

STANOVENÍ FOREM HLINÍKU PŘI VODÁRENSKÉ ÚPRAVĚ

Bc. Pavla Hájková
Ing. Libuše Benešová, CSc

CÍLE PRÁCE

- Práce se zabývá optimalizací úpravy povrchové vody s vyšším obsahem hliníku.
- Cílem je prokázat nebo vyvrátit předběžné výsledky, ukazující na lepší účinnost železitých destabilizačních činidel při úpravě tohoto typu vod.

HLINÍK

- Hliník je běžnou součástí přirozených vod
- dostává se do nich vlivem kyselých dešťů, které zvyšují migraci hliníku v půdách a následně zvyšují koncentraci ve vodách, dále z průmyslových odpadních vod (povrchová úprava hliníku a jeho slitin, výroba papíru, kůže, barev) a během procesů úpravy vod koagulací pomocí hlinitých solí

HLINÍK

- Z hlediska technologického je u surové i upravené vody prováděno sledování základních chemicko-fyzikálních parametrů a hlavně obsahu Al a jeho forem. Z provedené podrobné literární rešerše vyplynulo, že většina úpraven provádí pouze stanovení celkového Al a to jak v surové tak v upravené vodě. Tímto stanovením nelze odlišit rozdílnou toxicitu jednotlivých forem Al.

HLINÍK

- Hliník je ve vodách obsažen v různých formách.
- Výskyt forem hliníku je závislý na fyzikálně-chemických parametrech:
 - pH
 - teplota
 - iontový součin vody
 - celková koncentrace organických látek
 - koncentrace komplexotvorných látek

