



2017

Odborná zpráva



Ing. Marek Baxa, Ing. Zdeňka Benedová,
Ing. Lenka Kröpfelová, Ing. Jana Šulcová,
Mgr. Blanka Tesařová



ENKI o.p.s., Dukelská 145, Třeboň, 379 01

obecně prospěšná společnost pro výzkum a osvětu v oborech životního prostředí

spol. zapsaná v rejstříku o.p.s. ved. KS České Budějovice, oddíl 0, vložka 22

ODBORNÁ ZPRÁVA O VÝSLEDKÁCH MONITORINGU V ROCE 2017 – PŘÍRODNÍ KOUPALIŠTĚ POHODA V K. Ú. SEZIMOVO ÚSTÍ

OBJEDNATEL:

Správa města Sezimovo Ústí
Průmyslová 1095, 391 02 Sezimovo Ústí
IČ 712 38 522
DIČ CZ71238522

ZHOTOVITEL:

ENKI, o. p. s.
Dukelská 145
379 01 Třeboň

PODKLADY:

1. Smlouva o řešení projektu Monitoring přírodního koupaliště Pohoda
2. Závěrečná zpráva – přírodní koupaliště Pohoda v k. ú. Sezimovo Ústí 2015
3. Protokoly o vyšetření vzorků z laboratoře ENKI, o.p.s. (Příloha 1)
4. Protokoly Zdravotního ústavu se sídlem v Ústí nad Labem
5. Článek - Obecný princip fungování přírodního koupaliště (Příloha 2)

ÚVOD

Na koupališti Pohoda proběhla v předešlých dvou letech optimalizace regenerace. Původní hrázky tvořené vegetační vatou byly, na doporučení ENKI, o.p.s. nahrazeny gabionovými pásy, vysypanými různou frakcí štěrku a kameniva. Hrázky byly olemovány textilií, aby nedocházelo k vypadávání zrnitého materiálu do prostoru mezi hrázkami. Vytvořené hráze byly osázeny novou, místní, důsledně vypranou vodní litorální vegetací.

V roce 2017 byl zaveden cílený odchov daphniového zooplanktonu v regeneraci, jakožto biologického opatření pro zmírnění potenciálních nežádoucích stavů spojených s nízkou průhledností vody a vysokým bakteriálním znečištěním.

Na základě „Smlouvy o řešení projektu – monitoring přírodního koupaliště Pohoda“ uzavřené mezi Správou města Sezimovo Ústí a ENKI, o.p.s. byl proveden v letní sezóně 2017 monitoring dotčeného koupaliště. Předmětem monitoringu bylo zhodnocení sezónního vývoje kvality vody a fyzikálně chemických parametrů vody v přírodním koupališti a v regenerační zóně.

Monitoring byl prováděn v pravidelných 14ti denních intervalech od června do září (celkem 7 odběrů). Na místě bylo provedeno měření průhlednosti, teploty vody a koncentrace kyslíku a byly odebrány vzorky pro laboratorní stanovení: elektrické vodivosti, pH, $\text{KNK}_{4,5}$, koncentrace chlorofylu-*a* a koncentrace rozpuštěných látek (TN, N-NO_3 , TP, P-PO_4 , Cl^-) a pro zhodnocení fytoplanktonu a zooplanktonu. Měření a odběr vzorků bylo prováděno cca 10 cm pod hladinou, u kyslíku se na místě měřila i stratifikace.

Z monitoringu byla vypracována závěrečná zpráva s přehledným vyhodnocením výsledků o stavu vodního prostředí přírodního koupaliště Pohoda. Dále byl vypracován návrh případných opatření pro sezónu 2018.

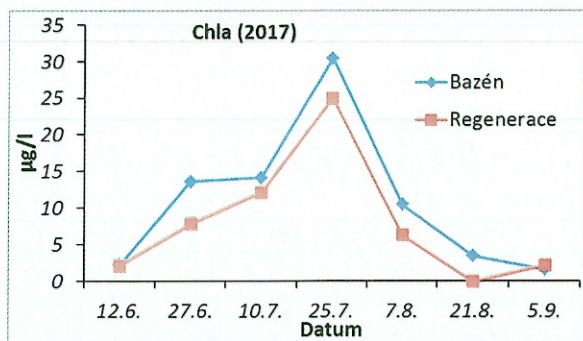
VÝSLEDKY

Tabulka 1 - Fyzikálně chemické parametry (od 12. 6. do 5. 9. 2017) – terénní měření.

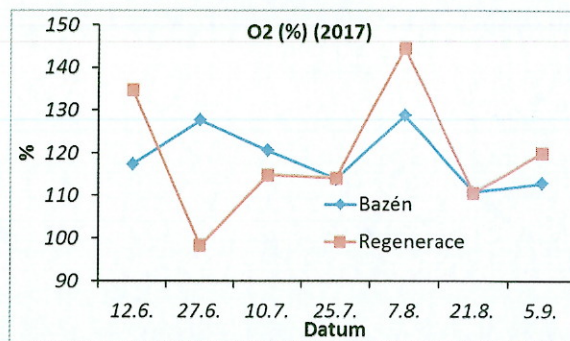
	Datum	T [°C]	O ₂ [mg.l ⁻¹]	O ₂ [%]	průhlednost [m]	Vodivost [μS.cm ⁻¹]	pH	KNK _{4,5} [mmol.l ⁻¹]	Chl-a (nekor.) [μg.l ⁻¹]
Bazén	12.6.17	24.6	9.23	117.4	1.70	336	7.44	1.68	2.23
	27.6.17	23.5	10.27	127.7	1.05	375	7.73	1.85	13.59
	10.7.17	25.2	9.36	120.6	1.70	401	7.75	2.02	14.14
	25.7.17	26.2	9.30	113.9	1.40	401	7.75	1.99	30.50
	8.8.17	24.7	10.19	128.8	1.70	407	7.83	2.05	10.45
	21.8.17	20.4	9.60	110.8	1.70	408	7.59	2.00	3.43
	5.9.17	17.6	10.28	112.9	1.75	407	7.75	2.02	1.63
Regenerace	12.6.17	26	10.35	134.9	—	330	7.67	1.64	2.18
	27.6.17	22.7	8.04	98.4	—	375	7.34	1.85	7.88
	10.7.17	25.9	8.76	115.0	—	396	7.68	2.00	12.25
	25.7.17	26.4	9.20	114.3	—	402	7.63	1.99	25.03
	8.8.17	26.2	11.15	144.6	—	406	7.83	2.05	6.40
	21.8.17	20.5	9.55	110.7	—	405	7.69	1.97	—
	5.9.17	17.2	11.03	120.1	—	406	7.80	2.02	2.23

Tabulka 2 - Chemické parametry (od 12. 6. do 5. 9. 2017) – laboratorní stanovení.

