

Prevádzkové skúsenosti s riadením biologického odstraňovania dusíka na ČOV Veľký Meder

Ing. Ľubomír Krcho

Ing. Monika Polláková

Západoslovenská vodárenská spoločnosť, a.s.

ČOV Veľký Meder bola pôvodne vybudovaná ako mechanicko-biologická ČOV so stredne zaťažovanou aktiváciou s oddelenou aeróbnou dostabilizáciou primárneho a prebytočného kalu. Do skúšobnej prevádzky bola uvedená v roku 1979. Projektovaná kapacita ČOV bola 11 620 EO. Recipient vypúšťaných odpadových vôd je kanál Veľký Meder – Hoľiare s prietokom $Q_{365} 0,010 \text{ m}^3/\text{s}$.

Z dôvodu postupného sprísňovania legislatívnych požiadaviek na odtokové parametre vypúšťanej vyčistenej odpadovej vody z kanalizačného výpustu ČOV ako aj požiadaviek správcu recipienta na zvýšenie dosahovanej účinnosti ČOV z dôvodu využívania povrchovej vody z kanála k závlahám, musel prevádzkovateľ ČOV ZsVAK pristúpiť k rozsiahlej rekonštrukcii ČOV.

Rekonštrukcia ČOV sa začala v roku 1994. Vzhľadom k nedostatku finančných prostriedkov bola rekonštrukcia rozdelená do niekoľkých etáp a ukončená bola až v roku 2005. Do skúšobnej prevádzky bola ČOV Veľký Meder uvedená v decembri 2005. Projektovaná kapacita zrekonštruovanej ČOV: 12 500 EO; $Q_{24} = 35 \text{ l/s}$ ($3\,000 \text{ m}^3/\text{d}$).

Základné údaje o ČOV

V rámci rekonštrukcie boli postupne intenzifikované a rekonštruované nasledovné objekty:

Odl'ahčovací objekt pred ČOV

- úprava prepadovej hrany (v súčasnosti odl'ahčovací pomer nad 1:4)
- výmena škrtiacej trate profilu DN 300 za profil DN 500

Objekt hrubého predčistenia

- pôvodné stredné strojne stierané česlá boli nahradené jemnými strojne stieranými česlami (medzerovitosť 6 mm) s odvodnením zhrabkov

Lapač piesku - odstredivý

- výmena mamutového čerpadla a kompresora vzduchu

Čerpacia stanica odpadovej vody

- pôvodná závitovková čerpacia stanica bola prebudovaná na čerpaciu stanicu s ponornými čerpadlami. Splaškové odpadové vody sú na biologický proces čistenia prečerpávané čerpadlom riadeným frekvenčným meničom. Počas dažďa zriadené splaškové vody v množstve nad prípustné množstvo odpadových vôd privádzaných na biologický stupeň sú prečerpávané na novú dažďovú nádrž.

Dažďová nádrž

- nová prietokná dažďová nádrž bola vybudovaná z pôvodnej usadzovacej nádrže. Zachytená dažďová voda a usadený kal sú po daždi prečerpávané na nový združený biologický stupeň. Odláhčovaná mechanicky predčistená dažďová voda sa spája s biologicky vyčistenou odpadovou vodou a následne je odvádzaná cez merný objekt do recipienta.

Združený objekt biologického čistenia

Pôvodný objekt biologického čistenia tvorený stredne zaťažovanou aktiváciou, pozdĺžnou dosadzovacou nádržou a oddelenou dostabilizáciou primárneho a prebytočného aktivovaného kalu je v súčasnosti odstavený z prevádzky. Nahradený bol novým združeným objektom biologického čistenia ktorý pozostáva:

