

## PREVÁDKOVANIE ČOV PRI DLHODOBO NÍZKEJ ZAŤAŽENOSTI BIOLOGICKÉHO STUPŇA V TZV. STAND-BY MODE V SÚVISLOSTI S COVID-19

Juan José Chávez-Fuentes, Boris Kozel, Zoltán Kovács, Mária Marková, \*Martin Vavro

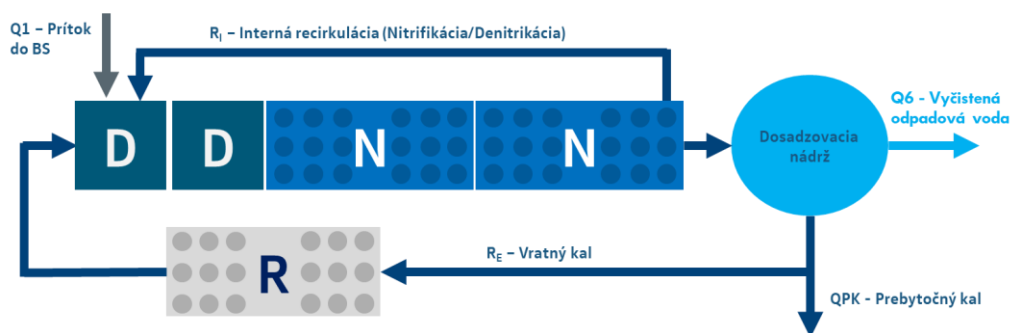
Energetický tím / Závodná technika, Volkswagen Slovakia, a.s., Jána Jonáša 1, 843 02 Bratislava  
\*Ústav chemického a environmentálneho inžinierstva, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie, STU, Radlinského, 9, 812 37 Bratislava

### 1. Proces čistenia odpadových vôd vo VW SK

V rámci činností výrobného závodu Volkswagen Slovakia, a.s. vzniká za bežných podmienok významné množstvo odpadovej vody (OV), ktorú môžeme všeobecne rozdeliť podľa jej pôvodu a vlastností na priemyselnú a splaškovú OV. Ďalším zdrojom splaškovej OV je obytná zóna, ktorá sa nachádza v blízkosti závodu. OV sú odvádzané na ich finálne spracovanie do podnikovej čistiarne odpadových vôd (ČOV VW SK).

Čistiace procesy zahŕňajú rôzne fyzikálne, chemické i biologické postupy, avšak najvýznamnejšiu úlohu hrá biologický aktivačný proces so suspendovanou biomasou. Biologická aktivácia svojimi štyrmi paralelnými aktivačnými linkami je zároveň z energetického hľadiska najnáročnejší proces celej ČOV.

Biologické aktivované kaly sú zoradené do konfigurácie Regenerácia-Denitrifikácia-Nitrifikácia s internou recirkuláciou kalov - Systém RDN (Obr. 1).



Obr. 1 Konfigurácia biologickej aktivácie RDN na ČOV VW SK

V marci 2020, v súvislosti s príchodom infekčného ochorenia COVID-19 spoločnosť Volkswagen Slovakia, a.s. rozhodla o mimoriadnom zastavení výroby. Nakoľko nebolo v tom čase možné zistiť ani reálny dosah ochorenia ani potrebnú dĺžku odstávky, bolo nevyhnutné navrhnuť mimoriadne prevádzkové stratégie pre všetky významné závodné zariadenia z energetického i environmentálneho hľadiska, medzi ktoré patrí aj ČOV. Z tohto dôvodu bola prevádzka biologického stupňa (BS) ČOV VW SK otestovaná a postupne prestavená v krátkych časových úsekoch na prevádzku s názvom stand-by mode.

### 2. Vplyv dlhodobo nízkej látkovej zaťaženia na čistiace činnosti aktivovaného kalu

V odbornej literatúre sú detailne popisované rôzne prevádzkové komplikácie, ktoré môžu vzniknúť v prevádzkach s dlhodobo nízkou zaťaženosťou, medzi ktoré patria: zhoršujúce sa sedimentačné vlastnosti aktivovaného kalu, nežiaduci rast vláknitých mikroorganizmov, nevhodný pomer CHSK:N pre denitrifikáciu, trvalá strata autotrofných (nitrifikačných) mikroorganizmov, nevhodný prevádzkový pomer CHSK:N alebo CHSK:P, rozpad (ochudobnenie) aktivovaného kalu v dôsledku endogénnej respirácie. Pri testovaní prevádzky BS ČOV VW SK na stan-by mode sme venovali pozornosť taktiež sledovaniu týchto prevádzkových komplikácií.

