10,0

4.4. Potřeba vody pro plnění bazénů

Tabulka č. 5: Potřeba vody pro plnění jezírek a bazénů

Objekt	Objem vody [m³]	Požadavky na výměnu	Denní potřeba Qp [m³]
Jezírka tygra a levharta	50	1 x týdně	10
Jezírka vlka a bobra	260	1 x měsíčně	10
Bazén lachtanů	125	1 x za tři dny	20
Bazén ledních medvědů	25	1 x za tři dny	10
Jezírko tapírů	100	kontinuálně	10
Jezírko v safari	500	1 x měsíčně	15
Tropické království	30	1 x za tři dny	10
Jezírka okrasná	50	1 x týdně	10

Tabulka č. 6: Potřeba vody pro pracovní účely

Druh práce	Denní potřeba Qp [m³]
Závlahy	50-110
Kropení a mytí komunikací	15-20
Očista techniky	5

4.5. Otevřené vodní plochy

V zoologické zahradě existují následující otevřené vodní plochy:

Tabulka č. 7: Otevřené vodní plochy

Název	Vodní plocha [m ²]	Výpar [m ³ ·den ⁻¹]
Jezírka tygra a levharta	100	0,26
Jezírka vlka a bobra	260	0,78
Bazén lachtanů	85	0,22
Bazén ledních medvědů	25	0,10
Jezírko tapírů	100	0,26
Jezírko v safari	500	1,30

Celková otevřená vodní plocha všech objektů v zoologické zahradě činí 1 070 m².

4.6. Ztráty vody

Podle skutečné spotřeby pitné vody je 90 % zoologické zahrady zásobováno z Kníničského vodovodu a zbývajících 10 % z vodovodu Pisáreckého. Celková délka vodovodních řadů je 3 275 m z padesátých let minulého století a pouze přípojka z ulice U Zoologické zahrady v délce 110 m je z první poloviny 80. let. Vodovody byly budovány v náročných podmínkách, které způsobil především svažité terén, z litinových a ocelových trub.

I když nejsou doposud zjišťovány vizuální úniky vody, při respektování poznatků a zkušeností, zejména provozovatelů vodovodů pro veřejnou potřebu, lze reálně uvažovat se ztrátami vody v trubní síti ve výši 20 – 25 %.

Nezbytným požadavkem je věnování trvalé péče vybudovaným vodohospodářským zařízením s cílem předcházet poruchám a eliminovat v maximální míře amortizaci zařízení, a tím zabezpečovat co nejdélejší optimální funkci zařízení.[2]

5. BAZÉNY A JEZÍRKA JAKO VÝZNAMNÝ ESTETICKÝ PRVEK

Nezastupitelné místo zaujímají v zoologické zahradě bazény a okrasná jezírka, která tvoří nezbytný biotop pro život chovaných druhů zvířat, ale představují rovněž významný estetický prvek v prostředí zahrady.

V současné době má zoologická zahrada asi 1 100 m² otevřených vodních ploch, k nimž patří především bazény v jednotlivých expozicích a okrasná jezírka. Jmenovitý seznam je uveden výše.

Provoz těchto zařízení, jež tvoří uzavřený systém, je u nových jezírek poloautomatický (jezírka tygr a levhart, vlk a bobr, tapír). Původní bazény (lachtani, lední medvědi a jezírko safari) jsou závislé na obsluze, která zajišťuje čištění, plnění a jejich vypouštění, dále pečuje o jakost vody. Četnost naplňování a vyprazdňování bazénů a jezírek je různá a řídí se chovatelskými předpisy. Všechna provozovaná zařízení, kromě jezírek v expozici safari, používají k plnění pitnou vodu, protože jakost užitkové vody je nevhodná ze zdravotního hlediska.[2]

5.1. Poloautomaticky provozované uzavřené vodní systémy

Jedná se o uzavřené vodní systémy, zásobované pitnou vodou, uvnitř kterých voda cirkuluje. Především sem patří vodní systém v expozici vlka arktického, propojený se systémem bobra kanadského. Dalším takovýmto vodním systémem, je cirkulační síť v expozici tygra sumaterského a levharta cejlonského.

5.1.1. Vodní systém vlka arktického a bobra kanadského

Z jezírka bobrů kanadských je voda vedena do spojovací šachty a odtud je čerpadlem vháněna podzemním potrubím do horního jezírka ve výběhu vlků arktických. Z tohoto jezírka voda odtéká podzemním potrubím buď do nádržky, ze které dále teče vodopádem do níže položeného jezírka ve vlčím výběhu, anebo může téci dále podzemním potrubím a ústít opět do níže položeného jezírka ve výběhu vlků. Z tohoto jezírka teče voda samospádem do jezírka bobrů kanadských.

5.1.1.1. Problémy s kvalitou vody

Hlavním problémem je velká tvorba sinic v jezírku v letních měsících. Voda je prohřátá a dochází k úbytku kyslíku, který spotřebují sinice. Voda v tomto jezírku by měla být více promíchávána, aby se alespoň částečně zabránilo výskytu sinic a také by zde mělo být zabudováno účinnější čistící zařízení.

Obrázek č. 6: Vodopád a jezírko ve výběhu vlka arktického



5.1.2. Vodní systém tygra sumaterského a levharta cejlonského

Tato uzavřená síť se člení na dva menší okruhy.

Okruh levharta cejlonského je možno popsat následovně. Z jezírka ve spodní části výběhu levharta teče voda samospádem do čerpací jímky spojovací šachty, v níž je zabudován pískový filtr. Filtr slouží k přečištění vody a tato je dále vháněna čerpadlem zpět do horní části expozice a ústí do malé říčky ve výběhu levharta, která opět vytéká do již zmíněného jezírka.

Okruh tygra sumaterského začíná vodopádem v horní části výběhu, odkud voda padá do dvou ramen řeky, odkud teče do jezírka ve spodní části výběhu. Z jezírka teče voda samospádem do stejné spojovací šachty s čerpací jímkou a pískovým filtrem jako voda z jezírka ve výběhu levharta. Dále je už voda, spojená s vodou z výběhu levharta, vháněna čerpadlem nahoru potrubím a teče opět vodopádem do výběhu tygra.

5.1.2.1. Problémy s udržením čistoty

V letních měsících se v těchto jezírcích vyskytují sinice a také dochází k ucpávání odtoku vody větvičkami a listy. Jelikož je zde voda filtrována přes pískový filtr, o její přečištění je postaráno, mělo by se však více dohlížet na hrubé nečistoty plovoucí v jezírcích a dbát na jejich mechanické odstranění.

