

KEMIFLOC



KEMWATER
P R O C H E M I E



KEMIFLOC
S L O V A K I A

LAKE RESTORATION OBNOVA JEZERNÍCH EKOSYSTÉMŮ

Metoda chemického srážení fosforu hlinitými solemi



Kemifloc a.s.
nábřeží Dr.E.Beneše 24
750 62 Přerov , ČR
tel: +420 581 701 935-6
e-mail: info@kemifloc.cz
www.kemifloc.cz

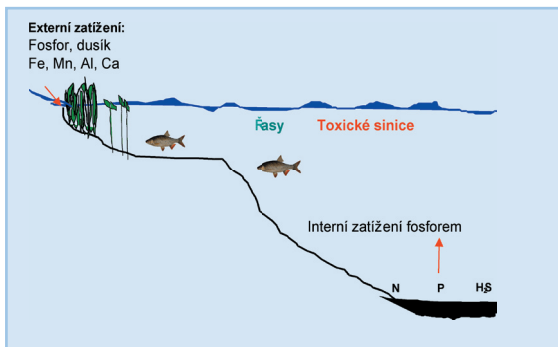
Kemwater ProChemie s.r.o.
Mládežnická 1062
294 06 Bakov nad Jizerou, ČR
tel: +420 326 724 034
e-mail: kemwater@prochemie.cz
www.prochemie.cz

Kemifloc Slovakia s.r.o.
Budovateľská 50
080 01 Prešov, SR
tel: +421 51 7721 891
e-mail: info@kemifloclovakia.sk
www.kemifloc.cz

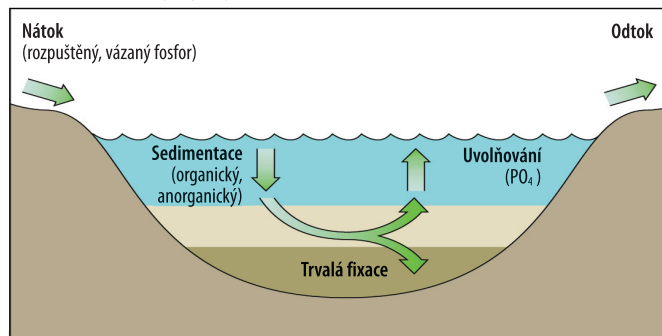
T E O R I E

Problém:

- eutrofizace jako důsledek dlouhodobého externího zatížení povrchových vod živinami
- nadměrný rozvoj řas a toxických sinic
- snížení průhlednosti vody, zápach, úhyn ryb, nemožnost rekreačního využití
- interní zatížení živinami (hlavně fosforem) ze sedimentů



Formy výskytu fosforu v sedimentu a ve vodě



Formy fosforu:

- rozpuštěný (PO_4 , organický P)
- vázaný na

- železo: hydroxidy Fe (III), Fe(OOH), ads.

- Strengit, $Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$

- hliník: Vivianit, $Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$

- Al(OH)₃ ads.

- Variscit, $Al_2(PO_4)_3$

- vápník:

- Hydroxyapatit, $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$

- Nonetit, CaH_2PO_4

- Kalcit ads.

- jíly:

- adsorbovaný

- organický P:

- volně vázaný

- trvale vázaný

Možnosti řešení:

- několik možných metod, zpravidla velmi nákladných, s nejistým nebo krátkodobým účinkem (vybagrování sedimentu, aerace nebo oxidace hypolimnia, umělá recirkulace, biomanipulace, algicidní metody...)

- metoda chemického srážení fosforu hlinítkými solemi

Princip metody:

- plošná aplikace hlinitého koagulantu z plující lodi do vodního sloupce nebo přímo do sedimentů
- nutnost udržení pH při aplikaci v rozmezí 6-9, kdy je hliník součástí komplexů, které nejsou toxické (při $pH < 5,5$ a $pH > 10$ je hliník rozpustný ve formě toxických iontů Al^{3+})
- po aplikaci hlinité soli dojde k vysrážení fosforu do formy nerozpustného fosforečnanu hlinitého a jeho uzavření do sedimentu