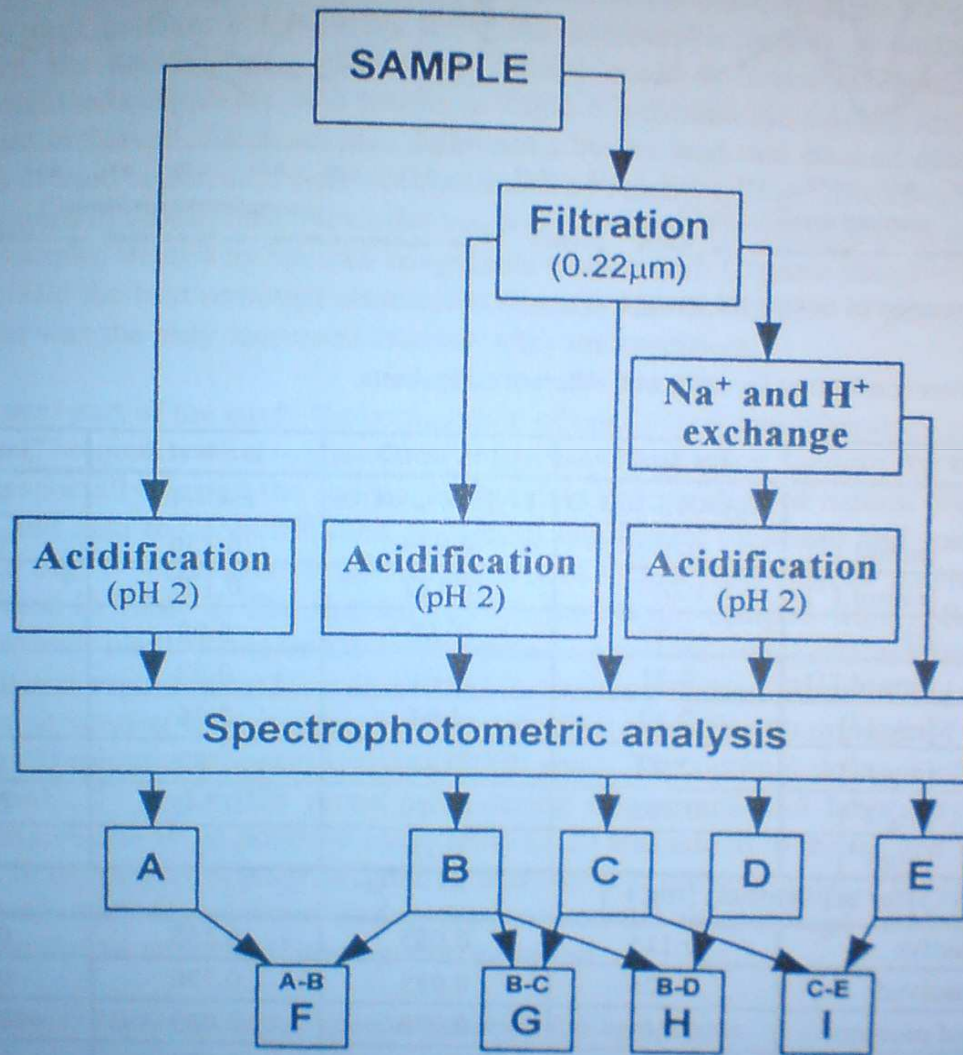
METODIKA

- Metodika vychází z prací H. Pivokonské, (disertační práce), která prokázala odlišnou účinnost jednotlivých destabilizačních činidel a vliv doby a intenzity míchání. Tento příspěvek je věnován ověření účinnosti železitých destabilizačních činidel při úpravě povrchových vod s vyšším obsahem Al.

METODIKA STANOVENÍ

- Stanovení jednotlivých frakcí hliníku – metoda Van Benschoten a Edzwald
- Stanovení koncentrace hliníku – spektrofotometricky, po reakci s pyrokatecholovou violetí, při absorbanci 580nm, kyveta s optickou drahou 5cm

Metoda frakcionace Van Benschoten and Edzwald



A: celkový reaktivní Al
B: celkový rozpuštěný Al
C: rozpuštěný monomerní Al
D: organicky vázaný rozpuštěný Al
E: rozpuštěný organický monomerní Al

F: partikulární Al
G: polymerní koloidně silně vázaný Al
H: rozpuštěný anorganický Al
I: rozpuštěný anorganický monomerní Al

Metoda frakcionace Van Benschoten and Edzwald

- **A. Stanovení celkového, reaktivního Al,** které je prováděno z nefiltrovaného vzorku, po okyselení HNO_3 do pH 2 a následná analýza. Okyselení musí být provedeno minimálně 1 hodinu před analýzou,
- **B. Stanovení celkového rozpuštěného Al,** - rozpuštěné i nerozpuštěné (partikulární) formy Al jsou izolovány filtrací vzorku na membránovém filtru $0,22 \mu\text{m}$ Millipore následuje okyselení na pH 2 HNO_3 minimálně 1 hod před analýzou a analýza,

Metoda frakcionace Van Benschoten and Edzwald

- **C. Stanovení rozpuštěného monomerního Al,** - filtrované vzorky (filtrací na membránovém filtru 0,22 μm Millipore) jsou analyzovány bez okyselení,
- **D. Stanovení rozpuštěného, organicky vázaného Al,** - filtrované vzorky (filtrací na membránovém filtru 0,22 μm Millipore), se nechají projít kolonou s náplní silně kyselého katexu (Na^+ and H^+ katex Noromit 001*7, Erspol, CR), okyselí se a analyzují,
- **E. Stanovení rozpuštěného, organického, monomerního Al,** - vzorky upravené výše uvedeným postupem se analyzují bez okyselení.

Metoda frakcionace Van Benschoten and Edzwald

Při tomto postupu je možno stanovit další formy výpočtem. Jde o následující frakce:

- **F. partikulární Al** je rozdíl mezi celkovým reaktivním a celkovým rozpuštěným Al,
(A-B)
- **G polymerní- koloidně silně vázaný Al** rozdíl mezi B a C (B-C)

Metoda frakcionace Van Benschoten and Edzwald

- **H. rozpuštěný anorganický Al** je rozdíl mezi celkovým rozpuštěným a organickým rozpuštěným Al, (B- D)
- **I. rozpuštěný anorganický monomerní Al** – rozdíl mezi C a E (C-E).