- z nízko zaťažovanej obehovej aktivácie s aeróbnou stabilizáciou kalu priamo v aktivačnom procese. V rámci obehovej aktivácie prebieha riadený simultánny proces nitrifikácie a denitrifikácie a to jednak v priestore a jednak v čase.
- zo stredovej dosadzovacej nádrže so zachytávaním plávajúcich nečistôt a odvádzaním vyčistenej vody cez kruhové otvory ponoreného odberného potrubia. Výška hladiny nad odberným potrubím je regulovaná vyrovnávacou nádržou s prepádovou hranou.
- z dúcharne – nainštalované sú dve dvojotáčkové dúchadlá – 1+ 1 prevádzková rezerva – s reguláciou množstva dodávky vzduchu
- z čerpacej stanice vratného kalu s riadením množstva vratného kalu v závislosti na množstve odpadovej vody na prítoku do ČOV

Kalové hospodárstvo

- k zahusteniu prebytočného kalu sa využíva zrekonštruovaný gravitačný zahusťovač.
- k uskladneniu kalu sa využíva pôvodná uskladňovacia nádrž
- kal sa odvodňuje na kalových poliach

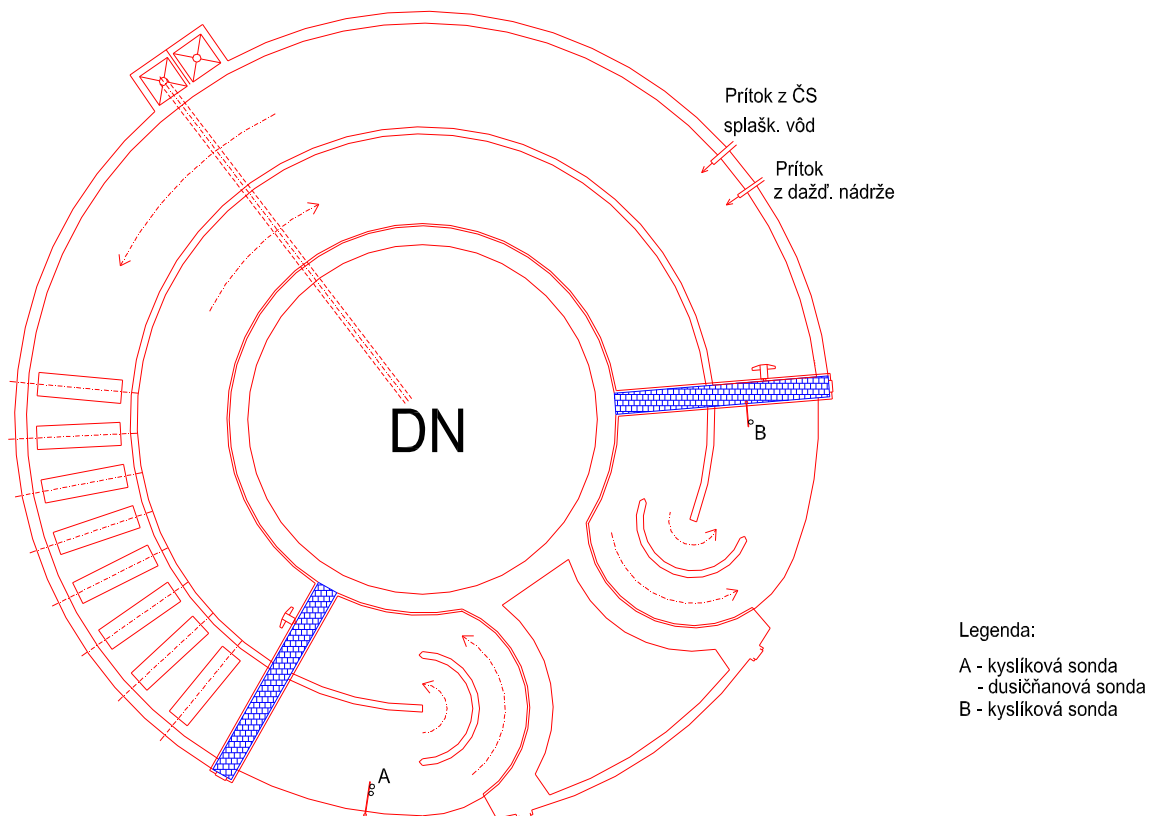
Riadenie biologického odstraňovania dusíka v aktivačnom procese ČOV Veľký Meder