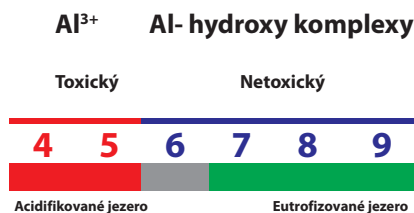
- vločky hydroxidu hlinitého sedimentují a přitom odstraňují z vodního sloupce dispergované nečistoty, řasy a sinice, dojde k vyčištění vody a odstranění již rozvinutých řas a sinic do sedimentu
- dochází k překrytí dna vzniklým inertním hydroxidem hlinítkým, zabránění uvolňování fosforu ze sedimentů

Používané koagulanty:

- síran hlinitý
- polyaluminiumchloridy

(na aplikaci železitých solí existuje méně referencí, důvodem může být vyšší agresivita, možnost většího ovlivnění pH, nebezpečí zpětného uvolňování fosforu ze sedimentu v anoxických podmínkách)

Formy výskytu hliníku v závislosti na pH



Určení dávky koagulantu:

Běžná dávka se pohybuje v rozmezí 5-25 mg Al/l, ale je nutné ji upřesnit na základě:

- laboratorních testů
- kvality vody a sedimentu
- místních podmínek
- zkušeností z referenčních aplikací

Výhody metody:

- osvědčená metoda používaná již více než 30 let
- stovky úspěšných aplikací a odborných referencí
- relativně levná metoda ve srovnání s ostatními metodami
- podle způsobu aplikace a velikosti dávky několikaletý účinek (za předpokladu omezení externího přísunu živin)
- nepatrná rizika pro životní prostředí

Nevýhody metody:

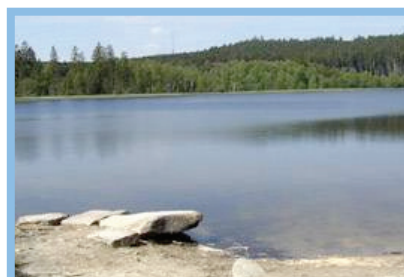
- snížení účinnosti při vysokém externím přísunu fosforu
- víření sedimentu při slabé vrstvě hydroxidu bentofágovými rybami
- riziko při nízkém pH a alkalitě vody

Docílené efekty:

- snížení koncentrace fosforu
- zabránění rozvoje řas a sinic
- výrazné zlepšení průhlednosti vody
- rozvoj makrofyt a hodnotnějších druhů ryb
- jezero v ekologické rovnováze, rekreace, rybaření

Reference:

- Švédsko – jezero Turingen, Lejondal
- Finsko – jezero Kirkkojärvi
- Polsko – jezero Dlugie, Glebozczek
- USA – jezero Morey, Green Lake
- Německo – jezero Barleber
- a desítky dalších

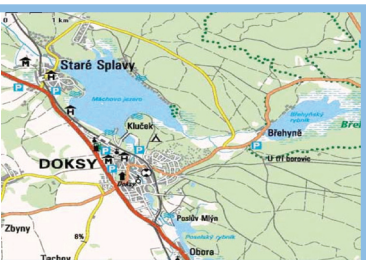


P R A K T I C K É A P L I K A C E

Máchovo jezero, červen 2005

Popis lokality:

- nejoblíbenější místo pro rekreaci v Libereckém kraji (10000 návštěvníků/denně)
- rozloha 284 ha, průměrná hloubka 2m
- objem vody 5 000 000 m³
- ošetřovaná plocha 2 000 000 m²



hlavní problém: masivní rozvoj sinic v letním období, toxicita rozkladných produktů, omezení druhové diverzity nádrže, zákaz koupání během letních měsíců

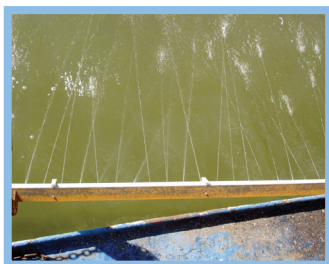
• **hlavní příčiny:** nedostatečné zamezení externího přísunu fosforu (špatné odkanalizování okolních obcí), vysoký interní přísun živin ze sedimentu, optimální podmínky pro rozvoj sinic