Obrázek č. 7: Jezírko ve výběhu tygra sumaterského



6. PROVOZ A PROVOZNÍ PROBLÉMY V ZÁSBOVÁNÍ VODOU

6.1. Problémy v plynulosti dodávky pitné vody v druhém tlakovém pásmu

K aktuálním problémům v zásobování zoologické zahrady pitnou vodou, patří přerušení dodávky pitné vody v druhém tlakovém pásmu zahrady. Toto je způsobeno zvýšeným odběrem pitné vody v Kníničkách, zejména v letním období, které je doprovázeno poklesem hydrodynamického tlaku v zesilovací čerpací stanici v zahradě, jež slouží pro zásobování objektů, nacházejících se v druhém tlakovém pásmu (nad kótou 280,00 m n.m.), umístěných na kótě 281,00 m n.m. Čerpací stanici zoologické zahrady se nedostává pitné vody, poněvadž tam voda během dne nedoteče. Nový vodojem o obsahu 400 m³ je umístěn na kótě 295,00 m n.m., pokles tlaku tedy nedovoluje, aby pitná voda naplnila čerpací jímku u zesilovací stanice zoologické zahrady.

6.2. Problémy zásobování pitnou vodou v prvním tlakovém pásmu

V roce 1984 byla provedena nová přípojka vodovodu z ulice U Zoologické zahrady, se záměrem zlepšení zásobování pitnou vodou, především objektů, nacházejících se v prvním tlakovém pásmu. Přípojka včetně nové vodoměrné šachty naproti provozní vrátnice, byla provedena z trub litinových (DN 100 mm) v délce 110 m a napojena na stávající vodovod. Propojení na Kníničský vodovod bylo provedeno ve spojené armaturní šachtě, která je vybudována ve svahu nad restaurací U Tygra. Připojení na řad Kníničského vodovodu bylo provedeno pomocí T-kusu.

Vzhledem k různým tlakovým poměrům obou vodovodů, musel být řad Pisáreckého vodovodu šoupátkem v šachtě uzavřen. Zásobuje tedy pitnou vodou pouze jižní část zoologické zahrady po restauraci U Tygra. Jen při poruše na vodovodním řadu z Kníniček lze manipulací s uzávěry ve spojné šachtě otevřít šoupátko na řadu Pisáreckého vodovodu a ve vodoměrné šachtě na ulici Ondrova uzavřít hlavní uzávěr vody, a tím nouzově zásobovat zoologickou zahradu pitnou vodou, ale pouze ty objekty, nacházející se v prvním tlakovém pásmu (výškově umístěné do kóty 270,00 m n.m.).

6.3. Měření vody

Hlavním předpokladem hospodaření s vodou je měření spotřeby vody. V současnosti jsou v zoologické zahradě tato měrná místa:

- Hlavní vodoměr pro vodovod Pisárecký leží ve vodoměrné šachtě naproti provozní vrátnice.
- Hlavní vodoměr pro vodovod Kníničský je umístěn ve vodoměrné šachtě poblíž čerpací stanice užitkové vody.
- Hlavní vodoměr pro provozní areál na ulici Rekreační je naproti domu číslo 10.
- Vodoměr pro měření spotřeby druhého tlakového pásma leží v zesilovací čerpací stanici.

- Vodoměry pro měření užitkové vody jsou umístěny v šachtě pod vodojemem.
- Vodoměry v restauraci U Tygra slouží k měření vody pro restauraci a jezírka v expozicích tygra a levharta.
- Vodoměr v šachtě u bývalé expozice syrských medvědů slouží k měření vody stánku s občerstvením.
- Vodoměr pro měření vody ve veterinárním ambulatoriu, v bazénu medvědů ledních a lachtanů leží v šachtě pod ambulatoriem.
- Vodoměr pro stánek u pavilonu Tropicke království je umístěn za budovou stánku.
- Vodoměr v budově skladu leží v chodbě pod schodištěm.
- Vodoměr pro správní budovu je umístěn v přízemí u kanceláří.

6.4. Údržba vodohospodářských zařízení

Údržba vodohospodářských zařízení je vlastně trvalá a smysluplná péče o postavená vodohospodářská zařízení, s cílem zabezpečit jejich maximální životnost a dokonalou funkci. Udržovací práce se řídí plánem údržby, který bývá zpracováván na příslušný rok. Pro rozsáhlejší soubory jsou vypracovány samostatné provozní a manipulační řády.

Předpokladem pro správné provádění udržovacích prací je dokonalá evidence, která je doložená dokumentací skutečného provedení a je řádně doplňována a aktualizována. Důležité je přesné vedení situačních plánů, z nichž je patrné situační vedení vodovodu s označením šachet a ovládacích armatur a podzemních hydrantů, sloužících jako požární hydranty.

Podle charakteru a rozsahu údržbářských prací a drobných oprav jsou práce náročnějšího a většího rozsahu prováděny externí firmou.

V zoologické zahradě zabezpečují údržbářské práce na vodohospodářských objektech určení pracovníci, kteří vykonávají práce podle pokynů vedoucího dílen. Tito vycházejí z:

- provozního řádu vodovodu,
- provozního pokynu pro provoz a manipulaci s uzávěry na přehradě Brno,
- provozního řádu vodního hospodářství expozic vlka a bobra kanadského,
- provozního řádu vodního hospodářství expozic tygra a levharta.[2]

7. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

7.1. Tropické království

Tropický pavilon, otevřený v září 1998 je první moderní koncepcí Zoologické zahrady Brno. Nápad, jak by měl vypadat, se zrodil na přelomu let 1997 a 1998. Cesta k realizaci myšlenky však nebyla jednoduchá. Realizována byla až šestá verze projektu. Záměrem bylo, aby vytvořený expoziční prostor v návštěvníkovi vyvolal kladný vjem, vyplývající z pěkné expozice a hodnověrnou představu o původním prostředí, v němž vystavované zvíře žije a pocít, že živočich žije v dobrých životních podmínkách, a že je o něj dobře postaráno. Neoddiskutovatelnou částí projektu bylo zajištění základních životních podmínek zvířat, tzn. teploty, vlhkosti, optimální velikosti a čistoty, a to na nejvyšší možné technické úrovni.[6]

Celá expozice byla vybudována pro předem vybrané druhy zvířat, či blízké skupiny druhů zvířat. Tropický pavilon, též nazývaný Tropické království, je pojat jako malá ukázka zvířat, především z oblastí tropického a subtropického pásma, a to z Jižní Ameriky a Jihovýchodní Asie, ale i sušších částí Afriky. Výběr druhů se řídil třemi pravidly:

- celá expozice musí působit jednotně,
- každý celek musí mít svoji myšlenku využitelnou pro vzdělávací práci zoo, vystavovaná zvířata musejí být pro návštěvníky přitažlivá a známá,
- expozice musí obsahovat i několik druhů vzácných, ohrožených a chovatelsky významných živočichů, kteří zajistí dobrou zoologickou pověst expozice.

Zoologická zahrada Brno zaplatila tři a půl milionu korun na vybudování Tropického království z vlastních zdrojů.[7]

7.1.1. Zvířata v Tropickém království

7.1.1.1. Druhy z Jižní a Střední Ameriky a Kuby

Anakonda velká, anolis rytířský, bazilišek páskovaný, bazilišek zelený, čukvala zavalitá, dracéna guayanská, hroznýš královský, hroznýšovec kubánský, hroznýšovec duhový, kajmánek trpasličí, korálovka sedlatá, korovec mexický, kosman zakrslý, kožnatka floridská, krunýřovec velkoploutvý, leguán kubánský, leguán nosorohý, leguán obojkovaný, leguán zelený, leguánek ostnitý, piraña, rosnička včelí, tamarín žltoruký, želva žabohlavá, vrubozubec paví, želva uhlířská.