Hlavným cieľom intenzifikácie ČOV bolo vzhľadom k nízkej vodnatosti recipienta popri zvýšení účinnosti odstránenia organického znečistenia zabezpečiť biologické odstraňovanie dusíka s čo najvyššou možnou účinnosťou. Tomu zodpovedal aj navrhnutý typ aktivácie – obehová aktivácia, umožňujúci v porovnaní s predradenou aktiváciou vyššiu účinnosť denitrifikácie. Na základe našich prevádzkových skúseností s prevádzkovaním obehovej aktivácie v Topoľčanoch, kde sa preukázala jednak:

- nedostatočná účinnosť denitrifikácie samotnej simultánnej priestorovej nitrifikácie a denitrifikácie vzhľadom ku krátkej dobe zdržania v anoxickom priestore,
- nutnosť zaradenia striedavého vypínania a zapínania aerácie – zaradenie časovej simultánnej nitrifikácie a denitrifikácie,
- nevyhnutnosť automatizácie riadenia procesu zapínania a vypínania aerácie z dôvodu optimalizácie odtokových parametrov dusičnanového, amoniakálneho a celkového dusíka, bol pôvodný návrh obehovej aktivácie – priestorová simultánna nitrifikácia a denitrifikácia, rozšírený o riadiaci systém, umožňujúci obehovú aktiváciu aj s časovou simultánnou nitrifikáciou a denitrifikáciou.

V aktivačnej nádrži bola na konci prevzdušňovanej časti osadená riadiaca kyslíková sonda TriOxmatic 700 IQ a dusičnanová sonda NitraLyt 700 IQ WTW. Zhruba v polovici neprevzdušňovanej časti aktivácie – v denitrifikačnej zóne, bola osadená druhá kyslíková sonda TriOxmatic 700 IQ k monitorovaniu zostatkovej koncentrácie kyslíka – obrázok č.1.

ČOV VEĽKÝ MEDER - Združený objekt biologického čistenia s obehovou aktiváciou



Obr. Č.1

Hodnoty sledovaných koncentrácií sú zaznamenávané a vyhodnocované modulárnym systémom IQ Senzor Net WTW. Samotný proces riadenia obehovej aktivácie prebieha v závislosti na kontinuálnom sledovaní aktuálnych koncentrácií kyslíka a dusičnanového dusíka v obehovej aktivácii podľa nasledovného princípu:

Fáza nitrifikácie (resp. priestorovej simultánnej denitrifikácie) – zapnuté prevzdušňovanie

- počas prevzdušňovania dochádza k nitrifikácii amoniaku a k postupnému narastaniu koncentrácie dusičnanového dusíka
- intenzita dodávaného množstva vzduchu počas aerácie je riadená v závislosti na koncentrácii kyslíka sledovanej za prevzdušňovacími platňami. Požadovaný rozsah koncentrácie kyslíka v AN je zadávaný obsluhou ČOV v riadiacom počítači.
- po dosiahnutí vypínacej hodnoty dusičnanového dusíka v AN, zadanej obsluhou ČOV v riadiacom počítači, dochádza k vypnutiu aerácie

Fáza denitrifikácie – vypnuté prevzdušňovanie

- počas vypnutého prevzdušňovania v celom objeme obehovej aktivácie prebieha denitrifikácia a klesá koncentrácia dusičnanového dusíka v AN
- po dosiahnutí nastavenej zapínacej hodnoty koncentrácie dusičnanového dusíka dochádza k opätovnému zapnutiu prevzdušňovania a k riadeniu jeho intenzity