• **hlavní cíle:** zachránit letní sezónu pro rekreaci, udržet koncentraci sinic pod limitem 100.000 buněk/ml, zlepšit kvalitu vody a neovlivnit negativně životní prostředí



Popis aplikace:

- **použitý koagulant –polyaluminiumchlorid PAX-18** (9 % Al, produkt běžně používaný pro vodárenské účely pro výrobu pitné vody)
- **dávka 5 mg Al/l, celkové množství 250 t PAX-18** (dávka určena na základě laboratorních zkoušek s přihlédnutím k dostupným finančním možnostem)
- **dávkovací zařízení** – speciálně upravená motoová loď s 18 IBC vzájemně propojenými kontejnery na horní a dolní palubě (PAX-18 byl stáčen z automobilové cisterny přímo do kontejnerů, pro mělké části jezera byly využity malá loď s jednou 1000 l nádrží na palubě), s elektropohonem, průtokoměrem, čerpadlem, hloubkoměrem, GPS navigací; dávkovací potrubí bylo 15 m dlouhé, skládající se ze 3 částí a upraveno cca 150 otvory o průměru 1,4 mm
- **dávkovací postup** - dávkování zahájeno 9.6.2005 a řízeno podle aktuální hloubky, konstantní rychlosti lodi 4 km/h a podle GPS navigace cca 20 cm pod hladinu tak, aby byla ošetřena celá plocha jezera rovnoměrně



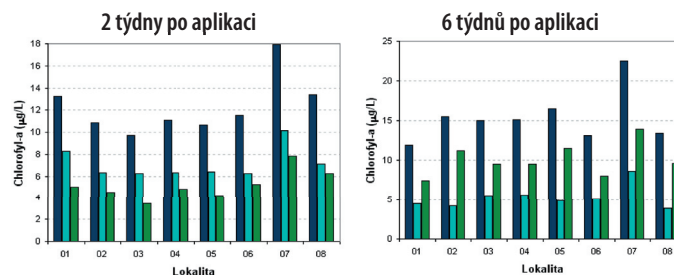
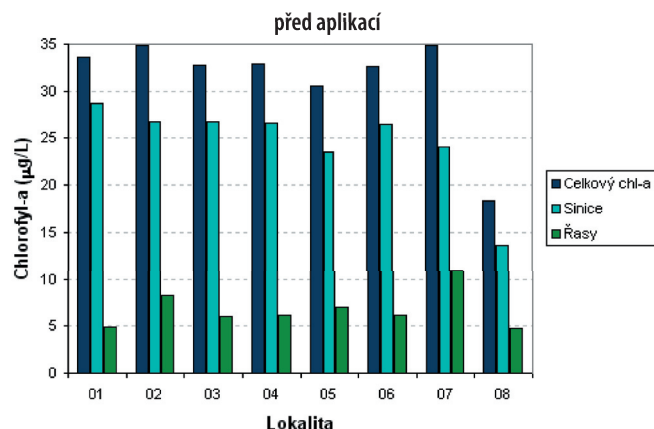
Výsledky:

- průhlednost vody se zvýšila z 0,3 na 0,7 m
- celková koncentrace sinic poklesla z 90000 na 30000 buněk/ml
- celkový chlorofyl-a pokleslo více než 50 % během 10 dnů po aplikaci
- udržení dobré kvality vody po celou letní sezónu bez omezení rekreace

Ukazatelé kvality vody před a po aplikaci

	před aplikací	2 týdny po aplikaci	6 týdnů po aplikaci
pH	8,3	8,1	8,2
KNK 4,5	mmol/l 1,9	1,8	1,8
Pcelk	mg/l 0,05	0,03	0,05
P-PO4	mg/l 0,03	< 0,02	< 0,02
Chlorofyl-a	ug/l 35	13	15
Secchi depth	m 0,3	0,8	0,6
Sinice	počet jedinců/ml 90 000	30 000	20 000
BSK ₅	mg/l 3,6	2	3
CHSK _{Cr}	mg/l 38	27	30
NL	mg/l 36	18	15
Al	mg/l 0,05	0,5	0,5
Cl-	mg/l 9	18	17

Pc v sedimentu průměr	330 mg/kg sušiny
-----------------------	------------------



