

PŘEDPROJEKTOVÁ PŘÍPRAVA REKONSTRUKCE ÚV HOLEDEČ

**Ing. Petra Hrušková¹⁾, Ing. Jiří Červenka¹⁾, Mgr. Tomáš Brabenec¹⁾,
Ing. Pavel Středa²⁾, Ing. Josef Drbohlav²⁾**

¹⁾ENVI-PUR, s.r.o., Na Vlčovce 13/4, 160 00 Praha 6; info@envi-pur.cz

²⁾Sweco Hydroprojekt a.s., Táborská 31, 140 16, Praha 4; praha@sweco.cz

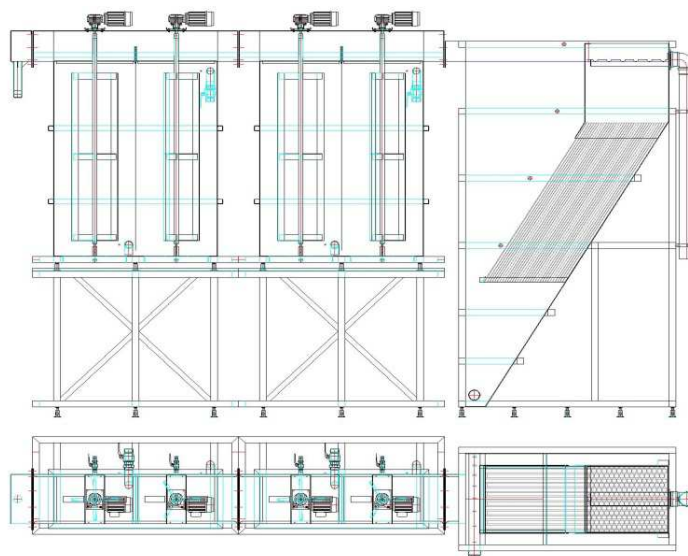
ÚVOD

Příspěvek se zabývá souhrnem poznatků z předprojektové přípravy rekonstrukce úpravní vody Holedeč. Cílem předprojektové přípravy bylo získání podkladů pro řešení problematiky separace suspenze v prvním separačním stupni úpravní vody Holedeč. Jako vhodná technologie byla zvolena flokulace a separace suspenze v lamelovém separátoru, která by měla nahradit původní separační technologii.

Jako zdroj pro úpravu pitné vody je používána podzemní voda, která obsahuje dlouhodobě zvýšené koncentrace železa a manganu. Maximální výkon úpravní je 50 L/s ($Q_{nom} = 30$ L/s). Technologická linka úpravní vody se skládá z dvojice provzdušňovacích jednotek Bubla, reakční nádrže (prázdný tlakový filtr) a 5 ks tlakových pískových filtrů (průměr 3 m, výška náplně 2 m).

POLOPROVOZNÍ MODELOVÉ ZAŘÍZENÍ

Modelová jednotka použitá k předprojektové přípravě na ÚV Holedeč se skládala z homogenizátoru, který byl tvořen T-kusem DN 50, umístěným na vstupním potrubí do flokulačních komor, dále ze dvou flokulačních komor a lamelového separátoru (Obr. 1.). Na stávajícím potrubí na ÚV byla realizována pro poloprovozní model odbočka (provozně za provzdušněním). Odtud byla odebírána voda, v dalším textu označovaná jako provzdušněná voda - PV.



Obr. 1. Bokorys a půdorys poloprovozního modelového zařízení

Předalkalizace provzdušněné vody byla řešena dávkováním roztoku hydroxidu sodného (2% roztok), který byl zaústěn na přítoku provzdušněné vody do flokulačních komor. Dávkování polymeru bylo zaústěno do první flokulační komory.

Na model přitékala provzdušněná voda přes první flokulační komoru o objemu $0,864 \text{ m}^3$ ($2 \times 0,432 \text{ m}^3$). V této komoře byla osazena dvě čtyřramenná pádlová míchadla. Z první do druhé flokulační komory natékala voda gravitačně. V druhé flokulační komoře byla osazena dvě trojramenná pádlová míchadla, objem druhé flokulační komory byl $0,864 \text{ m}^3$ ($2 \times 0,432 \text{ m}^3$).