7.1.1.2. Druhy žijící v oblastech Afriky a na Madagaskaru

Krajta královská, leguán madagaskarský, surikata, tereka hnědá, trnorep africký, želva pardálí, želva paprscitá.

7.1.1.3. Druhy žijící v Asii a Indonésii

Orlicie bornejská, užovka taiwanská.

7.1.1.4. Druhy žijící v Austrálii

Krajta kobercová.

7.1.1.5. Druhy žijící v subtropických oblastech Evropy

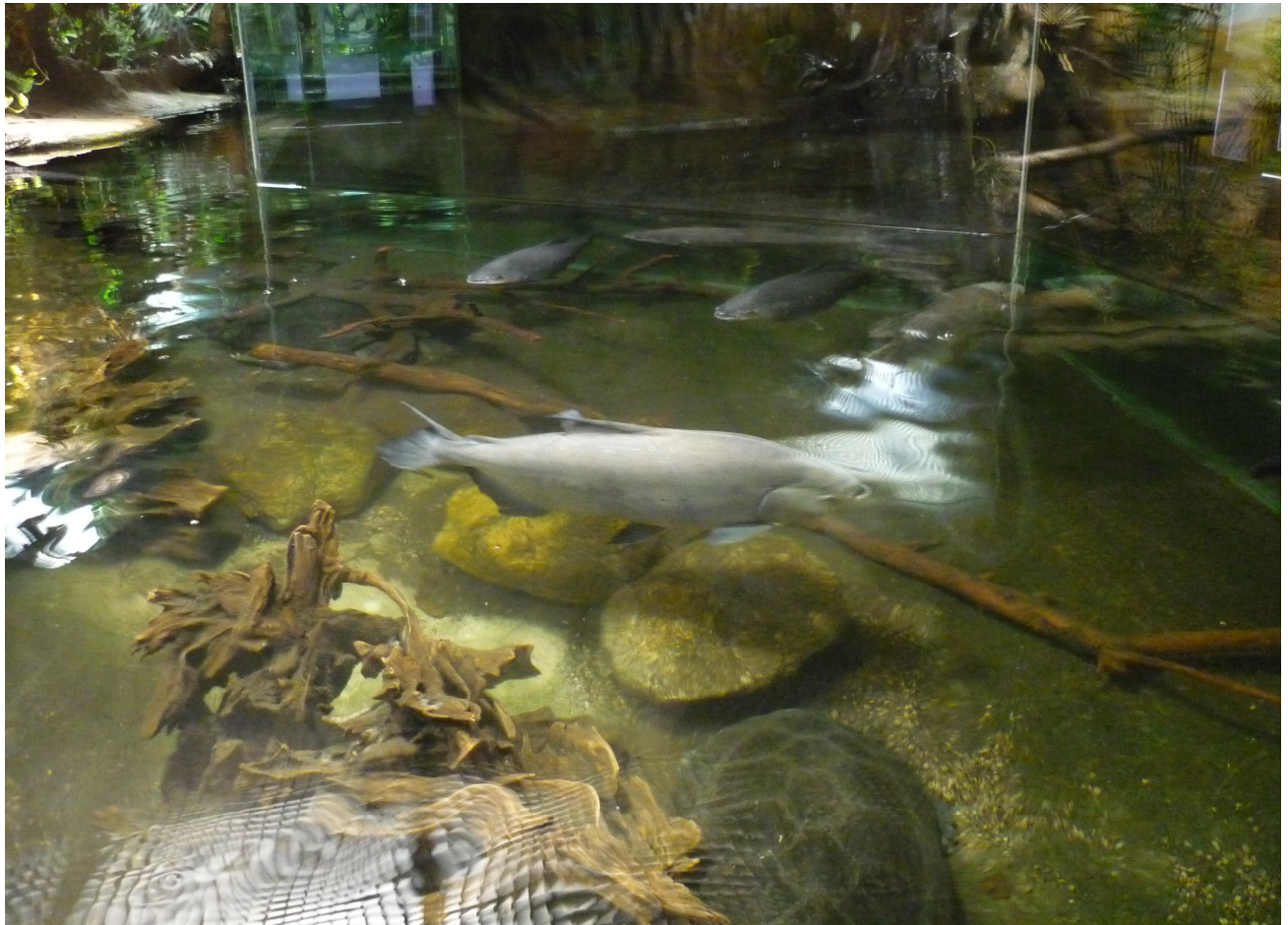
Želva zelenavá. [8]

7.2. Živočichové žijící v nádržích Tropického království

V tomto pavilonu se vyskytují dvě nádrže s vodou, v nichž žijí některé druhy ryb a dalších vodních živočichů.

7.2.1. Živočichové žijící ve velké nádrži

Obrázek č. 8: Velká nádrž



7.2.1.1. *Kajmánek trpasličí (Paleosuchus palpebrosus)*

řád: krokodýli (Crocodylia)

čeleď: aligátorovití (Alligatoridae)

Délka těla u samců činí 150 – 170 cm, samice dorůstají maximálně 120 cm. Je to jeden z nejmenších druhů krokodýlů. Samice staví z rostlin a zeminy hnízdo, kam naklade 15 – 20 vajec. Při teplotě 30°C se líhnou mláďata za 90 – 105 dní, která jsou 20 – 24 cm dlouhá a 35 – 45 g těžká. Vyskytuje se v povodí Amazonky a Orinoka od Peru, Kolumbie a Ekvádoru, přes Brazílii, Venezuelu až do Guayany. Potravu mladších jedinců tvoří vodní měkkýši a bezobratlí, v jídelníčku větších zvířat přibývají plazi, ptáci a savci. Hlavním zdrojem obživy jsou však ryby. Ačkoliv se s oblibou zdržuje v proudící vodě, je méně vázán na vodní prostředí. Dny často tráví ukryt v podzemních norách. Nejlépe se mu daří v rozmezí pH 6 – 8 a při teplotě 25 – 29 °C.[9]

Obrázek č. 9: *Kajmánek trpasličí*



7.2.1.2. *Orlície bornejská (Orlitia borneensis)*

řád: želvy (Testudines)

čeleď: batagurovití (Bataguridae)

Tato želva dorůstá délky 50 – 80 cm. Samice klade podlouhlá vajíčka do říčních břehů. Vyskytuje se na Borneu, Sumatře a Malajském poloostrově. Živí se ovocem, vodními rostlinami a bezobratlými živočichy. Žijí ve sladkých vodách. Jsou zapsány na mezinárodním červeném seznamu ohrožených druhů IUCN, jako ohrožený druh. Hlavní příčinou jejich úbytku ve volné přírodě je jejich intenzivní lov pro maso, ztráta prostředí a jeho znečištění.