CHARAKTER VODY

V průběhu roku se koncentrace Al mění

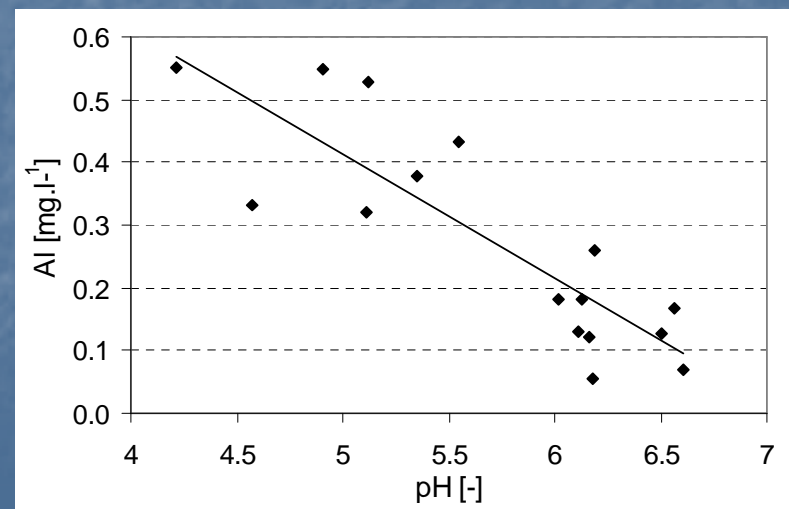
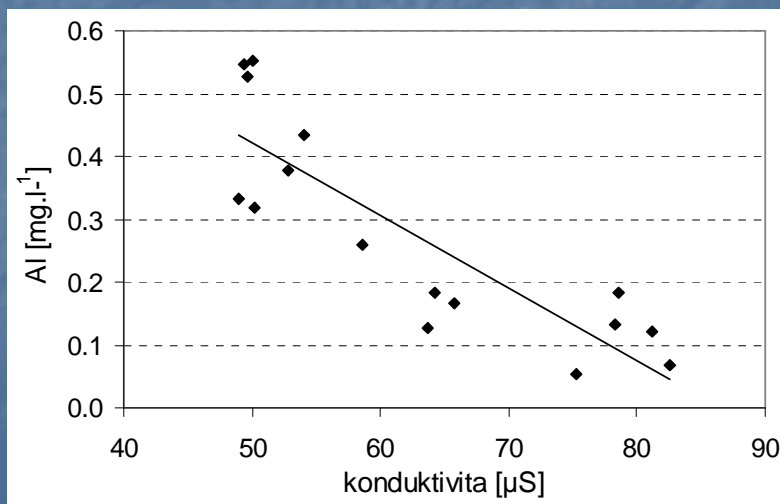
- jarní období a počátek léta – voda s nízkými hodnotami pH, CHSK_{Mn} se zvýšenými koncentracemi celkového reaktivního hliníku (od poloviny dubna do poloviny května – období jarního tání sněhu) - v jarních obdobích je Al přítomný převážně v rozpuštěné formě, největší část z celkového rozpuštěného hliníku přítomna v monomerní formě. Postupně se koncentrace celkového reaktivního hliníku snižuje a zvyšuje se koncentrace frakce anorganického hliníku.

CHARAKTER VODY

- V zimních obdobích byly naměřeny přibližně poloviční koncentrace oproti jarním měsícům a většina hliníku byla opět přítomna v rozpuštěné formě.

VÝSLEDKY – surová voda

- Byl sledován vliv pH, konduktivity, CHSK_{Mn} , DOC na koncentraci celkového hliníku a na zastoupení jednotlivých frakcí. Z výsledků vyplývá, že výskyt celkového reaktivního hliníku je závislý na pH a konduktivitě. S klesajícím pH a konduktivitou roste koncentrace celkového reaktivního hliníku v surové vodě.



FRAKCIONACE HLINÍKU

Z minulých testů, jejichž účelem bylo zjistit jak významně ovlivňují jednotlivá činidla reziduální koncentraci hliníku v upravené vodě, vyplynulo, že při porovnávání vlivu jednotlivých koagulačních činidel na zastoupení frakcí hliníku v upravené vodě nebyly zjištěny výrazné rozdíly v jejich působení na frakce Al.