Do lamelového separátoru natékala voda gravitačně. V lamelovém separátoru o objemu $1,24 \text{ m}^3$, byla osazena lamelová vestavba s půdorysnou plochou $0,338 \text{ m}^2$ a průmětnou plochou $A_{pp} = 5,88 \text{ m}^2$. Usazovací nádrž byla vybavena potrubím pro odkalení, které bylo prováděno kontinuálně obsluhou. Odtok z usazovací nádrže byl situován nad lamelovou vestavbou, kde voda proudila přes odtokový žlab gravitačně do svislého potrubí a dále do sběrné nádoby.

Na odtoku z lamelového separátoru byl připojen čítač částic Hach ARTI se záznamovou jednotkou SC200. Do záznamové jednotky byla kontinuálně zaznamenávána data o počtu $2 \text{ }\mu\text{m}$ a $5 \text{ }\mu\text{m}$ částic v odtoku z lamelového separátoru.

METODIKA

Lamelový separátor byl testován při hydraulických zatíženích $0,25 \text{ m/h}$, $0,35 \text{ m/h}$, $0,5 \text{ m/h}$, což odpovídalo průtokům $1,5 \text{ m}^3/\text{h}$, $2,0 \text{ m}^3/\text{h}$ a $3,0 \text{ m}^3/\text{h}$.

V první etapě předprojektové přípravy byla testována konfigurace bez přídavku polymeru se zatížením lamelového separátoru $0,25 \text{ m/h}$ a $0,5 \text{ m/h}$. Ve druhé etapě byla testována účinnost separace suspenze s dávkováním středně anionického organického flokulantu (Magnafloc LT25 – MF LT25) a zatížením lamelového separátoru $0,25 \text{ m/h}$, $0,35 \text{ m/h}$ a $0,5 \text{ m/h}$. V poslední fázi druhé etapy poloprovozních testů bylo vystaveno modelové zařízení nejen vyššímu hydraulickému, ale také látkovému zatížení. Stávající jednostupňová technologie na ÚV Holedeč si nedokáže poradit s vysokými koncentracemi celkového železa v surové vodě ($\text{Fe} = 8 - 10 \text{ mg/L}$). Proto byly v rámci modelových testů vyzkoušeny vrty, které vykazují dlouhodobě vysoké koncentrace železa.

Pro vyhodnocení účinnosti procesu separace byly odebírány bodové vzorky provzdušněné vody – PV a bodové vzorky odtoku z lamelového separátoru - LS. Kontinuálně byla sledována kvalita odtoku z lamelového separátoru pomocí čítače částic. U odebraných vzorků byla stanovována koncentrace celkového (Fe_C), rozpuštěného (Fe_R), nerozpuštěného (Fe_N) železa, manganu (Mn) a hodnota pH. Vzhledem k rozsahu tohoto článku jsou zde uvedeny jen vybrané výsledky z poloprovozních zkoušek.

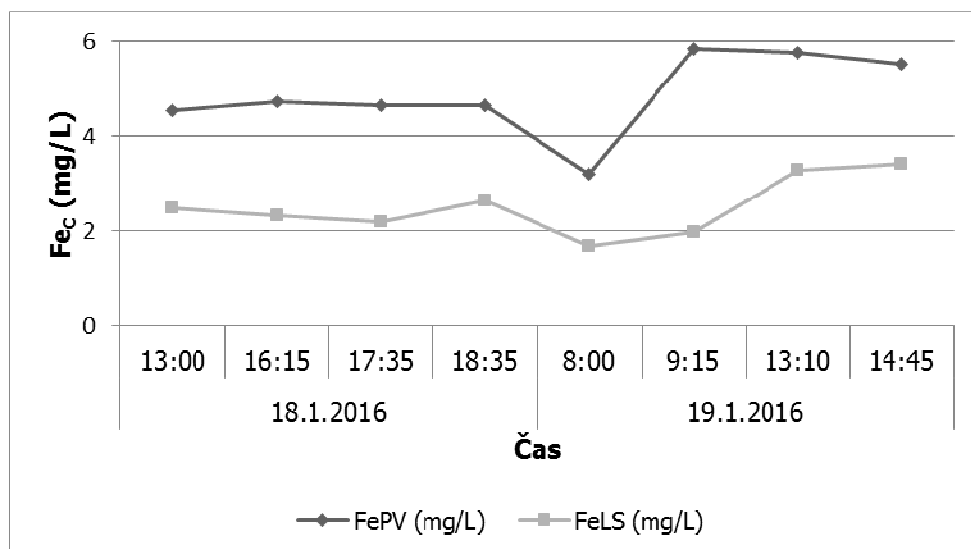
I. ETAPA MĚŘENÍ – VÝSLEDY A DISKUZE

V první etapě měření byla testována konfigurace bez přídavku polymeru se zatížením lamelového separátoru $0,25 \text{ m/h}$ a $0,5 \text{ m/h}$.