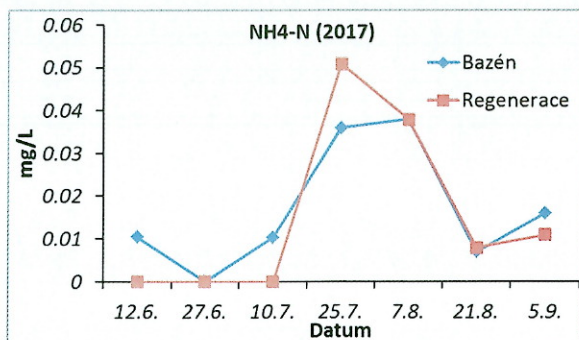
	Datum	TN [mg.l ⁻¹]	NO ₃ -N [mg.l ⁻¹]	NH ₄ -N [mg.l ⁻¹]	TP [mg.l ⁻¹]	PO ₄ -P [mg.l ⁻¹]	Cl ⁻ [mg.l ⁻¹]
Bazén	12.6.17	0.840	0.052	0.010	0.109	0.011	23.53
	27.6.17	0.875	0.157	< 0,001	0.068	< 0,001	27.14
	10.7.17	1.196	0.031	0.010	0.086	< 0,001	31.86
	25.7.17	0.341	< 0,001	0.036	0.189	0.015	35.59
	8.8.17	0.680	0.155	0.038	0.083	0.011	38.29
	21.8.17	0.584	0.092	0.007	0.119	0.009	38.58
	5.9.17	0.408	0.028	0.016	0.067	0.013	40.21
Regenerace	12.6.17	0.623	0.068	< 0,001	0.102	0.011	23.56
	27.6.17	0.823	0.236	< 0,001	0.086	< 0,001	27.26
	10.7.17	1.014	0.072	< 0,001	0.083	< 0,001	32.11
	25.7.17	0.708	0.388	0.051	0.075	0.011	35.56
	8.8.17	0.774	0.161	0.038	0.075	0.012	38.59
	21.8.17	0.784	0.111	0.008	0.135	0.011	38.72
	5.9.17	0.343	0.011	0.01	0.069	0.004	38.88
max Bazén		1.20	0.16	0.04	0.19	0.02	40.21
max Regenerace		1.01	0.39	0.05	0.14	0.01	38.88
průměr Bazén		0.70	0.07	0.02	0.10	0.01	33.60
průměr Regenerace		0.72	0.15	0.02	0.09	0.01	33.53



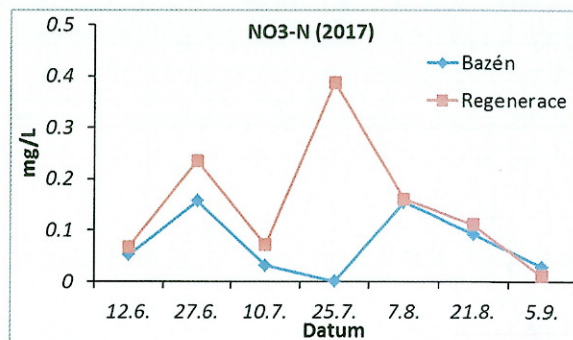
Graf 1 Sezónní průběh koncentrace chlorofylu_a



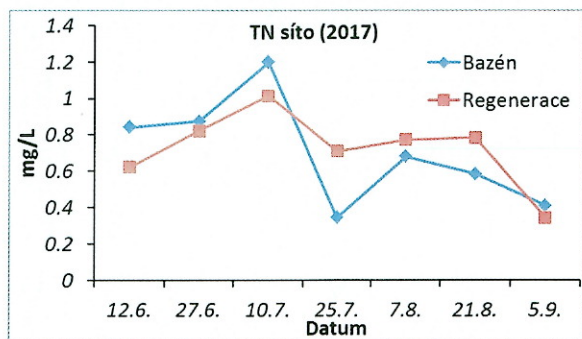
Graf 2 Sezónní průběh koncentrace kyslíku



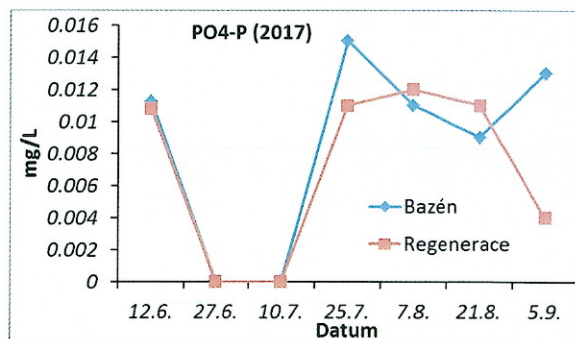
Graf 3 Sezónní průběh koncentrace amonných iontů



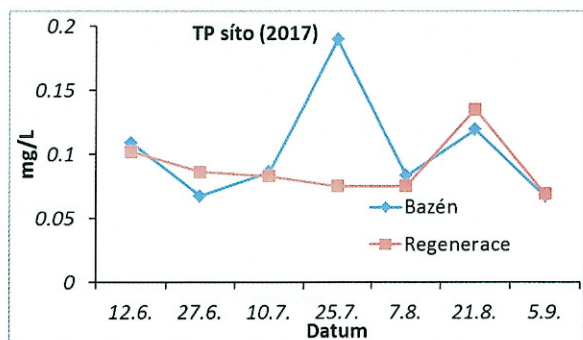
Graf 4 Sezónní průběh koncentrace dusičnanů



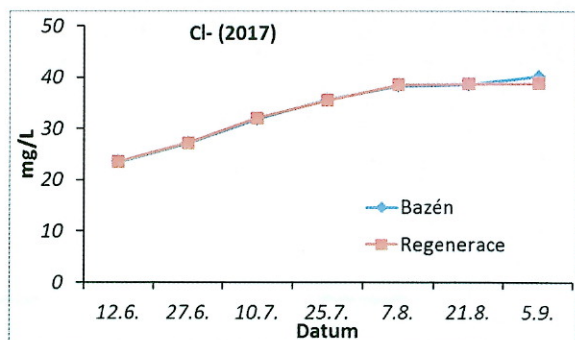
Graf 5 Sezónní průběh koncentrace celkového dusíku



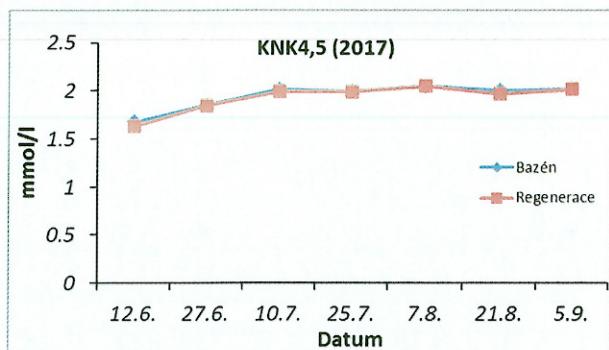
Graf 6 Sezónní průběh koncentrace fosforečnanů