FRAKCIÓNACE HLINÍKU

- Pouze při úpravě síranem železitým je jednoznačně **nejvíce zastoupenou frakcí reziduálního hliníku hliník partikulární**. Při použití síranu hlinitého je **obtížněji odstranitelnou frakcí hliník partikulární, ale i polymerní a koloidní a anorganicky vázaný hliník**. Obdobného výsledku bylo dosaženo i při použití polykoagulantů.

FRAKCIÓNACE HLINÍKU

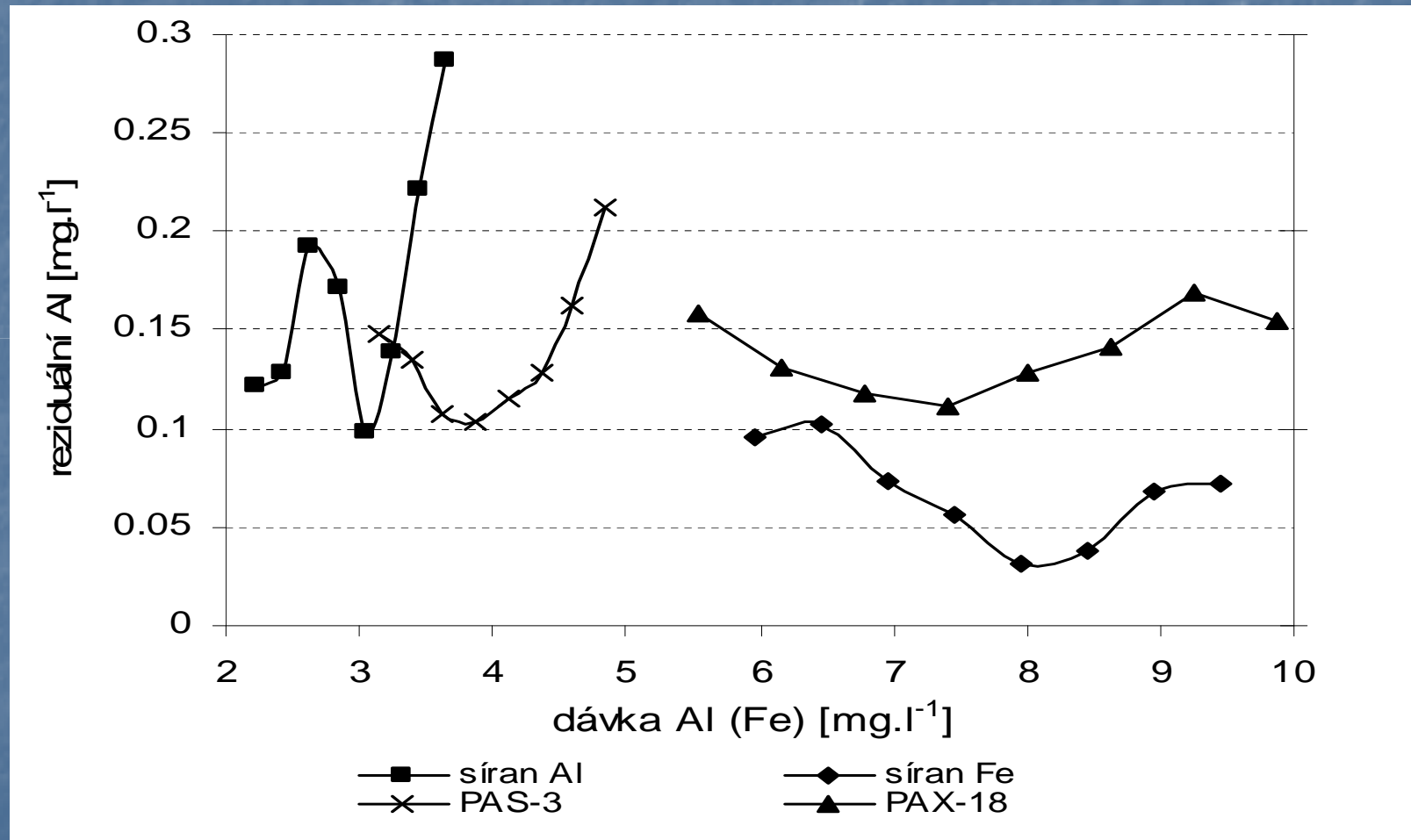
Další výzkum byl tedy zaměřen na prověření železitých destabilizačních činidel a to síranu a chloridu železitého.