Prevádzkové výsledky

Riadiaci systém bol uvedený do prevádzky po zapracovaní aktivácie a nábehu procesu nitrifikácie. Na základe predpokladanej rýchlosti denitrifikácie z terénnych meraní respiračnej rýchlosti aktivovaného kalu v snahe optimalizovať dĺžku jednotlivých fáz s prevzdušením a bez prevzdušnenia bol zvolený riadiaci rozsah koncentrácie dusičnanového dusíka spočiatku 0,5 a 2 mg/l a koncentrácie kyslíka 1,5 – 2 mg/l. Počas prvého polroka dochádzalo k pomerne častému výpadku riadiaceho systému a k iným závažným prevádzkovým poruchám, ktoré znemožňovali optimalizáciu čistiaceho procesu. Počas bezporuchového chodu prevádzky priemerné odtokové koncentrácie N-NH₄ sa pohybovali v rozsahu 2 – 3 mg/l a N-NO₃ v rozsahu 6-10 mg/l. Počas letnej turistickej sezóny (termálne kúpaliská) bol zaznamenaný cca 50 % nárast látkového zaťaženia. Pri zvýšenom látkovom zaťažení dochádzalo k rýchlemu poklesu kyslíka pod hodnotu 0,5 mg/l už pomerne v krátkej vzdialenosti za prevzdušňovanou časťou obehovej aktivácie. To malo za následok zmenšenie objemu nitrifikačného objemu, čo sa vzápätí prejavilo zvýšením odtokovej koncentrácie amoniaku nad 15 mg/l. S cieľom zväčšenia objemu nitrifikácie ako aj samotnej dĺžky nitrifikácie bol zvýšený riadiaci rozsah koncentrácie kyslíka na 2,5 – 3,5 mg/l a riadiaci rozsah N-NO₃ na 2 – 5 mg/l. Dostatok kyslíka v aktivácii počas fázy prevzdušňovania bol monitorovaný kyslíkovou sondou v denitrifikačnej zóne. Uvedenými úpravami v riadiacom systéme a odstránením závad na strojno-technologickom zariadení sa podarilo stabilizovať odtokové koncentrácie celkového dusíka pod 7 mg/l, dusičnanového dusíka pod 5 mg/l a amoniakálneho dusíka pod 1 mg/l. Samotný priebeh procesu nitrifikácie a denitrifikácie je možné sledovať a vyhodnocovať z prevádzkového záznamu v riadiacom PC – obrázok č.2 a č.3.

Množstvo a látkové zaťaženie privádzaných a vyčistených OV za obdobie 01.2006 – 03.2007

Mesiac	Prítok		EO	Zloženie OV na prítoku na ČOV					Zloženie biologicky vyčistenej vody				
	m ³ /d	l/s		BSK5 mg/l	NL mg/l	N-NH4 mg/l	N-NO3 mg/l	Ncelk mg/l	BSK5 mg/l	NL mg/l	N-NH4 mg/l	N-NO3 mg/l	Ncelk mg/l
I.06	4896,8	56,7	6937	85,0	203,8	12,19	2,05	26,5	11,1	13,3	8,55	4,41	14,6
II.06	2150,0	24,9	3267	91,2	91,5	20,20	0,05	23,8	21,0	13,3	2,00	7,19	13,8
III.06	2193,6	25,4	3747	102,5	95,0	35,80	0,00	42,2	10,0	14,0	0,93	6,11	9,2
IV.06	2333,3	27,0	4064	104,5	83,5	23,90	0,01	34,8	12,8	12,5	0,00	12,59	15,1
V.06	2258,1	26,1	4055	107,8	137,8	17,49	0,01	26,3	12,0	13,8	0,26	6,85	8,9
VI.06	2333,3	27,0	2833	72,9	90,3	22,50	0,08	34,6	16,3	16,0	2,23	1,36	7,6
VII.06	2612,9	30,2	8979	206,3	143,5	33,73	0,00	44,5	12,3	16,5	11,71	0,33	16,3
VIII.06	2354,8	27,2	7483	190,2	158,9	37,44	0,00	49,1	11,2	13,5	6,25	4,41	13,7
IX.06	1900,0	22,0	9005	284,4	216,0	36,63	0,01	51,4	13,0	19,0	0,73	2,00	5,1
X.06	1670,4	19,4	5241	187,5	171,5	32,12	0,03	42,7	9,8	12,5	0,32	2,94	5,1
XI.06	1600,0	18,0	4574	171,5	184,0	42,58	0,04	52,7	14,8	12,5	0,51	3,23	6,5
XII.06	1483,9	17,2	3658	148,0	117,0	40,35	0,08	48,1	12,0	12,0	0,00	3,63	5,4
I.07	1709,7	19,8	7363	258,5	481,5	45,15	0,00	59,8	9,8	14,0	0,20	2,67	6,5
II.07	1892,9	21,9	7537	239,0	202,0	37,58	0,00	51,5	12,8	12,5	0,67	3,32	7,0
III.07	2193,6	25,4	6031	165,0	154,5	33,15	0,00	42,2	11,5	16,0	0,39	2,68	5,4