V prosinci 2001 bylo v Hong Kongu zachyceno 10 000 nelegálně pašovaných želv. Želvy byly přepravovány ve strašných podmínkách, v ústech a jícních měly zapíchané háky, krunýře otlučené a plesnivé. Zoologické zahrady na celém světě se podílely na jejich záchraně. Do Zoologické zahrady Brno přišlo 10 orlícíí bornejských a 10 želv ostnitých. Díky neúnavné péči chovatelů a veterináře se podařilo některé jedince zachránit. Dnes je můžete vidět i v expoziční části Tropicke království. [10]

Obrázek č. 10: *Orlície bornejská*



7.2.1.3. *Piraña (Colosoma sp.)*

řád: trnobříši (Characiformes)

čeleď: tetrovití (Characidae)

Dorůstá velikosti 25 – 75 cm. Samice klade několik set jiker. Vyskytuje se v záplavových oblastech Jižní Ameriky i v zatopených lesích. Živí se rybami, plazy, malými savci a sběrem ovoce z hladiny. Žije v hejnech.[11]

Obrázek č. 11: *Piraña*



7.2.1.4. *Gurama velká*

čeleď: guramovití (Osphronemidae)

Dorůstá 40 – 70 cm. Jejím domovem je jihovýchodní Asie. Je všežravec, živí se rostlinami a menšími živočichy. Tato ryba je mírumilovná a velmi společenská. Není náročná na kvalitu vody, obvykle se jí dobře daří při pH v rozmezí 6,5 – 8 a teplotě 20 – 30 °C. Sameček staví na hladině pěnové hnízdo, pod nímž dochází k výtěru. Jikry spadlé ke dnu sameček posbírání a vyprskává do pěnového hnízda, kam naláká samičku. O až 1500 vytřených jiker se pak samec stará. Potěr se vylíhne za 24 - 36 hodin.[12]

Zoologická zahrada Brno chová pouze jednoho jedince tohoto druhu.

Obrázek č. 12: Gurama velká



7.2.2. Živočichové žijící v malé nádrži

Obrázek č. 13: Malá nádrž



7.2.2.1. *Dracéna guayanská (Dracaena guianensis)*

řád: šupinatí (Squamata)
podřád: ještěři (Lacertilia)
čeleď: tejovití (Teiidae)

Dorůstá délky až 120 cm.

Vyskytuje se v povodí Amazonky a Orinoka, kde žije především na březích těchto toků. Dracény lehávají na větvích nízko nad hladinou, a když jsou v nebezpečí, skáčou přímo do vody. Živí se výhradně plži. Patří mezi vejcorodé druhy živočichů. Dorůstají délky až 120 cm. Samice klade 3 – 10 podlouhlých vajíček o velikosti 7 cm do hnízd stromových termitů. Termiti termitiště opraví, čímž vejce uzavrou v přírodním inkubátoru. Inkubace probíhá při teplotě 30°C a trvá asi 160 dní. Mláďe se pak musí vyklubat z vajíčka a ještě prorazit stěnu termitiště. [13]

Obrázek č. 14: *Dracéna guayanská*



7.2.2.2. *Vrubozubec paví (Astronotus ocellatus)*

řád: ostnoploutví (Perciformes)
čeleď: vrubozubcovití (Cichlidae)

Tato ryba dorůstá délky až 30 cm. Žije v páru. Pár před vytřením přebuduje a očistí dno akvária, kam naklade 500 – 2 000 jiker. O potomstvo se pečlivě starají oba rodiče. Vyskytují se v povodí Amazonky, tedy od Peru a Kolumbie po Brazílii. Živí se malými rybkami a hmyzem. Nejlépe snáší rozmezí pH 6,5 – 8 a rozmezí teplot 23 – 28 °C. [14]

Zoologická zahrada chová 7 jedinců tohoto druhu.

Obrázek č. 15: *Vrubozubec pavi*



7.2.2.3. *Krunýřovec velkoploutvý (Pterygoplichtys gibbiceps)*

řád: sumci (Siluriformes)

čeleď: krunýřovcovití (Loricariidae)

Dorůstají délky 10 – 15 cm. Samice klade 50 – 200 jiker. Po vytření jikry samec hlídá a přihání k nim pohyby prsních ploutví čerstvou vodu bohatou na kyslík. K vykuklení plůdku dochází za 4 – 7 dní. Žijí v Jižní Americe, hlavně v Peru, Venezuele, Ekvádoru a Brazílii. Živí se rostlinnou potravou, řasami, živou potravou. Jedná se o mírumilovné a klidné ryby, lze je chovat ve společnosti jiných ryb. Svými přísavnými ústy spásají celé zelené porosty řas. Nejlépe snášejí teplotu v rozmezí 22 – 28 °C a pH 6,5 – 7,5.[15]

Obrázek č. 16: *Krunýřovec velkoploutvý*



7.3. Monitorování stavu vody v nádržích Tropickeho království

V době od února 2009 do března 2009 byl jednou týdně monitorován stav vody ve velké i malé nádrži a v čistící nádrži. Byly stanoveny hodnoty ukazatelů dusičnanů, amonných iontů, alkality, chemické spotřeby kyslíku manganometricky. Dále byla změřena vodivost a pH.

7.3.1. Jednotlivé metody stanovení

Popis a charakteristika metod jednotlivých stanovení, kterými byly analyzovány vzorky vody.

7.3.1.1. Stanovení pH

Ukazatel pH je záporný dekadický logaritmus aktivity vodíkových iontů a stanovuje se v jednotkách $\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$. Aktivita vodíkových iontů je menší než jejich koncentrace, aktivita se blíží hodnotě koncentrace pouze u velmi zředěných roztoků.

Měření se provádí prakticky u všech druhů vod a má klíčový význam pro další posuzování analyzované vody. Stanovuje se různými metodami, jednoduchými indikátorovými papírky, barevnými indikátory a složitějšími elektrometrickými metodami. Nejčastěji se dnes hodnota pH stanovuje potenciometricky. Hodnota pH umožňuje rozlišit jednotlivé formy výskytu některých prvků ve vodách, hledisko posouzení agresivity vody a ovlivňuje účinnost většiny chemických, fyzikálně-chemických a biologických procesů používaných při úpravě a čištění vod.[16]

Mezní hodnoty pH pro pitnou vodu jsou dle vyhlášky č. 252/2004 Sb. v rozmezí 6,5 – 9,5.

V tomto případě bylo pH stanoveno potenciometricky pomocí pH-metru (WTW, inoLab, Level 2).

7.3.1.2. Stanovení vodivosti

Vodivost je míra koncentrace ionizovatelných anorganických a organických součástí vody. U přírodních a užitkových vod s velmi nízkou koncentrací organických látek, je mírou obsahu anorganických elektrolytů. Ve zředěných roztocích je lineární funkcí koncentrace iontů.

Stanovení konduktivity je běžnou součástí chemického rozboru vody. Umožňuje bezprostřední odhad koncentrace iontově rozpuštěných látek a celkové mineralizace ve vodách. Velmi často se konduktivita používá k posuzování čistoty destilované vody. Pro srovnání schopnosti vodných roztoků vést elektrický proud byla zavedena měrná vodivost. Označuje se symbolem κ a představuje obrácenou hodnotu odporu roztoku mezi dvěma elektrodami o stejné ploše [1 m^2], ve známé vzdálenosti [1 m] od sebe:

$$\kappa = G \cdot \frac{l}{A}$$

G...konduktance [S], A...vzdálenost elektrod [m], l... plocha elektrody [m^2].[17]

Mezní hodnota konduktivity je pro pitnou vodu dle Vyhlášky č.252/2004 Sb. 125 $\text{mS}\cdot\text{m}^{-1}$.