V grafu (Obr. 2.) jsou zobrazeny výsledky měření z první části poloprovozu, kdy bylo testováno zatížení lamelového separátoru $0,25 \text{ m/h}$ ($Q = 1,5 \text{ m}^3/\text{h}$,

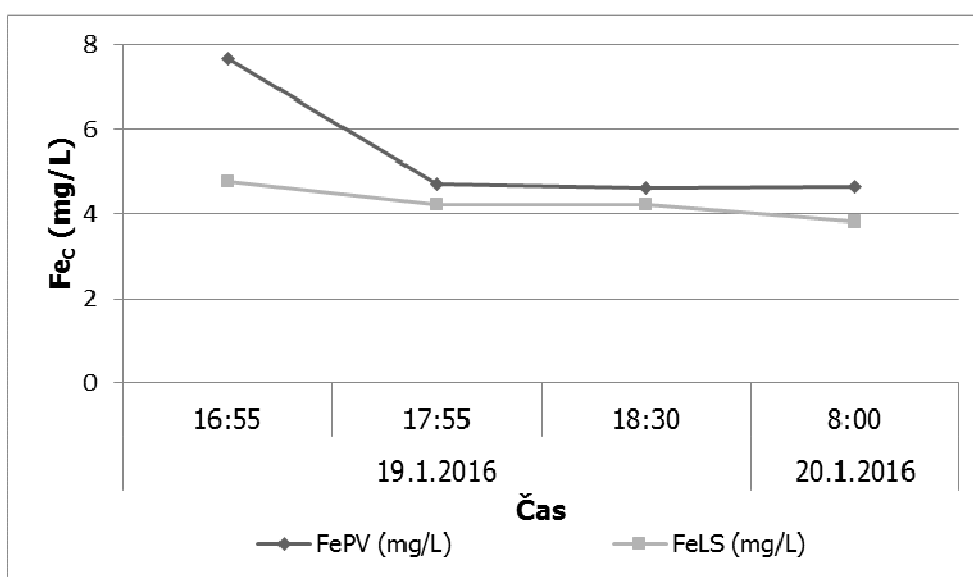
$A_{pp} = 5,88 \text{ m}^2$). Jedná se o porovnání výsledků koncentrací celkového železa v surové vodě po provzdušnění (FePV) a vody upravené poloprovozní jednotkou (FeLS). Hodnota pH byla udržována mezi 8,00 až 8,30. Organický flokulant v tomto případě nebyl dávkován.

Provzdušněná voda na vstupu měla koncentraci železa okolo 5 mg/L. Průměrná účinnost odstranění celkového železa v tomto modelovém stavu poloprovozního zařízení se pohybovala okolo 48 %.



Obr. 2. Přehled výsledků při zatížení LS = 0,25 m/h ($Q = 1,5 \text{ m}^3/\text{h}$), bez dávkování polymeru

Bez dávkování polymeru bylo testováno rovněž vyšší hydraulické zatížení poloprovozní jednotky, a to 0,5 m/h. Výsledky z tohoto měření jsou zobrazeny v grafu (Obr. 3.). Organický flokulant nebyl dávkován a pH bylo udržováno mezi hodnotami 8,00 až 8,30. Provzdušněná voda na vstupu měla koncentraci železa okolo 4,6 mg/L. Průměrná účinnost odstranění celkového železa v tomto modelovém stavu poloprovozního zařízení byla 18 %.