P R A K T I C K É A P L I K A C E

Máchovo jezero, květen 2006

- díky přesvědčivým výsledkům z roku 2005 se podařilo zajistit finanční prostředky pro zopakování aplikace v roce 2006 ve stejném rozsahu (stejná dávka, koagulant i dávkovací zařízení)
- aplikace byla provedena dříve (zahájení 24.5.2006) díky včasnému vydání povolení k aplikaci místním vodoprávním úřadem
- extrémně vysoké teploty během června a července vytvořily výhodné podmínky pro rozvoj sinic a přesto byla aplikace znovu úspěšná
- celou sezónu po aplikaci se kvalita vody udržela na výborné úrovni – průhlednost vody byla stále asi 80 cm, koncentrace sinic okolo 30 000 buněk/ml
- poprvé byl použit nový katamarán, vyrobený speciálně pro účely ošetření mělkých částí jezera (vybavení obdobné jako na velké lodi – elektropohon, 1000 l nádrž, čerpadlo, průtokoměr, GPS navigace, 5 m dlouhé dávkovací potrubí)



Plzeň – Bolevecký rybník, červenec 2006

Popis lokality

- oblíbené rekreační místo pro Plzeň
- rozloha 43 ha, průměrná hloubka 3,5 m

Popis aplikace

- použitý koagulant – síran hlinitý ALS (4% Al, běžně používaný produkt ve vodárenství při výrobě pitné vody), celkové použité množství 100 t ALS
- dávkovací zařízení – speciální malá motorová loď vybavena dvěma nádržemi o objemu 1000 l, GPS navigací, speciální tryska způsobila zviření dna a měla umožnit zapracování hlínku přímo do sedimentu a vyvázání přítomných nutrientů
- možnost kombinace srážecí metody s odčerpáním nejméně znečištěné vody z oblasti dna (hypolimnia) a nahrazení čistou vodou s vysokým obsahem železa

Výsledky

- okamžité zvýšení průhlednosti vody z 1,5 na 3,5 m
- snížení koncentrace celkového fosforu, chlorofylu-a a CHSK
- celá letní sezóna po aplikaci bez omezení pro rekreaci



Pasohlávky – Malá laguna, červenec 2006

Popis lokality

- oblíbené místo pro rekreaci v areálu autokempu ATC Merkur - Pasohlávky
- rozloha 4 ha, průměrná hloubka 2 m, celková ošetřovaný objem 80 000 m³
- **hlavní problém:** každoroční masivní rozvoj sinic a jiného znečištění v druhé polovině léta vedla pravidelně k zákazu koupání a ztrátě rekreační hodnoty lokality
- **hlavní příčina:** vysoké externí zatížení nutrienty
- **hlavní cíl:** udržet koncentrace znečišťujících látek pod limitními hodnotami a zachovat celou letní sezónu bez omezení



Popis aplikace

- použitý koagulant – polyaluminiumchlorid PAX-18
- dávka 6,5 mg Al/l, celkové množství 5,6 t PAX-18
- dávkovací zařízení – speciální dávkovací katamarán (na palubě nádrž o objemu 1000 l, elektropohon, čerpadlo, průtokoměr, GPS navigace, dávkovací potrubí 5 m dlouhé
- dávkovací postup – konstatní rychlostí 3-4 km/h při přibližně 20 cm pod hladinou byla ošetřena celá laguna potřebným množstvím PAX -18 rovnoměrně podle GPS navigace

Odběrné místo C1	průhlednost (cm)	chlorofyl-a (ug/l)	CHSK- Cr (mg/l)	Pc (mg/l)
před aplikací	120	6,7	29	0,04
1 den po aplikaci	185	4,8	19	0,01

Výsledky

- průhlednost vody (Secchi deska) se zvýšila z 1 m na 1,8 m
- koncentrace fosforu, chlorofylu-a, CHSK se snížily
- celá letní sezóna po aplikaci bez omezení pro rekreaci

Ostatní aplikace 2006

- ošetření malých vodních ploch, jezírek, rybníčků, zatopených lomů apod.
- způsob aplikace dle místních podmínek
- výborné výsledky