### 3. Návrh prevádzky biologického stupňa ČOV v stand-by mode

Návrh prevádzky biologického stupňa ČOV počas mimoriadnej odstávky výroby mal zabezpečiť nasledujúce požiadavky:

- spracovať prípadné splaškové vody pritekajúce zo závodu, ale i z vedľajšej napojenej obytnej zóny
- zaručiť neustále dodržiavanie kvality vyčistenej odpadovej vody na odtoku z ČOV VW SK
- udržiavať dlhodobé čistiace schopnosti kalov biologického stupňa v prípade náhleho nábehu výroby
- znížiť špecifickú spotrebu energie, chemikálií a produkciu kalov v maximálnej možnej miere

Pojem „stand-by mode“ predstavuje prevádzkovanie BS prerušeným spôsobom. V zmysle zamedzenia počtu prenasťavovacích úkonov na biologickom stupni sa prevádzka riadila 2 módami: „ON“ a „OFF“, ktoré neboli počas celého obdobia rovnaké, ale prispôbovali sa podľa zmeny zaťaženia alebo kvality OV na prítoku BS, resp. na odtoku z ČOV. V tabuľke 1 je možné vidieť nastavenie prevádzky v stand-by mode počas 1 týždňa:

Tabuľka 1 Príklad nastavenia prevádzky BS ČOV v stand-by mode počas 1 týždňa			
Krok	Prevádzkový čas	Mode	Prevádzkované zariadenia v biologickom stupni
1	4 hod.	ON	Dúchadlá v automatickom režime (cieľová hodnota 2 mg O <sub>2</sub> /l), miešadlá v denitrifikačných nádržiach, interná recirkulácia N/DN (200 m <sup>3</sup> /hod), prítok do BS, minimálny prítok vratného kalu (60 m <sup>3</sup> /hod), terciárne čistenie
2	7 hod.	OFF	žiadne
3	2 hod.	ON	Dúchadlá v automatickom režime (cieľová hodnota 2 mg O <sub>2</sub> /l), miešadlá v denitrifikačných nádržiach, interná recirkulácia N/DN (200 m <sup>3</sup> /hod), prítok do BS, minimálny prítok vratného kalu (60 m <sup>3</sup> /hod), terciárne čistenie
4	11 hod.	OFF	žiadne

#### 4. Výsledky z prevádzky ČOV v stand-by mode

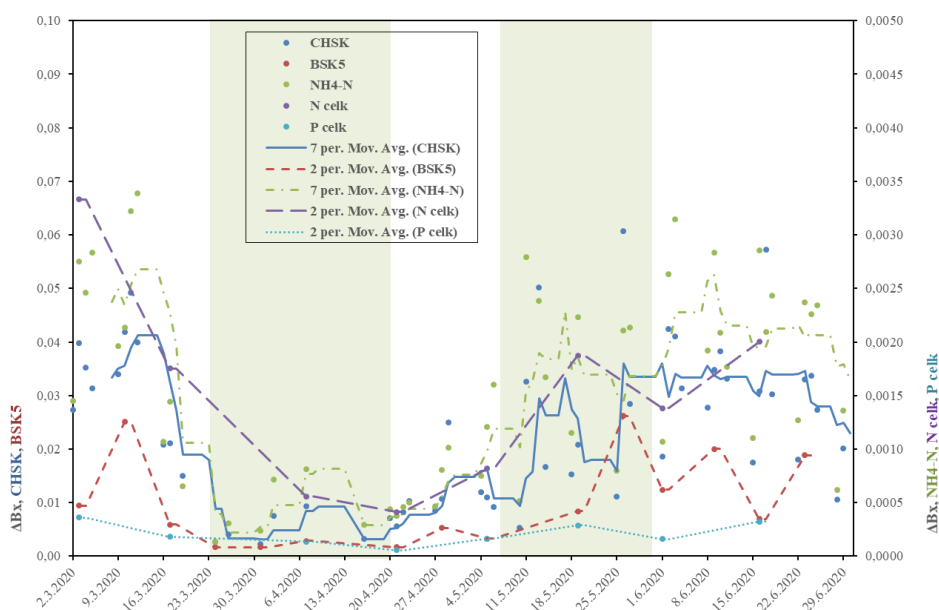
Výsledky z prevádzky BS v stand-by mode vykazovali splnenie všetkých požiadaviek vzniknutej mimoriadnej situácie v závode a zároveň preukázali schopnosť aktivovaného kalu reagovať na zvyšovanie zaťaženia BS bez výrazných prevádzkových komplikácií.

Postupným prevedením prevádzky ČOV do stand-by modu, počas ktorého bolo potrebné dokončiť rozbehnuté činnosti, ako spracovanie zadržaných priemyselných OV na fyzikálno-chemickom stupni, odkalovanie čerpacích staníc, mechanické odvodňovanie existujúcich kalov, prevedenie nepotrebných zariadení do režimu spánku a postupné prenasťavovanie kľúčových zariadení na BS na režim stand-by, došlo k postupnému poklesu spotreby elektrickej energie.