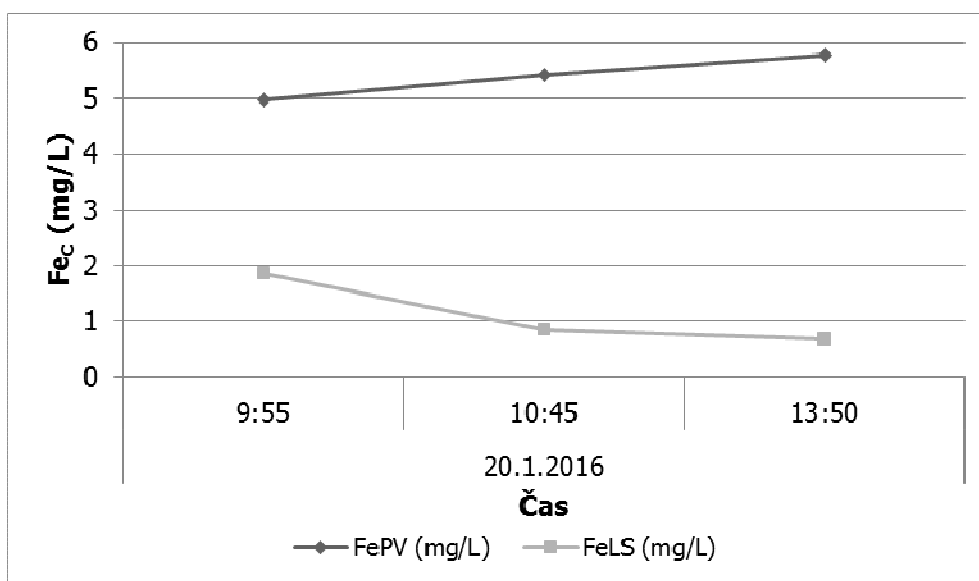
Obr. 3. Přehled výsledků při zatížení LS = 0,5 m/h ($Q = 3,0 \text{ m}^3/\text{h}$), bez dávkování polymeru

V první etapě měření poloprovozních zkoušek se nám potvrdilo, že i bez přidání pomocného flokulantu značná část železa ze surové vody přechází do vyššího oxidačního stupně a vytváří se suspenze, která je vhodná k separaci sedimentací. Při nižším zatížení lamelového separátoru (0,25 m/h) a delší době zdržení ve flokulaci docházelo k poměrně vysoké účinnosti odstranění železa (48 %). Při vyšším zatížení lamelového separátoru a kratší době zdržení se pravděpodobně vytvářela jemnější suspenze, která neměla tak dobré sedimentační vlastnosti a průměrná účinnost modelového zařízení byla tedy nižší (18 %).

II. ETAPA MĚŘENÍ – VÝSLEDKY A DISKUZE

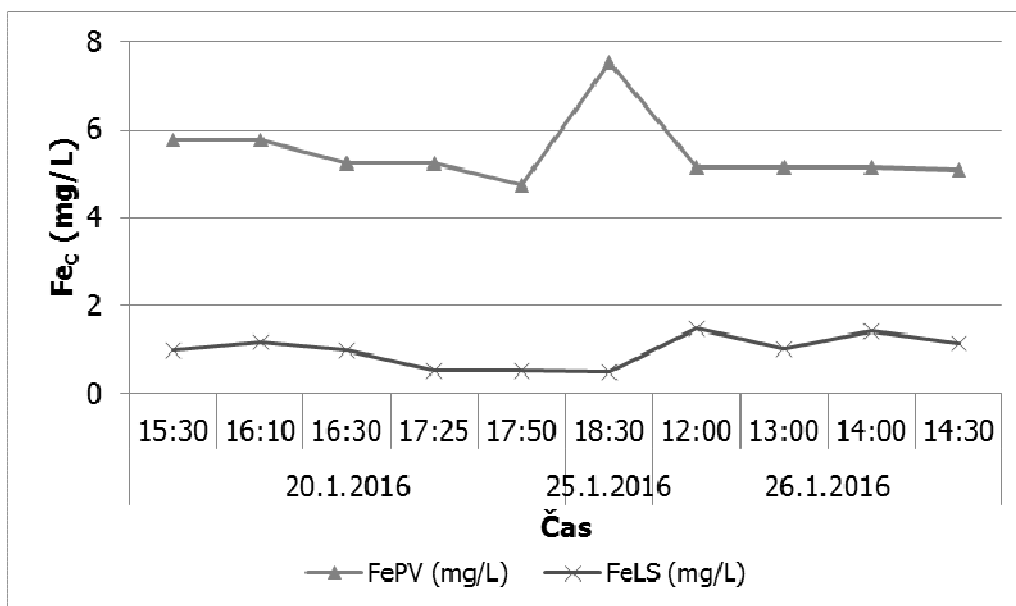
Ve druhé etapě poloprovozních zkoušek byla testována účinnost separace suspenze s dávkováním organického flokulantu (Magnafloc LT25) a zatížením lamelového separátoru 0,25 m/h, 0,35 m/h a 0,5 m/h.