<i>Zaťažovacie parametre ČOV:</i>		
objem aktivácie	2 897 m ³	
koncentrácia aktivovaného kalu X _{AN}	4,0 – 4,5 g/l	
	mimo sezónu	počas sezóny
objemové zaťaženie B _v	0,07-0,08 kg/m ³ .d	0,16 – 0,19 kg/m ³ .d
respiračná rýchlosť r _{v,ox}	12,0 – 14,0 mgO ₂ /l.h	22,0 – 28,0 mgO ₂ /l.h

<i>Dosahované rýchlosti nitrifikácie a denitrifikácie:</i>	
rýchlosť nitrifikácie	1,2 – 2,4 mg N-NH ₄ /l.h
rýchlosť denitrifikácie ⁵	– 3,5 mg

Záver

Na základe doterajšieho priebehu skúšobnej prevádzky, výsledkov fyzikálno-chemických analýz vzoriek odpadovej vody, výsledkov terénnych meraní a získaných prevádzkových poznatkov s riadením procesu nitrifikácie a denitrifikácie v obehovej aktivácii môžeme konštatovať nasledovné:

- opätovne sa preukázala nedostatočná účinnosť denitrifikácie pri prevádzkovaní obehovej aktivácie len s priestorovou simultánnou nitrifikáciou a denitrifikáciou
- vzhľadom k pomalšej rýchlosti nitrifikácie je potrebné optimalizovať udržiavanú koncentráciu kyslíka v aktivácii počas prevzdušňovania ako aj samotnú dĺžku jednotlivých fáz s prevzdušňovaním a bez prevzdušňovania v závislosti od aktuálneho látkového zaťaženia aktivácie a dosahovaných odtokových koncentrácií amoniakálneho a dusičnanového dusíka. Ideálnym riešením by bolo doplnenie riadiaceho systému o monitorovaciu sondu koncentrácie amoniakálneho dusíka.
- z pohľadu zvýšeného opotrebovania dúchadiel pri optimalizácii riadiaceho procesu je taktiež vhodné minimalizovať početnosť ich zapínania a vypínania z prevádzky
- systémom automatizovaného riadenia procesu nitrifikácie a denitrifikácie s využitím meracích sond je možné dlhodobo dosahovať vysokú účinnosť odstraňovania celkového dusíka v obehovej aktivácii s pomerne vyrovnanou nízkou odtokovou koncentraciou celkového dusíka pod 7 mg/l
- trvalým znížením koncentrácie dusičnanov sa eliminoval priebeh spontánnej denitrifikácie v dosadzovacej nádrži. V DN nedochádza k nadmernému vyplavovaniu a akumulácii aktivovaného kalu na hladine nádrže.
- vylúčením ľudského faktora s riadiaceho procesu sa predchádza k nežiadúcim výkyvom v dosahovanej účinnosti odstraňovania dusíka a k prekračovaniu povolených limitných koncentrácií amoniaku a celkového dusíka vo vypúšťanej odpadovej vode
- trvalým dosahovaním odtokovej koncentrácie celkového a amoniakálneho dusíka vo vyčistenej odpadovej vode pod spoplatňovanú koncentračnú hranicu sa na ČOV Veľký Meder ročne ušetrí na odplatach za vypúšťané dusíkové znečistenie cca 155 000 Sk.-.