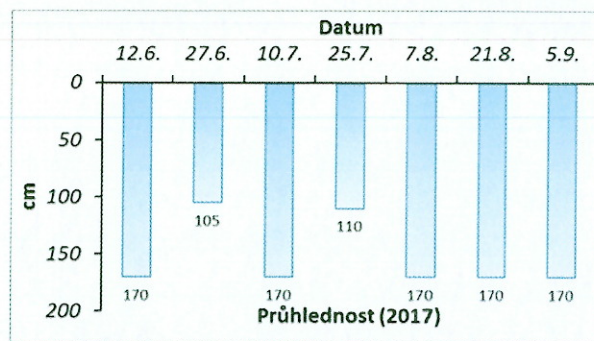
Graf 7 Sezónní průběh koncentrace celkového fosforu



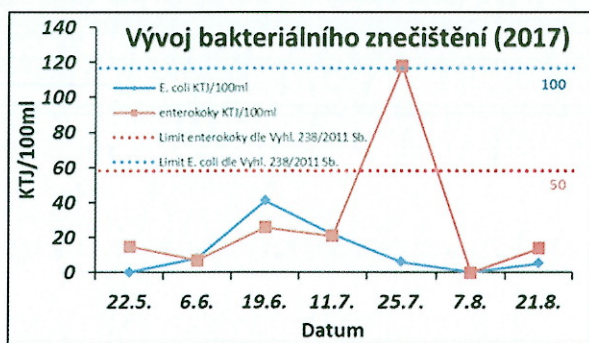
Graf 8 Sezónní průběh koncentrace chloridů



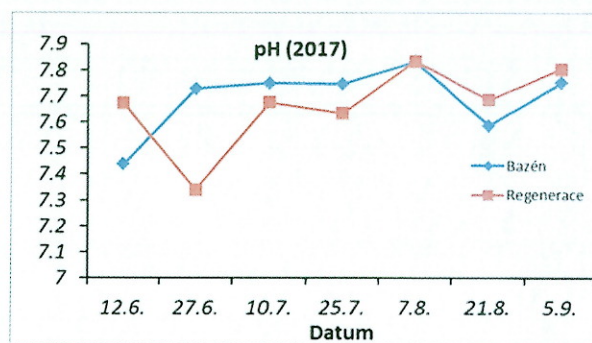
Graf 9 Sezónní průběh alkality



Graf 10 Sezónní vývoj průhlednosti



Graf 11 vývoj bakteriálního znečištění (zdroj: protokoly ZÚ se sídlem v Ústí nad Labem)



Graf 12 Sezónní vývoj pH

ZASTOUPENÍ SKUPIN FYTOPLANKTONU V SEZÓNĚ 2017

ODBĚR 12. 6. 2017

V bazénu i v regenerační nádrži je minimální množství fytoplanktonu. Ojediněle se vyskytují chlorokokální řasy a drobné rozsivky.

ODBĚR 27. 6. 2017

V bazénu dominují chlorokokální řasy zejména *Oocystis* sp. v menším množství se objevují i jiné chlorokokální řasy.

ODBĚR 10. 7. 2017

V bazénu dominují chlorokokální řasy *Oocystis* sp. a *Scenedesmus elipticus*, který tvoří dlouhá mnohobuněčná cenobia. Vyskytují se i další druhy chlorokokálních řas, rozsivky a obrněnky.

V regenerační nádrži dominují také chlorokokální řasy *Oocystis* sp. a *Scenedesmus elipticus*.

ODBĚR 25. 7. 2017

V bazénu dominuje *Scenedesmus elipticus* – dlouhá cenobia, zbývajících cca 10 % fytoplanktonu tvoří velké buňky *Oocystis* sp. a větší *Cryptomonas* sp. Vyskytují se i jiné chlorokokální řasy a rozsivky. V regenerační nádrži je mikroskopický obraz fytoplanktonu podobný.

ODBĚR 21. 8. 2017

V bazénu dominuje *Scenedesmus elipticus*, hojně jsou zastoupené i *Coelastrum* sp. a *Oocystis* sp. Asi 15 % společenstva tvoří *Cryptomonas* sp. Dále se vyskytují pennátní rozsivky. Byly nalezeny ojediněle se vyskytující menší kolonie sinic ve stadiu rozkladu.

V regenerační nádrži je mikroskopický obraz fytoplanktonu podobný, podíl rozsivek je o něco vyšší a vyskytují se i krásivky (*Cosmarium* sp.).

ODBĚR 6. 9. 2017

V bazénu dominuje *Scenedesmus elipticus* a *Cryptomonas* sp. V regenerační nádrži je mikroskopický obraz podobný s vyšším podílem rozsivek.

ZASTOUPENÍ SKUPIN ZOOPLANKTONU V SEZÓNĚ 2017

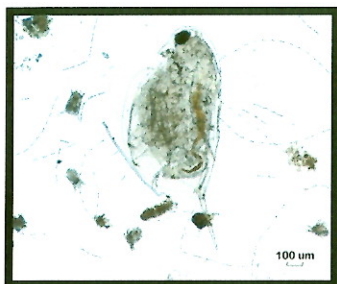
12. 6. 2017

Rotifera: *Keratella quadrata*, *Lecane* sp., *Anuraeopsis fissa*, *Trichocerca* sp.

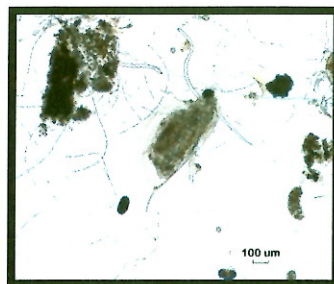
Copepoda: naupliová a kopepoditová stádia

Cladocera: *Daphnia longispina*, *Daphnia pulex*

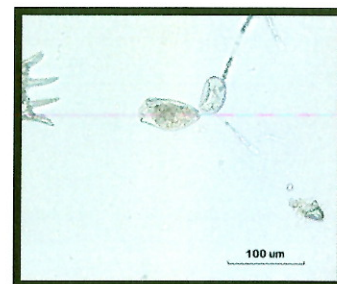
Hodnocení: Nízká biomasa zooplanktonu avšak s přítomností dvou zásadních druhů daphnií pro efektivní filtrování vody. Oba dva druhy jsou početně vyvážené, ale může se jednat i o hybridy.