V tomto případě byla vodivost měřena konduktometrem (WTW, pH/Cond 340i) v jednotkách $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

7.3.1.3. Stanovení alkality

Alkalita se stanoví titrací vzorku vody roztokem silné kyseliny. Množství titračního roztoku spotřebovaného k dosažení titračního exponentu uhličitanového iontu udává zjevnou alkalitu, množství spotřebované k vytitrování hydrogenuhličitanu s vyloučením tlumivé kapacity vody udává celkovou alkalitu. Indikace je vizuální nebo elektrometrická.

Alkalita byla tedy stanovena titrací vzorku vody kyselinou chlorovodíkovou na směsný indikátor z modrého do šedého zbarvení.

Výpočet:

$$X = \frac{a \cdot M \cdot 1000}{V}$$

X...alkalita [$\text{mmol} \cdot \text{l}^{-1}$], a...spotřeba odměrného roztoku kyseliny chlorovodíkové [ml], V...objem vzorku [ml], M...molarita odměrného roztoku kyseliny chlorovodíkové.[18]

7.3.1.4. Stanovení CHSK_{Mn}

Stanovení chemické spotřeby kyslíku manganometricky je vlastně stanovení oxidovatelnosti ve vodě. Tato metoda se též nazývá Kubelova. Podstatou je oxidace přítomných látek manganistanem draselným za varu, v prostředí kyseliny sírové. Oxidace musí probíhat po dobu 10 minut při teplotě 96 – 98 °C, přičemž spotřeba manganistanu draselného nesmí být větší než 60 % přidaného množství manganistanu draselného. Množství manganistanu draselného, spotřebované na oxidaci oxidovatelných látek, se zjistí odměrným manganometrickým stanovením, tzn., že po ukončení oxidace se do reakčního roztoku přidá známé množství standardního odměrného roztoku šřavelanu sodného, jehož přebytek se stanoví titrací manganistanem draselným.

Tato metoda se nepoužívá při analýze odpadních vod.

Průměrné hodnoty u pitných povrchových vod se pohybují v rozmezí 1,8 – 3,6 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$, u pitných vod podzemního původu je to v rozmezí 0,75 – 1,62 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$.

Výpočet:

$$X = \frac{(a - b) \cdot 80}{V}$$

X...oxidovatelnost manganistanu [$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$], a...spotřeba manganistanu draselného [ml], b...spotřeba manganistanu draselného na slepé stanovení [ml], V...množství vzorku [ml].[19]

Podle vyhlášky č. 252/2004 Sb. je mezní hodnota pro tento ukazatel 3 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$.

7.3.1.5. Stanovení amonných iontů spektrofotometricky

Reakcí amonných iontů se salicylanem sodným a chlornanovými ionty v přítomnosti nitroprussidu sodného vzniká zelená sloučenina, která se měří spektrometricky při vlnové délce 655 nm.

Chlornanové ionty se tvoří alkalickou hydrolyzou dichlorisokyanuratanu sodného. Při pH 12,6 reaguje vznikající chloramin v přítomnosti nitroprussidu sodného se salicylanem sodným. Vzhledem k tomu jsou do stanovení zahrnuty jakékoliv ve vzorku přítomné chloraminy. Součástí činidla je citronan sodný, který maskuje rušivé vlivy kationů, zvláště kationu vápenatého a hořečnatého. Dle vyhlášky č. 252/2004 Sb. je mezní hodnota pro amonné ionty v pitné vodě $0,5 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$. [20]

7.3.1.6. Stanovení dusičnanů spektrofotometricky s kyselinou sulfosalicylovou

Podstatou zkoušky je spektrometrické měření absorbance žluté sloučeniny při vlnové délce 415 nm. Tato sloučenina vzniká reakcí kyseliny sulfosalicylové, v prostředí salicylanu sodného a kyseliny sírové, s dusičnany a následnou alkalizací. Aby se nesrážely vápenaté a hořečnaté soli s hydroxidem, přidává se disodná sůl kyseliny ethylendiaminotetraoctové. K odstranění rušivého vlivu dusitanů se přidává azid sodný. Podle vyhlášky č. 252/2004 Sb. je mezní hodnota pro pitnou vodu stanovena na $50 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$. [21]

7.3.2. Cirkulace vody v Tropickém království

Voda odtéká z velké nádrže, v níž žije sedm piraní, gurama velká, dva kajmánci trpasličí a tři orlicie bornejské do nádrže čistící, která je umístěna přibližně pod touto velkou nádrží. Čistící nádrž obsahuje síto na odfiltrování hrubých nečistot, především zbytků potravy, kterou jsou krmena zvířata. Dále je v čistící nádrži zabudována vyměnitelná polyuretanová přepážka sloužící k čištění vody. Z této nádrže je vyčištěná voda hnána čerpadlem zpět do velké nádrže, kde vyvěrá v podobě vodopádu.

Stejným způsobem proces čištění vody funguje v malé nádrži. Z malé nádrže, ve které žije sedm vrubozubců pavích, krunýřovec velkoploutvý a dvě dracény guayanské, teče voda opět do téže čistící nádrže. Voda z obou nádrží se zde vlastně smísí. Vyčištěná voda je hnána druhým čerpadlem opět do malé nádrže. [22]

7.3.2.1. Funkce polyuretanového filtru

Tento filtr o šířce asi 10 cm a ploše $1,85 \text{ m}^2$, slouží k filtraci a zároveň k odbourání amoniaku a dalších sloučenin dusíku z metabolismu živočichů. Funguje zde vlastně samočisticí proces nitrifikace, tedy oxidace amonných iontů na dusitany a následně na dusičnany v aerobním prostředí za pomoci mikroorganismů. Proto voda prošlá filtrem obsahuje větší koncentraci dusičnanů, ty však vodní živočichy ve větších koncentracích neohrožují. Postupem času se na filtru ze strany přitékající, nevyčištěné vody začne tvořit kal, který vlivem gravitace opadáva na dno nádrže. Při výměně filtru, asi jednou za šest týdnů, se kal odčerpává.

7.3.2.2. Parametry nádrží

Velká nádrž:

Průtok: $36,8 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$

Povrch hladiny vody: $12,94 \text{ m}^2$

Objem: $9,70 \text{ m}^3$

Čistící nádrž:

Povrch hladiny vody: $5,55 \text{ m}^2$

Objem: $4,44 \text{ m}^3$

Celkový průtok u obou nádrží: $50,4 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$

Malá nádrž:

Průtok: $13,6 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$

Povrch hladiny vody: $8,36 \text{ m}^2$

Objem: $3,34 \text{ m}^3$

7.3.3. Naměřená data

Byly odebírány vzorky vody na výtoku z velké nádrže, na výtoku z malé nádrže a za polyuretanovým filtrem v čistící nádrži, a to v době kolem osmé hodiny ránní.