K porovnání vlivu vybraných koagulačních činidel na úpravu vody byla použita metoda sklenicové zkoušky

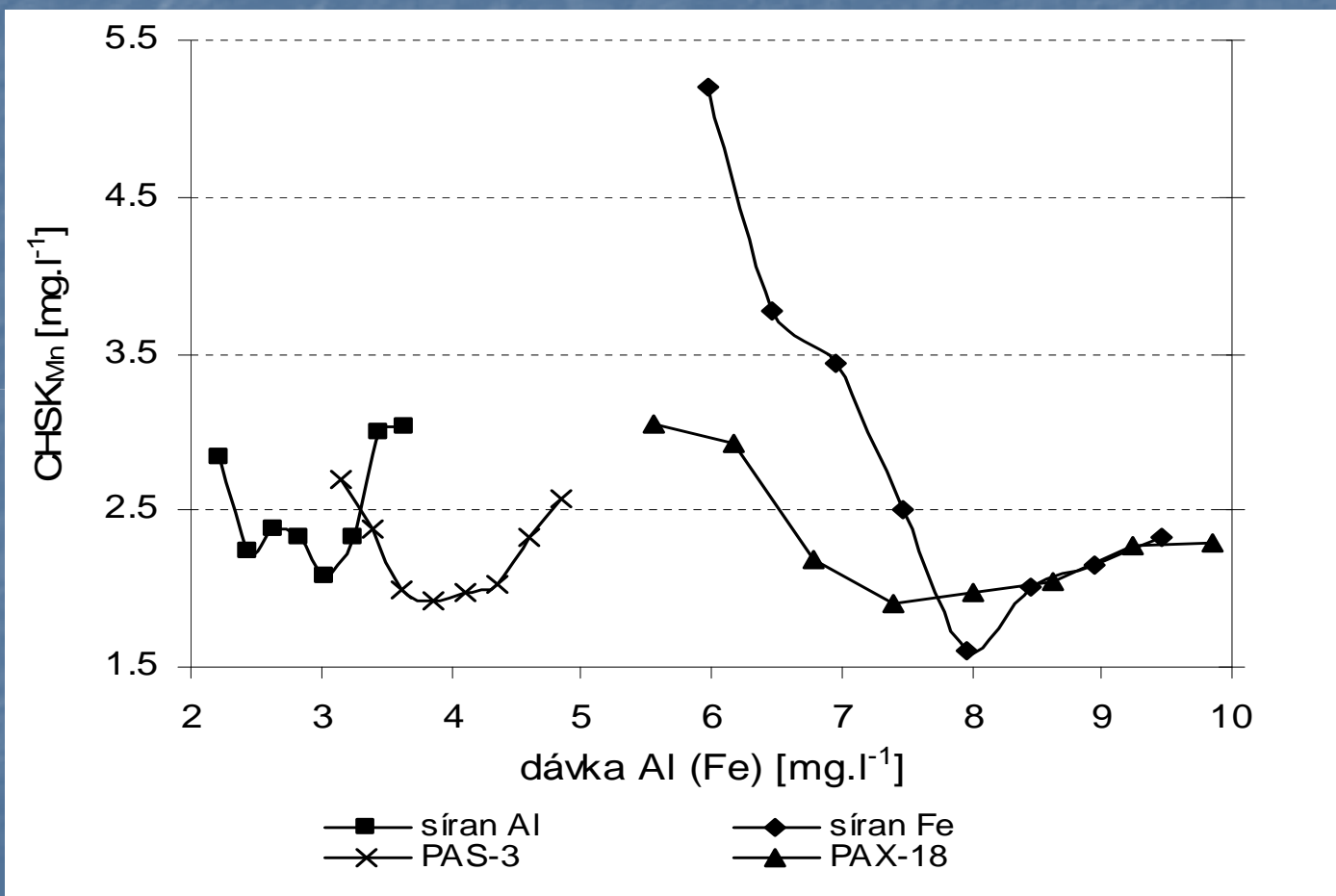
FRAKCIÓNACE HLINÍKU

- Při provádění sklenicových zkoušek bylo použito výsledků práce H. Pivokonské, byla použita provedená optimalizace míchání, tj. bylo použito vyšších gradientů rychlosti ($G > 100 \text{ s}^{-1}$) s dobou působení minimálně 10 min.

Vliv dávky destabilizačního činidla na koncentraci reziduálního hliníku



Vliv dávky koagulačního činidla na CHSK_{Mn} upravené vody



Dávka			
$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$ mg/l	15	21	29
pH	6,5	5,92	5,32
KNK _{4,5} mmol/l	0,25	0,208	0,183
CHSK _{Mn} mg/l	3,26	2,35	2,38
Al mg/l	0,15	0,065	0,12
Fe mg/l	0,6	0,15	0,4
A celkový reaktivní	0,14	0,075	0,15
B celkový rozpuštěný	0,11	0,055	0,11
C rozp. monomerní	0,08	0,045	0,085
D rozp. organický	0,065	0,035	0,07
E rozp. org. monom.	0,07	0,04	0,065
F partikulární	0,03	0,02	0,04
G polym. koloid. silně váz.	0,03	0,015	0,025
H rozp. anorganický	0,045	0,02	0,04
I rozp. anorg. monom.	0,01	0,005	0,02

Dávka			
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ mg/l	15	25	32
pH	6,6	5,95	5,3
$\text{KNK}_{4,5}$ mmol/l	0,3	0,22	0,17
CHSK_{Mn} mg/l	3,22	2,12	3,01
Al mg/l	0,22	0,071	0,27
Fe mg/l	N	N	N
A celkový reaktivní	0,23	0,09	0,305
B celkový rozpuštěný	0,175	0,08	0,26
C rozp. monomerní	0,165	0,075	0,2
D rozp. organický	0,06	0,02	0,025