Obr. 1 *Daphnia pulex*, *Keratella quadrata*, nauplia



Obr. 2 *Daphnia longispina*



Obr. 3 *Anuraeopsis fissa*

27. 6. 2017

Rotifera: *Keratella quadrata*, *Anuraeopsis fissa*, *Polyarthra dolichoptera*

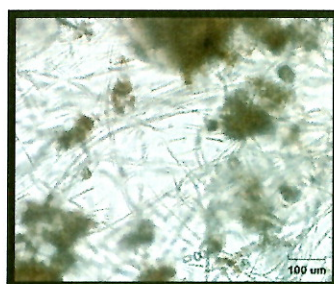
Copepoda: naupliová stádia

Cladocera: *Daphnia longispina*, *Daphnia pulex*

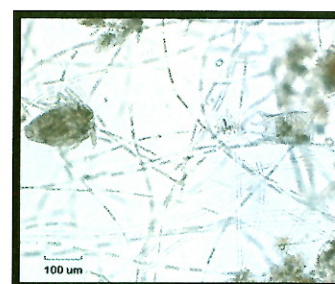
Hodnocení: Biomasa zooplanktonu vyšší než u předešlého vzorku, opět jsou dominantními zástupci perloočky. Ve vzorku se nalézá výrazné množství vláknitých řas. Druhově velmi podobné jako předešlý vzorek.



Obr. 4 *Daphnia longispina* (hybrid), *Polyarthra* sp.



Obr. 5 vláknité řasy



Obr. 6 nauplius, *Keratella quadrata*

10. 7. 2017

Rotifera: *Keratella quadrata*, *Brachionus calyciflorus*

Copepoda: nauplia, sameček buchanky

Cladocera: *Daphnia pulex*, *Daphnia longispina*, *Bosmina longirostris*

Hodnocení: Druhově chudý vzorek, avšak s dostatečnou biomasou věkově rozrostlého daphniového zooplanktonu (od neonát až po dospělé samice s partenogenetickými vajíčky). Množství a biomasa ostatních zjištěných druhů je naprosto mizivá.



Obr. 7 hybridy *Daphnia longispina*, *Daphnia galeata*



Obr. 8 *Daphnia pulex*



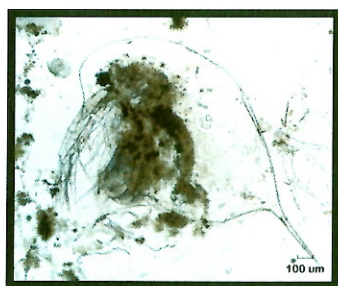
Obr. 9 velikost *Daphnia* vs. *Keratella*

25. 7. 2017

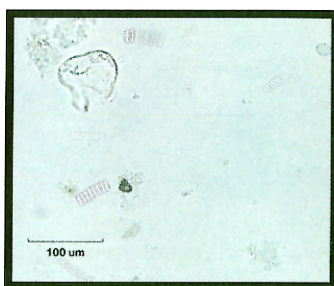
Rotifera: *Brachionus urceolaris*, *Keratella quadrata*

Cladocera: *Daphnia pulicaria*, *D. longispina*, *D. magna* (nalezen postabdomen)

Hodnocení: Velice podobný vzorek předešlému. Opět dominují zástupci daphnií, v tomto případě se přikláním k názoru, že se jedná o druh *Daphnia pulicaria*. Prakticky chybí zástupci *Copepoda*.



Obr. 10 *Daphnia pulicaria*



Obr. 11 síťový fytoplankton



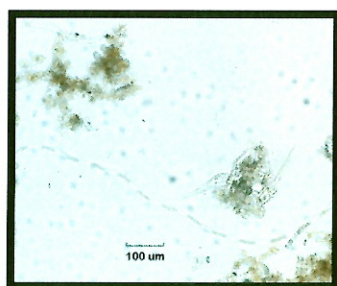
Obr. 12 *Brachionus rubens*

7. 8. 2017

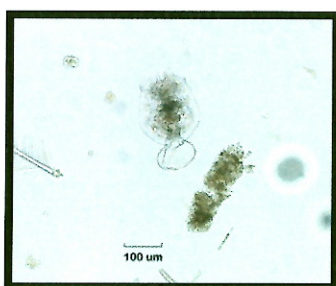
Rotifera: *Hexarthra mira*, *Brachionus rubens*, *Keratella quadrata*

Copepoda: naupliová a kopepoditová stádia

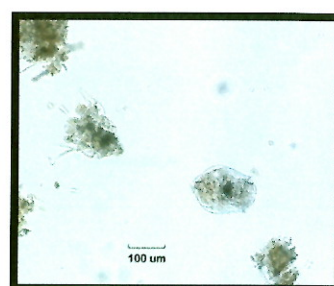
Hodnocení: Většinu biomasy ve vzorku tvoří agregované vločky (řasy, detritus, bakterie). Mizivá biomasa zooplanktonu, ve vzorku prakticky pouze výskyt vířníků.



Obr. 13 *Hexarthra mira*



Obr. 14 *Brachionus rubens*



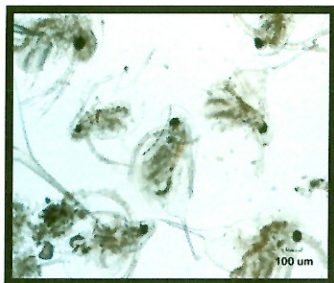
Obr. 15 porovnání jejich velikosti

21. 8. 2017

Copepoda: naupliová a kopepoditová stádia

Cladocera: *Daphnia pulicaria*, *Daphnia magna*

Hodnocení: Naprostá změna ve složení zooplanktonu v porovnání s předešlým vzorkem, opět se rozvinul hrubý daphniový zooplankton, ve kterém dominuje *Daphnia pulicaria*, kterou doplňuje *D. magna*. Občasné se vyskytují *Ostracoda*. Vířníci nenalezeni a kopepodi pouze sporadicky.



Obr. 16 celkový pohled



Obr. 17 *Daphnia magna*



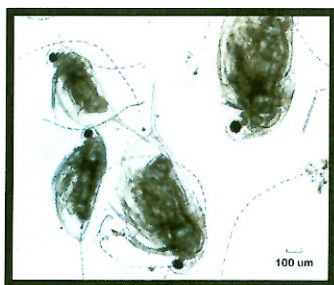
Obr. 18 *Ostracoda*

5. 9. 2017

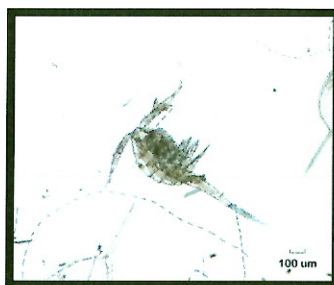
Rotifera: *Polyarthra dolichoptera*

Cladocera: *Daphnia pulex*, *Daphnia longispina* (spíše opět hybrid)

Hodnocení: Ve vzorku jasně dominuje *Daphnia pulex*, spíše ojediněle ji doplňují zejména samečci buchanečků a občasné *Ostracoda*, opět vzorek bez vířníků.