Dne 13. 2. 2009 došlo k výměně jedné třetiny vody a k výměně polyuretanového filtru. Toho dne byl také odebrán navíc ještě vzorek pitné vody z vodovodu v tropickém pavilonu.

Tabulka č. 8: Naměřené hodnoty pro pitnou vodu z vodovodu

ukazatel [jednotky]	den odběru	13. 2. 2009
	místo odběru	vodovod – pitná voda
CHSK _{Mn} [mg·l ⁻¹]		1,28
pH		7,75
vodivost [μS·cm ⁻¹]		526
alkalita [mmol·l ⁻¹]		3,55
NH ₄ ⁺ [mg·l ⁻¹]		0,024
NO ₃ ⁻ [mg·l ⁻¹]		36,0

Tabulka č. 9: Naměřené hodnoty z 13. a 19. 2. 2009

ukazatel [jednotky]	den odběru	13. 2. 2009			19. 2. 2009		
	místo odběru	velká	malá	čistící	velká	malá	čistící
CHSK _{Mn} [mg·l ⁻¹]		2,32	1,68	1,88	3,52	2,24	5,68
pH		7,69	7,84	7,65	7,94	7,98	7,91
vodivost [μS·cm ⁻¹]		663	663	664	658	658	659
alkalita [mmol·l ⁻¹]		2,25	2,25	2,25	2,00	2,30	2,35
NH ₄ ⁺ [mg·l ⁻¹]		0,295	0,096	0,135	0,130	0,058	0,131
NO ₃ ⁻ [mg·l ⁻¹]		152,0	151,5	146,0	148,3	148,0	122,8

Tabulka č. 10: Naměřené hodnoty z 26. 2. a 5. 3. 2009

ukazatel [jednotky]	den odběru	26. 2. 2009			5. 3. 2009		
	místo odběru	velká	malá	čistící	velká	malá	čistící
CHSK _{Mn} [mg·l ⁻¹]		1,92	1,60	2,84	1,64	1,28	1,60
pH		8,00	7,93	7,91	7,98	8,01	7,97
vodivost [μS·cm ⁻¹]		669	670	671	629	629	629
alkalita [mmol·l ⁻¹]		2,00	2,05	2,05	2,35	2,40	2,45
NH ₄ ⁺ [mg·l ⁻¹]		0,108	0,059	0,052	0,086	0,024	0,027
NO ₃ ⁻ [mg·l ⁻¹]		162,8	170,2	156,8	119,5	137,6	121,6

Tabulka č. 11: Naměřené hodnoty z 11. a 19. 3. 2009

ukazatel [jednotky]	den odběru	11. 3. 2009			19. 3. 2009		
	místo odběru	velká	malá	čistící	velká	malá	čistící
CHSK _{Mn} [mg·l ⁻¹]		1,88	1,84	2,24	1,80	1,72	2,00
pH		7,89	7,87	7,91	7,89	7,92	7,88
vodivost [μS·cm ⁻¹]		651	652	653	673	674	674
alkalita [mmol·l ⁻¹]		2,15	2,15	2,15	1,90	1,90	1,85
NH ₄ ⁺ [mg·l ⁻¹]		0,301	0,128	0,282	0,069	0,033	0,026
NO ₃ ⁻ [mg·l ⁻¹]		159,5	155,2	136,2	177,3	176,9	172,6

8. ZÁVĚR

8.1. Doporučení pro řešení problematiky ve vodním hospodářství

8.1.1. Vybudování nové zesilovací čerpací stanice

Hlavním problémem, jak už bylo popsáno, je narušení dodávky pitné vody z vodovodu Kníničského v letních měsících, který zásobuje 90 % zoologické zahrady. Vody v této době bývá nedostatek především v druhém tlakovém pásmu. Řešením by tedy mělo být vybudování nové zesilovací čerpací stanice pro druhé tlakové pásmo. Nejvýhodnějším umístěním se jeví místo stávající rozdělovací šachty. Šachta leží na kótě 255,00 m n.m. a propojuje vodovod Kníničský s vodovodem Pisáreckým. Ač je tento návrh finančně náročný, využil by přednosti, že zoologická zahrada je zásobována pitnou vodou ze dvou na sobě nezávislých zdrojů. Kdyby tedy byla na jednom z vodovodů porucha, nedošlo by k přerušování zásobování zoologické zahrady pitnou vodou.[2]

8.1.2. Modernizace vodních prvků v expozicích

Při provozu bazénů a jezírek v jednotlivých expozicích, by mělo být instalováno zařízení k čištění vody v těchto systémech, tedy alespoň zařízení filtrační. Dále by zde nemělo chybět zařízení pro měření odebrané vody ze systému, také by měly být nainstalovány česle, aby nedocházelo k ucpávání odtokového potrubí. Mělo by se dbát o pravidelné čištění bazénů a jezírek, a také čerpacích jímek.

8.1.3. Vybudování nových rozvodů užitkové vody

Zoologická zahrada Brno již zrealizovala výstavbu dvou nových vrtů pro užitkovou vodu. Bude tedy nutné vybudovat čisticí stanici, kde bude voda přes filtr zbavena železa a jiných filtrovatelných částic. Vybudování úpravny bude nutné, i když kvalitní neogenní zdroj vykazuje parametry vody pitné, protože by do něj mohla přetéct voda z kvartérních sedimentů, která by mohla být znečištěná. Dále bude třeba vybudovat čerpací stanici i nové vodovodní rozvody pro vodu užitkovou.[4]

8.2. Doporučení pro nakládání s vodou v Tropickém království

8.2.1. Výsledky stavu vody

Pitná voda odebraná z vodovodu odpovídá vyhlášce č. 252/2004 Sb. znamená to tedy, že tato voda je dle této vyhlášky pitná. Voda odebíraná z velké, malé i čisticí nádrže je z hlediska parametrů pH, vodivosti, amonných iontů i $CHSK_{Mn}$ voda pitná, protože odpovídá vyhlášce č. 252/2004 Sb. Koncentrace dusičnanů však byla vyšší, než tato vyhláška pro pitnou vodu dovoluje. Je to způsobeno čisticím procesem nitrifikace, při němž jsou amonné ionty postupně oxidovány pomocí mikroorganismů na dusičnany. Zvýšené hodnoty dusičnanů jsou pro vodní živočichy relativně nezávadné. Můžeme tedy usoudit, že živočichové chování ve velké i malé nádrži mají vytvořeny optimální podmínky pro svůj život.