Při nižším zatížení lamelového separátoru nejprve došlo k testování účinnosti separace při dávce flokulantu 0,11 mg/L. Výsledky účinnosti separace vyjádřené v koncentraci celkového železa jsou zobrazeny v grafu (Obr. 4.). Provzdušněná voda na vstupu měla koncentraci železa okolo 5,5 mg/L. Průměrná účinnost odstranění celkového železa v tomto modelovém stavu poloprovozního zařízení byla 78 %.



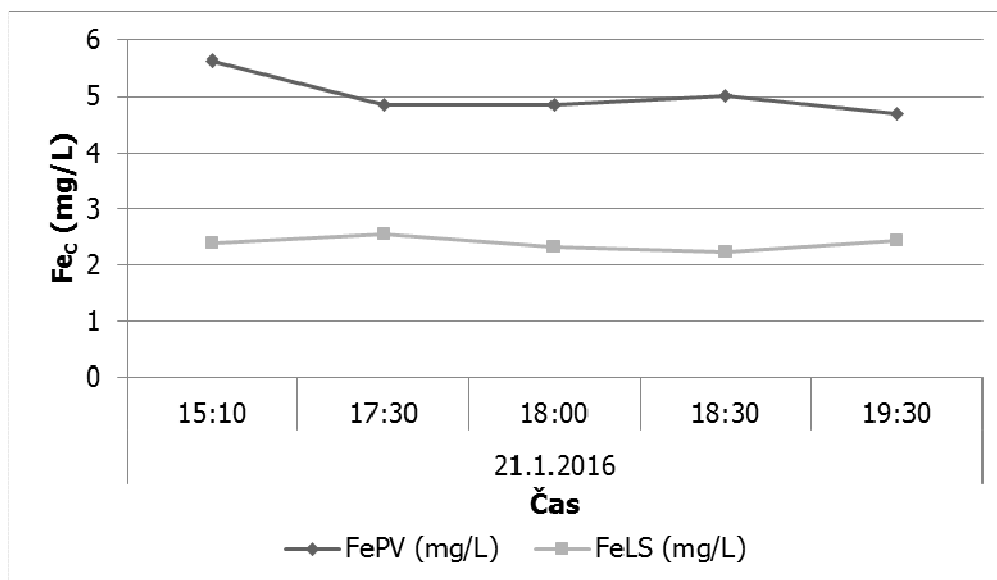
Obr. 4. Přehled výsledků při zatížení LS = 0,25 m/h (Q = 1,5 m³/h), dávka MF LT25 = 0,11 mg/L

V poloprovozních zkouškách rovněž došlo k testování vyšší dávky flokulantu (0,21 mg/L). Výsledky jsou zobrazeny v grafu (Obr. 5.). Provzdušněná voda na vstupu měla koncentraci železa okolo 5,0 mg/L. Průměrná účinnost odstranění celkového železa v tomto modelovém stavu poloprovozního zařízení dosahovala 82 %.



Obr. 5. Přehled výsledků při zatížení LS = 0,25 m/h ($Q = 1,5 \text{ m}^3/\text{h}$), dávka MF LT25 = 0,21 mg/L

V další části předprojektové přípravy došlo k testování vyššího zatížení lamelového separátoru (0,5 m/h) za přítomnosti flokulantu o dávce 0,20 mg/L (Obr. 6.). Provzdušněná voda na vstupu měla koncentraci železa okolo 5,5 mg/L. Průměrná účinnost odstranění celkového železa v tomto modelovém stavu poloprovozního zařízení byla 52 %.