Obr. 19 celkový pohled



Obr. 20 *Copepoda*



Obr. 21 *Daphnia pulex*

HODNOCENÍ VÝSLEDKŮ, DISKUZE

Monitoring koupaliště sledoval dva základní cíle:

- 1) ZHODNOTIT FUNGOVÁNÍ KOUPALIŠTĚ JAKO CELKU
- 2) ZHODNOTIT EFEKTIVITU ČIŠTĚNÍ REGENERAČNÍ LAGUNY

1) Výsledky monitoringu ukázaly, že koupaliště v roce 2017 fungovalo optimálně. Průhlednost vody v koupací nádrži nepoklesla nikdy pod 1 m (graf 10). Data jsou ve shodě i s měřením Zdravotního ústavu, jehož zjištěné hodnoty nepoklesly pod 1,2 m. S průhledností úzce souvisí množství chlorofylu ve vodě. Nejvyšší hodnoty $30,5 \mu\text{g.l}^{-1}$ v bazénu a $25,03 \mu\text{g.l}^{-1}$ v regeneraci (tabulka 1), byly naměřeny koncem července v období vrcholného léta. I tak se jedná o hodnoty nízké, nepředstavující výrazné ohrožení kvality (zejména průhlednosti) vody. Ve všech ostatních případech byly hodnoty vždy pod $15 \mu\text{g.l}^{-1}$. Obdobně lze hovořit o množství kyslíku ve vodě – fotosyntetická aktivita přítomného fytoplanktonu nebyla masivní a přesycovala systém v průměru o 19 % v bazénu a o 20 % v regeneraci. Zároveň jsou hodnoty procentuálního nasycení vody kyslíkem v průběhu sezóny relativně vyrovnané, výrazněji zvýšené jsou pouze v regeneraci na počátku srpna. Obecně, vysoká fotosyntetická aktivita fytoplanktonu výrazně zvyšuje hodnoty pH, leckdy až na hodnoty kolem 10. Námi naměřené hodnoty nepřesáhly nikdy hodnotu pH 8. Vodivost v průběhu sezóny mírně vzrůstá, což pravděpodobně souvisí s obohacováním vody o rozpuštěné soli pocházejících z potu a moči koupajících se osob. Poukazuje na to i, rovnoměrně v obou nádržích rostoucí, množství chloridů (viz graf 8). Připočteme-li k výše zmíněné hypotéze zvýšený výpar vody v létě, je takovýto stav logickým důsledkem.

Jednoznačně pozitivně lze hodnotit množství živin (N a P) ve vodě. Tabulka 2 ukazuje nejvyšší hodnotu celkového dusíku (TN) v bazénu $1,2 \text{ mg.l}^{-1}$ (10. 7. 2017) a v regeneraci $1,01 \text{ mg.l}^{-1}$ (10. 7. 2017). U celkového fosforu (TP) byly naměřeny nejvyšší hodnoty $0,19 \text{ mg.l}^{-1}$ (25. 7. 2017) v bazénu a $0,14 \text{ mg.l}^{-1}$ (21. 8. 2017) v regeneraci. Průměrné hodnoty TN v bazénu jsou $0,7 \text{ mg.l}^{-1}$ a v regeneraci nepatrně vyšší $0,72 \text{ mg.l}^{-1}$. Průměrné hodnoty TP $0,1 \text{ mg.l}^{-1}$ (bazén) a $0,09 \text{ mg.l}^{-1}$ (regenerace).

2) Vynesením jednotlivých parametrů pro bazén a regeneraci do jednoho grafu získáme představu o efektivitě čištění regenerační zóny. Podíváme-li se na graf 1, zobrazující vývoj chlorofylu v průběhu sezóny, zjistíme, že prakticky vždy vytéká z regenerace voda s menším obsahem chlorofylu. I přes fakt, že rozdíl není nikterak velký, lze v tomto případě jednoznačně

hovořit o zlepšujícím efektu – systém hrázek dokáže určité množství fytoplanktonu zachytit. Vzhledem k nižšímu obsahu chlorofylu, by i nasycení vody kyslíkem mělo vykazovat obdobnou tendenci, tj. v regeneraci by mělo být menší nasycení než v bazénu. Ve třech případech (12. 6., 7. 8. a 5. 9.) tento předpoklad neplatil. Na začátku a na konci sezóny bylo množství chlorofylu v obou nádržích téměř vyrovnané a vzhledem k tomu, že regenerace je mělčí nádrž, je pravděpodobné, že docházelo k většímu prohrátí celého vodního sloupce a tím k efektivnější fotosyntetické aktivitě fytoplanktonu a vyššímu nárůstu O_2 . Od půlky sezóny se na větší produkci kyslíku v regeneraci pravděpodobně podílely přítomné vláknité řasy. Nutno dodat, že rozdíly jak v chlorofylu, tak v kyslíku jsou nepatrné a některé odchylky mohou být přisuzovány nejistotě měření. Zvýšenou fotosyntetickou aktivitu analogicky odrážely hodnoty pH, kdy na začátku a od druhé půlky sezóny byly hodnoty v regeneraci o něco málo vyšší než v bazénu (viz graf 12).

Zajímavé trendy vykazují sledované živiny (N, P). V první řadě je zapotřebí připomenout, že zde popisujeme vývoj příznivých nízkých hodnot na úrovni mezotrofie. Podíváme-li se na formy dusíku, lze na grafech 3 a 5 vidět, že od druhé půlky sezóny se regenerační část stává spíše donorem amoniakálního a celkové dusíku. Dusičnanového dusíku (graf 4) téměř vždy odtéká z regenerace více, než do ní přitéká. Pro další úvahy je rozhodující datum 25. 7. 2017.

Odhadujeme, že krátce před tímto obdobím došlo k vyšší návštěvnosti koupajících se osob a na to navazující zhoršení klimatických podmínek s vyššími srážkami. V bazénu na to zareagoval rychlejším nárůstem fytoplankton, který spotřeboval prakticky veškerý dusičnanový dusík (graf 4). To se projevilo i na snížení celkového dusíku (graf 5). Regenerační část byla pravděpodobně propláchnuta větším množstvím vody, o čemž vypovídají zvýšené koncentrace dusičnanového a amoniakálního dusíku v regeneraci (graf 3 a 4). Vyplavení dusičnanového dusíku v regeneraci mělo v porovnání s bazénem pravděpodobně vliv na menší pokles celkového dusíku. Tento stav vykazoval jistou dobu setrvačnost a od 7. 8. až do konce sezóny měly všechny formy dusíku sestupnou tendenci. Pozitivně lze dále hodnotit množství fosforu, respektive fungování regenerační zóny, která úspěšně tlumí výkyvy koncentrací v bazénu (graf 7). Nepřehlédnutelná událost nastala v bazénu v inkriminovaném období před 25. 7., kde můžeme pozorovat zvýšený nárůst koncentrace celkové fosforu na cca dvojnásobnou hodnotu v porovnání s regenerací. Domníváme se, že v deštivém (lidmi nerušeném) období našly na koupališti útočiště (polo)divoké kachny a strávily minimálně jednu noc na vodní hladině. Potravu v podobě hrubého zooplanktonu měly po celou sezónu dostatek. Přítomnosti kachen odpovídá i náhlá, nadlimitně zvýšená koncentrace bakteriálního znečištění (graf 11), konkrétně enterokoků v koncentraci 118 KTJ (vyhláškou stanovený limit je 50 KTJ). Z našich zkušeností víme, že pokud se ve vodě nachází dostatečné množství filtrujících daphnií, problémy s bakteriálním znečištěním nenastávají. Tento

nárůst bakterií lze vysvětlit zmiňovaným krátkodobým zatížením/znečištěním, které mohly způsobit přítomné kachny. Následný protokol zdravotního ústavu ze 7. 8. potvrzuje celosezónní podlimitní trend ve vývoji bakteriálního zatížení.