E rozp. org. monom.	0,05	0,02	0,02
F partikulární	0,025	0,01	0,045
G polym. koloid. silně váz.	0,01	0,005	0,06
H rozp. anorganický	0,115	0,06	0,235
I rozp. anorg. monom.	0,115	0,055	0,18

VÝSLEDKY

- Z uvedených výsledků je patrné, že k zajištění dobré účinnosti úpravy vody **má zásadní význam dodržení optimální dávky destabilizačního činidla.** Byl prokázán vliv dávky na jednotlivé frakce hliníku. U většiny frakcí (kromě I) byla prokázána zvýšená koncentrace, způsobená poddávkováním nebo předávkováním destabilizačního činidla.

VÝSLEDKY

- Zvýšená koncentrace frakcí A, B, D, F, a H byla způsobena jak nízkou, tak vysokou dávkou, u frakce C a E je zvýšená koncentrace způsobena nízkými dávkami, u frakce G naopak zvýšenými dávkami.

VÝSLEDKY

- Z dosud získaných výsledků vyplývá i potvrzení předpokladu, že při použití železitých destabilizačních činidel je dosaženo vyšší účinnosti odstranění hliníku.

ZÁVĚR

- Upravitelnost vody s vyšším obsahem Al na kvalitní pitnou vodu je možná při dodržení základních podmínek úpravy.
- Je nezbytné použít optimální dávku destabilizačního činidla, optimální hodnoty gradientů rychlosti míchání a doby míchání.
- Z dosud provedených laboratorních testů vyplývá, že při odstraňování vyšších koncentrací hliníku je vhodnější použití železitých destabilizačních činidel.



Děkujeme za pozornost

pavla.hajkova1@gmail.com
lbenes@natur.cuni.cz