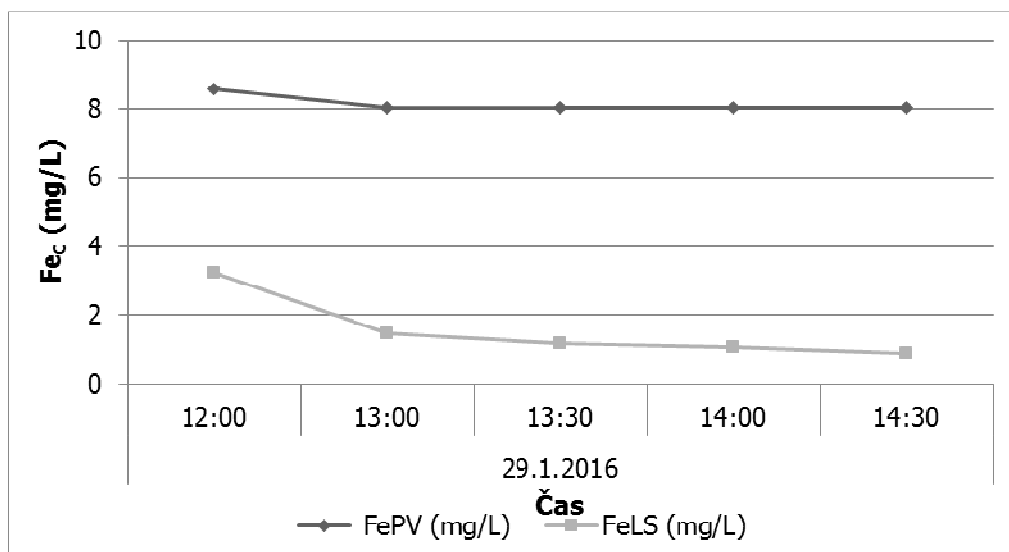


Obr. 6. Přehled výsledků při zatížení LS = 0,50 m/h ($Q = 3,0 \text{ m}^3/\text{h}$), dávka MF LT25 = 0,20 mg/L

Poslední fází druhé etapy bylo poloprovozní zařízení vystavit nejen vyššímu hydraulickému zatížení (0,35 m/h), ale také látkovému. Do první flokulační komory byl dávkován organický flokulant (MF LT25 = 0,20 mg/L).

Provzdušněná voda na vstupu měla koncentraci železa v rozmezí 8,0 – 8,6 mg/L. Koncentrace celkového železa v odtoku z lamelového separátoru se po stabilizaci

systému pohybovala okolo 1 mg/L. Průměrná účinnost odstranění celkového železa v tomto modelovém stavu poloprovozního zařízení byla 80 %. Výsledky uvádí graf (Obr. 7.).



Obr. 7. Přehled výsledků při zatížení LS = 0,35 m/h ($Q = \text{m}^3/\text{h}$), dávka MF LT25 = 0,20 mg/L

Ve druhé etapě poloprovozních testů, kdy bylo zkoušeno modelové zařízení při hydraulickém zatížení lamelového separátoru 0,25 m/h – 0,5 m/h a s dávkováním organického flokulantu, bylo dosaženo vysokých účinností odstranění celkového železa. Vytvořená suspenze ve flokulaci dobře sedimentovala v lamelovém separátoru a to i při nízkých dávkách polymeru. Také se prokázala vysoká účinnost i při vyšším látkovém zatížení, kdy byla koncentrace železa v provzdušněné vodě více než 8 mg/L. Na odtoku z lamelového separátoru se po stabilizaci systému koncentrace železa pohybovala okolo 1 mg/L.

ZÁVĚR

V první etapě poloprovozu se potvrdilo, že i bez přidání pomocného flokulantu značná část železa ze surové vody přechází do vyššího oxidačního stupně a vytváří se suspenze, která je vhodná k separaci sedimentací. Při nižším hydraulickém zatížení lamelového separátoru a delší době zdržení ve flokulaci docházelo k poměrně vysoké účinnosti odstranění železa (48 %). Při vyšším zatížení separátoru byla účinnost nižší a to jest 18 %.

Ve druhé etapě poloprovozních testů, kdy bylo zkoušeno modelové zařízení při zatížení lamelového separátoru 0,25 m/h – 0,5 m/h s dávkováním organického flokulantu, bylo dosaženo vysokých účinností odstranění celkového železa, tj. 52 – 82 %. Vytvořená suspenze ve flokulaci dobře sedimentovala v lamelovém separátoru a to i při nízkých dávkách polymeru 0,1 – 0,2 mg/L.

V rámci poloprovozních modelových testů jsme pomocí sedimentace v lamelovém separátoru s předřazenou flokulací dokázali s dostatečnou rezervou odstranit převážnou část celkového železa. Prokázali jsme tedy vysokou účinnost zvoleného prvního separačního stupně, jehož zařazení do technologické linky ÚV Holedeč by výrazně ulehčilo následné filtraci. Došlo by tak k redukci objemu pracích vod, snížení spotřeby elektrické energie na praní filtrů a ke stabilizaci celého technologického procesu výroby pitné vody.