Chloridy (Cl^-) reprezentují množství solí ve vodě a logicky korespondují s vodivostí. Graf 8 ukazuje vzrůstající trend, přičemž bazén se v zásadě neliší od regenerace. Přírodní systémy se obecně špatně zbavují sloučenin solí a je logické, že lidmi vnášené ionty se ve vodě kumulují a přetrvávají. Ani v regeneraci neexistuje způsob, jakým snižovat koncentrace solí, tudíž je pochopitelné, že voda cirkulující mezi bazénem a regenerací má v těchto dvou nádržích prakticky totožný obsah chloridů.

Fytoplankton vykazuje stabilní vývoj jak v bazénu, tak v regeneraci. Dominantu tvoří chlorokokální řasy doplňované rozsivkami. Vodní květ tvořený sinicemi nebyl zjištěn, což lze hodnotit pozitivně. Do budoucna může být problematická přítomnost rodu *Oocystis*, který bývá ve větším množství obtížně konzumovatelný dafniemi a v takovýchto případech může výrazně zhoršovat průhlednost vody. Účinným nástrojem pro jeho tlumení je omezování vnosu živin, což se prozatím na tomto koupališti daří.

V regenerační laguně se v letošní sezóně podařilo úspěšně kultivovat daphniový zooplankton. Mechanismus kultivace a způsob přelovování dafnií byl správcem koupaliště důsledně dodržen, což se projevilo v téměř celosezónní přítomnosti velkých filtrujících perlooček v bazénové části. V regenerační zóně byl zooplankton přítomný po celou sezónu. V průběhu sezóny se podařilo udržet pro účinnou filtraci klíčové druhy *Daphnia pulex*, *D. pulicaria*, *D. longispina*, *D. magna*, které se průběžně střídaly v dominanci nebo se efektivně doplňovaly.

DOPORUČENÍ

- 1) Pokračovat v **odchovu daphnií** obdobným způsobem jako v roce 2017. V letošní sezóně se podařilo nastavit podmínky pro úspěšný odchov daphniového zooplanktonu. Před začátkem koupací sezóny 2018 bude vhodné provést kontrolu rozvoje daphniového zooplanktonu a případně posílit populace nalovením jedinců z blízko ležícího rybníka, tak jako tomu bylo v letošním roce. Bude-li se stejným způsobem zooplankton z regenerace přelovovat, je zde velká pravděpodobnost, že se filtrující perloočky udrží i v následující sezóně.
- 2) Prosperující vegetaci v regeneraci podpořit **přesazením na další volná místa** na gabionových hrázkách. V následující sezóně by se již měly profilovat některé konkrétní druhy rostlin, kterým současný ekosystémový stav vyhovuje. Na tyto rostliny bude zapotřebí zaměřit pozornost a pokusit se je rozšířit i na jiná místa v regeneraci. Zároveň doporučujeme pokusit se obohatit druhové složení o řezan pilolistý, který může v optimálních podmínkách pravděpodobně účinně poutat živinovou zátěž. V následující sezóně už se může několikanásobně zvýšit biomasa přítomných rostlin. Pokud tato situace nastane, bude zapotřebí narostlou biomasu sklízet a likvidovat/kompostovat.
- 3) Zachovat systém dosavadní **péče o kaly**. Intervaly čištění mechanického filtru a odsávání kalů ze dna nádrží zachovat minimálně v rozsahu sezóny 2017.
- 4) **Monitoring nádrže**. Sledování vývoje živinového a bakteriálního zatížení, včetně rozvoje fyto a zooplanktonu umožní lépe chápat nastalé situace. Následující sezónu doporučujeme monitorovat alespoň v takovém rozsahu, v jakém se monitorovala sezóna 2017.



obecné prospěšná společnost pro výzkum a osvětu v oborech životního prostředí
ENKI, o.p.s. – zkušební laboratoř
Dukelská 145, Třeboň 37901



L 1612

Zkušební laboratoř č. L 1612 akreditovaná ČIA dle ČSN EN ISO/IEC 17025

Strana 1 (celkem 15) z protokolu č. 05V2017

Zadavatel: Správa města Sezimovo Ústí, Průmyslová 1095, 391 02 Sezimovo Ústí

Vyřizuje: Ing. Šulcová Jana, tel.: +420 384 706 120, email: sulcova@enki.cz

PROTOKOL O VYŠETŘENÍ VZORKU č. 05V2017

Místo odběru: přírodní koupaliště - Sezimovo Ústí

Typ vzorku: koupací voda

Odběry provedl: Ing. Marek Baxa, Bc. Dana Vlková, Mgr. Blanka Tesařová

Datum odběru: 12. 6. 2017 – 5. 9. 2017

Datum přijetí vzorku: 13. 6. 2017 – 5. 9. 2017

Datum provedení zkoušky: 13. 6. 2017 – 14. 9. 2017

Datum vystavení protokolu: 23. 11. 2017

Pořadové číslo	Evidenční číslo vzorku	Datum odběru	Popis vzorku
1.odběr	1580	12. 6. 2017	bazén
	1581	12. 6. 2017	regenerace
2.odběr	1596	27. 6. 2017	bazén
	1597	27. 6. 2017	regenerace
3.odběr	1605	10. 7. 2017	bazén
	1606	10. 7. 2017	regenerace
4.odběr	1634	25. 7. 2017	bazén
	1635	25. 7. 2017	regenerace



Zkušební laboratoř č. L 1612 akreditovaná ČIA dle ČSN EN ISO/IEC 17025

Strana 2 (celkem 15) z protokolu č. 03/2017

5. odběr	1655	8. 8. 2017	bazén
	1656	8. 8. 2017	regenerace
6. odběr	1676	21. 8. 2017	bazén
	1677	21. 8. 2017	regenerace
7. odběr	1734	5. 9. 2017	bazén
	1735	5. 9. 2017	regenerace