8.2.2. Vylepšení cirkulace vody v Tropickém království

Ekonomika provozu v Tropickém království by se podstatně zlepšila záměnou kalových čerpadel za oběhová. Nyní jsou zde připojena dvě kalová čerpadla, každé o výkonu 1 kW. Odstraněním nitrifikačních kolon, které byly součástí čistícího procesu, se výrazně snížil odpor systému. Aktuální výtlačná výška je nyní asi 3 m. To nám tedy umožňuje stávající kalová čerpadla nahradit dvěma čerpadly oběhovými s proměnným výkonem 160 W. Tím by došlo k výrazné úspoře energie za rok:

Spotřeba energie stávajících čerpadel:

$$2000W \cdot 365dní \cdot 24hodin = 17520kWh$$

Spotřeba energie po výměně čerpadel:

$$320W \cdot 365dní \cdot 24hodin = 2803,2kWh$$

Tyto výpočty se vztahují na nepřetržitou činnost čerpadel po celý rok. Ve skutečnosti čerpadla nejsou v činnosti celoročně, ale jsou vypínána při výměně filtru. Úspora energie by však byla stále ve stejném poměru. Proto by tato varianta ušetřila energii a tím i finance.

9. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Zoo Brno [online]. c2007 [cit. 2009-04-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.zoobrno.cz/o-nas/historie/>>.
- [2] KUNDERA, Josef. Voda v Zoologické zahradě Brno. [s.l.] : [s.n.], 2006. 20 s.
- [3] KUNDERA, Josef. Zoo chce rozumně hospodařit s vodou. ZOO report. 2004, č. 3, s. 9-10. Dostupný z WWW: <http://www.zoobrno.cz/files/200000234-acc96aebd5/ZOO_report_3_04.pdf>.
- [4] KUNDERA, Josef. Vrty v údolí Svatky ušetří pitnou vodu. ZOO report. 2006, č. 4, s. 9-10. Dostupný z WWW: <http://www.zoobrno.cz/files/200000049-01e3d03d7f/zoo_report_04_06.pdf>.
- [5] Eutrofizace Brněnské přehrady [online]. c2000 [cit. 2009-04-01]. Dostupný z WWW: <<http://sinice.unas.cz/>>.
- [6] DUCHOŇ, Petr. Město Brno a jeho zoologická zahrada. ZOO report. 1999, č. 1, s. 1. Dostupný z WWW: <http://www.zoobrno.cz/files/200000199-d949ddb3dc/ZOO_report_1_99.pdf>.
- [7] KRÁL, Bohumil. Tropické království - počátek nové koncepce. ZOO report. 1999, č. 1, s. 2-3. Dostupný z WWW: <http://www.zoobrno.cz/files/200000199-d949ddb3dc/ZOO_report_1_99.pdf>.
- [8] Zoo Brno [online]. c2007 [cit. 2009-04-27]. Dostupný z WWW: <<http://www.zoobrno.cz/zvirata-v-zoo/chovana-zvirata/>>.
- [9] Atlas akvarijních ryb [online]. c2001 [cit. 2009-04-27]. Dostupný z WWW: <http://rybicky.net/atlasostatnich/kajmanek_trpaslici>.
- [10] Zoo Brno chovaná zvířata [online]. c2007 [cit. 2009-04-27]. Dostupný z WWW: <<http://www.zoobrno.cz/zvirata-v-zoo/chovana-zvirata/&wWGoVVF9YX1RdeFYsBA=585&wWGoVV15fRnxVFm8=&wQmoVRBZs=>>>.
- [11] Zoo Brno chovaná zvířata [online]. c2007 [cit. 2009-04-27]. Dostupný z WWW: <<http://www.zoobrno.cz/zvirata-v-zoo/chovana-zvirata/&wWGoVVF9YX1RdeFYsBA=602&wWGoVV15fRnxVFm8=&wQmoVRBZs=>>>.
- [12] Atlas akvarijních ryb [online]. c2001 [cit. 2009-04-27]. Dostupný z WWW: <http://rybicky.net/atlasryb/gurama_velka>.
- [13] BALCAR, Michal. Dracéna guayanská poprvé v Brně. ZOO report. 2005, č. 3, s. 10-11. Dostupný z WWW: <http://www.zoobrno.cz/files/2000000559c9649e8a5/zoo_report_03_05.pdf>.
- [14] Atlas akvarijních ryb [online]. c2001 [cit. 2009-04-27]. Dostupný z WWW: <http://rybicky.net/atlasryb/vrubozubec_pavi>.
- [15] PTERYGOPLICHTHYS GIBBICEPS [online]. c2000-2006 [cit. 2009-04-27]. Dostupný z WWW: <http://www.catfish.cz/clanky/gibbicep/gly_gibb.htm>.
- [16] ČSN 83 0520, část 9.
- [17] ČSN 83 0520, část 25.

- [18] ČSN 83 0520, část 7.
- [19] ČSN 83 0520, část 14.
- [20] ČSN ISO 7150 – 1.
- [21] ČSN ISO 7890 – 3.
- [22] KOTLÍK, Josef. Systém osvětlení – Tropické království. Technická studie, P. R. P. spol. s. r. o. Brno. Brno 1998.
- [23] KOTLÍK, Josef. Technologie čištění a úpravy vody – Tropické království. Prováděcí projekt, P. R. P. spol. s. r.o. Brno. Brno 1998

10. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Zkratky:

UCSZ	Unie českých a slovenských zoologických zahrad
EAZA	Evropská asociace zoologických zahrad a akvárií
EARAZA	Euroasijská asociace zoologických zahrad a akvárií
WAZA	Světová asociace zoologických zahrad a akvárií
IZE	Mezinárodní asociace vzdělávacích pracovníků zoologických zahrad
CITES	Úmluva o mezinárodním obchodu s ohroženými druhy volně žijících živočichů a rostlin
IUCN	Mezinárodní unie pro ochranu přírody a přírodních zdrojů
VUT	Vysoké učení technické
T – kus	Potrubí ve tvaru písmene T
DN	Průměr potrubí [mm]
Qp	Průměrná denní potřeba vody [m ³]
Qm	Maximální denní potřeba vody [m ³]

11. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Mapa rozvodů pitné a užitkové vody v Zoologické zahradě Brno.