Počas stand-by režimu bola regenerácia vratného kalu kľúčovým procesom na podporovanie vhodného zloženia aktivovaného kalu a sedimentačných vlastností v kale, nakoľko regenerácia potláča nadmerný vznik vláknitých mikroorganizmov. Z pozorovaných dejov je zrejmé, že regenerácia bol posledný biologický stupeň, ktorý sa vedel prispôbiť na zmeny v spôsobe prevádzkovania.

Rovnako bol potvrdený význam prevádzkovania prítoku vratného kalu na celkové udržiavanie „zdravej“ kondície aktivovaného kalu v biologickom systéme. Hodnota kalového indexu sa po jednom týždni opäť stabilizovala a mala pomalý klesajúci trend až po dosiahnutie hodnoty KI = 75, čo pri prevádzkovej sušine kalu (X<sub>c</sub>) v rozsahu 4 – 6 g/l svedčí o vhodných sedimentačných vlastnostiach aktivovaného kalu.

Na obr. 2 je znázornený vývoj výkonnosti aktivovaného kalu v sledovanom období. Je možné na ňom vidieť schopnosť aktivovaného kalu rýchlo sa „zotaviť“ po ukončení prevádzky v stand-by mode. Výsledky ukazujú priamoúmerný vzťah medzi výkonnosťou kalu a zaťažením biologického kalu po celej analyzovanej dobe. Táto analýza nám udáva informáciu o odolnosti aktivovaného kalu voči prerušenému spôsobu prevádzkovania, ale aj o vhodnosti aplikácie stand-by mode v prípade dlhodobu nízkej zaťaženia prevádzky BS.



Obz. 2 Výkonosť aktivovaného kalu  $\Delta B_x$  vo vzťahu k parametrom CHSK, NH<sub>4</sub>-N, celkový dusík (N celk) a celkový fosfor (P celk). Zelené pozadie znázorňuje prevádzku ČOV v stand-by mode.

## 5. Záver

Prevádzka biologického stupňa s názvom stand-by mode bola navrhnutá vo Volkswagen Slovakia, a.s ako inovatívna a kľúčová stratégia na trvalé zabezpečenie požadovanej kvality vo vyčistenej odpadovej vode na odtoku z podnikovej čistiare odpadových vôd, počas dlhodobo nízkej zaťažnosti biologického stupňa v súvislosti s príchodom nového ochorenia COVID-19 a následnou mimoriadnou odstávkou výroby v závode. Prevádzka biologického stupňa v stand-by mode umožnila udržiavať dlhodobé čistiace schopnosti aktivovaného kalu aj v prípade náhleho nábehu výroby. Tento spôsob prevádzkovania značne prispieval k zníženiu spotreby elektrickej energie a chemikálií a redukoval produkciu prebytočného kalu v maximálnej miere. K dlhodobému prevádzkovaniu biologického stupňa v stand-by mode je nutné zabezpečiť vhodné oxické podmienky v nitrifikačnej oblasti, kvalitné miešanie a recirkulácia kalov, hlavne pomocou vratného kalu. Regeneračný stupeň výrazne pomohol udržiavať dlhodobé sedimentačné vlastnosti aktivovaného kalu a potlačil nežiaduci vznik vláknitého kalu. Výsledky vykazujú vhodnosť aplikácie prevádzky v stand-by mode pre mimoriadne odstávky spôsobené externým faktorom, počas celozávodných dovolení ale aj pre prevádzky s dlhodobo nízkym zaťažením.

## 6. Referenčné zdroje a literatúra

- Chávez-Fuentes J. J., Kozel B., Kovacs Z., Marková M., Vavro M - Prevádzka ČOV v tzv. stand-by mode v dôsledku dlhodobo nízkej zaťažnosti biologického stupňa (v súvislosti s príchodom COVID-19), 11. bienálna konferencia ODPADOVÉ VODY 2020
- Drtil, M., and Hutňan, M. Technologický projekt – časť procesy a technológie čistenia odpadových vôd. Oddelenie environmentálneho inžinierstva, STU v Bratislave (2007). ISBN 978-80-89088-57-7.
- Jenkins, D., Richard, M.G and Daigger, G.T. (1986), Manual on the causes and control of activated sludge bulking and foaming. Water Research Commission, South Africa and U.S. EPA.
- Sobieszuk, P. and Szewczyk K. (2005), Estimation of C/N ratio for microbial denitrification, Environmental Technology 27, 103-108.
- Lee, Y. and Oleszkiewicz, J.A. (2003), Effects of predation and ORP conditions on the performance of nitrifiers in activated sludge systems, Water Research 37, 4202-4210.
- Dierdonck, J., Broeck, R., Vervoort, E., Smets, I. (2012), Does a change in reactor loading rate affect activated sludge bioflocculation?, Process biochemistry 47, 2227-2233.
- Van Loosdrecht, M. and Henze, M. (1999), Maintenance, endogenous respiration, lysis, decay and predation. Water Science and Technology 39, 107-117.