VÝSLEDKY ZKOUŠEK A IDENTIFIKACE POUŽITÝCH METOD

Evidenční číslo vzorku/parametr	1580	1581	1596	1597	Rozšířená nejistota	Identifikace pracovního postupu
	výsledek	výsledek	výsledek	výsledek		
Konduktivita** ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	336,0	330,0	375,0	375,0	5%	ČSN EN 27 888
pH**	7,438	7,674	7,729	7,340	5%	ČSN 83 0520-9, ČSN 83 0530-4
$\text{KNK}_{4,5}$ ** (mmol/kg)	1,680	1,638	1,851	1,851	10%	ČSN EN ISO 9963-1
$\text{NH}_4 - \text{N}$ (mg/l)	0,010	< 0,001	< 0,001	< 0,001	5%	SOP 08 (ČSN EN ISO 11732)
$\text{NO}_3 - \text{N}$ (mg/l)	0,052	0,068	0,157	0,236	5%	SOP 09 (ČSN EN ISO 13395, ČSN EN ISO 11905-1)
Cl^- ** (mg/l)	23,53	23,56	27,14	27,26	5%	ČSN EN ISO 15 682
SO_4^{2-} ** (mg/l)	48,8	49,6	48,6	49,2	20%	ČSN ISO 21743
TN (mg/l) cito	0,840	0,623	0,875	0,823	12%	SOP 09 (ČSN EN ISO 13395, ČSN EN ISO 11905-1)
$\text{PO}_4 - \text{P}$ (mg/l)	0,011	0,011	< 0,001	< 0,001	14%	SOP 10 (ČSN EN ISO 15681-1, ČSN EN ISO 6878)
TP (mg/l) cito	0,109	0,102	0,068	0,086	15%	SOP 10 (ČSN EN ISO 15681-1, ČSN EN ISO 6878)
Chl-a-a (nekorigovaný)** ($\mu\text{g}/\text{l}$)	2,23	2,18	13,59	7,88	10%	ČSN ISO 10260



Zkušební laboratoř č. L 1612 akreditovaná ČIA dle ČSN EN ISO/IEC 17025

Strana 3 (celkem 15) z protokolu č. 03V2017

Chla-a(korigovaný)** (µg/l)	2,39	1,77	12,21	6,45	10%	ČSN ISO 10260
--------------------------------	------	------	-------	------	-----	---------------

Evidenční číslo vzorku/parametr	1605	1606	1634	1635	Rozšířená nejistota	Identifikace pracovního postupu
	výsledek	výsledek	výsledek	výsledek		
Konduktivita** (µS/cm)	401,0	396,0	401,0	402,0	5%	ČSN EN 27 888
pH **	7,750	7,676	7,747	7,634	5%	ČSN 83 0520-9, ČSN 83 0530-4
KNK _{Ca} ** (mmol/kg)	2,017	1,995	1,993	1,991	10%	ČSN EN ISO9963-1
NH ₄ – N (mg/l)	0,010	< 0,001	0,036	0,051	5%	SOP 08 (ČSN EN ISO 11732)
NO ₃ – N (mg/l)	0,031	0,072	< 0,001	0,388	5%	SOP 09 (ČSN EN ISO 13395, ČSN EN ISO 11905-1)
Cl ⁻ ** (mg/l)	31,86	32,11	35,59	35,56	5%	ČSN EN ISO 15 682
SO ₄ ²⁻ ** (mg/l)	49,4	50,5	46,0	48,7	20%	ČSN ISO 22743
TN (mg/l) sito	1,196	1,014	0,341	0,708	12%	SOP 09 (ČSN EN ISO 13395, ČSN EN ISO 11905-1)
PO ₄ -P (mg/l)	< 0,001	< 0,001	0,015	0,011	14%	SOP 10 (ČSN EN ISO 15681-1, ČSN EN ISO 6878)
TP (mg/l) sito	0,086	0,083	0,189	0,075	15%	SOP 10 (ČSN EN ISO 15681-1, ČSN EN ISO 6878)
Chla-a (nekorigovaný)** (µg/l)	14,14	12,25	30,50	25,03	10%	ČSN ISO 10260
Chla-a(korigovaný)** (µg/l)	13,32	10,61	28,72	23,55	10%	ČSN ISO 10260

Evidenční číslo vzorku/parametr	1655	1656	1676	1677	Rozšířená nejistota	Identifikace pracovního postupu
	výsledek	výsledek	výsledek	výsledek		
Konduktivita** (µS/cm)	407,0	406,0	408,0	405,0	5%	ČSN EN 27 888
pH **	7,833	7,834	7,588	7,685	5%	ČSN 83 0520-9, ČSN 83 0530-4
KNK _{Ca} ** (mmol/kg)	2,050	2,054	2,003	1,973	10%	ČSN EN ISO9963-1



obecné vrasnění společnost pro výzkum a ověření v oborech životního prostředí
ENKI, s.p.s. – zkušební laboratoř
Dukelská 145, Třebon 37901



L 1612

Zkušební laboratoř č. L 1612 akreditovaná ČIA dle ČSN EN ISO/IEC 17025

Strana 4 (celkem 15) z protokolu č. 05P2017

$NH_4 - N$ (mg/l)	0,038	0,038	0,007	0,008	5%	SOP 08 (ČSN EN ISO 11732)
$NO_3 - N$ (mg/l)	0,155	0,161	0,092	0,111	5%	SOP 09 (ČSN EN ISO 13395, ČSN EN ISO 11905-1)
Cl^- ** (mg/l)	38,29	38,59	38,58	38,72	5%	ČSN EN ISO 15 682
SO_4^{2-} ** (mg/l)	46,5	46,8	43,6	43,4	20%	ČSN ISO 22743
TN (mg/l) sito	0,680	0,774	0,584	0,784	12%	SOP 09 (ČSN EN ISO 13395, ČSN EN ISO 11905-1)
$PO_4 - P$ (mg/l)	0,011	0,012	0,009	0,011	14%	SOP 10 (ČSN EN ISO 15681-1, ČSN EN ISO 6878)
TP (mg/l) sito	0,083	0,075	0,119	0,135	15%	SOP 10 (ČSN EN ISO 15681-1, ČSN EN ISO 6878)
Chla-a (nekorigovaný) ** (μg/l)	10,45	6,40	3,43	-	10%	ČSN ISO 10260
Chla-a(korigovaný) ** (μg/l)	7,49	5,83	1,82	-	10%	ČSN ISO 10260

Evidenční číslo vzorku/parametr	1734	1735	Rozšířená nejistota	Identifikace pracovního postupu
	výsledek	výsledek		
Konduktivita ** (μS/cm)	407,0	406,0	5%	ČSN EN 27 888
pH **	7,752	7,804	5%	ČSN 83 0520/9, ČSN 83 0530/4
KNK_{Ca} ** (mmol/kg)	2,023	2,022	10%	ČSN EN ISO9963-1
$NH_4 - N$ (mg/l)	0,016	0,011	5%	SOP 08 (ČSN EN ISO 11732)
$NO_3 - N$ (mg/l)	0,028	0,011	5%	SOP 09 (ČSN EN ISO 13395, ČSN EN ISO 11905-1)
TN (mg/l) sito	0,408	0,343	12%	SOP 09 (ČSN EN ISO 13395, ČSN EN ISO 11905-1)
$PO_4 - P$ (mg/l)	0,013	0,004	14%	SOP 10 (ČSN EN ISO 15681-1, ČSN EN ISO 6878)
TP (mg/l) sito	0,067	0,069	15%	SOP 10 (ČSN EN ISO 15681-1, ČSN EN ISO 6878)
Chla-a (nekorigovaný) ** (μg/l)	1,63	2,23	10%	ČSN ISO 10260



obecně prospěšná společnost pro výzkum a osvětlu v oborech životního prostředí
ENKI, o.p.s. – zkušební laboratoř
Dukelská 145, Třeboň 37901