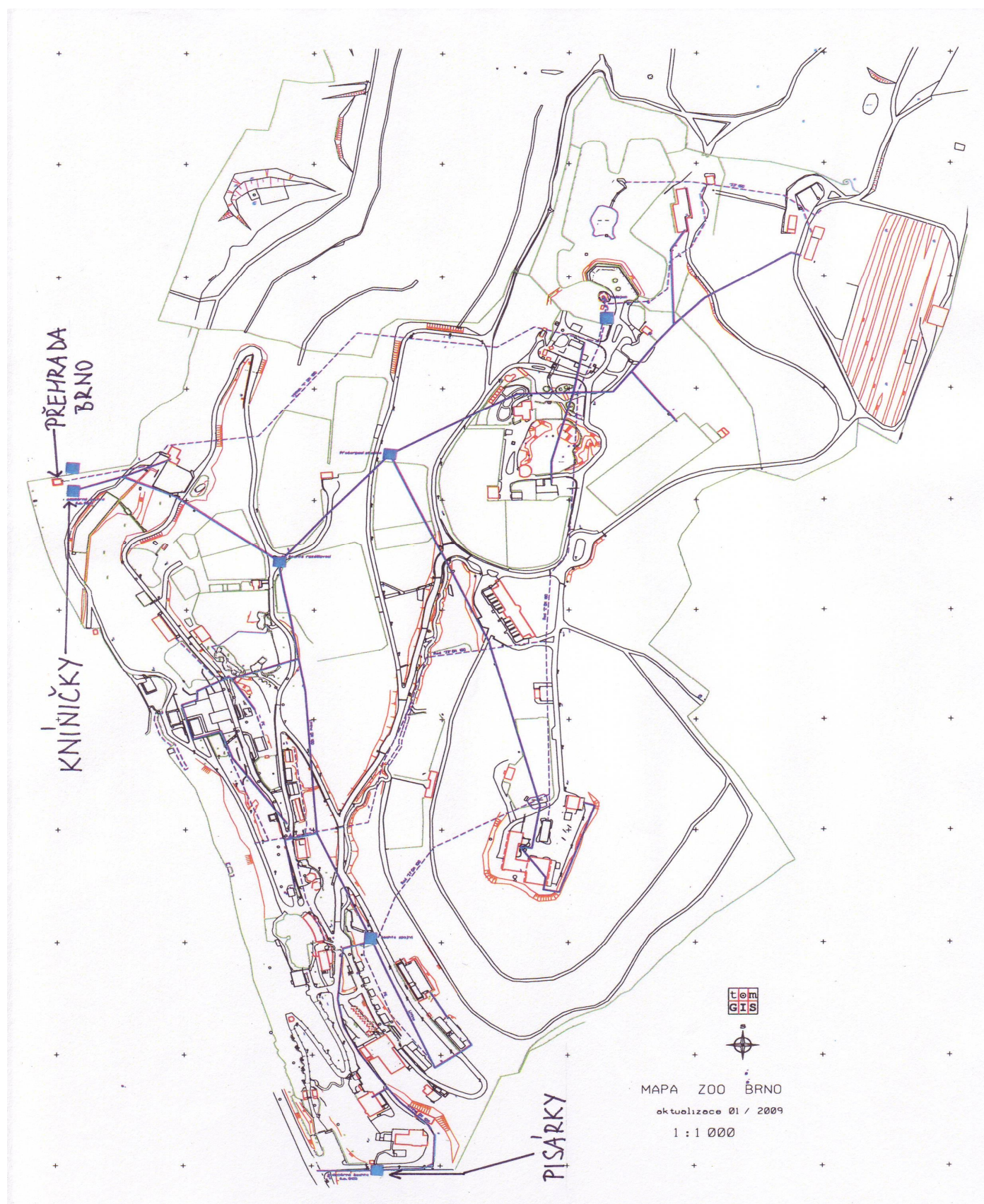
Příloha č. 2: Mapa cirkulace vody v expozici tygra sumaterského a levharta cejlonského.

Příloha č. 3: Mapa cirkulace vody v expozici vlka arktického a bobra kanadského.

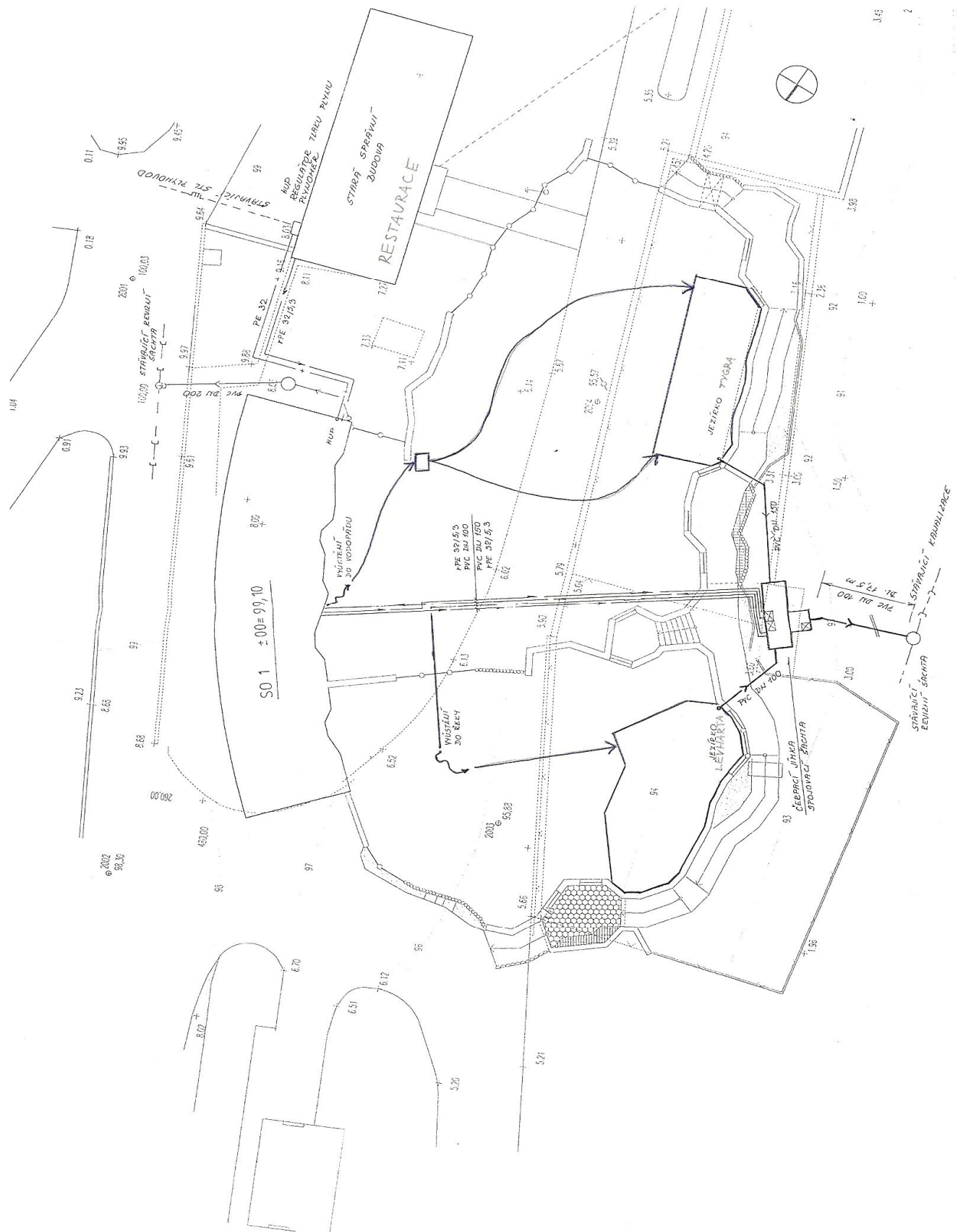
Příloha č. 4: Schéma čistící nádrže v Tropickém království.[23]

12. PŘÍLOHY

Příloha č. 1: Mapa rozvodů pitné a užitkové vody v Zoologické zahradě Brno



Príloha č. 2: Mapa cirkulácie vody v expozícií tygra sumaterského a levharta cejlonského.



Příloha č. 3: Mapa cirkulace vody v expozici vlka arktického a bobra kanadského.



Příloha č. 4: Schéma čistící nádrže v Tropicckém království