Zkušební laboratoř č. L 1612 akreditovaná ČIA dle ČSN EN ISO/IEC 17025

Strana 5 (celkem 15) z protokolu č. 03V2017

Chla-a(korigovaný)** (μg/l)	1,66	0,83	10%	ČSN ISO 10260
--------------------------------	------	------	-----	---------------

Uvedená rozšířená nejistota je součinem standardní nejistoty měření a koeficientu rozšíření $k=2$, což pro normální rozdělení odpovídá pravděpodobnosti pokrytí asi 95%.

Rozšířená nejistota nezahrnuje nejistotu vzorkování.

V případě odběru vzorků vody pracovníkem laboratoře, je vzorkování provedeno akreditovaným způsobem dle SOP 04.

Na vzorkování provedené zákazníkem se akreditace nevztahuje.

Výsledky zkoušek z kódem „*“ byly získány subdodávkou od akreditované laboratoře.

Výsledky zkoušek z kódem „**“ nejsou akreditovány – na výsledky se nevztahuje akreditace ČIA.

Tento protokol nesmí být reprodukován bez písemného souhlasu laboratoře ENKI, o.p.s. Třeboň jinak než celý.

Výsledky se týkají pouze předmětu zkoušky a nenahrazují jiné dokumenty (např. správního charakteru).

„N“ aktualizovaná norma.

Vedoucí laboratoře: Ing. Jana Šulcová

otisk razítka

ENKI, o.p.s. - zkušební laboratoř
zapsaná v rejstříku o.p.s. vedeném
KS v Č.B., oddíl 0, vložka 12
379 01 Třeboň, Dukelská 145
IČ 26173188, tel. 384 700 100

PŘÍLOHA 2

Co je přírodní koupaliště?

Přírodní koupaliště jsou vodní nádrže bez ryb, určené především ke koupání. V takových nádržích probíhá sezónní vývoj, kdy se střídají periody s nadbytkem zooplanktonu nebo fytoplanktonu a s různou průhledností vody. Pokud rozumíme potravním vztahům v nádrži, můžeme částečně předcházet některým nežádoucím jevům, jako jsou výskyt sinic, nízká průhlednost vody nebo přítomnost fekálních bakterií. Udržováním rovnováhy mezi jednotlivými živými složkami v nádrži můžeme dosáhnout uspokojivé kvality vody ke koupání. Hlavní podmínkou je zachycení a odstranění živinového zatížení pocházejícího z koupajících se osob. K tomu slouží tzv. REGENERAČNÍ ZÓNA.

Na koupališti POHODA je pro regeneraci navržena jedna mělká nádrž, která je meandrovitě uspořádána (systém střídavě obtočných hrázek). Hrázky jsou vyplněny štěrkem různých frakcí a osázeny místní litorální vegetací. Zároveň s tímto je v regenerační nádrži prováděn úspěšný odchov dafnií. Ty se pravidelně odlovují a přemisťují do koupací zóny.

Co vše může znehodnotit vodu?

Kvalitu vody v přírodním koupališti ovlivňuje zcela přirozeně aktuální počasí. Při deštivém počasí může dojít ke znečištění jak dešťovou tak povrchovou vodou, při větrném počasí se dostávají do vody prachové částice nebo pyly. Zároveň je voda v přírodním koupališti významně ovlivněna právě koupajícími se lidmi. To má za následek, že se do vody dostává pot, moč, případně přípravky na opalování a jiné kosmetické přípravky.

Jaký je princip čištění?

V koupací zóně se v masivní míře rozmnožují řasy a bakterie. Pokud jsou ve vodě dafnie, dokáží toto „znečištění“ výrazně utlumit. Voda z koupací zóny je čerpána přes mechanický, či mechanicko-biologický filtr, ve kterém dochází z větší části k odstraňování hrubých nečistot. Takto předčištěná voda pak přetéká do regenerační části. Regenerační zóna musí být rozmanitě navržena, jedine tak může docházet k odstraňování nečistot a živin na různých úrovních potravního řetězce. Je žádoucí, aby se v regenerační části vyskytovala potřebná bakteriální společenstva, rozmanitá litorální vegetace či společenstva zoo- a fytoplanktonu. Nadměrné množství živin je odbouráváno zejména bakteriálním nárůstem a biomasou nižších i vyšších rostlin. Nežádoucí bakteriální (fekální) zatížení účinně filtrují přítomné dafnie.

Možná úskalí?

Provoz koupaliště a udržování biologických pochodů je velice náročná a důsledná záležitost. Každé koupaliště se chová specificky a je zapotřebí na možné problémy reagovat často „za pochodu“. Stává se, že v průběhu sezóny se snižuje průhlednost vody či narůstají počty fekálních bakterií. Na tomto místě je zapotřebí zdůraznit, že toto je běžný proces i v přírodních vodách. Je-li koupaliště, respektive regenerační zóna dobře navržena, je možno tyto projevy účinně tlumit a udržovat hygienou sledované parametry pod limitními hodnotami, dané vyhláškou. I v případě, že proces regenerace a odbourávání živin a nežádoucích bakterií funguje dobře, lze se setkat s výsledky, překračující dané limity. Za těchto okolností má provozovatel koupaliště povinnost na nevyhovující stav viditelně upozornit. Neznamená to však, že je voda závadná a zcela nevyhovující ke koupání. Vhodné je posoudit biologickou aktivitu klíčových organismů, zejména dafnií a vyčkat na nový rozbor. Je-li v nádrži dafnií dostatečné množství, nesetkáváme se se zvýšenými hodnotami fekálního znečištění,

naopak jsou hodnoty často nulové. Dojde-li, za dostatečné přítomnosti dafnií, k naměření výrazně vyšších než limitních hodnot, jedná se s velkou pravděpodobností o nedůsledně odebraný vzorek, či vzorek odebraný bezprostředně po lokálním znečištění (například trusem ptactva).

Závěr

Obdobná přírodní koupaliště vznikají po celé Evropě. Jedná se pravděpodobně o alternativu ke zhoršujícím se vodám ve volné krajině. Vzhledem k faktu, že pro úpravu vody nejsou používány chemické preparáty, je zapotřebí se smířit s běžnými výkyvy kvalitativních ukazatelů vody. Odměnou je však voda oživená, vhodná ke koupání pro všechny zájemce.

Ing. Marek Baxa

ENKI, o.p.s.